

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ, КОНДИТЕРСКИХ И МАКАРОННЫХ
ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ - УЧЕБНО-НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
КОМПЛЕКС»

С.Я. Корячкина, Г.А. Осипова, Е.В. Хмелёва и др.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ, КОНДИТЕРСКИХ И МАКАРОННЫХ
ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Орел 2012

УДК 664.66.016.8
ББК 36.83
С56

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры
«Технология и товароведение продуктов питания»
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Государственный университет - учебно-научно-
производственный комплекс»
А.И. Шилов,

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технология, организация и гигиена питания»
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Орловский государственный институт экономики и торговли»
О.Л. Ладнова

**С56 Совершенствование технологий хлебобулочных,
кондитерских и макаронных изделий функционального
назначения: монография / [С.Я. Корячкина, Г.А. Осипова, Е.В.
Хмелёва и др.], под ред. д-ра техн. наук, проф. С.Я. Корячкиной.
– Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012. – 262 с.**

ISBN 978-5-93932-448-9

В монографии представлены исследования по совершенствованию технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения, а именно: заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с пшениной мукой; бараночных изделий с добавлением плодовых и овощных пюре и порошков; хлеба из целого и пророщенного зерна пшеницы, ржи и тритикале; пшеничного хлеба с фитопорошками лекарственных трав; мучных кондитерских изделий с использованием нетрадиционных видов муки, плодовых и овощных добавок, фитопорошков и фитосиропов; макаронных изделий с лекарственным растительным сырьем.

Предназначена для специалистов хлебопекарной, кондитерской и макаронной промышленности, аспирантов, магистров и студентов.

УДК 664.66.016.8
ББК 36.83

ISBN 978-5-93932-448-9

© ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
ГЛАВА 1 Исследование влияния пшеничной муки на качество заварных хлебобулочных изделий.....	5
ГЛАВА 2 Совершенствование технологии бараночных изделий.....	20
ГЛАВА 3 Разработка технологии хлеба из пророщенного зерна пшеницы.....	37
ГЛАВА 4 Ускорение продолжительности проращивания зерна пшеницы в технологии зернового хлеба путем применения светодиодного облучения.....	71
ГЛАВА 5 Использование продуктов переработки тыквы в технологии хлеба из целого зерна пшеницы.....	78
ГЛАВА 6 Использование гречневой муки в технологии хлеба из целого зерна пшеницы.....	93
ГЛАВА 7 Некоторые аспекты применения кисломолочных продуктов при замачивании зерна в технологии зернового ржано-пшеничного хлеба.....	102
ГЛАВА 8 Методы математического планирования эксперимента в технологии мучных кондитерских изделий.....	117
ГЛАВА 9 Технология мучных кондитерских изделий функционального назначения с применением нетрадиционного растительного сырья.....	142
ГЛАВА 10 Использование лекарственного растительного сырья в производстве макаронных изделий.....	188
ГЛАВА 11 Применение фитопорошка лекарственных трав в технологии пшеничного хлеба.....	239
ГЛАВА 12 Применение фитопорошков и фитосиропов при производстве бисквитного полуфабриката.....	251

Введение

В основе технологий функциональных продуктов питания лежит модификация традиционных, обеспечивающая повышение содержания полезных ингредиентов до уровня, соотносимого с физиологическими нормами их потребления (15-50 % от средней суточной потребности).

Перспективным объектом модификации с формированием функциональных свойств являются продукты из злаков, в частности, хлебобулочные, макаронные и мучные кондитерские изделия, относящиеся к продуктам регулярного потребления, ассортимент которых в последнее время активно пополняется в связи с их особой привлекательностью для детской и молодежной групп населения.

Создание на их основе ассортимента функциональных пищевых продуктов с учетом медико-гигиенических требований к продуктам здорового питания будет в определенной мере способствовать коррекции микронутриентного дефицита среди различных групп населения.

В настоящее время требуется рационально использовать имеющиеся природные ресурсы с целью их применения в качестве сырья при производстве продуктов питания.

В отечественной и зарубежной практике представлен достаточно обширный выбор потенциальных источников пищевых волокон. Пищевые волокна, выделяют главным образом из сельскохозяйственного растительного сырья. При производстве настоек, вытяжек из лекарственного растительного сырья образуется достаточно большое количество отходов (шротов), представляющих определённый интерес, как носителей остаточных количеств биологически активных веществ и пищевых волокон.

Рациональная переработка плодоовощного сырья в порошкообразные полуфабрикаты и их применение в производстве способствует повышению биологической и пищевой ценности изделий, снижению сахараемкости, расширению ассортимента и сокращению технологического процесса.

Авторский коллектив: Корячкина С.Я. (введение, главы 1-12), Березина Н.А. (глава 1), Гонтовая Н.Н. (глава 9), Калиничева Т.С. (глава 5), Ковалева А.В. (глава 11), Кузнецова Е.А. (глава 4), Кульгина А.А. (глава 3), Лазарева Т.Н. (глава 12), Матвеева Т.В. (главы 8, 9, 12), Марочкин И.П. (глава 7), Осипова Г.А. (глава 10), Пригарина О.М. (глава 7), Сапронова Н.П. (глава 8), Селищева В.Н. (глава 2), Тришина О.В. (глава 6), Хмелёва Е.В. (главы 5, 6), Худина А.В. (глава 9).

ГЛАВА 1 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПШЕННОЙ МУКИ НА КАЧЕСТВО ЗАВАРНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Использование в хлебопекарном производстве нетрадиционного сырья определяет необходимость выяснения взаимосвязи его с другими компонентами теста с целью разработки эффективной технологии их использования, создания новых видов изделий с целенаправленными свойствами.

Пшено и продукты его переработки оказывают на организм общеукрепляющее воздействие, способствуют выведению из организма антибиотиков, отличаются высокой усвояемостью и калорийностью.

Пшено содержит до 70 % крахмала, 12-15 % белка, содержащего незаменимые аминокислоты, большое количество жира 2,6-3,7 %, 0,5-0,8 % клетчатки, небольшое количество сахаров, микроэлементы – большое количество фосфора, калия и магния; витамины В₁, В₂, РР, К. Кроме того, в пшене содержится активная α -амилаза, что дает возможность использовать ее для приготовления осахаренной заварки для заварных хлебобулочных изделий.

Целью работы являлось исследование влияния пшеничной муки в виде осахаренной заварки на реологические свойства заварного ржано-пшеничного теста и качество заварных хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки.

В работе использовали следующее сырье: муку ржаную, муку пшеничную, ферментированный солод, ржаную закваску, дрожжи, соль.

Для приготовления заварки солод смешивали с мукой и при перемешивании заваривали водой с температурой 95-97 °С. Осахаривание заварки осуществляли в течение 90-120 мин. Осахаренную заварку охлаждали до 32-34 °С. Контрольный образец заварки готовили из ржаной муки, опытный – из пшеничной муки.

Влияние продолжительности осахаривания заварки на содержание редуцирующих сахаров приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

*Влияние продолжительности осахаривания заварки на
содержание редуцирующих сахаров*

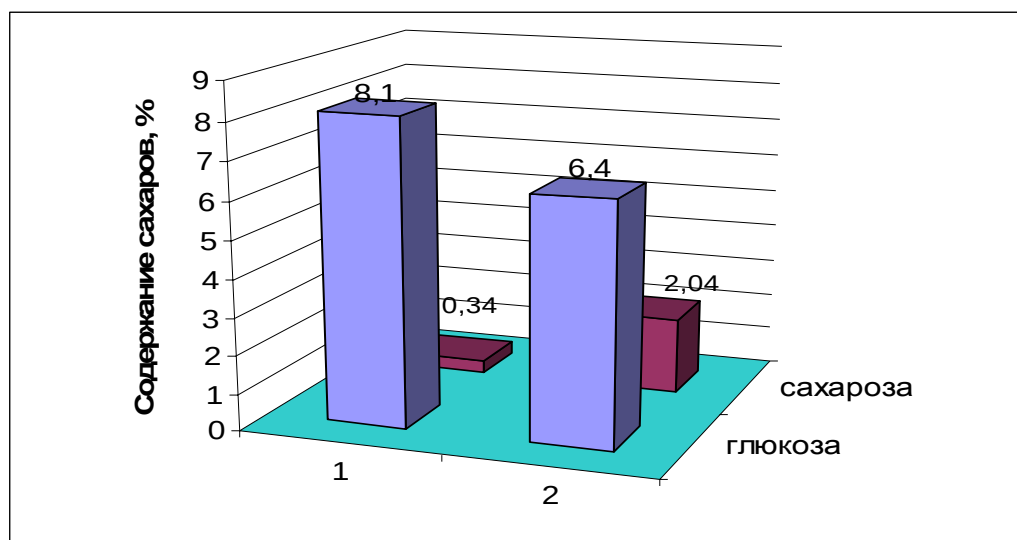
Продолжительность осахаривания заварки, мин	Заварка	
	из ржаной муки	из пшеничной муки
	Содержание редуцирующих сахаров, %	
30	6,6	6,12
60	7,28	7,7
90	8,15	8,6
120	8,6	8,9

Как видно из результатов исследований представленных в таблице 1.1 накопление редуцирующих сахаров в заварке из пшеничной муки происходит быстрее, чем в заварке из ржаной муки, что обусловлено особенностями химического состава пшеничной муки, более высокой податливостью крахмала действию амилалитических ферментов. В связи с этим продолжительность приготовления заварки сокращается на 30 минут, без ухудшения основного показателя качества заварки – содержания редуцирующих сахаров.

Исследование влияния продолжительности осахаривания заварки на углеводный состав заварки представлено на рисунке 1.1.

Как видно из результатов исследований представленных на рисунке 1.1 углеводный состав заварок из ржаной и пшеничной муки является различным.

В заварке из пшеничной муки содержится в 6 раз больше сахарозы и в 1,3 раза меньше глюкозы, чем в заварке из ржаной муки. Это способствует тому, что заварка из пшеничной муки обладает более сладким вкусом, т.к. известно, что сладость глюкозы в 1,47 раз меньше сладости сахарозы. Более сладкий вкус заварки окажет положительное влияние на восприятие вкуса заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, у которых сладковатый вкус является специфической особенностью, отличающей их от других ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.



1 – заварка из ржаной муки
2 – заварка из пшеничной муки

Рис. 1.1. Углеводный состав заварки

Исследование влияния заварки из пшеничной муки на реологические свойства теста из смеси ржаной и пшеничной муки осуществляли на приборе «Структурометр». Определения проводили сразу после замеса, через 30, 60 и 90 минут брожения. Контрольный образец теста замешивали с использованием заварки из ржаной муки.

Исследование влияния заварки из пшеничной муки на предельное напряжение сдвига теста представлено на рисунке 1.2.

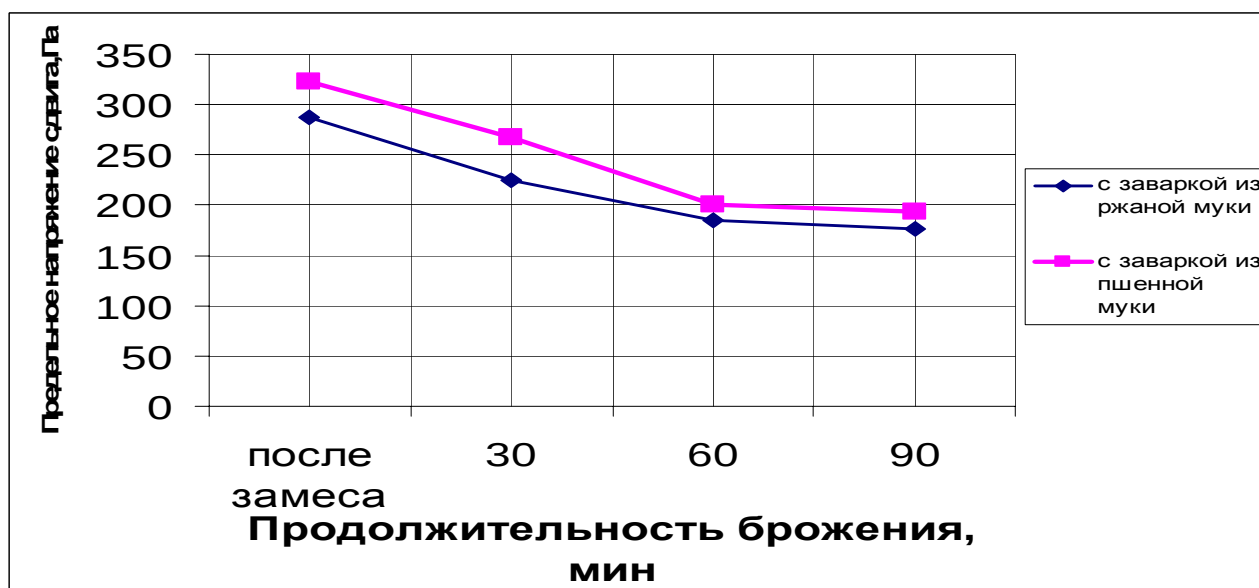


Рис. 1.2. Предельное напряжение сдвига теста

Как видно из результатов исследований, представленных на рисунке 1.2 предельное напряжение сдвига теста с заваркой из пшениной муки выше, чем с заваркой из ржаной муки, как после замеса, так и в течение всего периода брожения, что свидетельствует о большей вязкости теста с заваркой из пшениной муки. Это обусловлено различием углеводного состава заварок из ржано-пшеничной обойной и пшениной муки, т.к. известно, что сахароза (содержание которой в заварке из пшениной муки выше, чем в заварке из ржаной муки) в большей степени увеличивает вязкость, чем глюкоза (содержание которой выше в заварке из ржаной муки). Кроме того, в пшениной муке содержится значительное количество пентозанов, так же положительно влияющих на увеличение вязкости и реологические свойства ржано-пшеничного заварного теста.

Исследование влияния заварки из пшениной муки на физико-химические и органолептические показатели качества заварных хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Физико-химические и органолептические показатели качества хлебобулочных изделий

Показатели качества хлебобулочных изделий	С заваркой из ржаной муки	С заваркой из пшениной муки
Удельный объем, см ³ /100 г	2,32	2,33
Пористость, %	68	68,3
Кислотность, град	8,2	7,2
Влажность, %	46,4	47,4
Органолептическая, оценка, балл	75	82

Как видно из результатов исследований физико-химических показателей заварных хлебобулочных изделий они практически одинаковы для хлебобулочных изделий с заваркой из ржаной муки и заваркой из пшениной муки. Готовые изделия с заваркой из пшениной муки отличались немного повышенным объемом и пористостью, более низкой кислотностью и чуть большей влажностью. Что придавало изделиям более мягкий и нежный вкус и лучшую разжевываемость.

Исследования влияния пшенной заварки на сохранение свежести заварных хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки проводили с помощью прибора Пенетромтр АП/4. Результаты исследований представлены на рисунке 1.3.

Как видно из данных на рисунке 1.3 скорость черствения хлебобулочных изделий с заваркой из пшенной муки происходит медленнее, чем с заваркой из ржаной муки, это обусловлено замедленной скоростью ретроградации крахмала пшенной муки, по сравнению с крахмалом ржано-пшеничной муки.



Рис. 1.3. Скорость черствения

Пищевая ценность хлебобулочных изделий определяется содержанием незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ. Биологическая ценность отражает качество белковых веществ, входящих в состав продукта. В белках пищи большое значение имеет их аминокислотный состав. Пищевая и биологическая ценность заварных хлебобулочных изделий представлена в таблицах 1.4 и 1.5.

Из результатов исследований представленных в таблице 1.4 видно, что содержание белка в хлебе с заваркой из пшенной муки больше, чем в хлебе с заваркой из ржаной муки на 2,2 %. В хлебе с заваркой из пшенной муки увеличивается содержание изолейцина и лейцина на 0,53 % и 6,2 % соответственно; содержание метионина, треонина, триптофана, фенилаланина – на 10,5 %, 4,3 %, 5,4 %, 1,4 % соответственно. Общее количество незаменимых аминокислот, в

заварном хлебе с пшеничной мукой на 4,2 % больше, чем в хлебе с заваркой из ржаной муки.

Таблица 1.4

Содержание белка в хлебобулочных заварных изделиях, его аминокислотный состав

Наименование продукта	Заварной хлеб с заваркой из ржаной муки			Заварной хлеб с заваркой из пшеничной муки		
Содержание белка, г/100г	11,377			11,637		
Незаменимые аминокислоты:	Содержание, мг	Аминокислотный скор, %	Лимитирующее аминокислоты	Содержание, мг	Аминокислотный скор, %	Лимитирующее аминокислоты
валин	539,84	94,90		535,84	92,09	
изолейцин	480,41	84,45		485,41	83,43	
лейцин	736,53	129,48		831,93	142,98	
лизин	310,13	54,52		308,93	53,09	
метионин	149,83	26,34	v	167,43	28,78	v
треонин	310,44	54,57		324,44	55,76	
триптофан	123,24	21,66	v	130,24	22,38	v
фенилаланин	567,46	99,76		575,46	98,90	
Итого	3217,88			3359,68		

Значение витаминов для организма человека очень велико, так как они необходимы для нормального течения биохимических реакций, усвоения других пищевых веществ, роста и восстановления клеток и тканей организма.

Минеральные вещества наряду с другими пищевыми веществами участвуют в биологических процессах, происходящих в

организме, имеют свою специфическую активность и могут считаться истинными биоэлементами.

Как видно из данных представленных в таблице 5 использование нетрадиционной муки в виде заварки при производстве заварных хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки, позволяет обогатить хлеб витамином Е, В₆, ниацином, рибофлавином, β-каротином, тиамином, а так же минеральными веществами, такими как калий, кальций, магний, фосфор, цинк.

Таблица 1.5

Витаминный и минеральный состав заварных хлебобулочных изделий

Наименование веществ	Заварной хлеб с заваркой из ржаной муки	Заварной хлеб с заваркой из пшеничной муки
Витамины		
β-каротин, мг	0,003	0,004
вит. Е, мг	3,541	3,435
вит. В ₆ , мг	0,251	0,278
биотин, мкг	3,400	3,100
ниацин, мг	1,779	1,832
пантотеновая кислота, мг	0,292	0,292
рибофлавин, мг	0,122	0,113
тиамин, мг	0,327	0,334
фолацин, мкг	50,800	49,800
холин, мг	38,000	38,000
Минеральные вещества, мг:		
зола, %	2,771	2,761
калий	287,035	273,135
кальций	37,901	37,201
кремний	1,500	1,500
магний	56,209	58,509
натрий	584,302	585,102
сера	80,001	80,901
фосфор	212,270	216,670
хлор	907,945	910,345
алюминий	758,550	741,550
железо	3051,273	2971,273
марганец	1344,680	1303,680
цинк	1201,300	1246,300

Таким образом, использование пшеничной муки в виде заварки при производстве хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки позволяет улучшить реологические свойства заварного ржано-пшеничного теста, повысить пищевую и биологическую ценность хлеба, расширить ассортимент, сырьевую базу и использовать нетрадиционное сырье при производстве заварных хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ГОТОВОЙ МУЧНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ЗАВАРНЫХ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Производство продукции из готовых мучных смесей позволяет гибко и оперативно решать вопрос расширения ассортимента конечных изделий на их основе, в том числе за счет эксклюзивных рецептур. На базе одного наименования готовой мучной смеси, возможно создание нескольких рецептур конечных изделий.

Обоснование и создание готовых мучных смесей, содержащих функционально взаимосвязанные друг с другом нутриенты различной природы и строения, должны обеспечивать получение новых продуктов, не отличающихся от традиционной пищи, т.е. следует учитывать потенциальную возможность функциональных ингредиентов воздействовать на потребительские свойства пищевого продукта.

Готовые мучные смеси, обладающие функциональными свойствами, могут служить своего рода дополнением и расширением ассортимента для производителей массовых сортов хлебобулочных изделий и способствуют упрощению производства для малых предприятий.

Ранее нами было показано, что пшеничная мука вследствие своего превосходства над ржаной мукой по химическому составу является прекрасной альтернативой сырью, используемого для приготовления заварки для заварных хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки [1].

Целью работы являлась разработка способа производства хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки с использованием пшеничной заварки из готовой мучной смеси.

В работе использовали следующее сырье: муку ржаную, муку пшеничную, муку пшеничную, молочную сыворотку, дрожжи, соль, лимонную кислоту.

Пшеничную заварку [1] подвергали высушиванию при температуре 90 °С до влажности 10-12 %.

В процессе высушивания исследовали влияние продолжительности высушивания на изменение влажности и содержания ароматических веществ в заварке.

Влажность определяли на приборе СЭШ, содержание ароматических веществ по методу Токаревой и Кретовича по количеству бисульфитсвязывающих соединений.

Результаты исследований представлены на рисунке 1.4.

Как видно из представленных результатов исследований, в процессе высушивания пшеничной заварки при снижении массовой доли влаги происходит увеличение количества бисульфитсвязывающих соединений. Возможно, это обусловлено реакцией меланоидинообразования между продуктами гидролиза белков и крахмала. Причем, можно отметить, что через 6 часов высушивания изменение количества бисульфитсвязывающих соединений оставалось на одном уровне.

