

*На правах рукописи*

КАДРМАТОВА ГУЗЕЛЬ ГАДИЛОВНА



**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ХИТОЗАНСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК**

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

Москва – 2011

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Московском государственном университете технологий и управления» им. К.Г.Разумовского

**Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор  
Малкина Валентина Даниловна

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
Дубцов Георгий Георгиевич

кандидат технических наук, ст.н.с.  
Миневич Ирина Эдуардовна

**Ведущая организация:** НОУ ДПО «Международная промышленная академия»

Защита состоится «27» декабря 2011 г. в 13.00 часов на заседании Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.122.02 при ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского» по адресу: 109029, Москва, ул. Талалихина, д.31, ауд.36.

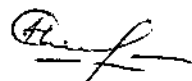
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО МГУТУ им. К.Г.Разумовского

Отзывы высылать по адресу: 109004 г. Москва ул. Земляной вал д.73

Автореферат отправлен на размещение на сайт [referat\\_vak@mon.gov.ru](mailto:referat_vak@mon.gov.ru)  
и размещен на сайте ФГБОУ ВПО МГУТУ им. К.Г. Разумовского [www.mgutm.ru](http://www.mgutm.ru)

Автореферат разослан «25» ноября 2011 г

Ученый секретарь Совета по защите  
докторских и кандидатских диссертаций,  
кандидат технических наук, доцент

 Н.С.Конотоп

2011А

23564

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Исследования, проведенные в последние годы, показали, что у отдельных групп населения России имеются нарушения в питании, связанные с недостатком основных питательных веществ и биологически активных компонентов, а также с ксенобиотической зараженностью организма.

В соответствии с ключевыми положениями Концепции Государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации, исследования ученых направлены на создание продуктов питания повышенной пищевой ценности и функционального назначения. В связи с этим особенностью современного этапа развития пищевой промышленности является разработка качественно новых продуктов питания, обогащенных физиологически функциональными ингредиентами и с применением биологически активных добавок.

К биологически активным добавкам относят природный полимер хитин и его производные. Хитин – продукт переработки панцирей ракообразных, является эффективным средством профилактики различных заболеваний, регулирует биологические ритмы и способствует оздоровлению организма человека.

Существенный вклад в изучение хитина и его производных внесли исследователи – Шорыгин П.П., Садов Ф.И., Данилов С.Н., Быков В.П., Варламов В.П., Немцев С.В. и другие ученые.

Широкое распространение и практическое применение получила N-дезацетилированная форма хитина – хитозан. Хитозансодержащие добавки применяют в медицинской и отдельных отраслях пищевой промышленности.

Однако данных по применению хитозансодержащих добавок в технологиях мучных изделий недостаточно. Разработка технологии хлебобулочных изделий с применением хитозансодержащих добавок позволит расширить ассортимент изделий профилактического назначения, что будет способствовать улучшению здоровья населения. В связи с вышесказанным тема представленной диссертационной работы является своевременной и актуальной.

**Цель и задачи работы.** Целью работы являлась разработка технологии хлебобулочных изделий профилактического назначения с применением хитозансодержащих добавок.

Для реализации цели исследований решались следующие задачи:

- научно обосновать применение хитозансодержащих добавок для разработки хлебобулочных изделий профилактического назначения;
- исследовать влияние хитозансодержащих добавок на свойства основного сырья хлебопекарного производства - пшеничной муки и прессованных дрожжей;
- определить влияние хитозансодержащих добавок на свойства теста и качество хлебобулочных изделий из пшеничной муки;
- исследовать химический состав хлебобулочных изделий с использованием хитозансодержащих добавок;
- исследовать влияние кислотности среды на растворимость хитозансодержащих добавок;
- исследовать влияние хитозансодержащих добавок на микробиологическую чистоту хлеба;
- исследовать влияние хитозансодержащих добавок на сорбционные свойства хлеба;
- разработать новые хлебобулочные изделия с применением хитозансодержащих добавок;
- разработать проекты нормативной документации на новые хлебобулочные изделия и провести их опытно – промышленную апробацию.

**Научная новизна.** В работе представлено научное обоснование применения в технологии хлебобулочных изделий профилактического назначения хитозансодержащих добавок «Хитана» и «Полихита» посредством определения их влияния на свойства основного сырья, изучения химического состава готовых изделий, сорбционных свойств, микроструктуры и качества изделий.

Выявлено улучшение равномерности распределения хитозансодержащих добавок в тесте и повышение качества хлебобулочных изделий при внесении добавок в растворах пищевых кислот или молочных сывороток, обусловленное

предварительным переходом хитозана в кислых средах из кристаллического состояния в аморфное.

Выявлена зависимость снижения показателя кислотности теста от количества вводимой хитозансодержащей добавки «Хитан», обусловленная комплексобразованием хитозана с органическими кислотами, образующимися в процессе брожения теста.

Выявлено, что хитозансодержащие добавки являются источником полиненасыщенных жирных кислот семейства  $\omega$ -3, синтезируемых морскими организмами, что подтверждено данными анализа жирнокислотного состава липидов добавок и хлебобулочных изделий с их применением.

По результатам микробиологических исследований выявлено бактериостатическое действие хитозансодержащих добавок на споровые бактерии, задерживая их ферментативную активность, что обуславливает замедление развития картофельной болезни хлеба по сравнению с контрольными пробами готовых изделий.

На примере ионов меди установлена повышенная сорбционная активность хлеба из пшеничной муки с хитозансодержащими добавками в 1,5-3 раза, по сравнению с контрольной пробой, вследствие высоких сорбционных свойств хитозана, представляющего основу добавок.

#### **Практическая значимость работы:**

Применение хитозансодержащих добавок в технологии хлебобулочных изделий позволит расширить ассортимент изделий профилактического назначения.

Проведенные исследования обозначили следующие направления применения хитозансодержащих добавок:

- для создания хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности;
- для создания хлебобулочных изделий с пониженной кислотностью и уменьшенным содержанием поваренной соли;
- для создания хлебобулочных изделий повышенной микробиологической чистоты по показателям развития картофельной болезни.