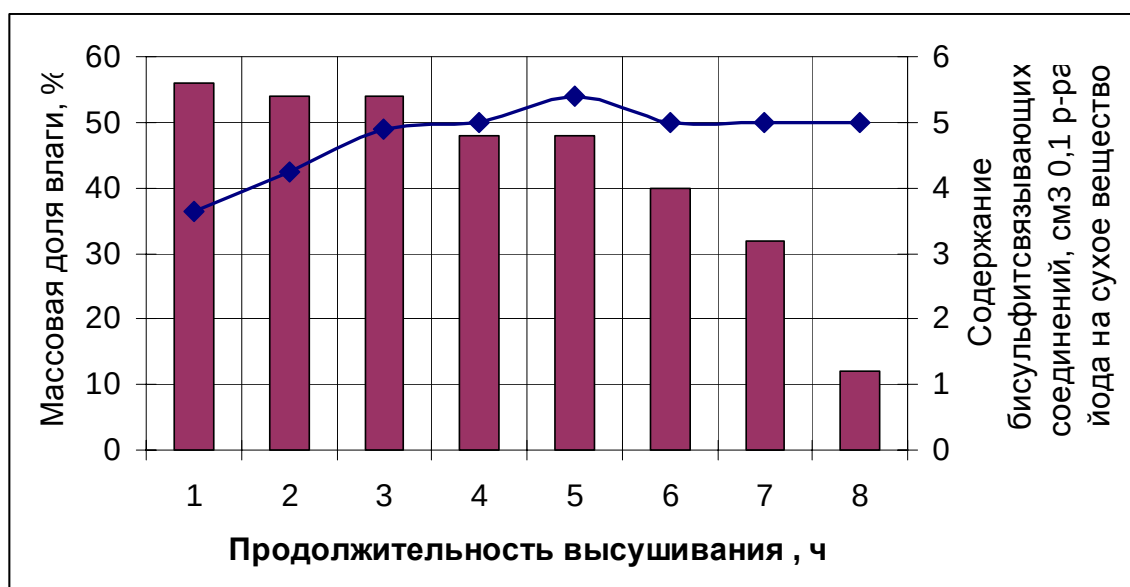


Рис. 1.4. Влияние продолжительности высушивания заварки из пшеничной муки на изменение влажности и содержание бисульфитсвязывающих соединений

Для составления готовой мучной смеси использовали три компонента: ржано-пшеничную муку (в соотношении 60:40), сухую пшеничную заварку и сухую молочную сыворотку.

Сухую молочную сыворотку, использовали как подкисляющую добавку, а так же компонент формирующий вкус и аромат ржано-пшеничного хлеба.

Дозировку дрожжей прессованных принимали 2 %, соли – 1,5 % от общей массы готовой мучной смеси.

Дозировку лимонной кислоты определяли исходя из получения необходимой начальной титруемой кислотности теста 6-7 град [2]. Она составляла 0,4-0,7 % от массы мучной смеси.

Из смесей замешивали тесто, в которое вносили дрожжи, соль и расчетное количество лимонной кислоты. Тесто замешивали с влажностью 50 %, брожение осуществляли до конечной титруемой кислотности 9-9,5 градусов. Тесто разделявали, укладывали в смазанные маслом формы, расстаивали при температуре 35 °С и относительной влажности воздуха 80 %. Выпечку осуществляли в течение 25 минут при температуре 200-220 °С.

В мучных смесях определяли показатель «Число падения» на приборе «Амилотест». В тесте определяли предельное напряжение сдвига в конце брожения на приборе «Пенетромтр». В готовых изделиях определяли удельный объем, содержание бисульфитсвязывающих соединений.

Определение оптимального соотношения ржано-пшеничной муки, сухой пшеничной заварки и сухой молочной сыворотки в мучной смеси для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий осуществляли методом симплексно-решетчатого планирования эксперимента.

Симплексно-решетчатое планирование эксперимента целесообразно применять при исследовании влияния составов на их свойства. Так как состав рассматривается как единое целое, сумма компонентов смеси всегда равна 100 %. В условиях эмпирического исследования факторное пространство представляет собой правильный симплекс. В случае трех компонентов – треугольник. При этом в вершинах треугольника расположены чистые компоненты, на гранях – двухкомпонентные смеси, внутри – трехкомпонентные смеси.

Так как использование чистых компонентов (сухой пшеничной заварки и сухой молочной сыворотки) в данном случае не представляется разумным, то экспериментирование проводили не на

всей диаграмме, а на триангулированных ее частях (после соответствующей перенормировки компонентов, чтобы выполнялось условие равенства единице суммы концентраций).

Для этого вводили кодовые переменные, которые сами по себе представляют собой уже не отдельные компоненты, а специально подобранные смеси (таблица 1.6).

Таблица 1.6

Факторы и составы смеси

Фактор (компонент)	Состав смеси (концентрация), %		
	Мука ржано-пшеничная с соотношением 60:40	Заварка сухая пшеничная	Сыворотка сухая молочная
X1	100	0	0
X2	80	20	0
X3	80	0	20

Условия эксперимента и результаты откликов, выполненные для модели третьей степени, приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7

Условия эксперимента и результаты откликов

№	Инд екс откл ика	Содержание компонентов			Средние арифметические значения			
		Z ₁	Z ₂	Z ₃	Числ о паде ния, с	Предельн ое напряжен ие сдвига, Па	Удел ьный объе м, см ³ /г	Содержание бисульфитсвязывающих соединений, см ³ 0,1 н р-ра йода на сухое вещество
1	1	1	0	0	174	133	1,69	1,62
2	2	0	1	0	220	93,5	1,4	2,25
3	3	0	0	1	141	177	1,4	1,94
4	112	0,666	0,333	0	240	146,5	1,71	1,7
5	122	0,333	0,666	0	228	109	159	2,12
6	113	0,666	0	0,333	223	157	1,7	1,775
7	133	0,333	0	0,666	170	197,5	1,65	2,205
8	223	0	0,666	0,333	191	131,5	1,61	2,19
9	233	0	0,333	0,666	130	201,5	1,65	2,125
10	123	0,333	0,333	0,333	197	183	1,6	2,2

Получены уравнения, характеризующие влияние состава смеси на число падения смеси

$$y = 174Z_1 + 220Z_2 + 141Z_3 + 166,55Z_1Z_2 + 175,5Z_1Z_3 - 90Z_2Z_3 + 184,5Z_1Z_2(Z_1-Z_2) + 283,5Z_1Z_3(Z_2-Z_3) + 234Z_2Z_3(Z_2-Z_3) - 252Z_1Z_2Z_3;$$

предельное напряжение сдвига теста

$$y = 133Z_1 + 93,5Z_2 + 177Z_3 + 65,25Z_1Z_2 + 100,13Z_1Z_3 + 148,72Z_2Z_3 + 164,25Z_1Z_2(Z_1-Z_2) - 174,38Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 308,92Z_2Z_3(Z_2-Z_3) + 367,2Z_1Z_2Z_3;$$

удельный объем

$$y = 1,69Z_1 + 1,4Z_2 + 1,4Z_3 + 0,47Z_1Z_2 + 0,59Z_1Z_3 + 1,035Z_2Z_3 + 0,1575Z_1Z_2(Z_1-Z_2) - 0,315Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 0,27Z_2Z_3(Z_2-Z_3) - 3,49Z_1Z_2Z_3;$$

содержание бисульфитсвязывающих соединений

$$y = 1,62Z_1 + 2,25Z_2 + 1,94Z_3 + 0,11Z_1Z_2 + 0,945Z_1Z_3 + 0,28Z_2Z_3 - 1,42Z_1Z_2(Z_1-Z_2) - 2,27Z_1Z_3(Z_2-Z_3) - 0,26Z_2Z_3(Z_2-Z_3) - 3,38Z_1Z_2Z_3.$$

Соответствующие расчеты [3] дали следующие расчетные значения критерия Кохрена: $G_{\text{число падения}}=0,2867$, $G_{\text{предельное напряжение сдвига теста}}=0,5644$, $G_{\text{удельный объем}}=0,3471$, $G_{\text{бисульфитсвязывающие соединения}}=0,2527$.

Табличное значение критерия Кохрена $G_{(0,05;10;1)}=0,6020$, т.к. расчетные значения меньше табличного, выполненная проверка показала, что процесс воспроизводим. Известно, что в этом случае наилучшей оценкой дисперсии S_Y^2 является средняя арифметическая из дисперсий в точках.

Соответствующие расчеты S_Y^2 дали следующие результаты (при числе степеней свободы $f=10$): для числа падения – 353,15, для предельного напряжения сдвига – 187,45, для удельного объема – 0,008295; для содержания бисульфитсвязывающих соединений – 0,2527.

Проверку адекватности осуществляли по критерию Стьюдента [4]. Для этого использовали в качестве контрольной точку 10 ($X_1=X_2=X_3=1/3$).

Расчет производили по формуле:

$$t_p = \Delta Y_n \sqrt{e} / S_{\hat{Y}} \sqrt{1 + \xi},$$

где $\Delta Y_n = |\bar{Y}_э - Y_p|$ – разность между экспериментальными и теоретическими (рассчитанными по уравнению) значениями исходной переменной;

e – число параллельных опытов в каждой точке симплекса;

$S_{\bar{Y}} = \sqrt{S_{\bar{Y}}^2}$ – среднеквадратичное отклонение (погрешность) экспериментальных данных;

ξ – ошибка предсказания выходной переменной в зависимости от расположения контрольной точки на симплексе (по контурным картам изолиний для симплекс-решетчатых планов третьего порядка равняется $\approx 0,7$).

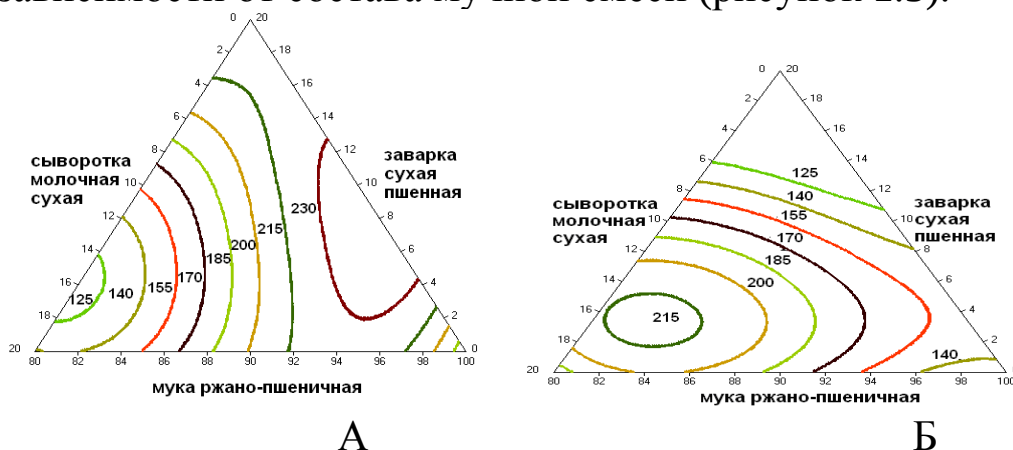
$$t_{\text{числопадения}} = \frac{(197 - 196,79) \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{353,15 \cdot 1,3}} = 0,017,$$

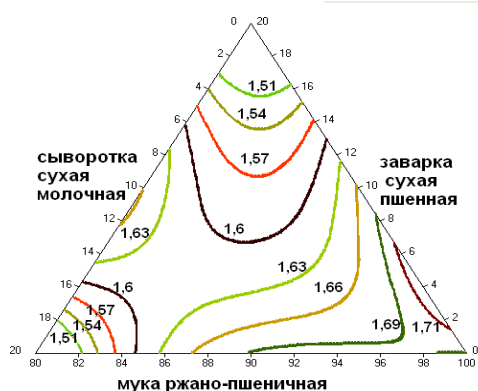
$$t_{\text{предельноенапряжениесдвига}} = \frac{(183 - 182,77) \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{182,45 \cdot 1,3}} = 0,018$$

$$t_{\text{удельныйобъем}} = \frac{(1,6 - 1,52) \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{0,008295 \cdot 1,3}} = 0,95,$$

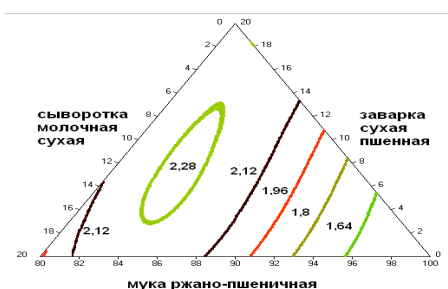
$$t_{\text{содержаниебисульфитсвязывающихсоединений}} = \frac{(2,2 - 1,89) \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{0,2527 \cdot 1,3}} = 0,6708$$

Критическое значение критерия Стьюдента равно $t_{(0,05;10)} = 2,23$, т.е. превышает расчетные значения, поэтому полученные уравнения можно считать адекватными. По полученным уравнениям построили графики в виде кривых равных значений, позволяющие прогнозировать качественные показатели хлебобулочных изделий в зависимости от состава мучной смеси (рисунок 1.5).





В



Г

Рис. 1.5. Влияние состава мучной смеси на А – число падения; Б – предельное напряжение сдвига, В – удельный объем, Г – содержание бисульфитсвязывающих соединений

Как видно из данных, представленных на рисунке 1А, увеличение количества сухой молочной сыворотки в составе мучной смеси способствовало уменьшению числа падения вследствие разжижающего действия лактозы входящей в ее состав. Увеличение количества сухой пшениной заварки в составе мучной смеси, наоборот, увеличивало число падения, что связано с уменьшением доли ржано-пшеничной муки в смеси и, следовательно, количества активных ферментов в ней. Также, при определенном сочетании компонентов – сухой молочной сыворотки до 5 %, сухой пшениной заварки до 12,8 % взамен ржано-пшеничной муки – наблюдалось максимальное значение числа падения смеси, т.к. наряду со уменьшением количества активных ферментов действуют так же кислоты, содержащиеся в сухой молочной сыворотке, которые изменяя рН, инактивируют α -амилазу ржаной муки.

Однако при брожении теста (рисунок 1Б) предельное напряжение сдвига теста приготовленного из смеси с большим количеством сухой молочной сыворотки было более высоким, что обусловлено сложными коллоидными и биохимическими процессами.

Наибольший удельный объем (рисунок 1В) имели хлебобулочные изделия из готовых мучных смесей содержащих муку ржано-пшеничную: сыворотку молочную сухую : заварку сухую пшеничную в соотношении 90-100: 0-8 : 0:10. Однако данный состав готовой мучной смеси не позволял получить хлебобулочные изделия с достаточным содержанием ароматических веществ (рисунок 1 Г).

Содержание ароматических веществ (рисунок 1Г) в значительной степени зависело от количества пшениной заварки и сухой молочной сыворотки в смеси. Как видно из представленного

графика, сочетание сухой пшенной заварки и сухой молочной сыворотки дает максимальное значение содержания ароматических веществ в мякише хлебобулочных изделий – $2,28 \text{ см}^3 0,1 \text{ н}$ раствора йода на сухое вещество при соотношении компонентов смеси ржано-пшеничная мука : сыворотка молочная сухая : пшенная заварка – 82-85 : 4-13 : 3-13

Таким образом, исследования влияния различного соотношения муки ржано-пшеничной, сыворотки молочной сухой и сухой пшенной заварки на качество хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки методом симплекс-решетчатого планирования эксперимента позволили получить составы готовых мучных смесей с прогнозируемым влиянием на число падения, предельное напряжение сдвига теста, физико-химические и органолептические показатели качества готового хлеба. При этом, целесообразно применение готовых мучных смесей дающих сочетания хороших физико-химических и вкусовых свойств. Этому условию удовлетворяют составы со следующим соотношением частей: мука ржано-пшеничная – 86, сыворотка молочная сухая 8-14, заварка сухая пшенная 2-12.

Список литературы:

1. Березина, Н.А. Исследование влияния пшенной муки на качество заварных хлебобулочных изделий [Текст] / Хлебопродукты. – 2010. - №5.
2. Черных, И.В. Совершенствование технологии ржаного и ржано-пшеничного хлеба на основе оптимизации биотехнологических свойств полуфабрикатов. Автореф. на соиск. уч. ст. к.т.н. / И.В. Черных – Москва, 2009. – 26 с
3. Винарский, М.С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях [Текст] / М.С. Винарский, М.В. Лурье. – Киев: Техника, 1975. – С 12-13
4. Ахназарова, С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Текст] / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1975. – С 281-282.

ГЛАВА 2 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БАРАНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Важной задачей, стоящей перед хлебопекарной отраслью, является расширение ассортимента хлебобулочных изделий на основе комплексного применения традиционного и нового сырья в целях обеспечения рационального и полноценного питания населения. В связи с осложнившейся экологической обстановкой и изменением структуры питания немаловажное значение сейчас имеет поиск доступных сырьевых источников и разработка на их основе изделий функциональной направленности, доступных малоимущему населению.

Следовательно, исследования, направленные на улучшение качества, на повышение пищевой и биологической ценности, на разработку новых видов хлебобулочных изделий, являются актуальными.

Целью исследования является разработка технологии производства бараночных изделий с использованием нетрадиционного сырья, в качестве которого выступает порошок сахарной свеклы, сироп инулина (коммерческое название Orafiti[®] L85 Beneo), пюре из тыквы, моркови, облепихи и рябины с целью обогащения продукта пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами и продления срока свежести бараночных изделий.

В соответствии с поставленной целью были определены основные задачи исследования:

- 1) исследование влияния вносимых добавок на хлебопекарные свойства муки высшего сорта;
- 2) изучение влияния добавок на показатели качества бараночных изделий;
- 3) разработка рецептуры и технологических режимов приготовления бараночных изделий с инулином, порошком сахарной свеклы, пюре из облепихи, тыквы, рябины и моркови;
- 4) определение энергетической и пищевой ценности бараночных изделий с вносимыми добавками.

Рецептуры исследуемых образцов бараночных изделий приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Рецептура бараночных изделий, на 100 кг муки

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг муки, кг						
	Контроль	Свекла	Инулин	Морковь	Облепиха	Рябина	Тыква
Мука пшеничная высшего сорта	100,0	97,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Дрожжи сушеные	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Соль поваренная пищевая	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Сахар - песок	5,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Масло растительное рафинированное дезодорированное	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Порошок свеклы	-	3,0	-	-	-	-	-
Orafti® L85 Veneo	-	-	5,0	-	-	-	-
Пюре моркови	-	-	-	5,0	-	-	-
Пюре облепихи	-	-	-	-	5,0	-	-
Пюре рябины	-	-	-	-	-	5,0	-
Пюре тыквы	-	-	-	-	-	-	5,0

Технологический процесс производства бараночных изделий состоит из ряда операций: приготовление притвора (опары); приготовление теста; отлежка теста; деление теста на куски по 5 — 15 кг; натирка теста; отлежка теста; формование изделий; расстойка тестовых заготовок; ошпарка или обварка заготовок; выпечка тестовых заготовок. Порошок свеклы вносился взамен муки. Предварительно проводилось его восстановление в воде (20 °С) в соотношении 1:5 в течение 15 мин. Остальные добавки вносили в смеси с мукой пшеничной.

Учитывая то, что качество готовых изделий во многом зависит от качества исходного сырья, необходимо понять какое влияние окажет на показатели качества сырья добавляемый компонент. В связи с этим проводили исследования влияния вносимых добавок на свойства пшеничной муки (количество и качество клейковины и крахмала).

Результаты исследований влияния различных добавок на количество и качество клейковины приведены в таблице 2.2 и на рисунке 2.1.

Таблица 2.2

*Изменение количества и качества клейковины при внесении
плодоовощных добавок*

Показатели качества	Контроль	Свекла	Инулин	Морковь	Облепиха	Рябина	Тыква
Содержание сырой клейковины, %	32,9	31,8	33,2	32,2	31,5	32,2	32,5
Величина деформации, ед. прибора ИДК	76,3	78,8	82,5	72,0	59,0	73,5	77,5
Изменение Δ ИДК, % к контролю	-	+3,3	+8,2	-5,6	-22,6	-3,6	+1,6
Группа качества	Удовлетворительно слабая			Хорошая			Удовл. слабая
Нсж, ед. прибора	54,5	50,2	48	55,5	63	55,5	54,3
Нупр, ед. прибора	4,0	3,3	3,7	4,5	6,0	4,5	4,7
Растяжимость L, мм	15,0	14,5	16,5	14,5	11,5	14,0	15,0
Изменение L, % к контролю	-	-3,3	+10,0	-3,3	-23,3	-6,7	-
Влагоемкость ВЕ, %	183,2	182,6	185,7	172,1	172,9	175,9	174,0

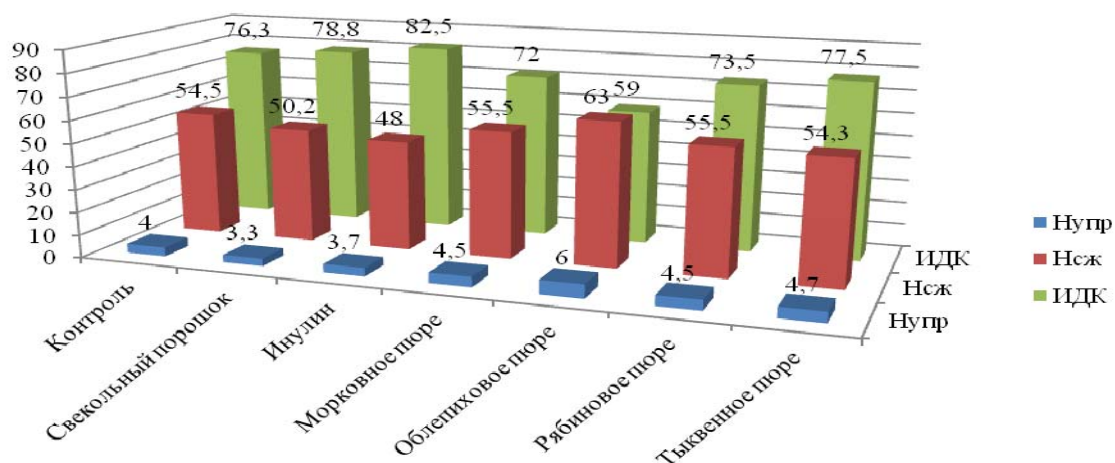


Рис.2.1. Изменение свойств клейковины при внесении
плодоовощных добавок

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что внесение растительных добавок практически не оказывает влияния на

количество отмываемой клейковины. Исключение составляет пюре из облепихи. Внесение данной добавки приводит к уменьшению количества отмываемой клейковины на 4,4 %. Вероятно, это вызвано повышенным содержанием органических кислот, снижающих набухание белков клейковины.

Внесение морковного, облепихового и рябинового пюре приводит к общему укреплению клейковинного каркаса. Это, очевидно, объясняется тем, что органические кислоты, сахара, пектиновые вещества, целлюлоза и гемицеллюлоза вносимых растительных добавок способны образовывать с белками муки белково-полисахаридные комплексы, что приводит к изменению структурно-механических свойств клейковины. Наибольший эффект укрепления наблюдается у образца с облепиховым пюре: показатель ИДК снижается на 22,6 %, растяжимость – на 23,3 % - по отношению к контролю. Данный эффект также обусловлен присутствием в большом количестве органических кислот, действующих укрепляюще на белки клейковины.

Общее ослабление клейковинного каркаса по отношению к контролю наблюдается при внесении инулина: показатель ИДК увеличивается на 8,2 %, растяжимость – на 10,0 %.

Влагоемкость клейковины снижается во всех образцах, за исключением образца с инулином, где наблюдается незначительное увеличение показателя.

Влияние вносимых добавок на амилалитическую активность муки определяли по показателю число падения (ЧП). Полученные результаты представлены на рисунке 2.2.

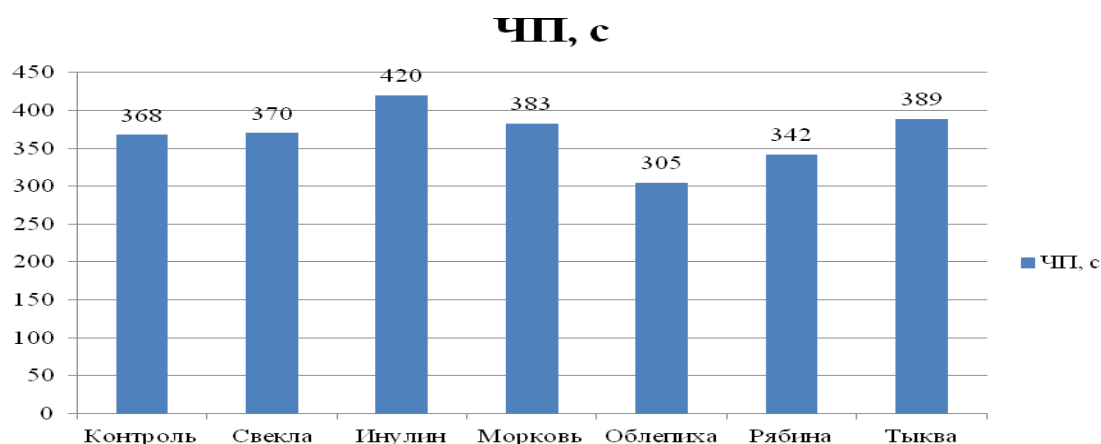


Рис. 2.2. Влияние добавок на число падения пшеничной муки

Из рисунка 2.2 видно, что при внесении инулина наблюдается наибольшее увеличение показателя «ЧП» - на 14,1 % по сравнению с контролем. Данный факт, на наш взгляд, можно объяснить тем, что при добавлении воды в смесь и дальнейшем ее прогревании, инулин образует вязкий гель, что затрудняет опускание штоков.

Внесение свекольного порошка, морковного и тыквенного пюре приводит к увеличению «числа падения» на 0,5-5,7 % по сравнению с контролем.

Максимальное снижение показателя «числа падения» - на 17,1 %, зафиксировано у образца с облепиховым пюре. Вероятно, это обусловлено частичным гидролизом крахмала органическими кислотами, содержащимися в большом количестве в пюре, при прогреве водно-мучной суспензии.

В работе проводили исследования влияния растительных добавок на газообразующую способность теста на приборе Яго-Островского. Количество выделившегося углекислого газа измеряли каждый час в течение 5 часов. Результаты приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Изменение газообразующей способности теста при внесении плодовоовощных добавок

Исследуемые образцы	Объем выделившегося CO_2 , мл						
	Продолжительность брожения, ч					итого	%
	1	2	3	4	5		
Контроль	462,4	116,8	51,2	44,0	14,8	649,2	-
Свекла	548,8	289,6	68,0	44,8	33,2	984,4	+51,6
Инулин	522,0	172,4	55,2	38,4	22,0	809,8	+24,7
Морковь	496,0	152,8	50,0	34,0	22,0	754,8	+16,3
Облепиха	341,2	115,5	43,2	9,8	4,0	513,7	-20,9
Рябина	454,0	144,8	54,8	38,8	20,8	713,2	+9,9
Тыква	423,6	150,5	51,6	32,0	4,8	662,5	+2,1

Графическая зависимость выделения диоксида углерода в процессе брожения изображена на рисунке 2.3.

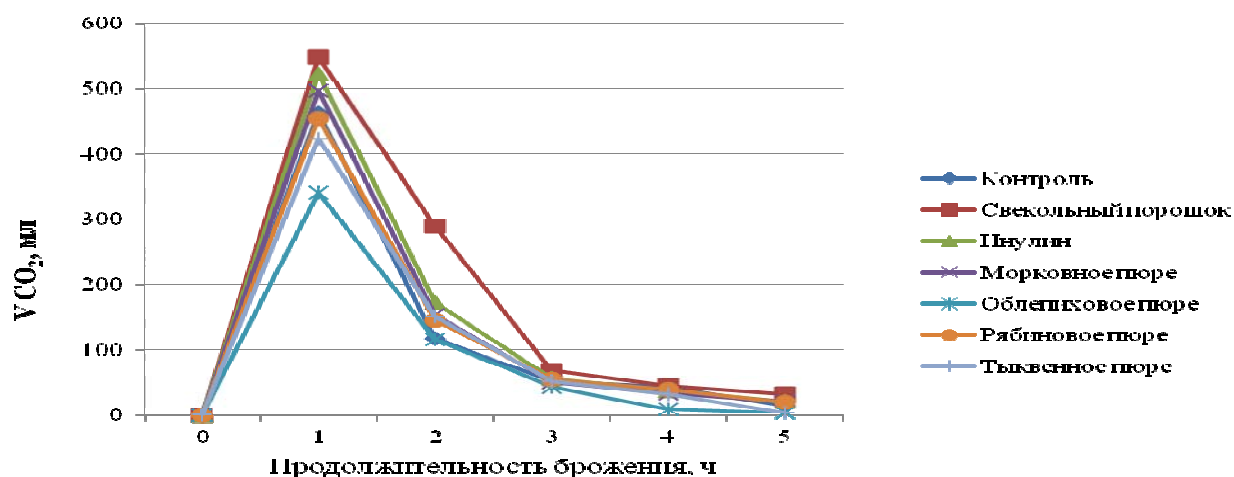


Рис. 2.3. Изменение газообразующей способности теста при внесении плодовоовощных добавок

Установлено, что все вносимые добавки, за исключением облепихового пюре, увеличивают газообразующую способность теста. Наибольшее увеличение газообразования, на 51,6 % по сравнению с контролем, наблюдается у образца со свекольным порошком. Существенно увеличивается выделение углекислого газа в тесте с 5 % инулина – на 24,7 % и в тесте при введении морковного пюре – на 16,3 % по сравнению с контролем. Введение в тесто рябинового и тыквенного пюре способствует меньшему увеличению бродильной активности дрожжей. Газообразование увеличивается на 9,9 % и 2,1 % соответственно по сравнению с контролем.

По-видимому, это можно объяснить тем, что с добавками в тесто вносится питательная среда для дрожжей: сахара, минеральные вещества, органические кислоты, витамины, что стимулирует размножение и бродильную активность дрожжей.

При внесении в тесто облепихового пюре наблюдается снижение газообразования на 20,9 % по сравнению с контролем. Повышенное содержание органических кислот в облепихе угнетает деятельность дрожжей, снижая тем самым газообразование.

Таким образом, использование добавок растительного происхождения, за исключением пюре из облепихи, интенсифицирует процесс брожения теста, т.е. позволяет сократить длительность процесса тестоведения.

С целью определения влияния растительных добавок на реологические свойства бараночного теста проводили измерение

предельного напряжения сдвига теста на приборе Пенетрометр АП 4/2. Полученные результаты приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Предельное напряжение сдвига образцов теста с добавками

Показатель измерения	Контроль	Свекла	Инулин	Морковь	Облепиха	Рябина	Тыква
h, м	0,0085	0,0085	0,0099	0,0068	0,0074	0,0064	0,0084
τ_0 , Па	1475,43	1475,4	1087,6	2305,4	1946,7	2602,5	1510,8
$\Delta\tau_0$, %	-	0,0	-26,3	+56,3	+31,9	+76,4	+2,4

Наибольшее укрепление структуры теста по сравнению с контролем наблюдается у образца с рябиновым пюре - на 76,4 %. Также существенное упрочнение структуры оказало внесение морковного (на 56,3 %) и облепихового (на 31,9 %) пюре.

Укрепление структуры теста происходит за счет образования белково-полисахаридных связей между белками муки и пектиновыми веществами, целлюлозой и гемицеллюлозой, входящими в состав продуктов переработки растительных компонентов.

Внесение инулина способствовало снижению предельного напряжения сдвига теста на 26,3 % по сравнению с контролем, что обусловлено его пластифицирующими свойствами.

При приготовлении бараночных изделий необходимо соблюдать правила ведения технологического процесса, осуществлять контроль за свойствами опары и теста по необходимым технологическим параметрам в соответствии с технологическими инструкциями. Внесение растительных добавок оказывает влияние на реологические и биотехнологические показатели качества полуфабрикатов. Исходя из этого, было изучено их влияние на адгезионные свойства теста, предельное напряжение сдвига опары и теста.

Результаты исследований влияния добавок на адгезионные свойства бараночного теста приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

*Влияние растительных добавок на адгезионную способность
бараночного теста*

Показатель измерения	Контроль	Свекла	Инулин	Морковь	Облепиха	Рябина	Тыква
1	2	3	4	5	6	7	8
F, Н	1,35	1,35	1,53	1,35	1,35	1,35	1,35
P, кПа	1,5	1,5	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5

Полученные результаты показали, что все компоненты, за исключением инулина, не изменяют величину адгезии. Введение инулина увеличивает показатель на 13,3 % по сравнению с контролем.

Данный факт, вероятно, обусловлен высоким содержанием моно- и дисахаридов в его составе, которые вызывают некоторое разжижение теста, так как обладают дегидратирующим эффектом, что и обуславливает увеличение адгезии.

Вследствие малых дозировок (3 и 5 %) остальные добавки, содержащие меньшее количество простых сахаров (исключение составляет порошок свеклы, но разжижения все же не происходит за счет образования белково-полисахаридных комплексов, укрепляющих тесто) не приводят к возрастанию адгезионных свойств.

Для определения влияния добавок на реологические свойства опары и теста проводили измерение показателя предельного напряжения сдвига в начале брожения и через каждый час брожения полуфабрикатов на приборе Пенетрометр АП 4/2. результаты исследований представлены в таблицах 2.6, 2.7 и на рисунках 2.4, 2.5.

Таблица 2.6

*Влияние плодовоовощных добавок на предельное напряжение
сдвига опары*

Продолжи тельность брожения, мин	τ_0 , Па						
	Контроль	Свекла	Инулин	Морковь	Облепиха	Рябина	Тыква
1	2	3	4	5	6	7	8
0	2239,0	2311,4	1602,6	2291,9	3476,3	3988,2	2285,2
20	-	-	-	-	1336,8	-	-
60	913,9	1000,9	661,4	1140,0	-	1000,9	913,9
120	902,2	774,7	459,0	1049,1	-	908,9	907,2
150	-	640,6	-	-	-	-	-
170	-	-	455,4	-	-	-	-
180	716,2	-	-	931,1	-	657,8	778,7
200	-	-	-	-	-	655,4	-
210	-	-	-	862,1	-	-	-
215	-	-	-	-	-	-	728,1
240	704,6	-	-	-	-	-	-

Из полученных данных видно, что при внесении свекольного порошка, морковного, облепихового, рябинового и тыквенного пюре при замесе опары происходит увеличение предельного напряжения сдвига по сравнению с контролем на 2,1-78,1 %. Данный факт обусловлен образованием белково-полисахаридных связей между белками муки и пектиновыми веществами, целлюлозой и гемицеллюлозой, входящими в состав плодовоовощных добавок.

Инулин снижает вязкость опары на 28,4 % по сравнению с контролем. Это обусловлено его значительными пластифицирующими свойствами.

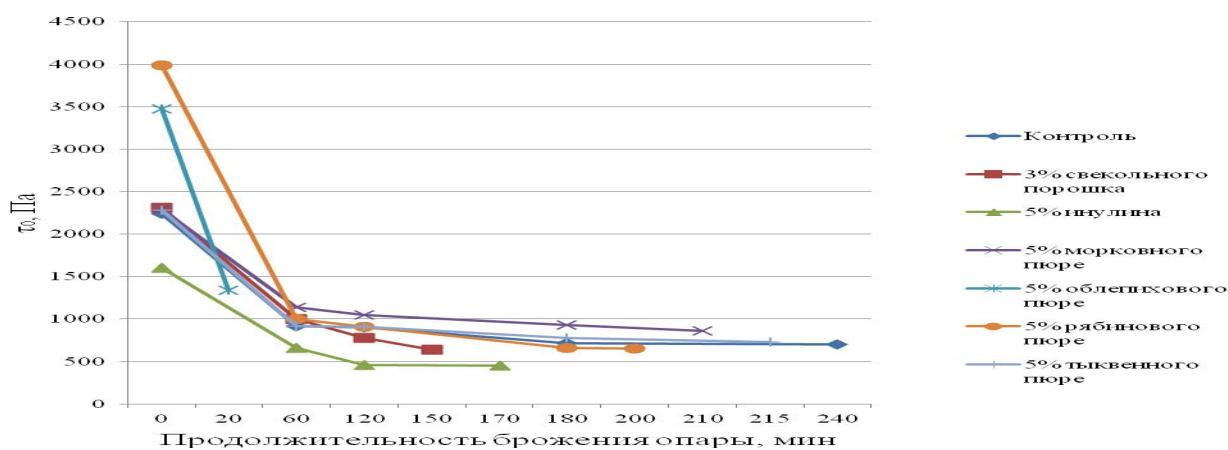


Рис. 2.4. Изменение предельного напряжения сдвига опары в процессе брожения

Таблица 2.7

Влияние плодовоовощных добавок на предельное напряжение сдвига теста

Момент измерения	τ_0 , Па						
	Контроль	Свекла	Инулин	Морковь	Облепиха	Рябина	Тыква
После замеса	1910,4	1895,1	1201,3	1245,9	1624,8	1448,0	1612,8
После расстойки	789,5	650,6	693,3	650,6	593,7	813,1	640,6

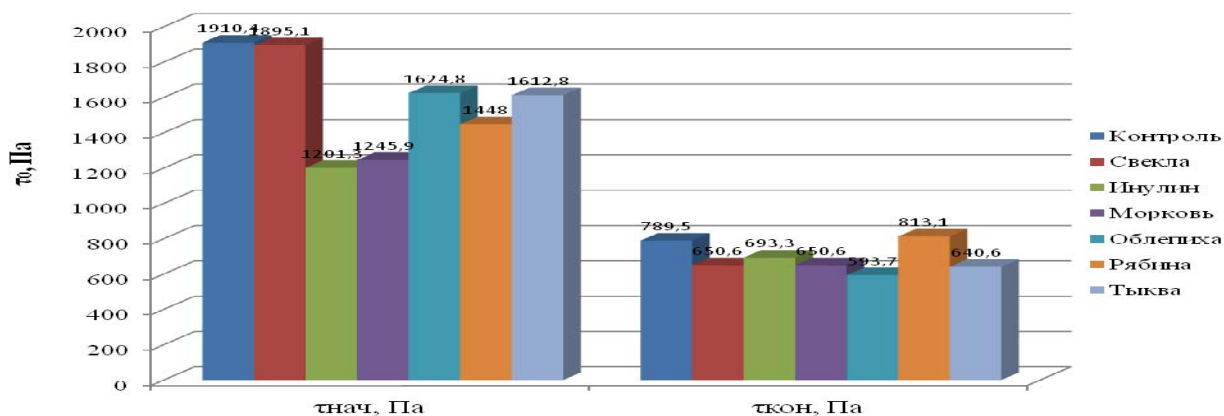


Рис. 2.5. Изменение предельного напряжения сдвига теста с добавками в начале и конце брожения

При замесе теста на опаре наибольший показатель предельного напряжения сдвига наблюдается у контрольного образца. Вероятно, этому факту послужила более низкая разрыхленность опары контрольного образца по сравнению с опытными, что обусловлено

отсутствием микронутриентов, содержащихся в добавках, необходимых дрожжам для повышения их бродильной активности.

После брожения предельное напряжение сдвига опары и теста снижается. Это можно объяснить биохимическими процессами, происходящими в процессе брожения. Содержание сухих веществ снижается и увеличивается доля водорастворимых веществ. К тому же в тесте уже прошли релаксационные процессы, возникшие в нем после замеса.

Опара с облепиховым пюре в конце брожения имеет наибольшее предельное напряжение сдвига, что обусловлено очень кратковременным периодом брожения вследствие высокой ее начальной кислотности.

Минимальное предельное напряжение сдвига опары в конце брожения, зафиксировано у образца с инулином, что обусловлено его высокими пластифицирующими свойствами. Внесение инулина снижает показатель на 35,4 % по сравнению с контролем.

Наибольшее предельное напряжение сдвига теста после брожения наблюдается у образца с рябиновым пюре. Данный показатель превышает контроль на 3 %.

В работе исследовали влияние плодоовощных добавок на продолжительность брожения опары.

Инулин, морковное, облепиховое, рябиновое и тыквенное пюре (в количестве 5 %), свекольный порошок (в количестве 3 %) вносили непосредственно в опару при ее замесе. Результаты исследований влияния этих добавок на продолжительность брожения опары приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8

Влияние добавок на продолжительность брожения опары

Наименование параметров	Контроль	Свекла	Инулин	Морковь	Облепиха	Рябина	Тыква
Продолжительность брожения опары, мин	240	150	170	210	20	200	215
Кислотность опары, град., не более	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5

При анализе полученных результатов установлено, что внесение пюре в рецептуру изделий увеличивает кислотность опары и сокращает продолжительность ее брожения на 16,7 – 91,7 % по сравнению с контролем.

Данный факт, на наш взгляд, можно объяснить тем, что о продолжительности брожения судили по скорости накопления кислотности. В связи с высоким содержанием органических кислот в облепиховом пюре опара с данной добавкой подвергалась лишь кратковременной отлежке – во избежание отрицательного воздействия повышенной кислотности на клетки дрожжей.

Скорость кислотообразования зависит от интенсивности жизнедеятельности дрожжей, которая зависит от наличия доступного источника питания (наличия моносахаридов). Внесение других видов пюре, по-видимому, оказало явно выраженное стимулирующее влияние на сбраживающую активность дрожжевых клеток в связи с содержанием в своем составе легкосбраживаемых углеводов, витаминов, минералов.

Вносимый инулин в кислой среде гидролизует до фруктозы, которая используется дрожжами в качестве доступного источника питания, отсюда и повышение скорости кислотонакопления, и, как следствие, сокращение продолжительности брожения опары.

Добавление свекольного порошка очень существенно сокращает продолжительность брожения в связи с высоким содержанием в его составе моно- и дисахаров.

Результаты исследований влияния добавок на продолжительность расстойки тестовых заготовок приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9

Влияние добавок на продолжительность расстойки бараночных изделий

Наименование параметров	Контроль	Свекла	Инулин	Морковь	Облепиха	Рябина	Тыква
Продолжительность расстойки, мин	45	34	36	39	54	45	43

Из таблицы 2.9 видно, что продолжительность расстойки снижается на 4,4 – 24,4 % по отношению к контролю при внесении всех добавок, за исключением образца с облепихой.

Данный факт, на наш взгляд, можно объяснить тем, что на продолжительность расстойки оказывают влияние два основных фактора: скорость релаксации внутренних напряжений и образование необходимого объема (скорость газообразования). Скорость

газообразования зависит от интенсивности жизнедеятельности дрожжей, которая зависит от наличия доступного источника питания (моносахаридов). Вероятно, дрожжи, получившие дополнительное питание в опаре, имеют более высокую бродильную активность. Вносимые с опарой в тесто олигосахариды, инулин в кислой среде продолжают гидролизироваться до глюкозы, фруктозы, которые используются дрожжами в качестве доступного источника питания, отсюда и повышение скорости газообразования и, как следствие, сокращение продолжительности брожения опары.

В связи с малым периодом брожения опары с облепиховым пюре не была достигнута необходимая разрыхленность полуфабриката, поэтому наблюдается увеличение расстойки заготовок на 20 %. Для сокращения продолжительности расстойки рекомендуется увеличение количества дрожжей в рецептуре, либо их предварительная активация.

Продолжительность натирки, ошпарки, влажность и конечная кислотность теста являются фиксированными технологическими параметрами, и внесение нового рецептурного компонента не оказывает на них существенного влияния.