Разработаны следующие хлебобулочные изделия: Хлеб «ХитХлеб» с добавлением «Хитапа», булочка «Океаническая» с добавлением «Полихита»,

булочка «ЛактоХит» с добавлением «Хитана» в растворе молочной подсырной сыворотки.

Разработана технология повышения пищевой ценности хлеба с использованием хитозансодержащих добавок «Хитана» и «Полихита» (Патент РФ № 2408191, зарегистрированный в Государственном реестре изобретений РФ 10 января 2011 г.).

Проведена промышленная апробация изделий в ООО «Кисловодский хлебомакаронный комбинат».

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на научно-практических конференциях: «Стратегия развития пищевой промышленности» (Москва, 2006); «Стратегия развития пищевой промышленности – Защита прав потребителя и рынка от контрафактной, фальсифицированной и некачественной продукции» (Москва, 2007); «Стратегия подготовки кадров для малого и среднего бизнеса в пищевой индустрии» (Москва, 2008); «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века» (Краснодар, 2009); «Инновационные технологии в пищевой промышленности» (Пятигорск, 2008 и 2009); «Формирование отраслевой инновационной среды на основе развития профессиональных сообществ и саморегулируемых организаций АПК, пищевой промышленности и индустрии питания» (Москва, 2009); «Новое в технике и технологии пищевых производств» (Воронеж, 2010), «Актуальные вопросы развития пищевой промышленности: модернизация и интеграция» (Н.Новгород, 2010), «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века» (Краснодар, 2011).

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликованы 14 публикаций, в том числе две статьи в журналах, рекомендуемых ВАК, и один патент РФ.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, экспериментальной части, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 165 страницах, содержит 28 таблиц, 25 рисунков. Список литературы содержит 194 источников российских и зарубежных авторов.

## Основное содержание работы

### 1. Обзор литературы

В обзоре литературы приведена общая характеристика пищевых волокон, их значение в питании человека и применение в пищевой промышленности. Дано описание хитина и его производного хитозана, описаны способы получения хитозана и его свойства.

Рассмотрена роль хитозана и его производных в медицине и пищевой промышленности, подтверждающая перспективность их использования в качестве функциональных ингредиентов в производстве продуктов профилактического назначения.

### 2. Объекты и методы исследований

В работе использовали пять проб муки, предоставленной ОАО «Макфа» и Подгоренским мукомольным заводом (филиал ОАО «Липецкхлебмакаронпром»). Использовали дрожжи хлебопекарные прессованные (изготовитель ОАО «Комбинат пищевых продуктов»), соль поваренную выварочную вакуумную сорта экстра, кислоты пищевые: яблочную, лимонную, уксусную, молочную, а также молочные сыворотки – творожную и подсырную.

Использовали биологически активные добавки «Хитан» (ТУ 9289-002-004-72124-03) и «Полихит» (ТУ 9289-005-000-38155-01), изготовленные ЗАО «Биопрогресс» (МО, п. «Биокомбинат»). «Хитан» представляет из себя хитозан полифракционный из панциря ракообразных. Состав - 100 % порошок хитозана. Состав «Полихита» – хитозан полифракционный – 67%, морская капуста – 13%, лимонная кислота – 7%, крахмал – 13%.

Анализ качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий проводили в соответствии с ГОСТами. Аминокислотный состав белков добавок и хлеба определяли на жидкостном хроматографе модели L-8800 фирмы «Hitachi» (Япония); жирнокислотный состав липидов хлеба - методом газожидкостной хроматографии на хроматографе фирмы «Shimadzu»; свободных и связанных углеводов хлеба пшеничного - методом ионообменной хроматографии; содержание минеральных веществ - атомно-абсорбционным методом; структурно-механические свойства мякиша хлеба - на приборе Пенетромтр АП-4/1; микроструктуру мякиша хлеба - с

помощью сканирующего микроскопа марки JCM 5300 LV Scannina MIC POSCOPE; микробиологические исследования включали определение признаков поражения хлеба картофельной болезнью технологическим и ускоренным люминесцентным методами в соответствии с «Инструкцией по предупреждению картофельной болезни хлеба», разработанной ГосНИИХП; сорбционные свойства хлеба определяли методом ионметрии с использованием халькогенидного медьселективного электрода типа ХС-Cu-001.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием стандартного пакета программы Microsoft Excel с помощью встроенных статистических функций анализа данных, с использованием регрессивного анализа и метода сравнительного анализа с помощью метрических и неметрических мер сходства экспериментальных и контрольных рецептов.

### **3. Экспериментальная часть**

Исследования проводили в лаборатории кафедры «Технология хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств» ФГБОУ ВПО МГУТУ им. К.Г.Разумовского, лабораториях Института синтетических полимерных материалов им. Н.С.Ениколопова РАН г.Москва, ФГУП Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии г.Москва, ФГБОУ ВПО Пятигорского государственного гуманитарно-технологического университета.

Структурная схема исследований представлена на рисунке 1.

#### **3.1 Научное обоснование применения хитозансодержащих добавок в целях разработки хлебулочных изделий профилактического назначения**

Хлебулочные изделия занимают в рационе питания человека важное место и могут служить в качестве базиса для создания пищевого продукта, с помощью которого возможно снизить негативное влияние экологической среды и скорректировать рацион питания человека. Хитозан – натуральный продукт переработки хитина, который получают из сырья, содержащего панцирь ракообразных. Хитозан растворяется только в кислой среде, превращаясь в гель, в результате чего он приобретает высокую сорбционную способность. Механизм действия наиболее активной, растворимой части, хитозана при приеме внутрь заключается в том, что под воздействием пищеварительных ферментов он





Рисунок 1 - Структурная схема исследований

расщепляется и всасывается в виде низкомолекулярных соединений. Другая часть хитозана, не расщепленная ферментами, действует в желудочно-кишечном тракте как сорбент ворсинчатого аппарата тонкого кишечника, снижая уровень липидов крови, путем соединения с желчной кислотой в кишечнике, что блокирует всасывание холестерина в кровь, замедляет всасывание жиров, уменьшает переход

токсинов из кишечника в кровь.