Физико-химические показатели качества бараночных изделий с добавками инулина, порошка свеклы, морковного, рябинового, облепихового и тыквенного пюре представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10

Физико-химические показатели качества бараночных изделий с добавками

Наименование показателей	Контроль	Свекла	Инулин	Морковь	Облепиха	Рябина	Тыква
Влажность, %	25,0	25,0	25,4	25,1	25,2	25,0	25,6
Удельный объем, см ³ /100 г	200	205	230	230	225	185	215
Кислотность, град	1,6	2,2	2,4	2,0	2,8	2,4	2,4
Упек, %	12,0	12,2	12,5	13,1	12,5	14,0	12,0
Усушка, %	1,8	1,7	0,9	1,3	1,5	2,5	0,9
Выход, %	132,7	136,9	138,8	132,8	133,2	130,7	134,3
Намокаемость, % через:							
3 ч	432	440	463	459	432	411	409
24 ч	431	460	459	483	427	414	429
48 ч	440	442	457	457	423	410	455
72 ч	425	439	446	452	417	406	416
96 ч	413	419	431	431	409	392	396

Анализ полученных данных показывает, что влажность готовых бараночных изделий увеличивается на 0,4 – 2,4 % по отношению к контролю при внесении различных плодоовощных добавок. Вносимые растительные добавки содержат в своем составе некоторое количество пектиновых веществ, которые, взаимодействуя с различными функциональными группами белков и крахмала муки, образуют термоустойчивые белково-полисахаридные комплексы, обладающие повышенной гидрофильной способностью. Это способствует тому, что в бараночных изделиях повышается доля прочно связанной влаги.

Внесение в тесто инулина, способного адсорбционно связывать влагу вне зависимости от температуры (в отличие от крахмала), приводит к снижению потери влаги в виде испарения после денатурации белка, что повышает влажность готового изделия.

Удельный объем готовых бараночных изделий при внесении добавок увеличивается на 2,5 – 12,5 % по отношению к контролю, за исключением рябинового пюре – в данном случае наблюдается снижение объема на 7,5 % по сравнению с контролем. Данный факт, на наш взгляд, можно объяснить тем, что внесение рябинового пюре привело к излишнему укреплению клейковины, что и сказалось на уменьшении объема состоявшихся заготовок. В результате этого можно рекомендовать рябиновое пюре при использовании «слабой» муки.

Из таблицы 10 видно, что намокаемость бараночных изделий по истечении 96-часового хранения наибольшая у образцов с морковным пюре и с инулином, чуть меньше у образца со свекольным порошком. Наименьшая намокаемость обнаружена у образца с рябиновым пюре. Вероятно, процесс связывания влаги бараночными изделиями носит чисто механический характер, то есть намокаемость прямо связана с пористостью бараночных изделий (чем больше удельный объем, тем больше намокаемость).

Проанализировав данные по изменению намокаемости бараночных изделий с добавками, установили, что внесение 5 % морковного пюре и 5% инулина продлевает свежесть бараночных изделий на 30-32 часа, добавление 3 % порошка сахарной свеклы - на 10-12 часов.

В работе также проводили исследования влияния вносимых добавок на упек и усушку бараночных изделий.

Изменение упека бараночных изделий в зависимости от вида вносимой растительной добавки показано на рисунке 2.6.

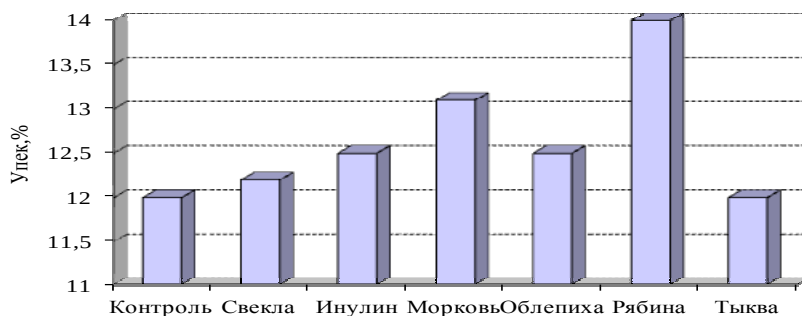


Рис. 2.6. Изменение упека бараночных изделий в зависимости от вида добавки

Наибольшее увеличение упека на 16,7 % по сравнению с контролем наблюдается у образца с рябиновым пюре. Данный факт, вероятно, обусловлен значительным содержанием органических кислот в добавке, которые снижают набухание белков клейковины. В результате чего в тестовой заготовке содержится большее количество свободной влаги, которая и испаряется в процессе выпечки изделий.

Внесение морковного, облепихового пюре, инулина и свекольного порошка также увеличивает упек. Тыквенное пюре оставляет величину упека на прежнем уровне.

Для определения усушки бараночных изделий определяли разность между массой горячего изделия и массой изделия после трех часов хранения.

Характер изменения усушки бараночных изделий в зависимости от вида вносимой добавки показан на рисунке 2.7.

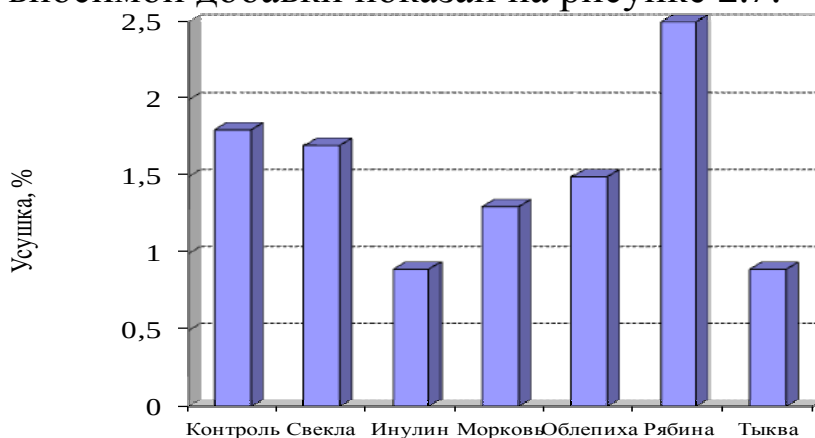


Рис. 2.7. Характер изменения усушки бараночных изделий в зависимости от вида вносимой добавки

При внесении всех добавок, за исключением рябинового пюре, наблюдается снижение усушки по сравнению с контролем.

Максимальное уменьшение потерь влаги при остывании горячих изделий наблюдается у образцов с инулином и с тыквенным пюре (на 50 % по сравнению с контролем).

Инулин удерживает влагу относительно прочными водородными связями (адсорбционно), что снижает усушку бараночных изделий.

Плодоовощные добавки пектиновые вещества, которые, взаимодействуя с различными функциональными группами белков и крахмала муки, образуют термоустойчивые белково-полисахаридные комплексы, обладающие повышенной гидрофильной способностью. В результате возрастает доля прочно связанной влаги в изделиях и потери влаги в процессе хранения сокращаются.

Влияние плодоовощных добавок на суммарное содержание бисульфитсвязывающих соединений в готовых изделиях представлено в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Содержание бисульфитсвязывающих соединений

Исследуемые образцы	Количество 0,01 Н раствора йода, израсходованное на титрование	Содержание альдегидов в 100 г изделия, мл раствора йода
Контроль	0,8	10,7
Свекла	1,1	14,7
Инулин	1,3	17,3
Морковь	1,1	14,7
Облепиха	1,0	13,3
Рябина	1,2	16,0
Тыква	0,9	12,0

Полученные данные показывают, что внесение всех добавок приводит к повышению содержания ароматических веществ в бараночных изделиях.

В ходе проведенных исследований доказано, что для повышения качества, продления сроков сохранения свежести и расширения ассортимента бараночных изделий целесообразно применение порошка сахарной свеклы в количестве 3 %, сиропа инулина

(коммерческое название Orafti[®] L85 Veneo), пюре из тыквы, моркови и облепихи в количестве 5 % к массе муки.

Список литературы:

1 Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий [Текст] / С.Я. Корячкина. – Орел: Труд, 2006. – 496 с.

2 Корячкина, С.Я. Технология мучных кондитерских изделий : учебное пособие [Текст] / С.Я. Корячкина. – Орел: ОрелГТУ, 2009. - 323 с.

3 Красина, И.Б. Научно – практические аспекты обоснования технологий мучных кондитерских изделий функционального назначения [Текст] / И.Б. Красина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5 – 6. – С. 102.

4 Перковец, М.В. Инулин и олигофруктоза – пребиотики с древних времен до наших дней [Текст] / М.В. Перковец // Пищевая промышленность. – 2007. - № 4. –С. 56.

5 Шевелева, Г. И Пищевая ценность мучных кондитерских изделий [Текст] / Г. И. Шевелева, Л. Н. Шатнюк // Вопросы питания. –1992. – №2. –С. 67-70.

ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА ИЗ ПРОРОСШЕГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Одним из основных направлений государственной политики в области здорового питания является производство продуктов повышенной пищевой ценности. В последнее время среди населения растёт популярность хлеба из целого зерна. При традиционном размоле зерна из него удаляются ценные компоненты, которые содержатся в периферийных частях и зародыше (от эндосперма отделяются оболочки, алейроновый слой). В результате в конечном продукте содержится незначительное количество витаминов, белковых, минеральных веществ, резко сокращается количество важных для здоровья балластных веществ в рафинированных пищевых продуктах. Минеральные вещества, как и витамины, сконцентрированы в оболочке зерна и при обычном помоле в значительной степени удаляются. По данным западно-европейских учёных, мука высоких сортов по сравнению с мукой из цельносмолотого зерна теряет около 2/3 витамина В₂, более 80 % витамина В₁ и РР, полностью удаляется витамин Е, более 3/4 железа, меди, марганца и калия, около половины магния. Для их сохранения рационально использование зерна в виде крупки, хлопьев, или в виде предварительно замоченных зёрен. Особый интерес вызывают изделия из предварительно пророщенного зерна.

В результате прорастания резко усиливается действие ферментов зерна, начинается процесс расщепления отложенных в эндосперме сложных веществ с образованием простых. Крахмал превращается в сахара, белок – в аминокислоты, жир – в глицерин и жирные кислоты. Так же в процессе проращивания в несколько раз увеличивается антиоксидантная активность, что благоприятно влияет на организм человека. Антиоксиданты снижают риск заболевания раком, так же предотвращают преждевременное старение.

Хлеб из целого пророщенного зерна пшеницы выступает в качестве источника биологически активных веществ (лимитирующих аминокислот, витаминов, минеральных веществ) и пищевых волокон (целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина), что является необходимой составляющей рационального питания населения.

Целью данной работы являлось установление необходимых режимов проращивания зерна, изучение способов ускорения данного

процесса и разработка технологии хлеба из целого проросшего зерна пшеницы.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

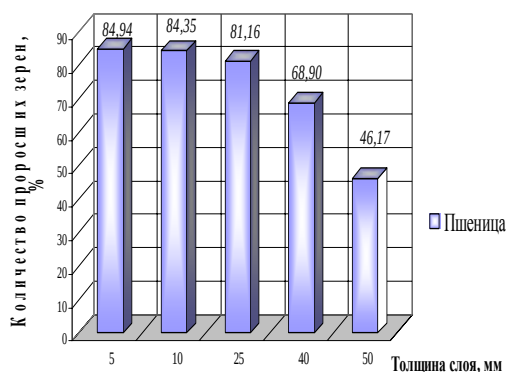
- определение влияния продолжительности проращивания, температуры и толщины слоя на количество проросших зерен;
- определение влияния проросших семян брокколи, серотонина и ферментного препарата Целловиридин Г20Х на интенсивность прорастания зерна;
- обоснование оптимальной дозировки вносимых компонентов, влияющих на интенсивность прорастания зерна;
- изучение качественных показателей проросшего зерна;
- разработка технологии хлеба из целого зерна пшеницы и тритикале.

Установление режимов проращивания зерна

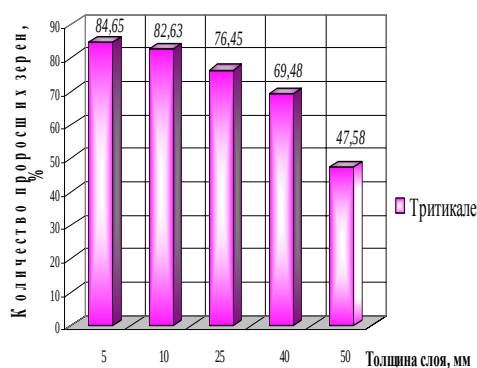
Одной из основных технологических стадий при производстве хлеба из проросшего зерна является замачивание в оптимальных условиях для развития ростка длиной 1-2 мм. Это наиболее длительный процесс. Причем важно отметить, что каждая из зерновых культур имеет различную по прочности и структуре оболочки, что сказывается на интенсивности влагонакопления.

В связи с этим на первом этапе данной работы было изучено влияние условий проращивания (толщины слоя, температуры и продолжительности) на количество проросших зерен пшеницы и тритикале.

При установлении оптимальной толщины слоя зерна при проращивании зерновых культур пшеницы и тритикале замачивание осуществляли при температуре 23 °С, что является рациональным при солодоращении в течение 20 ч для зерна пшеницы и 16 ч для тритикале. Гидро модуль составлял 1:1. Результаты исследований представлены на рисунке 3.1.



а) пшеница

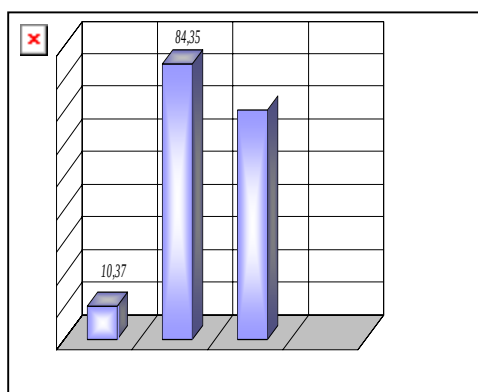


б) тритикале

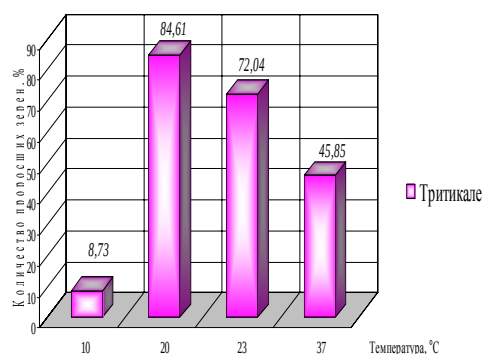
Рис. 3.1. Влияние толщины слоя на количество проросших зерен

Проанализировав данные эксперимента, можно сделать вывод, что увеличение толщины слоя зерна во время проращивания, приводит к уменьшению проросших зерен. Это доказывает, что при увеличении высоты зерновой насыпи нижние слои зерна испытывают кислородное голодание, и полноценных проростков в этой области уже не получается. Поэтому оптимальной толщиной слоя приняли 40 мм, так как прорастает более 50 % зерновой массы.

Далее было изучено влияние различных температур на интенсивность прорастания данных зерновых культур, замачивание которых осуществляли при толщине слоя 40 мм в течение 20 и 16 часов соответственно для пшеницы и тритикале, при температурах 0 °С, 10 °С, 20 °С, 23 °С, 37 °С. Полученные результаты приведены на рисунке 3.2.



а) пшеница



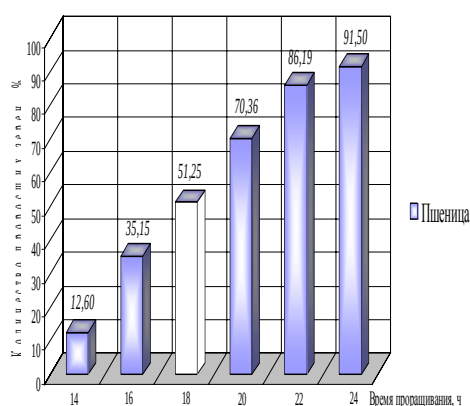
б) тритикале

Рис. 3.2. Влияние температуры на количество проросших зерен

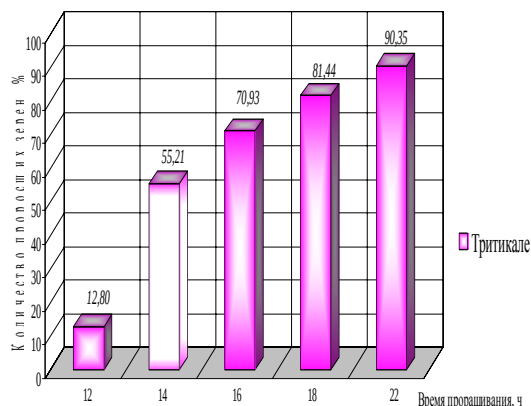
Опытные данные свидетельствуют о том, что оптимальной температурой, для получения ростка длиной 1-2 мм, является 20 °С. При температуре более 25 °С процесс прорастания замедляется, а при температуре 1-2 °С зерно полностью прекращает свой рост.

На заключительном этапе установления рациональных режимов проращивания зерна пшеницы и тритикале было изучено влияние продолжительности проращивания при толщине слоя 40 мм и температуре 20°С. Через 12, 14, 16, 18, 20, 22 часов подсчитывали количество проросших зерен.

Данные исследований влияния продолжительности проращивания на количество проросших зерен представлены на рисунке 3.3.



а) пшеница



б) тритикале

Рис. 3.3. Изменение количества проросших зерен в зависимости от продолжительности проращивания

По анализам экспериментальных данных можно сделать вывод, что для получения около 80 % проросших зерен из всей массы, минимальный промежуток времени, необходимый для развития ростка размером 1-2 мм у пшеницы составил 22 часа, а для тритикале – 18 часов.

Таким образом было установлено, что оптимальными режимами проращивания зерна пшеницы при толщине слоя 40 мм следует считать температуру 20 °С и продолжительность 22 часа, а для тритикале при 20 °С и толщине слоя 40 мм продолжительность 18 часов. При этом зерновые культуры достигают влажности 40 - 46 % необходимой для качественного диспергирования.

Задачей следующего этапа работы была разработка способов ускорения процесса прорастания. Для осуществления поставленной

задачи было изучено влияние порошка коры облепихи, содержащего серотонин, проросших семян брокколи и ферментного препарата целлюлолитического действия Целловиридин Г20х на интенсивность прорастания зерна. При замачивании пшеницы и тритикале данные компоненты вносили в следующем количестве: порошок коры облепихи - 100 мг на 1 литр воды, проросшие семена брокколи - 1% к массе зерна, ферментный препарат целлюлолитического действия Целловиридин Г20х в дозировке 0,11 % от массы сухого вещества зерна. Эксперимент проводили в условиях, установленных выше (толщина слоя 40 мм, температура 20 °С, продолжительность проращивания 22 часа для пшеницы и 18 часов для тритикале). За контроль выступало зерно, замоченное в воде.

Результаты показаны на рисунке 3.4.

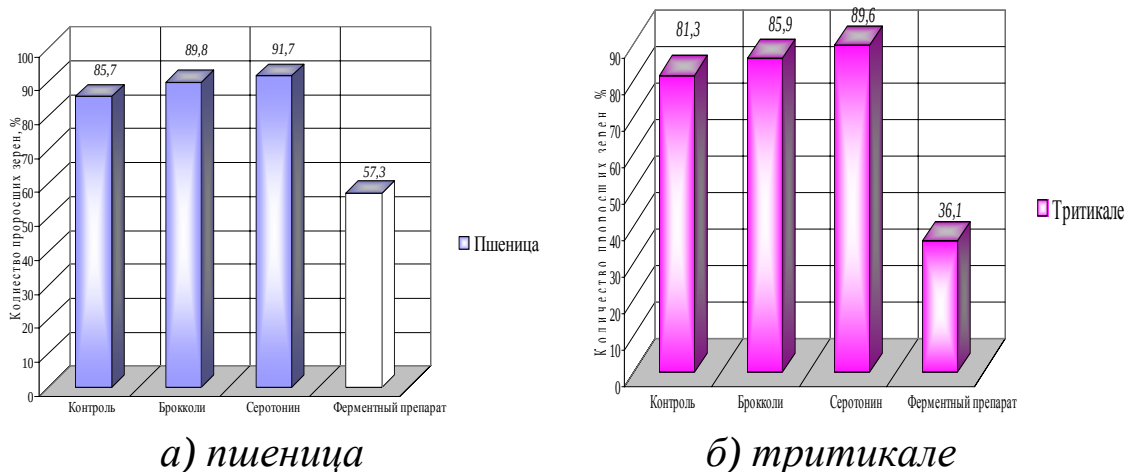


Рис. 3.4. Влияние добавок на количество проросших зерен

Анализ полученных данных показал, что добавление проросших семян брокколи приводит к увеличению количества ростков размером 1-2 мм у пшеницы на 4,1 %, у тритикале на 4,6 %. Внесение при замачивании порошка коры облепихи, содержащей 11 % серотонина, позволило увеличить количество проросших зерен пшеницы на 6 % у пшеницы и на 8,3 % у тритикале. Использование ферментного препарата Целловиридин Г20х способствовало снижению числа проросших зерен на 28,4 % у пшеницы и на 45,2 % у тритикале. Таким образом, использование проросших семян брокколи и серотонина, который вносили с порошком коры облепихи, способствуют получению такого же количества проросших зерен по сравнению с контролем за более короткий промежуток времени: для пшеницы - 20 ч, для тритикале – 16 ч.

Из полученных данных можно сделать вывод, что серотонин и проросшие семена брокколи оказывают стимулирующий эффект в отношении проращивания зерен пшеницы и тритикале.

Следующая задача данной работы заключалась в определении оптимальных дозировок порошка коры облепихи и проросших семян брокколи.

Известно, что минимальная дозировка порошка коры облепихи - 100 мг на 1 литр. Поэтому стояла цель исследовать действие серотонина, содержащегося в данном порошке, при увеличении количества данного компонента, на интенсивность прорастания зерен пшеницы и тритикале. Эксперимент проводили в условиях, полученных по предыдущим опытам (толщина слоя 40 мм, температура 20 °С, продолжительность 22 часов для тритикале и 18 – для пшеницы). Порошок коры облепихи вносили в следующих дозировках: 200 мг, 300 мг, 400 мг, 500 мг на 1 литр.

Результаты эксперимента отражены на рисунке 3.5.

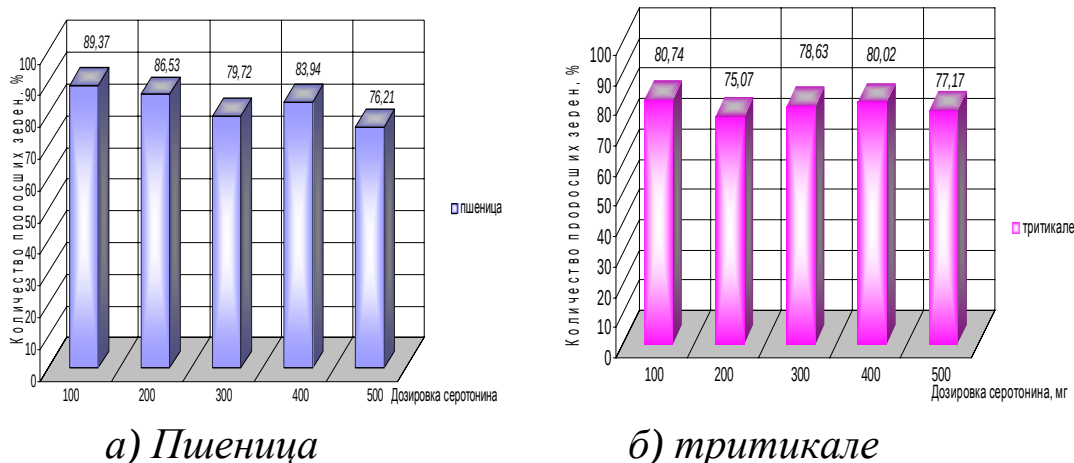
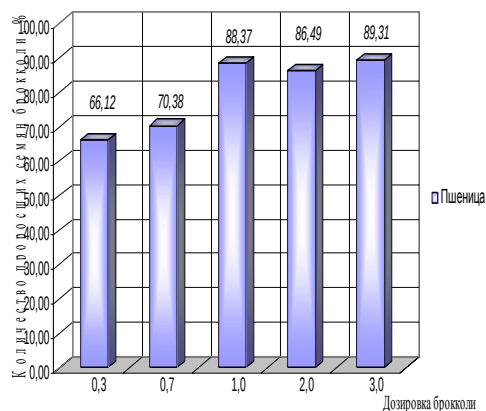


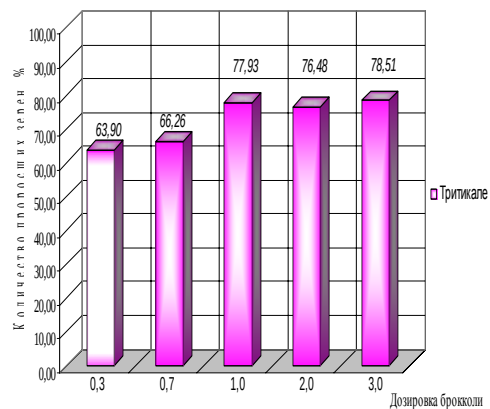
Рис. 3.5. Влияние дозировки порошка коры облепихи на интенсивность проращивания зерна

Анализ полученных данных показал, что увеличение дозировки порошка коры облепихи, а, следовательно, и серотонина, не приводит к ускорению прорастания зерен, а остается на одинаковом уровне, с учетом погрешности опыта. Поэтому в целях предотвращения удорожания продукции целесообразно использовать минимальное количество порошка коры облепихи, которое увеличивает скорость прорастания зерен. Таким образом, оптимальной дозировкой данного компонента является 100 мг на 1 литр.

Данные исследования влияния различных дозировок проросших семян брокколи (0,3 %; 0,7 %; 2 %; 3 %) на интенсивность прорастания зерна пшеницы и тритикале представлены на рисунке 3.6.



а) Пшеница



б) Тритикале

Рис. 3.6. Влияние различных дозировок проросших семян брокколи на интенсивность проращивания зерна

По полученным данным можно сделать вывод, что количество проросших семян брокколи меньше 1 % оказывает не достаточное влияние на интенсивность проращивания. При внесении семян брокколи более 1 % интенсивность прорастания зерна не повышается. Таким образом, добавление 2 и 3 % проросших семян брокколи не целесообразно, так как это ведет к увеличению затрат. Поэтому оптимальной дозировкой считается 1 % семян к массе зерна.

Изучение качественных показателей проросшего зерна

В результате прорастания резко увеличивается активность собственных гидролитических ферментов зерна, начинается процесс расщепления отложенных в эндосперме сложных веществ с образованием простых. Крахмал превращается в сахара, белок – в аминокислоты, жир – в глицерин и жирные кислоты. Для подтверждения этого был проведен ряд экспериментов.

В качестве образцов выступали: сухое зерно пшеницы и тритикале; зерно, замоченное в воде в соотношении 1:1; зерно, замоченное в воде с добавлением порошка коры облепихи в количестве 100 мг на 1 литр; зерно, замоченное в воде с внесением проросших семян брокколи в дозировке 1 % к массе зерна и зерно, замоченное в буферном растворе рН=5,5 с внесением 0,1 % к массе

сухого вещества зерна ферментного препарата целлюлолитического действия Целловиридин Г20Х. Проращивание осуществляли при температуре 20 °С, в течение 20 ч для пшеницы и 16 для тритикале. Толщина слоя составляла 40 мм.

Определение влажности зерна

В процессе замачивания происходит активное поглощение воды. Она проникает в зерно в основном через микрокапиллярные отверстия, расположенные в местах зародыша. Часть ее попадает внутрь зерна и через мякинную оболочку по всей его поверхности. Движущей силой проникновения воды в зерно является разность концентраций на поверхности и внутри зерна. Влажность сухого зерна составляет 8 - 10 %. Через 12 часов проращивания влажность зерна увеличивается до 40 – 46 %.

Варианты исследуемых образцов:

- 1 – Сухое зерно пшеницы (контроль);
- 2 – Зерно пшеницы, замоченное в воде;
- 3 – Зерно пшеницы, замоченное в воде с добавлением проросших семян брокколи;
- 4 – Зерно пшеницы, замоченное в воде с использованием порошка коры облепихи;
- 5 – Зерно пшеницы, замоченное в буферном растворе с внесением ферментного препарата Целловиридин Г20х;
- 6 – Сухое зерно тритикале (контроль);
- 7 – Зерно тритикале, замоченное в воде;
- 8 – Зерно тритикале, замоченное в воде с добавлением проросших семян брокколи;
- 9 – Зерно тритикале, замоченное в воде с использованием порошка коры облепихи;
- 10 – Зерно тритикале, замоченное в буферном растворе с внесением ферментного препарата Целловиридин Г20х.

Результаты представлены на рисунке 3.7.

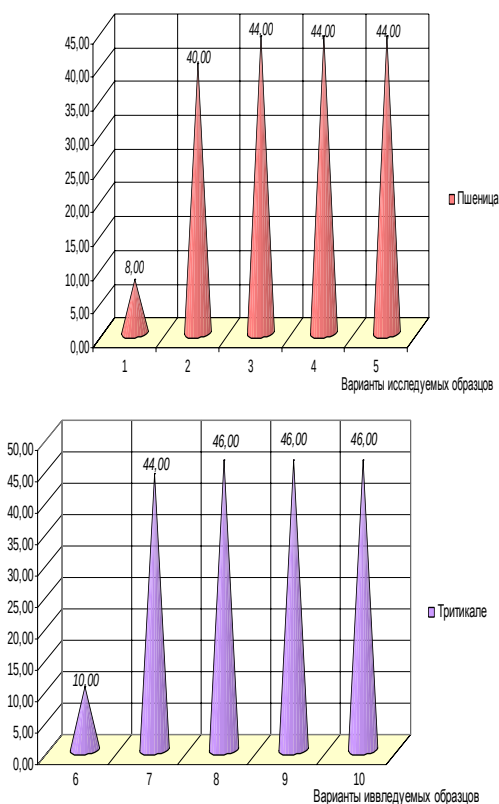


Рис. 3.7. Изменение влажности в процессе замачивании зерна

Влияние добавок на углеводно-амилазный комплекс зерна в процессе проращивания

При проращании происходит резкое увеличение амилалитической активности, что является главной причиной резкого ухудшения хлебопекарных качеств зерна. Для подтверждения этого были проведены эксперименты по определению активности амилазы, содержанию редуцирующих веществ и числа падения. Результаты приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Состав углеводно-амилазного комплекса зерна пшеницы и тритикале

Наименование показателей	Сухое зерно пшеницы	Проросшее зерно пшеницы, замоченное в воде	Проросшее зерно пшеницы, замоченное в воде с проросшими семенами борокколи	Проросшее зерно пшеницы, замоченное в воде с порошком коры облепихи	Проросшее зерно пшеницы, замоченное в буферном растворе с ферментным препаратом	Сухое зерно тритикале (контроль)	Проросшее зерно тритикале, замоченное в воде	Проросшее зерно тритикале, замоченное в воде с проросшими семенами борокколи	Проросшее зерно тритикале, замоченное в воде с порошком коры облепихи	Проросшее зерно, замоченное в буферном растворе с ферментным препаратом Целлопилин Г20х
Активность амилазы	0,99	1,15	1,16	1,15	1,15	1,03	1,15	1,16	1,15	1,17
Массовая доля редуц-х вещ-в, %	1,5	1,8	2,2	1,9	1,7	2,0	2,1	2,5	2,9	2,4
Содержание клетчатки, % на СВ	4,71	4,35	4,65	4,28	4,26	4,72	4,69	4,51	4,41	4,34
Содержание гемицеллюлозы, % на СВ	7,85	7,36	7,28	7,41	7,56	7,95	7,84	7,61	7,27	7,51
Число падения	238	62	62	62	62	62	62	62	62	62

Анализируя экспериментальные данные видно, что активность амилолитических ферментов увеличивается. Контролем является сухое непроросшее зерно, по сравнению с которым активность амилаз у проросшего зерна пшеницы без добавок увеличилась на 16 %, а у тритикале на 11,6 %. При добавлении проросших семян брокколи, активность амилазы у пшеницы возросла на 17,2 %, у тритикале на 12,6 %. При использовании серотонина, вносимого с корой облепихи, активность ферментов повысилась на 17,2 % у пшеницы и 11,7 % у тритикале. В присутствии ферментного препарата Целловиридин Г20х активность амилаз увеличилась на 16 % у пшеницы и на 13,6 % у тритикале.

Изучив данные по содержанию редуцирующих веществ, можно сделать вывод, что их массовая доля увеличивается у зерна пшеницы и тритикале, проросшего без добавок на 20 % и 5 % соответственно. С использованием проросших семян брокколи значения этого показателя повысились на 46,7 % у пшеницы и на 25 % у тритикале, при использовании серотонина - на 26,7 % и на 45 % у пшеницы и тритикале соответственно. Используя ферментный препарат Целловиридин Г20х этот показатель возрос на 13,3 % у пшеницы и на 20 % у тритикале.

Увеличение массовой доли редуцирующих веществ вероятно, можно объяснить тем, что в процессе прорастания происходит активация ферментов амилолитического действия, в основном α -амилазы, которые расщепляют крахмал на более простые вещества.

Изучая изменение содержания количества клетчатки в процессе прорастания, установлено уменьшение на 7,6 % по сравнению с контролем у пшеницы и на 8,05 % - у тритикале.

Содержание гемицеллюлозы при прорастании зерна снижается на 7,2 % у пшеницы и 8,6 % - у тритикале, но в общем балансе углеводов изменение не играет значительной роли.

Влияние добавок на белково-протеиназный комплекс зерна в процессе проращивания

В покое зерне пшеницы содержится незначительное количество протеолитических ферментов, но с каждым часом набухания и прорастания зерна количество их увеличивается. Происходит уменьшение содержания клейковины и белков. Результаты исследования влияния добавок, вносимых при замачивании зерна, на белково-протеиназный комплекс представлены в таблице 3.2.

По данным результатам видно, что в процессе прорастания зерна активность протеолитических ферментов повышается. Сравнивая активность ферментов в контроле и проросшем зерне без добавок, она возросла на 81,3 % у пшеницы и на 52,6 % - у тритикале. При добавлении проросших семян брокколи это значение возросло в 3,1 раза у пшеницы и в 2 раза - у тритикале. Значение активности протеолитических ферментов при внесении серотонина увеличивается в 3,5 раза у пшеницы и в 2,2 раза - у тритикале. А с использованием ферментного препарата активность выше в 2,4 раза у пшеницы и в 4,6 раз - у тритикале по сравнению с контролем.

Исследования содержания белка в проросшем зерне показали, что количество белковых веществ в процессе прорастания уменьшается в зерне без добавок на 4,4 % у пшеницы и на 2,1 % у тритикале. При внесении проросших семян брокколи содержание белка снизилось на 12,7 % у пшеницы и на 7,7 % у тритикале. С использованием порошка коры облепихи количество белка изменилось на 8,2 % у пшеницы и на 8,4 % у тритикале. Внесение ферментного препарата Целловиридин Г20х, уменьшает содержание белка на 6,3 % у пшеницы и на 1,4 % у тритикале.

Таблица 3.2

Состав белково-протеиназного комплекса зерна пшеницы и тритикале

Наименование показателя	Сухое зерно пшеницы	Проросшее зерно пшеницы, замоченное в воде	Проросшее зерно пшеницы, замоченное в воде	Проросшее зерно пшеницы, замоченное в воде с порошком коры	Проросшее зерно пшеницы, замоченное в воде	Сухое зерно тритикале (контроль)	Проросшее зерно тритикале, замоченное в воде	Проросшее зерно тритикале, замоченное в воде с проросшими	Проросшее зерно тритикале, замоченное в воде с порошком коры	Проросшее зерно, замоченное в буферном растворе с
Активность протеолитических ферментов, условных единиц	0,16	0,29	0,49	0,57	0,39	0,19	0,29	0,39	0,41	0,87
Содержание белка, %	15,8	15,1	13,8	14,5	14,8	14,3	14,0	13,2	13,1	14,1
Содержание клейковины в 100 г,г	28,0	24,4	22,7	22,3	27,0	20,0	13,0	12,0	12,0	16,2

Из экспериментальных данных видно, что содержание клейковины в зерне без добавок изменилось на 12,9 % у пшеницы и на 35 % - у тритикале. Применение проросших семян брокколи способствует снижению количества клейковины в зерне пшеницы на 18,9 % а в зерне тритикале на 40 %. При добавлении порошка коры облепихи в зерне пшеницы клейковины становится меньше на 20,4 % а у тритикале этот показатель уменьшается на 40 %. Добавление ферментного препарата Целловиридин Г20х ведет к уменьшению клейковины на 3,6 % у пшеницы и на 19 % у тритикале.

Происходящие процессы можно объяснить тем, что прорастание сопровождается увеличением содержания свободного восстановленного глутатиона в зародыше, что способствует повышению активности протеолитических ферментов зерна. Во фракциях клейковинных и неклейковинных белков происходит восстановление дисульфидных связей и увеличение количества сульфгидрильных групп. Такие изменения в структуре фракций белков приводит к дезагрегации клейковины и снижению ее количества.

Изучение микробиологической обсемененности зерна пшеницы и тритикале

Для изучения микробиологической обсемененности были использованы зерно пшеницы и тритикале. За контроль были приняты нормы СанПиН 2.3.2.1078-01.

Поверхность зерна обсеменена различными видами микроорганизмов. В зависимости от качества исходного зерна и условий его хранения на нём могут присутствовать аэробные и анаэробные бактерии, кокки, бактерии группы кишечной палочки, плесени и дрожжи. В определенных условиях эпифитные микроорганизмы могут быть полезны для зерна, так как препятствуют проникновению паразитов в ткани. На развитие микроорганизмов в зерне оказывают влияние: влажность, температура, степень аэрации, целостность зерна и состояние его покровных тканей. При неправильном хранении эпифитная микрофлора исчезает, и начинают развиваться неспорозные палочки, термостойкие микрококки, плесневые грибы. Наиболее распространёнными и опасными болезнями хлеба являются плесневение и спорообразующие бактерии.

Данные по изучению микробиологических показателей зерна пшеницы и тритикале представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Содержание микроорганизмов в зерне пшеницы и тритикале

Образец зерна	Микробиологические показатели		
	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Плесени, дрожжи, КОЕ/г	Спорообразующ ие бактерии
СанПиН 2.3.2.1078-01	$5 \cdot 10^4$	100	25
Зерно пшеницы	$2 \cdot 10^4$	30	17
Зерно тритикале	$3 \cdot 10^4$	25	17
Проросшее зерно пшеницы	$4 \cdot 10^4$	50	22
Проросшее зерно тритикале	$4 \cdot 10^4$	50	23

В результате проведенных исследований, было установлено, что микробиологическая обсемененность сухого зерна пшеницы и тритикале и проросшего не превышает показатели микробиологической обсемененности согласно СанПиН 2.3.2.1078-01.

Анализ полученных данных показывает, что зерно пшеницы содержит КМАФАнМ 200 клеток в 1 грамме зерна, дрожжей и плесени – 30 колоний, спорообразующих бактерий – 17 клеток в 1 грамме зерна. Зерно тритикале имеет КМАФАнМ 300 клеток в 1 грамме зерна, дрожжей и плесени – 25 колоний, спорообразующих бактерий – 17 клеток в 1 грамме зерна.

Проросшее зерно пшеницы содержит КМАФАнМ 400 клеток в 1 грамме зерна, дрожжей и плесени – 50 колоний, спорообразующих бактерий – 22 клетки в 1 грамме зерна. Проросшее зерно тритикале имеет КМАФАнМ 400 клеток в 1 грамме зерна, дрожжей и плесени – 50 колоний, спорообразующих бактерий – 23 клетки в 1 грамме зерна.

Поскольку микробиологическая обсемененность зерна не превышает показатели микробиологической обсемененности согласно СанПиН 2.3.2.1078-01, то оно рекомендуется для производства зернового хлеба.

Разработка технологии производства хлеба из проросшего зерна пшеницы

Для улучшения качества хлеба при использовании проросшего зерна пшеницы необходимо повысить кислотность теста, применив закваски или ускоренные технологии с использованием кислот, добавление которых уменьшает активность ферментов в тесте.

Так, проделав ряд экспериментов, установили, что добавление порошка коры облепихи, в состав которого входит 11 % серотонина, при проращивании зерна способствует ускорению протекания данного процесса в большей степени, то при разработке технологии производства зернового хлеба использовали именно этот компонент во время замачивания зерновой массы.

Технология приготовления зернового хлеба включает в себя несколько стадий:

- подготовка зерна к производству (промывание, проращивание);
- измельчение проросшего зерна;
- замес теста;
- брожение теста;
- разделка тестовых заготовок;
- расстойка тестовых заготовок;
- выпечка хлеба.

Рецептура исследуемых образцов представлена в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Рецептура изделий

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг зерна		
	Зерновой хлеб по ускоренной технологии (контроль)	Зерновой хлеб по ускоренной технологии с внесением сахара и маргарина	Зерновой хлеб по традиционной технологии с использованием жидкой закваски
Зерно пшеницы	100	100	100
Дрожжи хлебопекарные	2,5	2,5	2,5
Соль поваренная пищевая	1,7	1,7	1,7
Порошок коры облепихи	0,01	0,01	0,01

Сухая пшеничная		4	4
Жидкая закваска			20
Сахар белый		3	
Маргарин 82 %-ной		3	
Молочная кислота 80 %	1,5	1,5	
Уксусная кислота 20 %	0,375	0,375	
Аскорбиновая кислота	0,0075	0,0075	
Итого	106,09	116,09	128,21

Промытое зерно подвергали проращиванию (температура 20 °С, продолжительность 20 ч, гидромодуль 1:1). Далее измельчению с внесением сухой клейковины для равномерного распределения по всей массе. Дрожжи вносили в виде дрожжевой суспензии в соотношении дрожжей и воды 1:3, с температурой 30-35 °С.

Замес осуществляли в течение 7-10 минут. Влажность теста не должна превышать 50 %.

Таблица 3.5

Показатели технологического процесса производства хлеба из проросшего зерна

Наименование показателя	Образец 1 Зерновой хлеб по ускоренной технологии (контроль)	Образец 2 Зерновой хлеб по ускоренной технологии с внесением сахара и маргарина	Образец 3 Зерновой хлеб по традиционной технологии с использованием жидкой закваски
Начальная влажность теста, %	48	48	48
Начальная кислотность, град	5,2	5,0	5,5
Конечная кислотность	6,4	6,0	6,0
Конечная влажность теста, град	48,5	48,5	48,5
Продолжительность брожения, мин	120	120	120
Температура воздуха в расстойном шкафу, °С	35-40	35-40	35-40
Относительная влажность воздуха в расстойном шкафу, %	80-85	80-85	80-85
Продолжительность расстойки, мин	45-50	40-45	35-40
Температура выпечки, °С	210-220	210-220	210-220
Продолжительность выпечки, мин	45-50	45-50	45-50

После замеса теста его оставляют на брожение при температуре 30-32 °С и относительной влажности воздуха 75-85 % в течение 120 минут, до кислотности 6,0-6,5. Разделка выброженного теста осуществляется в прямоугольные формы, смазанные растительным маслом. Масса тестовой заготовки 0,35 кг. Расстойка осуществляется при температуре 35-40 °С и относительной влажности воздуха 75-85 % в течение 40-50 минут. Выпечку расстойавшихся тестовых заготовок осуществляют при температуре 210-220 °С в течении 45-50 минут.

По результатам проведенных выпечек можно сделать вывод о том, что продолжительность расстойки опытного образца, по сравнению с контролем сокращается на 5 минут в образце 2 и на 15 минут в образце 3. Это может объясняться тем, что в экспериментальных образцах содержится намного больше питательных веществ, необходимых для деятельности дрожжей, чем в контрольном.