Гелиевые формы хитозана возможно применять в лечении больных с воспалительными процессами в брюшной полости с целью системной детоксикации крови, предупреждения спячного процесса в брюшной полости в послеоперационном периоде, при язвенных болезнях.

Хитозан имеет ряд других положительных качеств – выступает сорбентом по отношению к тяжелым металлам, радионуклидам, токсинам, благотворно влияет на состояние слизистой оболочки желудка больных гастритом, с повышенной кислотностью, на бактериальную флору желудочно-кишечного тракта, уменьшая процессы брожения в кишечнике, предохраняет организм от желудочно-кишечных инфекций, вследствие чего затормаживает процесс старения. Хитозан повышает иммунитет, способствует быстрому оздоровлению организма человека.

В целях профилактики ряда заболеваний целесообразно вводить биологически активные добавки на основе хитозана в хлебобулочные изделия, так как они ежедневно входят в рацион питания. Разработка новых хлебобулочных изделий с применением хитозаносодержащих добавок позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий профилактического назначения.

### **3.2 Исследование влияния хитозаносодержащих добавок на свойства основного сырья**

Для определения влияния хитозаносодержащих добавок «Хитана» и «Полихита» на технологические процессы производства хлебобулочных изделий исследовали их влияние на хлебопекарные свойства основного сырья хлебопекарного производства: муки пшеничной и дрожжей хлебопекарных прессованных.

*Влияние хитозаносодержащих добавок на хлебопекарные свойства пшеничной муки*

Хлебопекарные свойства пшеничной муки высшего сорта определяли по качеству клейковины. Хитозаносодержащие добавки вносили в количестве от 0,5% до 2,0% к массе муки. На рисунке 2 представлены результаты влияния добавок на качество клейковины пшеничной муки.

Опыты показали, что добавление хитозаносодержащих добавок несущественно изменяет качество клейковины (на 3-5 ед.прибора ИДК). Однако действие их неодинаково – при добавлении «Хитана» наблюдается тенденция к снижению

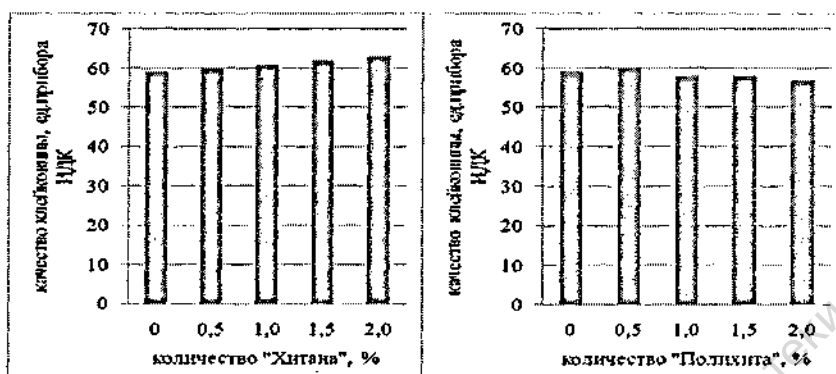


Рисунок 2 - Влияние хитозансодержащих добавок на качество клейковины пшеничной муки

показателя упругих свойств клейковины, а добавление «Полихита» приводит к укреплению свойств клейковины, видимо, вследствие содержания в последнем морской капусты и лимонной кислоты. Гидратационная способность клейковины снижается – при добавлении «Хитана» на 19,2%, при добавлении «Полихита» – на 7,9%, снижение показателя можно объяснить высокими сорбционными свойствами хитозана – основой составляющей добавок.

#### *Влияние хитозансодержащих добавок на свойства хлебопекарных дрожжей*

Дрожжи хлебопекарные прессованные характеризовали по их бродильной активности по показателю подъемной силы. Определение проводили ускоренным способом в соответствии с ГОСТ 171. Внесение «Хитана» или «Полихита» в количестве 0,5-2,0% не оказывало существенного влияния на бродильную активность дрожжей.

### **3.3 Исследование влияния хитозансодержащих добавок на свойства теста и качество хлебобулочных изделий из пшеничной муки**

Хлеб выработывали по безопасной технологии с добавлением хитозансодержащих добавок в количестве от 0,5 до 2,0% к массе муки. Определяли показатели качества теста в процессе брожения в течение 150 мин. Установлено, что увеличение кислотности теста с добавлением «Хитана» протекает медленнее, и конечная кислотность теста была на 0,4 град меньше по сравнению с контрольной пробой. Меньший показатель кислотности теста с «Хитаном» можно объяснить комплексобразованием хитозана с кислотами, образующимися в процессе

---

брожения. Способность «Хитана» снижать показатель кислотности теста и хлеба даст основание рекомендовать применение его при разработке изделий с пониженной кислотностью. Добавление «Полихита» не оказывало существенного влияния на показатель кислотности теста.

Исследования деформации мякиша хлеба на приборе Пенетромтр АП-4/1 показали, что относительная пластичность мякиша хлеба с «Хитаном» была большей по сравнению с контрольной пробой хлеба и хлеба с добавлением «Полихита». Мякиш хлеба с «Полихитом» был более упругим. При этом значения всех реологических показателей входили в пределы минимального и максимального значений, свидетельствующие о том, что хлеб с хитозансодержащими добавками имел близкие к контрольным пробам показатели пластичных и упругих свойств мякиша хлеба.

Показатели пористости и удельного объема хлеба с добавками были близкими к контрольным. Окраска корок хлеба с хитозансодержащими добавками имела светло-коричневый цвет с оранжевыми мелкими вкраплениями, свидетельствующими об активном протекании реакции меланоидинообразования.

Эмпирически было установлено, что с увеличением расчетного количества воды, необходимого на замес теста, оно приобретало более пластичные свойства и наблюдалось увеличение удельного объема хлеба. Для определения оптимального количества воды, необходимого на замес теста с добавками, с целью достижения максимального удельного объема, проведена математическая обработка полученных результатов, позволявшая получить регрессивные уравнения, описывающие зависимость показателя удельного объема хлеба с хитозансодержащими добавками от количества вносимой воды с увеличением от 2% до 7% к массе расчетного количества.