Изучение газообразующей способности теста из проросшего зерна пшеницы

Результаты определения газообразующей способности зерновой массы показаны на рисунке 3.8.

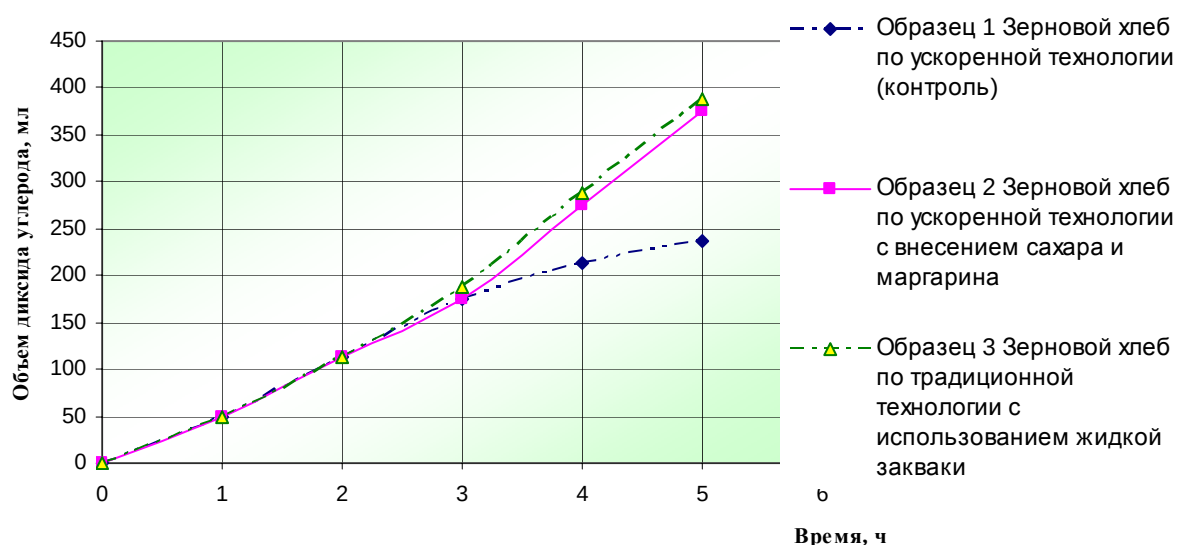


Рис. 3.8. Газообразующая способность теста

Из приведенных данных следует, что количество углекислого газа, выделившегося в процессе брожения теста в течение 5 часов, у образца 2 больше, чем в контроле. Объясняется тем, что в образце 1 на брожение расходовались только собственные сахара и сахара, полученные в результате расщепления крахмала амилалитическими ферментами. В результате через 5 часов сахаров в тесте не осталось и процесс выделения диоксида углерода практически прекратился. В образце 2 добавляли 3 % сахара, в результате чего происходило в начале сбраживание внесенных по рецептуре сахаров, а затем собственных. Поэтому газообразование через 5 часов брожения было достаточно интенсивным. Еще более активное брожение происходило в образце 3, где вносили закваску. Это объясняется тем, что в закваске присутствуют молочнокислые бактерии, благодаря которым происходит процесс накопления кислотности, а так же идет и брожение. Таким образом, самое интенсивное газообразование происходит в образце 3.

Исследование реологических характеристик теста из проросшего зерна пшеницы

Целью данных исследований было изучение влияния технологии приготовления теста из проросшего зерна на его реологические свойства.

Зерно замачивали предварительно в воде, проращивали. Затем измельчали и готовили тесто следующими способами:

1. Образец 1 контроль (тесто, приготовленное из целого зерна пшеницы, соли, дрожжей и смеси кислот);

2. Опытный образец 2 (тесто, приготовленное из целого зерна пшеницы, дрожжей, соли, смеси кислот с внесением 4 % сухой клейковины);

3. Опытный образец 3 (тесто, приготовленное из целого зерна пшеницы, соли, дрожжей, смеси кислот с добавлением 4 % сухой клейковины, 3 % сахара и 3 % маргарина);

4. Опытный образец 4 (тесто, приготовленное из целого зерна пшеницы, соли, дрожжей с использованием жидкой закваски и 4 % сухой клейковины).

Реологические характеристики теста всех исследуемых образцов были изучены с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2» с использованием цилиндра Н, в диапазоне скоростей сдвига от 0,1667 до $72,9 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$. Исследования проводились с образцами теста, с влажностью 49,1-49,8 % и кислотностью 5,5-6,0 град, выброженными в течение 120 минут при температуре 30-32 °С.

Сравнительная характеристика основных показателей теста контрольного образца и опытных образцов представлена в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Показатели качества теста из проросшего зерна пшеницы, приготовленных различными способами

Исследуемые образцы	Начальная влажность теста, %	Начальная кислотность теста, град.	Эффективная вязкость при $\dot{\gamma} = 1,8 \times 10^3 \text{ с}^{-1}$, Па·с	Предельное напряжение сдвига, Θ_0	Коэффициент консистенции, k	Индекс течения, n	Уравнения Гершеля-Балкли
Образец 1 контроль	49,1	5,0	89,56	5	135	0,27	$\Theta = 5 + 135 \cdot \dot{\gamma}^{0,27}$
Опытный образец 2 с добавлением 4 % клейковины	49,6	5,2	500,44	30	800	0,26	$\Theta = 30 + 800 \cdot \dot{\gamma}^{0,26}$
Опытный образец 3 с добавлением 3 % сахара, 3 % маргарина и 4 % клейковины	49,8	5,0	547,36	20	750	0,48	$\Theta = 20 + 750 \cdot \dot{\gamma}^{0,48}$
Опытный образец 4 с использованием жидкой закваски и 4 % клейковины	49,2	5,5	563,0	10	830	0,43	$\Theta = 10 + 830 \cdot \dot{\gamma}^{0,43}$

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что внесение сухой клейковины, сахара и маргарина, а также замена

кислот на жидкую закваску оказывают существенное влияние на реологические свойства теста.

Вначале определили влияние внесения сухой клейковины на реологические свойства теста.

Зависимость эффективной вязкости исследуемых образцов от скорости сдвига представлена на рисунке 3.9.

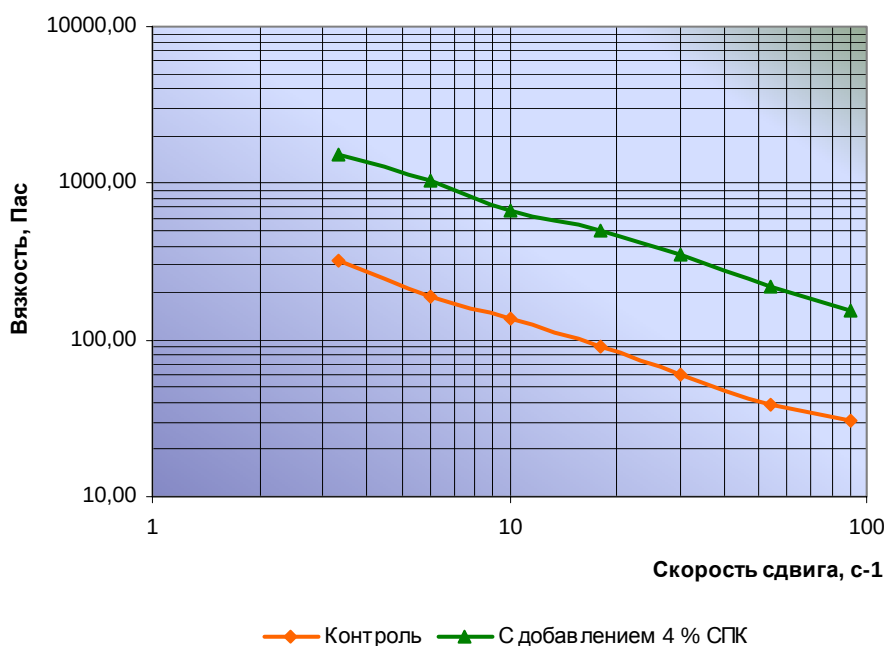


Рис. 3.9 .Зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига

Опытный образец 2, по сравнению с контролем, имеет более высокую вязкость. Это вероятно, можно объяснить тем, что при внесении порошка сухой клейковины укрепляется клейковина.

Из рис. 3.10 видно, что касательное напряжение сдвига образцов теста линейно увеличивается с повышением скорости сдвига, что вероятно объясняется тем, что под действием возрастающих сдвигающих сил происходит все большая ориентация частиц в направлении течения. В момент приготовления тестовой массы происходит взаимодействие компонентов теста и формируется определенная макро- и микроструктура. При воздействии напряжения нагрузки происходит сдвиг слоев относительно друг друга с сопротивлением, определяемым организовавшейся структурой. Чем больше прикладываемые напряжения и скорости сдвига, тем в больших местах происходит перераспределение компонентов структуры и разрыв связей между ними. За счет этого происходит

уменьшение сопротивления смещению слоев относительно друг друга, то есть падение вязкости.

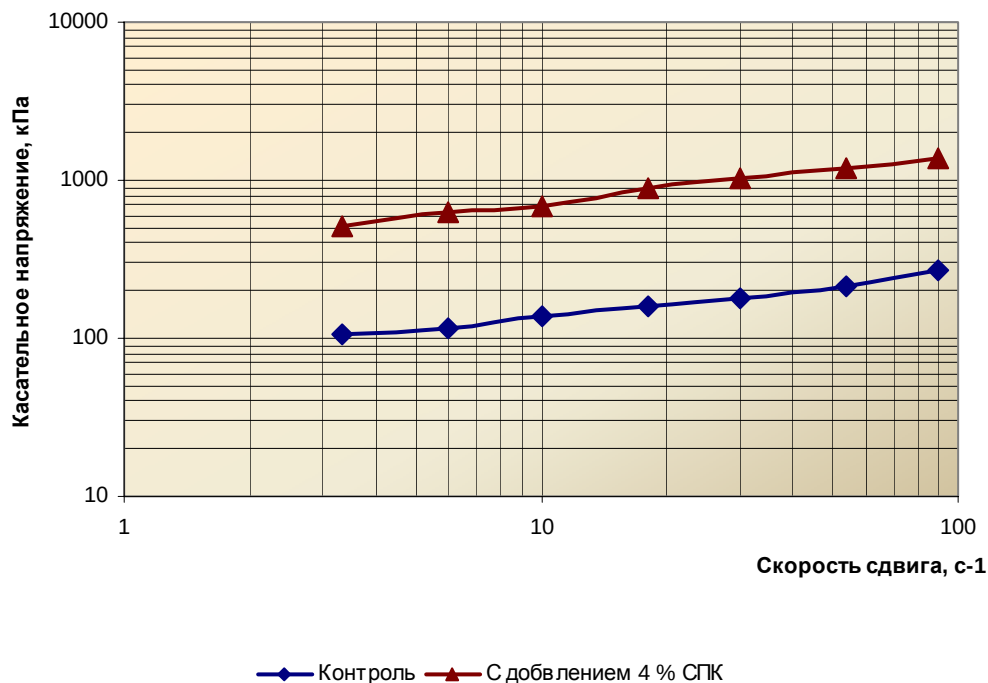


Рис. 3.10. Зависимость касательного напряжения образцов теста из проросшего и цельносмолотого зерна пшеницы от скорости сдвига

Таким образом, образец, приготовленный с использованием сухой клейковины характеризовался более высоким касательным напряжением при одной и той же скорости сдвига, по сравнению с контролем. Так, по сравнению с контрольным вариантом в тесте, приготовленном с внесением 4 % сухой клейковины вязкость увеличивалась в 5,5 раз, предельное напряжение сдвига увеличивалось в 7 раз, коэффициент консистенции увеличился 5,9 раз, а индекс течения практически не изменился.

Эти результаты свидетельствуют об укреплении вязкостных характеристик теста, т.е. об улучшении реологических характеристик теста из проросшего зерна пшеницы и тритикале.

Затем, в качестве образца для сравнения использовали тесто с внесением 4 % сухой клейковины и изучили влияние внесения 3 % сахара и 3 % маргарина в образце 3 и замены смеси кислот на жидкую закваску в образце 4.

Данные представлены на рисунках 3.11 и 3.12.

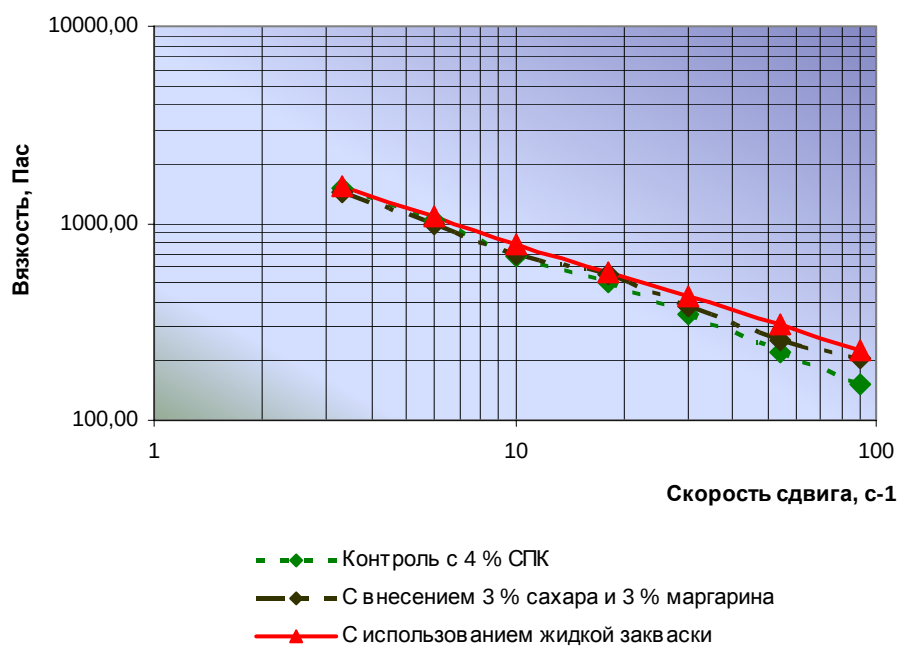


Рис. 3.11. Зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что наибольшей вязкостью обладает образец 4 с использованием жидкой закваски.

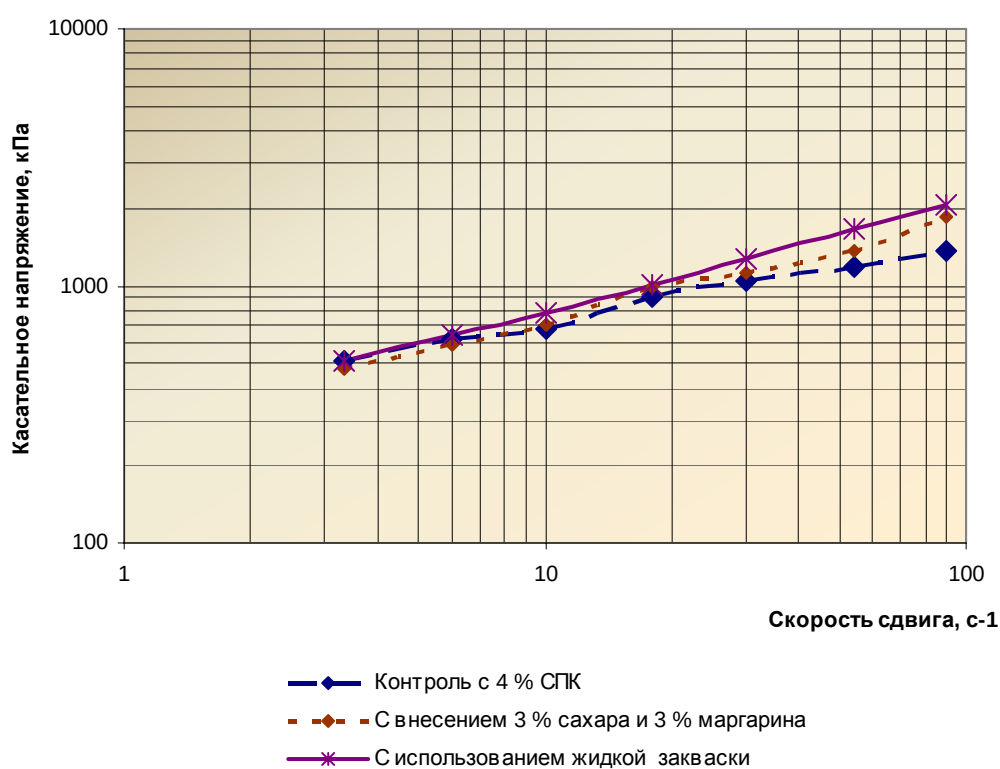


Рис. 3.12. Зависимость касательного напряжения образцов теста из проросшего зерна пшеницы от скорости сдвига

Экспериментальные данные показывают, что значение вязкости возросло на 9,4 % и на 12,5 %, а предельное напряжение сдвига повысилось в опытных образцах, по сравнению с контролем в 4 раза и в 2 раза соответственно. Коэффициент консистенции увеличился в 5,6 раз у образца с внесением 3 % сахара и 3 % маргарина и в 6,1 раз в образце с использованием жидкой закваски. Индекс течения так же увеличился в 1,59 раз и в 1,78 раз соответственно.

Далее были проведены исследования по определению реологических характеристик теста после брожения. Результаты представлены в таблице 3.7 и на рисунках 3.13 и 3.14.

Таблица 3.7

Показатели качества теста из целого зерна пшеницы после брожения, приготовленного различными способами

Исследуемые образцы	Конечная влажность теста, %	Конечная кислотность теста, град.	Эффективная вязкость при $\dot{\gamma} = 1,8 \times 10^3 \text{ с}^{-1}$, Па·с	Предельное напряжение сдвига, Θ_0	Коэффициент консистенции, k	Индекс течения, n	Уравнения Гершеля-Балкли
Образец 1 контроль	49,1	6,0	109,47	10	180	0,33	$\Theta = 10 + 180 \cdot \dot{\gamma}^{0,33}$
Опытный образец 2 с добавлением 4 % клейковины	49,6	5,8	578,64	10	800	0,46	$\Theta = 10 + 800 \cdot \dot{\gamma}^{0,46}$
Опытный образец 3 с добавлением 3 % сахара, 3 % маргарина и 4 % клейковины	49,8	5,5	860,14	40	1260	0,35	$\Theta = 40 + 1260 \cdot \dot{\gamma}^{0,35}$
Опытный образец 4 с использованием жидкой закваски и 4 % клейковины	49,2	5,8	891,42	50	1350	0,39	$\Theta = 50 + 1350 \cdot \dot{\gamma}^{0,39}$

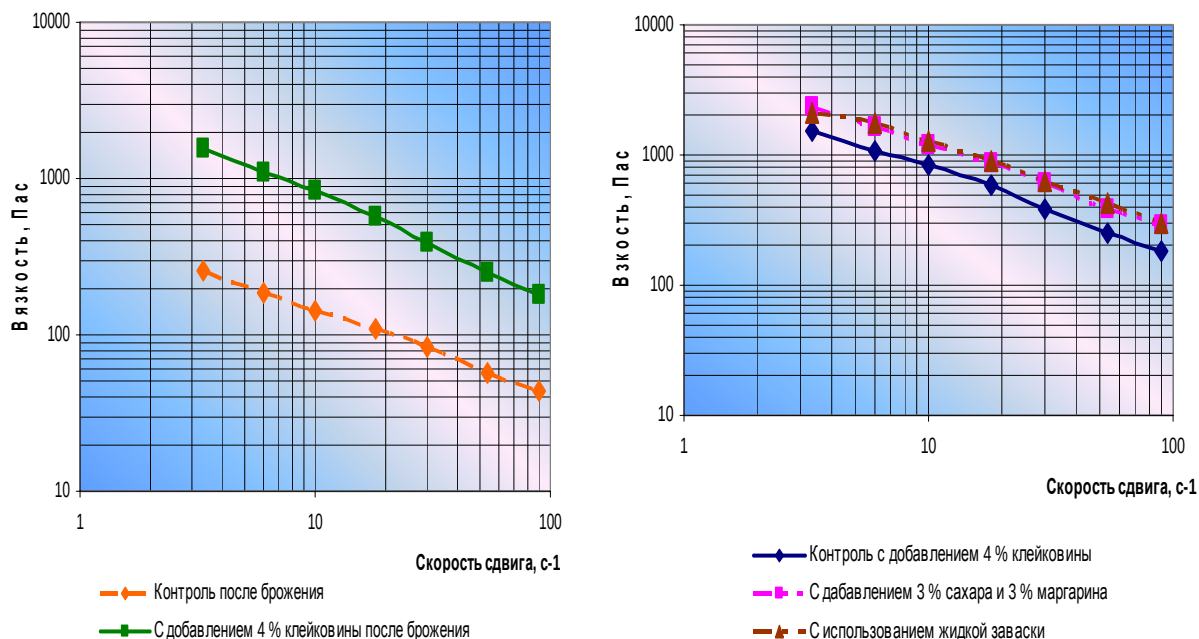


Рис. 3.13. Зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига образцов после брожения

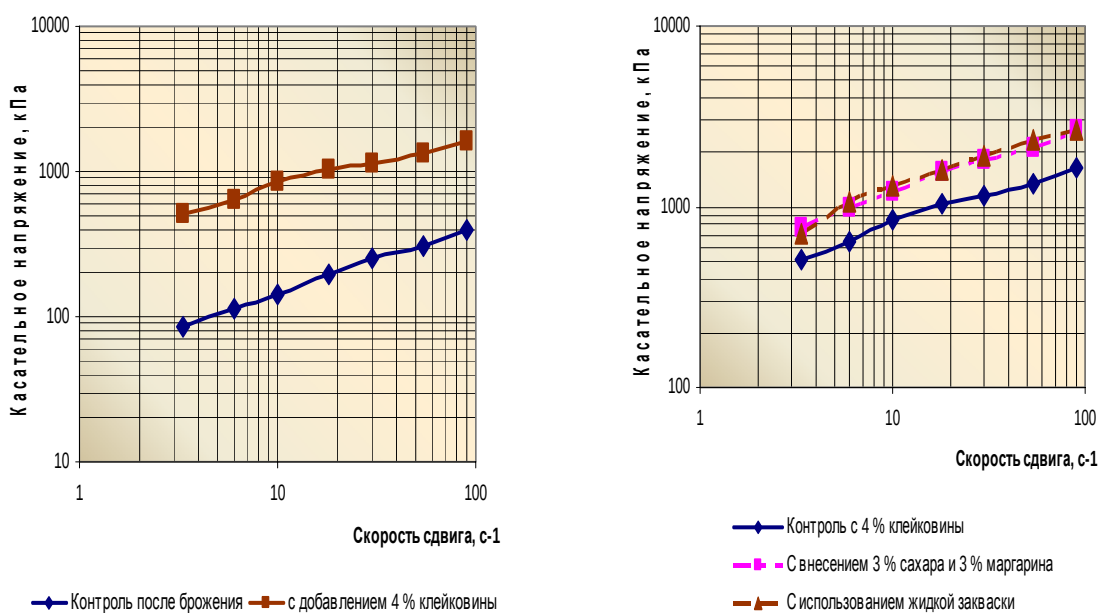


Рис. 3.14. Зависимость касательного напряжения образцов теста из проросшего и цельносмолотого зерна пшеницы от скорости сдвига после брожения

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что вязкость повысилась в 1,5 раза и в 1,54 раза соответственно, предельное напряжение сдвига после брожения теста у образца 1 и 3 увеличилось в 2 раза, у образца 4 в 5 раз, а у образца 2 уменьшилось в

3 раза. Коэффициент консистенции увеличился в 1,33 раза у образца 1, в 1,68 раз у образца 3 и в 1,63 раза у образца 4, у образца 2 осталось неизменным. Значение индекса течения также изменилось в процессе брожения: у образцов 1 и 2 увеличилось в 1,22 и 1,77 раза соответственно, а у образцов 3 и 4 уменьшилось в 1,37 и 1,1 раза соответственно.

Определение физико-химических показателей качества хлеба из проросшего зерна пшеницы

Результаты исследований физико-химических показателей изучаемых образцов зернового хлеба и контрольного представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Физико-химические показатели качества хлеба из проросшего зерна пшеницы

Показатели качества	Образец 1 Зерновой хлеб по ускоренной технологии (контроль)	Образец 2 Зерновой хлеб по ускоренной технологии с внесением сахара и маргарина	Образец 3 Зерновой хлеб по традиционной технологии с использованием жидкой закваски
Влажность, %	48	48	48
Кислотность,	6,0	5,5	5,4
Пористость, %	48,88	53,35	56,64
Удельный объем, см ³ /г	1,33	1,48	1,60

Анализируя полученные данные видно, что кислотность контрольного образца имеет максимальное значение.

При добавлении сахара, жира и сухой клейковины (образец 1) пористость хлеба увеличивается на 4,47 %, а при замене кислот жидкой закваской и внесением клейковины – на 7,76 %.

Удельный объем образца 2 выше, чем у контрольного образца, на 11,28 %, а у образца 3 – на 20,3 %.

Таким образом, видно, что опытный образец 3, приготовленный по традиционной технологии на закваске, по всем показателям имеет лучшие значения. При использовании сахара, жира и клейковины на

основе ускоренной технологии – образец лучше контрольного, но уступает по показателям качества хлебу на закваске.

Исследование степени сохранения свежести хлеба из проросшего зерна пшеницы при хранении

Черствение хлеба очень важная проблема, так как в процессе хранения хлеба одновременно с изменением структурно-механических свойств мякиша изменяется его вкус и аромат. А эти характеристики очень важны для потребителя.

Одним из важных показателей качества выпеченного хлеба является сохранение им свежести в процессе хранения. Для определения влияния способа приготовления хлеба из проросшего зерна пшеницы на черствение хлеба проводили лабораторные выпечки и через 3, 16, 24, 48 и 72 часов определяли структурно-механические свойства мякиша хлеба на структурометре СТ-1.

При определении степени черствения зернового хлеба в процессе хранения наблюдали, что в первые три часа после выпечки хлеб обладал ярко – выраженными ароматом, вкусом, имел хрупкую корочку, эластичный, не крошащийся, легко сжимаемый мякиш. Это, вероятно можно объяснить тем, что в первые два часа хранения в готовом продукте ещё продолжается гидролиз крахмала, сопровождающийся увеличением водорастворимых веществ мякиша.

При последующем хранении хлеб утрачивал первоначальный вкус и аромат. Мякиш становился более твёрдым, менее сжимаемым и более крошащимся. Повышенная крошковатость мякиша объясняется тем, что вокруг поверхности зёрен клейстеризованного крахмала находится воздушная прослойка, размер которой обусловлен уменьшением объёма крахмальных зёрен (в результате структура мякиша уплотняется).

Результаты эксперимента представлены на рисунке 3.15.

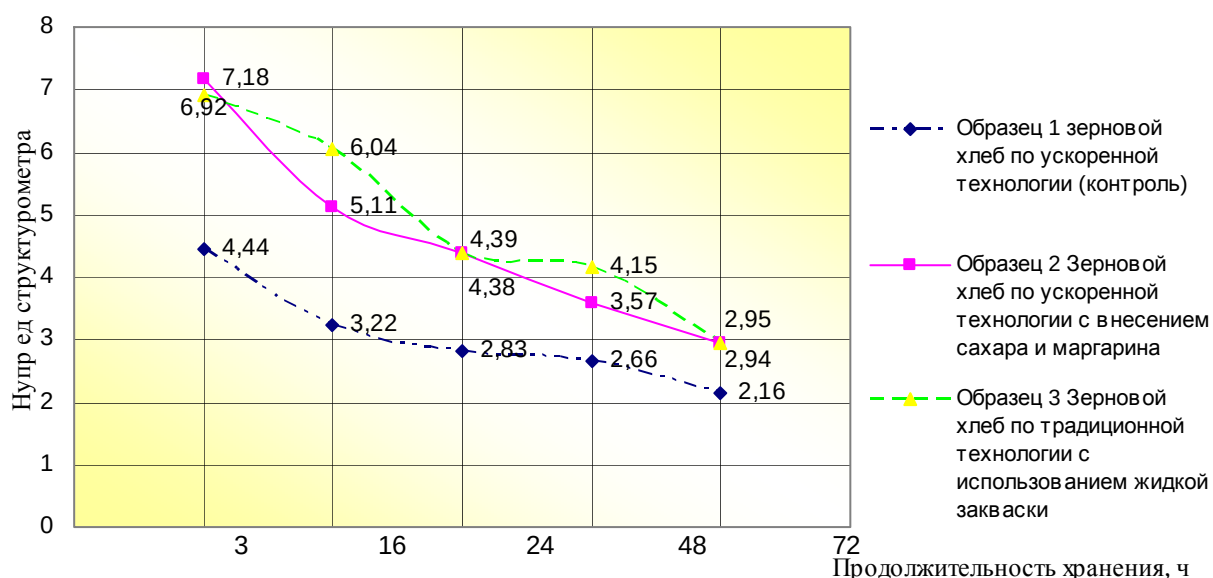


Рис. 3.15. Изменение структурно-механических свойств мякиша хлеба при хранении

Анализ полученных данных показал, что контроль (образец 1) через 3 часа после выпечки имел такие значения единиц прибора, которые характерны для исследуемых образцов через 25 часов хранения. Спустя 72 часа после выпечки образцы 2 и 3 имели значения, которые у контрольного образца наблюдали через 18 часов хранения. Таким образом, внесение сахара, маргарина и СПК, а также использование жидкой закваски и клейковины способствует увеличению сроков хранения зернового хлеба на 54 часа.

Определение суммарного количества бисульфит связывающих соединений в хлебе из проросшего зерна пшеницы

Аромат хлеба – важнейший его признак, влияющий на аппетит, усваиваемость и пищевую ценность хлеба. Аромат хлеба зависит от качества исходного сырья основного и дополнительного и технологии его приготовления. Образующие тесто вещества в процессе технологической обработке подвергаются существенным изменениям, от совокупности которых зависит вкус и аромат хлеба.

Основными компонентами, обуславливающими аромат хлеба, являются альдегиды. Метод определения ароматических веществ хлеба основан на связывании альдегидов и кетонов бисульфитом натрия.

Результаты проведенного эксперимента представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9

Определение содержания ароматобразующих веществ хлеба из проросшего зерна пшеницы

Наименование образца	Содержание альдегидов, условно выраженное в мл 0,1н раствора йода.
Образец 1 Зерновой хлеб по ускоренной технологии (контроль)	13,4
Образец 2 Зерновой хлеб по ускоренной технологии с внесением сахара и маргарина	18,4
Образец 3 Зерновой хлеб по традиционной технологии с использованием жидкой закваски	19,2

Сравнительный анализ содержания альдегидов, участвующих в формировании вкуса и аромата проводили между контрольным образцом и опытными 2 и 3. Полученные результаты показали, что опытные образцы, по сравнению с контрольным образцом отличаются большим количеством альдегидов на 37,31 % и на 43,28 % соответственно.

Изучение перевариваемости хлеба из зерна пшеницы

Согласно литературным данным хлеб из целого нешелушенного зерна уступает по усвояемости хлебу из муки, что объясняется наличием в нем большого количества пищевых волокон, трудно перевариваемых кишечником. В связи с этим возникла необходимость в проверке перевариваемости исследуемого хлеба.

Нами исследована степень гидролиза белков мякиша зернового хлеба под действием пищеварительного фермента пепсина. Усвояемость белков зернового хлеба определяли через 24 часа после выпечки по методу Ансона. Результаты исследований представлены на рисунке 3.16.

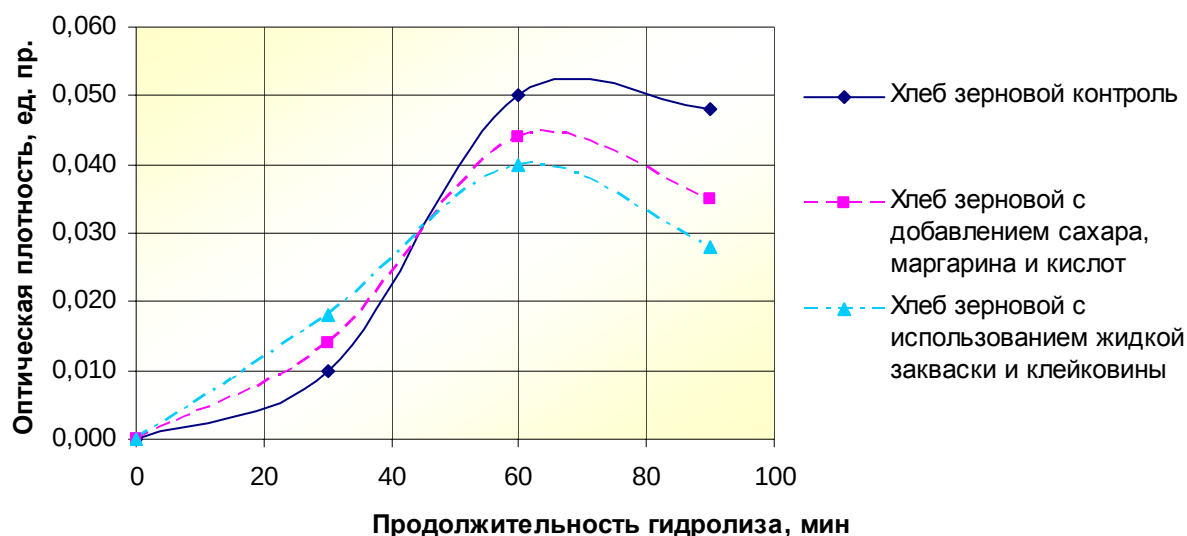


Рис. 3.16. Динамика гидролиза белковых веществ мякиша хлеба

При анализе полученных результатов установили, что гидролиз белковых веществ мякиша опытного образца хлеба пищеварительными ферментами проходил интенсивнее, чем в контрольном варианте. Под действием пепсина оптическая плотность гидролизатов мякиша хлеба, по сравнению с контролем, через 90 мин гидролиза была выше на 27,08 % в образце 2 и на 41,67 % в образце 3.

Анализ экспериментальных данных показал, что лучшей перевариваемостью обладал мякиш опытного образца хлеба.

Расчет пищевой и энергетической ценности хлеба из целого проросшего зерна пшеницы

При расчете энергетической ценности хлеба в качестве образцов для сравнения были взяты следующие образцы:

- зерновой хлеб по ГОСТ 25832-89;
- пшеничный хлеб из муки 2 сорта (хлеб Красносельский) образец 1;
- зерновой хлеб образец 2;
- зерновой хлеб образец 3.

Энергетическая ценность представлена в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Энергетическая ценность зернового хлеба

Показатели	Хлеб зерновой по ГОСТ 25832-89	Образец 1 Хлеб Красносельский	Образец 2 Зерновой хлеб по ускоренной технологии с внесением сахара и маргарина	Образец 3 Зерновой хлеб по традиционной технологии с использованием жидкой закваски
Белки, г	8,36	7,35	10,53	11,84
Жиры, г	2,47	1,17	3,08	2,55
Углеводы, г	60,18	59,358	81,15	62,94
Энергетическая ценность, ккал	215,14	203,59	248,75	242,27

Из результатов представленных в таблице 3.10 видно, что энергетическая ценность зернового хлеба выше, чем хлеба из пшеничной муки и с использованием пшеничной крупки (по ГОСТ 25832-89). Содержание белков в образцах 2 и 3 увеличивается за счет внесения сухой клейковины в тесто, наибольшее содержание жиров в образце 2, это может объясняться внесением в тесто маргарина, наибольшее количество углеводов так же в образце 3 за счет добавления сахара.

Расчет аминокислотного, витаминного и минерального состава хлеба из проросшего зерна пшеницы приведен в таблицах 3.11-3.13.

Из таблицы 3.11 видно, что лимитирующими аминокислотами во всех образцах являются лизин и метионин. Их содержание наименьшее.

Из таблиц 3.12 и 3.13 видно, что экспериментальные образцы хлеба наиболее обогащены витаминами и минеральными веществами. Это может объясняться использованием целого зерна пшеницы, в котором содержатся эти витамины и минеральные вещества.

Таблица 3.11

Аминокислотный состав зернового хлеба

Наименование продукта	Хлеб зерновой по ГОСТ 25832-89		Хлеб Красносельский		Образец 2 Зерновой хлеб по ускоренной технологии с внесением сахара и маргарина		Образец 3 Зерновой хлеб по традиционной технологии с использованием жидкой закваски	
Содержание белка, г/100г	8,36		7,35		10,53		11,84	
Незаменимые аминокислоты:	Содержание, мг	Аминокислотный скор, %	Содержание, мг	Аминокислотный скор, %	Содержание, мг	Аминокислотный скор, %	Содержание, мг	Аминокислотный скор, %
валин	366	84,16	335	83,55	530	100,66	562	94,93
изолейцин	315	90,58	287	89,43	450	106,84	473	99,87
лейцин	593	97,34	541	96,14	865	117,35	895	107,99
лизин	243	50,91	227	51,47	370	63,89	475	64,03
метионин	126	41,50	116	41,42	180	48,84	205	49,50
треонин	256	73,52	235	73,36	375	89,03	414	87,42
триптофан	103	118,63	96	120,42	145	137,70	187	157,94
фенилаланин	448	85,73	415	86,13	650	102,88	682	96,00
Итого:	2450	642,37	2252	641,92	3565	766,83	3893	757,68

Таблица 3.12

Витаминный состав зернового хлеба

Витамины	Хлеб зерновой по ГОСТ 25832-89	Хлеб Красносельский	Образец 2 Зерновой хлеб по ускоренной технологии с внесением сахара и маргарина	Образец 3 Зерновой хлеб по традиционной технологии с использованием жидкой закваски
1	2	3	4	5
β-каротин, мг	0,06	0,02	0,15	0,24
витамин Е	3,12	3,01	6,00	6,00
витамин В ₆	0,11	0,05	0,59	0,615
ниацин (РР), мг	6,01	5,34	6,23	6,25
пантотеновая кислота (В ₃), мг	0,69	0,19	1,09	1,11
рибофлавин (В ₂), мг	0,09	0,04	0,13	0,14
тиамин (В ₁), мг	0,24	0,15	0,43	0,44

Таблица 3.13

Минеральный состав зернового хлеба

Минеральные вещества, мг	Хлеб зерновой по ГОСТ 25832-89	Хлеб Красносельский	Образец 2 Зерновой хлеб по ускоренной технологии с внесением сахара и маргарина	Образец 3 Зерновой хлеб по традиционной технологии с использованием жидкой закваски
зола, %	2,57	2,34	3,27	3,48
калий	200,35	193,72	365,04	375,81
кальций	35,64	31,94	63,54	64,93
магний	95,81	86,21	118,23	120,57
натрий	510,32	541,07	603,71	604,21
сера	62,34	61,31	57,50	61,35
фосфор	403,93	374,62	410,59	422,24
хлор	821,3	838,77	911,45	912,66
медь	0,31	0,3	0,34	0,34
железо	3,14	3,06	5,62	5,756
марганец	2,17	1,06	3,64	3,68

Таким образом, разработанная технология хлеба из проросшего зерна пшеницы позволяет повысить пищевую и энергетическую ценность, а так же расширить ассортимент хлебобулочных изделий.

Список литературы:

1 Бастриков, Д. Изменение биохимических свойств зерна при замачивании [Текст] / Д. Бастриков // Хлебопродукты. – 2006. - № 1. – С. 40-41.

2 Капуста брокколи – 2010 [Электронный ресурс] URL: <http://www.liberty-rb.ru/articles-beauty-701.html> (Дата обращения 03.03.2011).

3 Корякина, С. Я. Изучение процесса замачивания зерна пшеницы в производстве зернового хлеба [Текст] / С.Я. Корякина // Хлебопродукты. – 2010. - № 7. – С. 43-45.

4 Корякина, С. Я. Использование зерна тритикале в технологии зернового хлеба [Текст] / С.Я. Корякина // Хлебопродукты. – 2007. - № 5. – С. 38-39.

5 Косминский, Г. И. Влияние степени замачивания тритикале на динамику изменения гидролитических ферментов при солодоращении и на качество готового солода [Текст] / Г.И.

Косминский // Известия вузов. Пищевая технология. – 1999. - № 5-6. – С. 44-48.

6 Черепнина, Л.В. Разработка технологии хлебобулочных изделий из целого зерна тритикале с применением ферментных препаратов на основе целлюлаз : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Орел: ОрелГТУ, 2001. - 16 с.

ГЛАВА 4 УСКОРЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ В ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Хлеб из проросшего зерна рационально сочетает в себе все питательные вещества, заложенные природой. По пищевой и биологической ценности этот хлеб превосходит все традиционные сорта хлеба.

Употребление хлеба из проросшего зерна пшеницы рекомендуется для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы, атеросклероза, желудочно-кишечного тракта. Употребление такого хлеба благоприятно сказывается на жизненном тонусе людей, ведущих активный образ жизни. Он оказывает не только положительное физиологическое воздействие на переваривание, но и является более полезным с точки зрения предупреждения кариееса, не вызывает пищевой гликозурии, в меньшей степени стимулирует секрецию инсулина и снижает уровень триглицеридов в крови. В хлебе из проросшего зерна потребность в токоферолах, участвующих в обмене белка и положительно влияющих на деятельность эндокринных желез и мочегонной системы, удовлетворяется на 80 – 90 %. Витамин РР, концентрирующийся в оболочках и зародыше, противодействует утомляемости, слабости, заболеванию [1].

Существующие способы проращивания зерна основаны на предварительном увлажнении. Под влиянием воды, которую поглотило зерно, и начавшейся деятельности ферментов зародыш зерна начинает пробуждаться. С момента разрыва зародышем оболочки зерна последнее можно охарактеризовать как прорастающее семя [2].

Процесс прорастания характеризуется энергетическим и конструктивным метаболизмом. Существенно изменяется белково – протеиназный комплекс. Прорастание сопровождается увеличением содержания свободного восстановленного глутатиона в зародыше, что способствует активизации протеолитических ферментов зерна. Во фракциях клейковинных и неклеяковинных белков происходит восстановление дисульфидных связей и увеличение количества сульфгидрильных групп. Такие изменения в структуре фракций белков приводят к дезагрегации клейковины [3, 4, 5]. Проросшее зерно по сравнению с не проросшим содержит значительно больше

витаминов группы В и Е, макро- и микроэлементов в легкоусвояемой форме [2, 6].

Большинство исследователей рекомендуют использовать в питании зерно пшеницы с проростками не более 2,0 мм. Дальнейшее прораствание зерна не желательно из-за значительного возрастания активности амилалитических и протеолитических ферментов зерна, что может привести к получению хлеба низкого качества с липким, заминающимся мякишем [7].

Известно, что повышение температуры воды до 40⁰С ускоряет процесс проращивания зерна, это связано с тем, что температура 40-55⁰С является оптимальной для действия многих ферментных систем зерна и активность ферментов в этих условиях возрастает [6]. Однако на хлебопекарных предприятиях замачивание зерна при повышенных температурах требует дополнительного оборудования, что экономически не выгодно, поэтому целесообразно проведение процесса проращивания при комнатной температуре воды (20⁰С). Проращивание зерна пшеницы в воде при комнатной температуре до получения проростков длиной 1,0-2,0 мм достигается за 24 часа.