На рисунке 3 представлены зависимости показателя удельного объема от количества дополнительно внесенной воды, полученные с помощью математической обработки и в результате исследований. При увеличении количества воды до 5% от расчетного содержания увеличение объема хлеба составило: с «Хитаном» на 10,9%, с «Полихитом» на 5,9%.



Рисунок 3 - График зависимости экспериментального и ожидаемого удельного объема хлеба с хитозансодержащими добавками от дополнительно внесенного количества воды

### 3.4 Исследование химического состава хлебобулочных изделий с использованием хитозансодержащих добавок

В хлебе из пшеничной муки с применением добавок определяли аминокислотный, жирнокислотный, углеводный, минеральный составы, также изучали микроструктуру мякиша хлеба.

#### Аминокислотный состав белков хлеба

Аминокислотный состав белков добавок и хлеба определяли на жидкостном хроматографе модели L-8800 фирмы «Hitachi» (Япония) методом ионообменной хроматографии. В таблице 1 представлен количественный состав аминокислот белков добавок «Хитапа» и «Полихита» и белков хлеба из пшеничной муки высшего сорта.

Таблица 1 - Аминокислотный состав белков, мг/100 г

Аминокислота	Добавка «Хитан»	Добавка «Полихит»	Хлеб без добавлений	Хлеб с «Хитаном»	Хлеб с «Полихитом»
Сумма незаменимых аминокислот	24	418	2921	2841	2757
Гистидин	0	0	254	235	228
Аргинин	13	40	380	379	392
Орнитин	0	1	3	3	3
Серин	5	44	411	423	407
Глутаминовая кислота	0	120	384	376	382
Пролин	40	47	788	906	947
Глицин	54	89	396	393	375
Аланин	0	60	317	320	251
Аспарагиновая кислота	4	102	281	432	428
Сумма всех выявленных аминокислот	140	921	9594	9695	9610
<i>Вещества белковой природы</i>					
Глюкозамин	236	86	12	10	9
сумма	376	1008	9607	9703	9618

Хитозан – основа добавок, представляет из себя аминсахарид, сополимер D-глюкозамина и N-ацетил-D-глюкозамина. Анализ показал, что «Хитан», состоящий из хитозана, содержит незначительное количество аминокислот, при этом содержит аммиак, который является продуктом гидролиза глюкозамина. Глюкозамин отражен на хроматограмме в виде несимметричного широкого пологового пика в области иллюции выхода лейцина и изолейцина. В гидролизате «Полихита» обнаружены аминокислоты в большем количестве, видимо, за счет содержания их в составе добавки морской капусты (ламинарии). Кроме того, в гидролизате содержится аммиак и глюкозамин.

На рисунке 4 представлен количественный состав незаменимых аминокислот белков хлеба без добавлений и с хитозансодержащими добавками.

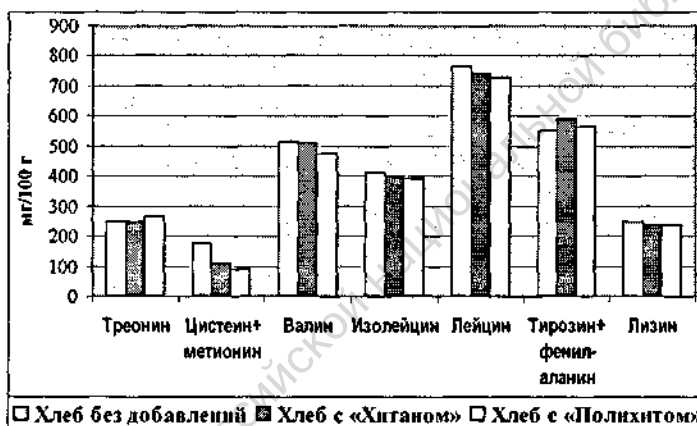


Рисунок 4 – Незаменимые аминокислоты белков хлеба

Анализ аминокислотного состава белков хлеба показал, что биологическая ценность изделий, содержащих добавки, существенно не меняется по сравнению с контролем. Полученные результаты можно объяснить обработкой сырья при получении хитозана, в частности проведением депротенизации.

#### Жирнокислотный состав липидов хлеба

Содержание жирных кислот в хлебе определяли методом газожидкостной хроматографии с помощью хроматографа фирмы «Shimadzu». Установлено, что массовая доля жира, в пересчете на продукт (%), в хлебе с добавлением «Хитана» уменьшилась на 6%, в хлебе с добавлением «Полихита» увеличилась на 6% по

сравнению с контрольными пробами. Уменьшение содержания жира в хлебе с «Хитаном», вероятно, обусловлено способностью хитозана сорбировать холестерин и липидные соединения. Содержание липидов в «Полихите» могло увеличиться за счет ламинарии, входящей в состав добавки и содержащей полиненасыщенные жирные кислоты.

Влияние добавок на жирнокислотный состав липидов хлеба представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Жирнокислотный состав липидов хлеба, % от суммы

Наименование кислоты	Хлеб без добавлений	Хлеб с «Хитаном»	Хлеб с «Полихитом»
Линолевая	46,91	46,09	48,07
Линоленовая	0,37	0,20	0,27
Арахидоновая	0,58	0,32	0,22
Эйкозапентаеновая	0,58	0,96	0,85
Докозагексаеновая	0,02	0,03	0,03
Сумма всех выявленных кислот, в том числе полиненасыщенных	99,94	99,89	99,91
Содержание жира, %	0,33	0,31	0,35

Результаты анализа показали, что в хлебе с «Хитаном» и «Полихитом», по сравнению с хлебом без добавлений, увеличилось содержание докозагексаеновой и эйкозапентаеновой жирных кислот, являющихся полиненасыщенными жирными кислотами семейства ω3, синтезируемых морскими организмами, при этом содержание сумм ненасыщенных жирных кислот практически не изменилось, что подтверждает бескалорийность хитозана.

На рисунке 5 представлено содержание жирных кислот липидов хлеба без добавлений и с хитозансодержащими добавками.

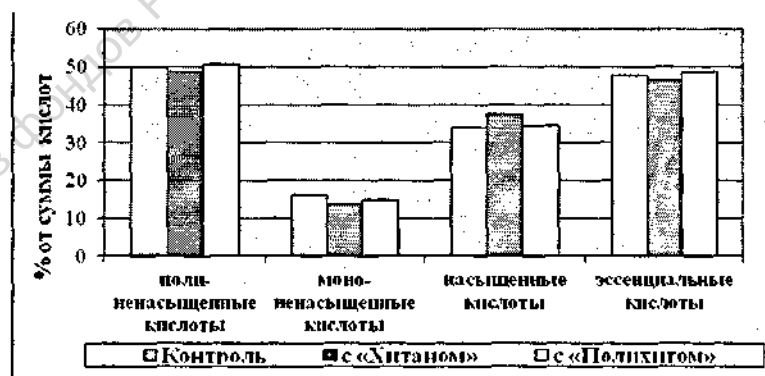


Рисунок 5 – Количество жирных кислот липидов хлеба

Полученные данные дают основание применения хитозансодержащих добавок для разработки хлебобулочных изделий профилактического назначения без существенного изменения его энергетической ценности.

#### *Углеводный состав хлеба*

Углеводный состав хлеба определяли методом, основанным на способности нейтральных сахаров образовывать с ионами борной кислоты комплексы, которые задерживаются на сильных анионообменниках. Анализ показал, что в хлебе с глюкозосодержащими добавками, по сравнению с контролем, наблюдается увеличение содержания глюкозы: с «Хитаном» на 10%, с «Полихитом» на 55%. Отмечено увеличение количества мальтозы в хлебе с добавлением «Полихита». Увеличение сахаридов в хлебе обеспечивает активную реакцию меланоидинообразования и яркую окраску корок хлеба.

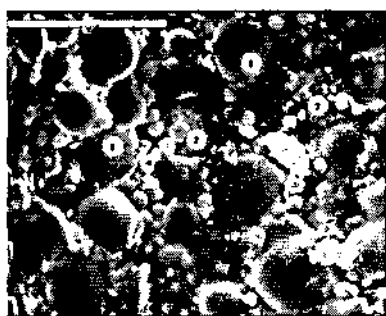
#### *Минеральный состав хлеба*

Одна из стадий получения хитозана предусматривает процесс деминерализации сырья, в связи с чем количество минеральных веществ в хитозане составляет не более 0,7% к массе продукта. Определяли минеральный состав хлеба, содержащим 2% «Хитана» или «Полихита». Исследования показали увеличение содержания макроэлементов (кальция, магния, натрия, калия) в хлебе с хитозансодержащими добавками, а также изменилось соотношение отдельных элементов. В соответствии с нормами потребления минеральных веществ рекомендуемое соотношение кальция и фосфора должно быть 1:1,5. В контрольной пробе хлеба соотношение составило 1:1,33, с добавлением «Хитана» 1:1,54; «Полихита» - 1:1,2. Соотношение кальция и магния должно составлять 1:0,7. В контрольной пробе хлеба этот показатель был равен 1:2. В хлебе с «Хитаном» - 1:1,6; с «Полихитом» - 1:1, т.е. соотношение указанных элементов приблизилось к рекомендуемому физиологическому показателю. Исследования показали, что применение хитозансодержащих добавок позволит вырабатывать изделия повышенной минеральной ценности. Увеличенное количество натрия в хлебе с «Хитаном» на 25% является основанием для разработки хлебобулочных изделий с пониженным содержанием поваренной соли.

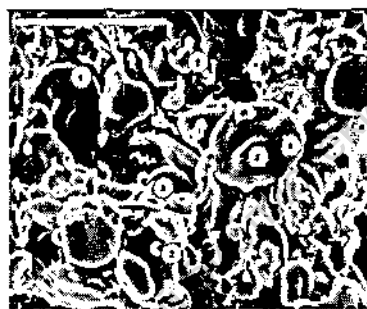


### Изучение микроструктуры мякиша хлеба

Электронномикроскопическое исследование позволило установить изменение микропористой структуры мякиша хлеба с добавлением хитозансодержащих добавок (1% к массе муки) по сравнению с контрольной пробой.



Контроль - хлеб без добавлений хитозансодержащей добавки (x1000)



Хлеб с добавлением «Хитана» (x1000)



Хлеб с добавлением «Полихита» (x1000)



Хлеб с добавлением «Хитапа» (x2000)

Условные обозначения: позиция 1 – крахмальные зерна муки,  
позиция 2 – белки муки,  
позиция 3 – гелеобразования

Рисунок 6 – Сравнительная характеристика микроструктуры мякиша хлеба

На рисунке 6 показана сравнительная характеристика микроструктуры мякиша хлеба. Мякиш хлеба без добавок представляет из себя хорошо различимые крахмальные зерна округлой формы с гладкой поверхностью (позиция 1), вокруг которых и на их поверхности расположены белковые частицы (позиция 2). Мякиш хлеба, содержащего добавку «Хитан», имеет разрыхленную структуру на фоне хорошо различимых зерен крахмала (позиция 1), которые изменили видимую форму, отчетливо видны белковые частицы муки округлой формы (позиция 2). Структура мякиша хлеба, содержащего добавку «Полихит», по сравнению с

мякишем хлеба, содержащем добавку «Хитан», характеризовалась наибольшим изменением крахмальных зерен (позиция 1), наблюдалось меньше воздушных полостей, так как компоненты хлеба имели более плотное расположение друг другу.

В пробах мякиша хлеба с добавками поверхность крахмальных зерен несколько повреждена, наблюдаются гелеобразования (позиция 3), которые обволакивают крахмальные зерна, образуя неровности в виде выпуклых частиц округлых форм, прикрепленных тяжами – нитеподобными образованиями к поверхности зерен крахмала. Способность к гелеобразованию в большей степени наблюдается в пробах мякиша хлеба с «Полихитом», что можно объяснить присутствием лимонной кислоты, содержащейся в добавке, которая создает кислую среду для перехода хитозана в гелеобразное состояние.

Электронномикроскопическое исследование позволило установить, что хитозансодержащие добавки изменяют состояние мякиша хлеба, образование гелей и тяжей в хлебе с хитозансодержащими добавками придает мякишу пластичные свойства, что позволит улучшить усвояемость компонентов хлеба.

### **3.5 Исследование влияния кислотности среды на растворимость хитозансодержащих добавок**

Известно, что хитозан проявляет свойства гидрофильных полимеров (гидроколлоидов), но, в отличие от них, имея большое количество свободных аминогрупп в молекуле, при  $pH < 6$  имеет положительный заряд, что облегчает его взаимодействие с органическими веществами. Хитозан растворим в слабых органических кислотах, включая пищевые, но не растворяется в воде. Указанное свойство хитозана использовали в технологии хлебобулочных изделий. Для лучшего распределения хитозансодержащих добавок в тесте, а затем в хлебе, их внесение осуществляли в виде предварительно подготовленных растворов в пищевых кислотах. Применяли яблочную, лимонную и молочную кислоты концентрации от 1 до 5%, а также молочные сыворотки – подсырную и творожную.

Опыты показали, чем выше кислотность среды, тем быстрее происходит гелеобразование хитозансодержащих добавок. Была выбрана 3%-ная концентрация растворов кислот как оптимальный вариант по времени растворения добавок (13-15 мин) и однородности растворов, а также молочная подсырная сыворотка.

Проведена выработка хлеба с добавлением «Хитана» (2,0% к массе муки) в сухом виде и в предварительно подготовленных растворах пищевых кислот 3%-ной концентрации и в молочной подсырной сыворотке. Показатели качества хлеба представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Показатели качества хлеба из пшеничной муки с добавлением «Хитана»

Наименование показателя	Конт-роль без добавок	«Хитан» в сухом виде	«Хитан» в молочной подсырной сыворотке	«Хитан» в растворе кислоты:		
				яблоч-ной	лимон-ной	молоч-ной
Влажность, %	43,4	43,2	43,6	43,4	43,2	43,6
Кислотность, град	3,4	3,2	3,2	3,2	3,0	3,2
Пористость, %	69	68	72	69	72	72
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	297	295	319	300	317	319

Готовые изделия с «Хитаном», внесенным в виде растворов в пищевых кислотах, имели лучшие показатели качества, в частности пористости и удельного объема, по сравнению с контрольными пробами хлеба и с использованием «Хитана» в сухом виде. Хлеб имел приятный аромат, тонкостенную пористость, равномерную окраску корок. Наблюдалось улучшение показателей пористости и удельного объема в случае совместного использования «Хитана» и молочной подсырной сыворотки, видимо, благодаря дополнительному питанию дрожжевых клеток, вносимому с сывороткой и глюкозаминовым соединением. Установлено повышение биологической ценности хлеба с «Хитаном» в молочной подсырной сыворотке – сумма незаменимых аминокислот увеличилась на 0,28 мг/г продукта.

Применение хитозансодержащих добавок в растворах пищевых кислот или молочной подсырной сыворотки создает условия для равномерного распределения хитозансодержащих добавок в тесте при его замесе, для лучшей усвояемости хитозана и достижения большего физиологического эффекта, благодаря предварительному переводу его из кристаллического состояния в аморфное.

Проведен выбор оптимальной рецептуры методом сравнительного анализа с помощью метрических и неметрических мер сходства экспериментальных и контрольных рецептур по методике, разработанной на кафедре Информационных технологий ГОУ ВПО МГУТУ им. К.Г.Разумовского доцентом к.т.н. Николаевой С.В. Результаты расчета метрических и неметрических мер сходства рецептур выработанных изделий показали, что лучшим по качеству является хлеб с «Хитаном» в молочной подсырной сыворотке, что подтверждают полученные

экспериментальные данные и свидетельствуют об адекватности примененного анализа.

### 3.6 Исследования влияния хитозансодержащих добавок на микробиологическую чистоту хлеба

Изучали влияние хитозансодержащих добавок на рост микроорганизмов, вызывающих порчу хлеба, в частности на развитие картофельной болезни хлеба, возбудителем которой являются спорообразующие бактерии, относящиеся к подвиду *Bacillus subtilis* ssp. *mesentericus* (картофельная палочка). Для выработки хлеба использовали добавки «Хитана» и «Полихита» и 3%-ную молочную кислоту.

Результаты исследований приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Влияние хитозансодержащих добавок на появление картофельной болезни хлеба

Пробы хлеба	Время появления, ч	
	органолеп- тических признаков	очагов свечения проросших колоний, обнаруженных люминесцентным методом
Без добавлений	72	60
С добавлением, % к массе муки:		
«Хитана», 2,0	84	72
«Полихита», 2,0	96	84
«Хитана», 1,0 в молочной кислоте	108	96

Полученные результаты показали, что хитозансодержащие добавки оказывали бактериостатическое действие на спорообразующие бактерии, задерживая их ферментативную активность на 12 часов при применении «Хитана» в сухом виде и на 36 часов при добавлении «Хитана» в молочную кислоту. Вероятно, это связано с ингибирующим действием хитозана, которое усиливается при переводе хитозана из кристаллического состояния в аморфное. Очаг свечения проросших колоний микроорганизмов в опытной пробе хлеба с «Полихитом» появился позже контрольного на 24 часа.

### 3.7 Исследования влияния хитозансодержащих добавок на сорбционные свойства хлеба

Широкому применению хитозансодержащих добавок будет способствовать его внедрение в производство хлебобулочных изделий в разных регионах страны, в том числе с экологическим неблагополучием. В этой связи практический интерес представляло изучение сорбционных свойств хлеба с хитозансодержащими добавками.

В качестве примера тяжелых металлов использовали ионы меди. На рисунке 7 показана сравнительная диаграмма сорбционных свойств хлеба с хитозансодержащими добавками на примере ионов меди.

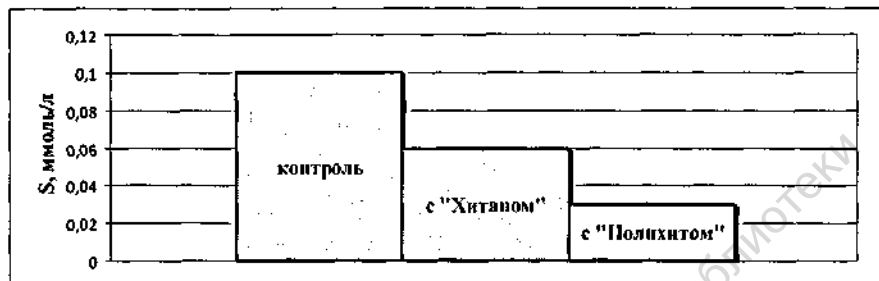


Рисунок 7 - Сравнительная диаграмма сорбционных свойств хлеба с хитозансодержащими добавками на примере ионов меди

Данные исследования показали существенное увеличение сорбционной активности хлеба, обогащенного «Хитаном» или «Полихитом» (2% к массе муки). Проба хлеба с «Хитаном» сорбирует ионов меди в 1,7 раза больше, с «Полихитом» – в 3,3 раза больше по сравнению с хлебом без добавок. Результаты анализа дают основание рекомендовать хлебобулочные изделия с хитозансодержащими добавками для включения в рацион питания пациентов с экопатологией, а также людей, живущих в неблагоприятных экологических условиях и крупных городах.

### 3.8 Разработка новых хлебобулочных изделий с применением хитозансодержащих добавок

Разработаны новые хлебобулочные изделия с применением хитозансодержащих добавок:

- хлеб «ХитХлеб» с добавлением «Хитана» в количестве 2% к массе муки;
- булочка «Океаническая» с добавлением «Полихита» в количестве 2% к массе муки;
- булочка «ЛактоХит» с добавлением молочной подсырной сыворотки, взятой в количестве 10% взамен воды и «Хитапа» в количестве 1,5-2% к массе муки.

Разработаны проекты нормативной документации на новые хлебобулочные изделия, согласно которым возможно осуществлять приготовление хлеба без существенных изменений технологии и использования дополнительного оборудования.

#### 4. Опытнo-промышленная апробация разработанных хлебобулочных изделий и их экономическая эффективность от внедрения

На ООО «Кисловодском хлебомакаронном комбинате» была проведена производственная апробация разработанных изделий: хлеба «ХитХлеб», булочки «Океаническая» и булочки «ЛактоХит». Ожидаемый экономический эффект от внедрения хлеба «ХитХлеб» составляет 1720,0 рублей, булочки «Океаническая» – 1750,0 рублей, булочки «ЛактоХит» – 1773,30 рублей на тонну готовых изделий.

На рисунке 8 представлены возможные целевые направления применения хитозансодержащих добавок.



Рисунок 8 – Применение хитозансодержащих добавок в технологии хлебобулочных изделий

#### 5. ВЫВОДЫ:

1. Научно обосновано и экспериментально подтверждено применение хитозансодержащих добавок «Хитана» и «Полихита» в технологии хлебобулочных изделий в целях повышения качества и придания изделиям профилактических свойств.
2. Установлено влияние хитозансодержащих добавок на свойства основного сырья хлебопекарного производства – муки пшеничной и дрожжей хлебопекарных. Установлено, что добавление хитозансодержащих добавок в количестве от 0,5% до 2,0% к массе муки существенно не изменяло качество клейковины и оно соответствовало группе качества клейковины контрольной пробы.

3. Установлено, что с добавлением «Хитана» в количестве от 0,5% до 2,0% к массе муки увеличение кислотности теста происходит медленнее – на 0,4-0,5 град. по сравнению с контрольной пробой, что можно объяснить образованием комплексов хитозана с органическими кислотами, образующимися в процессе брожения теста.
4. Экспериментально установлено и подтверждено математической обработкой результатов исследований, что для достижения максимального объема хлеба из пшеничной муки с добавками следует дополнительно вносить 4-5% воды от расчетного ее количества, в виду высоких сорбционных свойств хитозана – основной составляющей добавок.
5. По показателям анализа аминокислотного состава белков хлеба с хитозансодержащими добавками установлено, что биологическая ценность изделий не меняется в связи с депротеинизацией сырья при получении хитозана. Анализ жирнокислотного состава липидов хлеба с добавками показал, что в хлебе с «Хитаном» и с «Полихитом» увеличилось содержание полиненасыщенных жирных кислот семейства  $\omega 3$ , при этом содержание сумм ненасыщенных жирных кислот практически не изменилось, что может служить основанием для разработки хлебобулочных изделий с хитозансодержащими добавками без существенного изменения их энергетической ценности.
6. Установлено в хлебе с хитозансодержащими добавками (2% к массе муки) увеличение содержания макроэлементов, участвующих в обмене веществ: кальция, магния, калия, натрия. Добавление «Хитана» позволяет приблизить соотношение кальция и фосфора (1:1,54) и добавление «Полихита» - соотношение кальция и магния (1:1) к рекомендуемым физиологическим нормам.  
Увеличение содержания натрия в хлебе с «Хитаном» на 25%, по сравнению с контрольной пробой, позволит вырабатывать хлебобулочные изделия с пониженным содержанием поваренной соли.
7. Установлено, что применение хитозансодержащих добавок в растворах пищевых кислот или молочных сыворотках способствует равномерному распределению добавок в тесте и хлебе, лучшей усвояемости и повышению физиологического

эффекта добавок, что достигается благодаря созданию условий для предварительного перевода хитозана из кристаллического состояния в аморфное в кислых средах.

Метод математического сравнительного анализа с помощью метрических и нематрических мер сходства экспериментальных и контрольных рецептов показал, что лучшим по качеству является хлеб с «Хитаном» в молочной подсырной сыворотке.

8. По результатам микробиологических исследований технологическим и люминисцентным методами установлено бактериостатическое действие хитозансодержащих добавок на спорообразующие бактерии *Bacillus subtilis*.

Появление признаков картофельной болезни хлеба с добавлениями обнаружено позднее появления признаков болезни в контрольной пробе: при применении в сухом виде «Хитана» на 12 часов, «Полихита» - на 24 часа; добавление «Хитана» в молочной кислоте – на 36 часов.

9. На примере ионов меди установлены повышенные сорбционные свойства хлеба с хитозансодержащими добавками (2% к массе муки). Хлеб с добавлением «Хитана» сорбирует ионы меди в 1,7 раза, с добавлением «Полихита» в 3,3 раза больше по сравнению с хлебом без добавок. Хлеб с повышенными сорбционными свойствами следует рекомендовать для включения в рацион питания населения, проживающего в неблагоприятных экологических условиях.

10. Разработана технология повышения пищевой ценности хлеба с использованием хитозансодержащих добавок, позволяющая улучшить качество готовых изделий и придать им профилактические свойства (Патент №2408191 опубл.10.01.2011, бюл.№1). Разработаны новые хлебобулочные изделия с применением хитозансодержащих добавок: хлеб «ХитХлеб», булочка «Океаническая», булочка «ЛактоХит».

Проведены производственные испытания выработки изделий в ООО «Кисловодском хлебомакаронном комбинате», подтверждающие возможность производственной выработки хлебобулочных изделий с хитозансодержащими добавками, соответствующих предъявляемым требованиям.



**Список работ, опубликованных по теме диссертации**

**Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ**

1. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д. Хитозан и его производные в технологии хлеба // Известия вузов. Пищевая технология - 2011. - №4. - С.25-28.
2. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д., Горшкова Л.В. Физико-химическая характеристика хлеба с хитозансодержащими добавками // Хлебопродукты - 2011. - №9. - С.11-13.

**Патент РФ**

3. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д., Быкова В.М. Разработка технологии повышения пищевой ценности хлеба с использованием хитозансодержащих добавок. Патент №2408191 приоритет от 10.01.2011.

**Материалы конференций**

4. Малкина В.Д., Кадрматова Г.Г. Влияние хитозансодержащих добавок на свойства основного сырья хлебопекарного производства / Научные труды XII междунар.научно-практич.конф. «Стратегия развития пищевой промышленности». Выпуск 11, том I. - М.: МГУТУ, 2006. - С. 232-235.
5. Малкина В.Д., Кадрматова Г.Г. Применение БАД «Хитана» для улучшения качества муки с пониженными хлебопекарными свойствами / Труды XIII Междунар.научно-практич.конф. «Стратегия развития пищевой промышленности – Защита прав потребителя и рынка от контрафактной, фальсифицированной и некачественной продукции». Выпуск 12, том II. –М.: МГУТУ, 2007. – С. 135-139.
6. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д. Хитозан - перспективная глюкозаминовая добавка / Труды XIII Междунар.научно-практич.конф. «Стратегия развития пищевой промышленности – Защита прав потребителя и рынка от контрафактной, фальсифицированной и некачественной продукции». Выпуск 12, том II. - М.: МГУТУ, 2007. – С. 89-92.
7. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д. Влияние растворимости хитозансодержащих добавок на качество хлебобулочных изделий / Материалы I Междунар.научно-практической конф. «Инновационные технологии в пищевой промышленности» – Пятигорск: РИА-КВМ, 2008. – С.208-212.
8. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д. Совместное применение Хитозана и молочных продуктов – способ повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий. / Научные труды XIV междунар.научной конф. «Стратегия подготовки для малого и среднего бизнеса в пищевой индустрии» (13-14 октября 2008 года, выпуск 13, том 5). – М.: МГУТУ, 2008. – С.61-64.
9. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д., Оболонкова Е.С. Влияние хитозансодержащих добавок на структуру мякиша / Материалы II Междунар.научно-практической конф. «Инновационные технологии в пищевой промышленности» – Пятигорск: РИА-КВМ, 2009. – С.32-36.
10. Кадрматова Г.Г., Сорокоунов И.М., Немцев С.В. Сорбиционные свойства хлеба с хитозансодержащими добавками / Материалы междунар.научно-практич.конф. «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века». – Краснодар: КубГТУ, 2009. - С.252-253.
11. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д. Влияние хитозансодержащих добавок на жирнокислотный состав хлеба / Сборник научных статей междунар.научно-образовательного форума «Формирование отраслевой и инновационной среды на основе развития профессиональных сообществ и саморегулирующих организаций АПК, пищевой промышленности и индустрии питания». М.: МГУТУ, 2009. – С.160-162.
12. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д. Влияние хитозансодержащих добавок на аминокислотный состав хлеба / Материалы II Междунар.научно-технической конф. «Новое в технике и технологии пищевых производств», - Воронеж: ВГТА, 2010. – С.232-235.
13. Малкина В.Д., Кадрматова Г.Г. Влияние хитозансодержащих добавок на реологические свойства хлеба / Материалы V Межвузовской научно-практич.конф. «Актуальные вопросы развития пищевой промышленности: модернизация и интеграция». Н.Новгород: НГТУ, 2010. – С.90-93.
14. Кадрматова Г.Г. Повышение эффективности применения «Хитана» в технологии хлеба / Материалы междунар.научно-практич.конф. «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века». – Краснодар: КубГТУ, 2011. – С.203-206.

Из фондов Российской национальной библиотеки

Подписано в печать: 24.11.2011

Заказ № 6345 Тираж - 100 экз.

Печать графетная.

Типография «11-й ФОРМАТ»

ИНН 7726330900

115230, Москва, Варшавское ш., 36

(499) 788-78-56

[www.autoreferat.ru](http://www.autoreferat.ru)

Из фондов Российской государственной библиотеки

---

11 - 23564

2011 A

23564

Из фондов Российской национальной библиотеки