По имеющимся литературным данным, излучение импульсного квантового излучателя на светодиодах, включающего набор из 100 светодиодов, типа КИПД 40ж20-ж пб в импульсном режиме с частотой повторения импульсов 3 кГц при длительности импульса 0,25 мкс, и продолжительности воздействия от 30 до 240 с при воздействии на хлебопекарные дрожжи приводит к ускорению процесса хлебопечения и улучшению качества хлеба. Имеются данные об ускорении процесса проращивания зернобобовых культур под действием светодиодного облучения [8].

С целью сокращения процесса прораствания зерна пшеницы, при комнатной температуре, изучали возможность применения светодиодного облучения.

Влияние светодиодного облучения на процесс прораствания зерна пшеницы проводили следующим образом: экспериментальные образцы сухого зерна подвергали предварительному облучению и затем замачивали в воде и проращивали, а контрольная группа - облучению не подвергалась. Замачивание проводили при температуре 20⁰С. Эффективность воздействия определялась путем сравнения средней продолжительности прораствания зерна экспериментальных образцов с контрольными. Воздействие проводили импульсным излучателем с зелеными (длина волны 530

нм), желтыми (длина волны 400 нм) и красными светодиодами (длина волны 680 нм) с продолжительностью воздействия 30, 60 и 120 с.

Результаты исследования представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

*Влияние продолжительности светодиодного воздействия
продолжительность прорастания зерна пшеницы*

Продолжительность светодиодного воздействия, с	Время прорастания зерна пшеницы, ч		
	Зеленые светодиоды (длина волны 530 нм)	Желтые светодиоды (длина волны 400 нм)	Красные светодиоды (длина волны 680 нм)
30	23	20	22
60	22	18	20
120	23	21	22
Контроль	24		

Представленные экспериментальные данные показывают, что оптимальная продолжительность воздействия светодиодного облучения на зерно пшеницы составляет 60 с. Сокращение процесса проращивания зерна пшеницы после облучения связано с ускорением поглощения влаги зерновкой (рисунок 4.1).

При замачивании зерна в течение 24 часов конечная влажность образцов с использованием желтых светодиодов выше на 2%, а при использовании зеленых и красных светодиодов выше на 1 %, чем в контрольном варианте. При использовании желтых светодиодов зерно набирает влажность 46 % за 18 часов, при использовании красных светодиодов – за 20 часов, а при использовании зеленых светодиодов – за 22 часа, при этом длина ростков пшеницы составляет 1-2 мм, а контрольный образец достигает этого только за 24 часа.

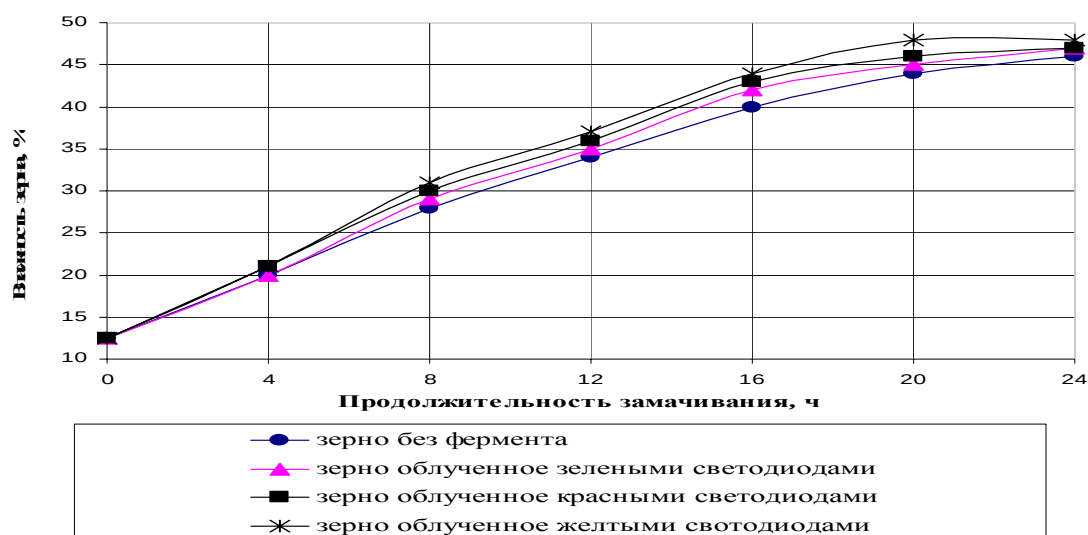


Рис. 4.1. Изменение влажности зерна в процессе замачивания, с предварительным облучением продолжительностью светодиодного воздействия 60 с

Вероятно, в результате воздействия на зерно электромагнитного компонента светодиодного облучения происходит повышение интенсивности метаболических процессов клеток зерна. Активируются протеолитические, целлюлолитические и амилалитические ферменты зерна.

Собственные целлюлолитические ферменты зерна частично гидролизуют целлюлозу и гемицеллюлозу семенных и плодовых оболочек зерна, что ускоряет процесс прорастания. По-видимому, под действием светодиодного облучения происходит индуцирование внутреннего фотоэффекта, в результате которого увеличивается количество свободных носителей зарядов с перераспределением электрических потенциалов на клеточных мембранах, благодаря этому происходит активизация транспортных и других физико-химических процессов в растительных клетках [8].

Полученные данные математически обработаны по методу наименьших квадратов, получены регрессионные уравнения. Результаты представлены на рисунке 4.2.

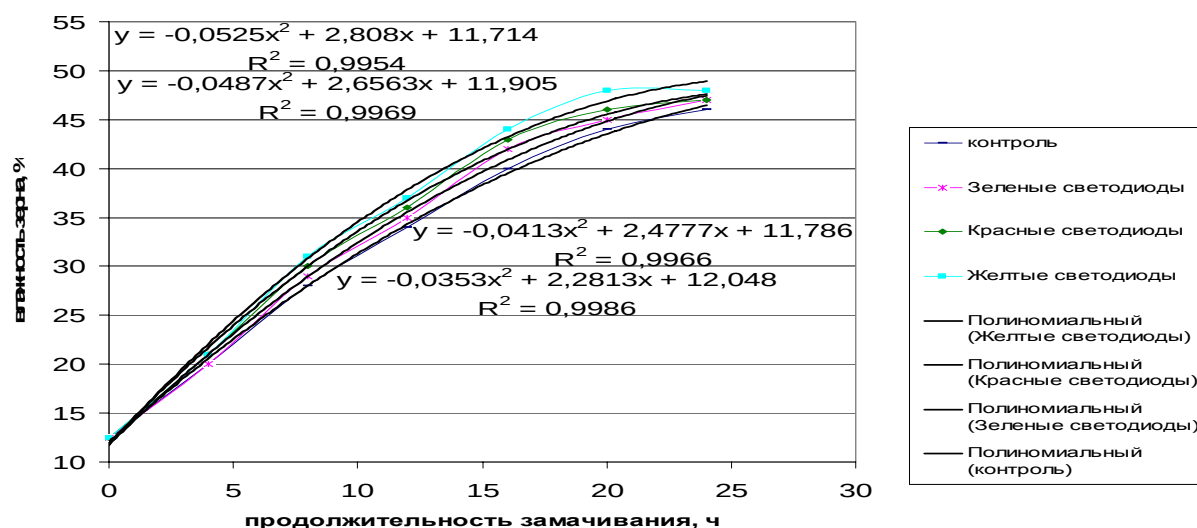


Рис. 4.2. Регрессионные уравнения изменения влажности зерна в процессе замачивания, с предварительным облучением продолжительностью светодиодного воздействия 60 с.

Данные уравнения учитывают влияние цвета светодиодов на скорость поглощения влаги зерном пшеницы при замачивании и адекватны при уровне значимости 99 % .

В процессе замачивание изменение активности амилалитических ферментов и состояние углеводно-амилазного комплекса можно наблюдать по изменению вязкости крахмального геля. Результаты исследования представлены в таблице 4.2.

Полученные данные показывают, что с увеличением времени замачивания при использовании светодиодного излучения происходит снижение вязкости крахмального геля и, следовательно, повышение активности амилалитических ферментов зерна, а также изменение максимальной температуры клейстеризации крахмала. Все эти изменения свидетельствуют о разжижении крахмального геля вследствие роста активности амилалитических ферментов, способствующих гидролизу крахмала.

Таблица 4.2

*Влияние светодиодного облучения на изменение вязкости
крахмального геля при прорастании зерна пшеницы*

Продолжительность замачивания зерна, ч	Максимальная вязкость, Н	$T_{\text{max вязк}}, ^\circ\text{C}$
Исходное зерно	6,1	96,0
Контроль:		
4	5,3	95,0
8	4,6	94,0
12	4,0	94,0
16	3,5	93,0
20	3,3	92,0
24	3,0	92,0
Светодиодное облучение:		
4	5,1	94,0
8	4,2	93,0
12	3,8	93,0
16	3,6	92,0
20	3,3	91,0
24	2,9	90,0

Таким образом, проведённые исследования показали, что применение светодиодного облучения зерна перед замачиванием, с жёлтыми светодиодами в течении 60 с в импульсном режиме с частотой повторения импульсов 3 кГц при длительности импульса 0,25 мкс и дальнейшем проращивании зерна при комнатной температуре (20°C) воды, при соотношении зерна и воды 1:1, позволяет сократить продолжительность проращивания до 18 часов. Использование красных и зеленых светодиодов не целесообразно. Поучены регрессионные уравнения, учитывающие влияние цвета светодиодов на скорость поглощения влаги зерном пшеницы при замачивании.

Разработанный способ ускорения продолжительности проращивания зерна был применен в технологии хлеба из проросшего зерна пшеницы. Зерно предварительно готовили следующим образом: зерно пшеницы подвергали предварительному облучению жёлтыми светодиодами в течении 60 с в импульсном режиме с частотой повторения импульсов 3 кГц при длительности импульса 0,25 мкс и далее проращивали при комнатной температуре (20°C) воды с добавлением измельченного корня хрена в количестве 1

% от массы сухих веществ зерна, при соотношении зерна и воды 1:1, до появления ростков 1-2 мм. По истечении времени проращивания зерно измельчали на диспергаторе и в полученную зерновую массу вводили дрожжи прессованные в виде суспензии, сухую клейковину, смесь кислот, сахар песок, соль поваренную, масло подсолнечное рафинированное. Использовали смесь следующих кислот: 80 % молочной, 20 % уксусной и сухой аскорбиновой. Замес теста осуществляли в течение 15 минут. Брожение теста отсутствовало. Продолжительность расстойки теста составляла 40-50 мин, температура теста 28-30 °С, конечная кислотность 6,5-7,5 град.

Применение разработанной технологии хлеба из проросшего зерна пшеницы позволяет улучшить физико-химические показатели хлеба: пористость повышается на 15 %, удельный объём на 13 %; повышается срок сохранения свежести хлеба, по сравнению с контролем.

На разработанную технологию хлеба получен патент РФ № 2344611 «Способ производства зернового хлеба».

Список литературы:

1 Деренжи, П.С. С новыми идеями - в новое время [Текст] / П.С. Деренжи // Хлебопродукты. - 2001. - №4. - С.4-6.

2 Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов переработки [Текст] / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. - М.: Агропромиздат, 1989. - 368 с.

3 Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л.Я. Ауэрман. - СПб: Профессия, 2002. - 416 с.

4 Санина, Т. В. Научные основы технологий хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с повышенной пищевой ценностью: Дис... доктора.техн.наук. - Воронеж, 2001. - кн.1. - С.171.

5 Егоров, Г.А. Управление технологическими свойствами зерна [Текст] / Г.А. Егоров. - Воронеж.: ВГУ, 2000. - 348 с.

6 Казаков, Е.Д. От зерна к хлебу [Текст] / Е.Д. Казаков. - М.: Агропромиздат, 1975. – 208 с.

7 Егоров, Г.А. Технология муки и крупы [Текст] / Г.А. Егоров, Т.П. Петренко. - М.: МГУПП, 1999. - 336 с.

8 Бастриков, Д., Изменение биохимических свойств зерна при замачивании [Текст] / Д. Бастриков // Хлебопродукты. - 2006. - №4. - С.36-37.

ГЛАВА 5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА ИЗ ЦЕЛОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

В настоящее время тенденция оздоровления продуктов питания привела к широкому развитию производства продуктов функционального назначения. К данному направлению относится технология хлеба из целого зерна пшеницы. Научные исследования, проводившиеся в последние десятилетия, показывают, что люди, включающие в свой ежедневный рацион цельнозерновой хлеб, менее подвержены риску возникновения сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, реже страдают от диабета второго типа, а также доказано, что все цельнозерновые продукты способствуют снижению уровня вредного холестерина в крови. Цельнозерновой хлеб содержит в достаточном количестве пищевые волокна (клетчатку), витамины группы В и витамин Е, минералы, в числе которых железо, цинк и селен, антиоксиданты, растительные эстрогены и другие полезные элементы, которые необходимы нашему организму для здоровья. Цельнозерновые продукты богаты сложными углеводами, которые приносят неоценимую пользу нашему организму. Именно пищевые волокна цельного зерна делают этот продукт таким полезным.

Существует много способов производства зернового хлеба, однако важнейшей проблемой остается нестабильность качества и быстрое черствение готовой продукции.

Традиционно продукты переработки плодово-ягодного и овощного сырья используются при производстве хлебобулочных изделий из муки. В связи с этим целесообразным считали использование плодовоовощных добавок для повышения качества и пищевой ценности зернового хлеба.

Целью данных исследований является изучение влияния различных дозировок тыквенного пюре и тыквенного порошка на органолептические и физико-химические показатели качества хлеба из цельного зерна пшеницы.

В соответствии с поставленной целью решали следующие задачи:

1. исследование влияния различных дозировок тыквенного пюре и тыквенного порошка на органолептические показатели качества хлеба из цельного зерна пшеницы;

2. исследование влияния различных дозировок тыквенного пюре и тыквенного порошка на физико-химические показатели качества хлеба из целого зерна пшеницы;

3. исследование влияния тыквенного пюре и тыквенного порошка на газообразующую способность диспергированной зерновой массы;

4. исследование влияния различных дозировок тыквенного пюре и тыквенного порошка на количество молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток в процессе брожения теста;

5. исследование влияния различных дозировок пюре и порошка из тыквы на реологические свойства теста;

6. изучение влияния дозировок тыквенного пюре и порошка на структурно-механические свойства мякиша хлеба при хранении;

Известно, что тыква необычайно полезна. Она содержит сахарозу, фруктозу, глюкозу, богата пектиновыми веществами. Пектины способствуют удалению из организма токсичных металлов, поэтому тыква незаменима в диетическом и лечебном питании. В ней также содержатся аскорбиновая кислота, β -каротин, в небольших количествах – В1, В6, РР, фолиевая кислота, инозит, биотин. Большая концентрация калия в тыкве позволяет применять ее в диетическом питании.

Приготовление пюре из тыквы осуществляли в лабораторных условиях. Тыкву варили на пару для сохранения питательных веществ, затем измельчали в блендере до однородной массы и хранили при температуре 0-4°C.

Тыквенный порошок получали путем высушивания пюре при температуре не выше 60 °С, до влажности не более 10 %.

Приготовление зернового хлеба осуществляли по технологии, разработанной на кафедре «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситет-УНПК с использованием ферментного препарата Целловиридин Г 20Х и лимонной кислоты [3].

Подготовку и замачивание зерна осуществляли в лабораторных условиях. Его замачивали в цитратном буфере с рН=4,5-5,0 с добавлением ферментного препарата цитолитического действия Целловиридин Г 20Х в количестве 0,1% от массы зерна в течение 18 – 20 часов при температуре 35 °С. Измельчение зерна проводили на диспергаторе. На основе диспергированной зерновой массы готовили тесто по рецептуре, представленной в таблице 5.1. Сухую пшеничную

клейковину вносили при замесе теста. Овощные пюре (порошки) также вносили при замесе теста.

Таблица 5.1

Рецептура и режимы приготовления зернового хлеба

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса.	Расход сырья и показатели процесса
Зерно пшеницы, г	1000/1500
Мука пшеничная обойная, % к массе зерна	10
Дрожжи прессованные хлебопекарные, % к массе зерна	2
Соль поваренная пищевая, % к массе зерна	1,5
Сухая клейковина, % к массе зерна	2
Тыквенный порошок, % к массе зерна	3 - 6
Тыквенное пюре, % к массе зерна	10 - 40
Температура теста начальная, °С	29 - 30
Кислотность теста конечная, град	4
Продолжительность брожения, мин	120
Продолжительность расстойки, мин	35 - 40
Продолжительность выпечки, мин	40 - 45

* В числителе масса сухого зерна пшеницы влажностью 11-12 %, в знаменателе - масса замоченного зерна.

Замес теста осуществляли в лабораторных условиях вручную, брожение и расстойку – в лабораторной бродильной камере при температуре 35°С и относительной влажности воздуха 75 – 80 %, выпечку тестовых заготовок – в лабораторной печи при температуре 200 – 220 °С.

С целью установления оптимальной дозировки исследовали влияние тыквенного пюре и тыквенного порошка, используемых при замесе диспергированной зерновой массы, на качество хлеба из целого зерна пшеницы. Для этого проводили лабораторные выпечки хлеба из целого зерна пшеницы. Порошок и пюре вносили на стадии замеса теста (диспергированной зерновой массы) в дозировках: пюре в количестве 10, 20, 30, 40 % к массе зерна; порошка – 3, 4, 5, 6 % к массе зерна. Выбор дозировок пюре и порошка основан на анализе литературных источников. Контролем служили пробы хлеба,

приготовленного без добавления пюре и порошка. Готовые изделия оценивали через 4 часа после выпечки по органолептическим и физико-химическим показателям.

Результаты дегустационной оценки качества хлеба приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Результаты дегустационной оценки качества хлеба (с учетом коэффициента весомости)

Наименование показателей	Контроль	Бальная оценка хлеба, приготовленного с внесением различных дозировок овощных пюре							
		Тыквенное пюре, %				Тыквенный порошок, %			
		10	20	30	40	3	4	5	6
Состояние поверхности корки	5,9	6,0	6,6	6,0	5,2	5,8	5,9	5,9	5,6
Окраска корки	6,0	6,4	7,0	7,0	5,5	6,2	6,8	6,8	7,0
Характер пористости	3,4	3,4	3,5	3,2	3,3	3,4	3,6	3,4	3,1
Цвет мякиша	2,8	2,6	3,0	2,6	3,1	2,8	3,0	3,0	3,2
Эластичность мякиша	18,0	17,8	18,0	17,2	17,5	17,9	18,1	18,0	17,8
Аромат хлеба	17,0	16,8	17,5	17,5	17,8	17,5	17,5	17,5	17,6
Вкус хлеба	15,5	14,0	15,4	15,7	15,4	15,4	15,6	15,5	15,3
Разжевываемость	9,0	10,5	10,5	10,5	10,5	9,6	10,2	9,9	10,2
Сумма баллов	77,6	77,5	81,5	79,7	78,3	78,6	80,7	80,0	79,8

Как показали полученные результаты, опытные образцы хлеба по органолептическим показателям качества превосходят контрольные. Использование тыквенного порошка и тыквенного пюре при замесе теста позволяет получить хлеб с равномерно окрашенной золисто-желтой коркой без подрывов и трещин, эластичным мякишем, тонкостенной пористостью, ярко выраженным вкусом и ароматом.

Наилучшие результаты получили образцы с добавлением 20 % тыквенного пюре, сумма баллов составляет 81,5 и 4 % тыквенного порошка, сумма баллов – 80,7.

Результаты исследований влияния различных дозировок тыквенного пюре и порошка на физико-химические показатели качества хлеба из целого зерна пшеницы представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3

Влияние тыквенного пюре и порошка на физико-химические показатели качества хлеба из целого зерна пшеницы

Исследуемые образцы		Показатели качества			
		влажность, %	пористость, %	кислотность, град	удельный объем, см ³ /100г
Контрольный образец		42	44	4,1	140
Образцы с внесением тыквенного пюре	10%	42,1	45,0	3,9	149
	20%	43	46,5	4,2	151
	30%	44,4	44	4,2	143
	40%	44,9	42	4,3	139
Тыквенного порошка	3%	44,1	45	3,4	146
	4%	44,2	45	3,6	150
	5%	44,2	44	3,8	147
	6%	43,8	44	3,6	145

Установлено, что при внесении в зерновую массу тыквенного пюре в количестве 10 – 20 % к массе зерна улучшается качество зернового хлеба: повышается удельный объем и пористость. Это объясняется тем, что при внесении в тесто пюре тыквы и моркови интенсифицируются процессы брожения за счет содержащихся в пюре сахаров, витаминов, минеральных веществ, являющихся дополнительной питанием для дрожжей.

Дальнейшее увеличение дозировок морковного и тыквенного пюре приводит к ухудшению качества хлеба. Он получается с маленьким удельным объемом, заминаемым и липким мякишем, плохой пористостью.

При добавлении 10 % тыквенного пюре удельный объем выпеченных изделий увеличился на 6,5 %, значение пористости изменилось на 1 % по сравнению с контрольным образцом. При внесении 20 % тыквенного пюре показатели качества значительно

увеличились по сравнению с контролем и образцами: удельный объем на 8 %, пористость на 2,5 %.

С добавлением 30 % тыквенного пюре и выше консистенция теста слишком липкая, и хлеб получается с низкими показателями качества.

Таким образом, установили, что наилучшими показателями качества обладает хлеб с внесением 20 % тыквенного пюре.

Анализ результатов внесения тыквенного порошка в количестве 3-6 % к массе зерна при замесе теста показал, что показатели удельного объема и пористости у опытных образцов хлеба выше, чем у контрольного.

Удельный объем хлеба, приготовленного с использованием тыквенного порошка в количестве 3 %, увеличился на 1 %, пористость – на 1 % по сравнению с контрольным образцом. При внесении 4 % тыквенного пюре в зерновую массу удельный объем увеличился на 7,1 %, а пористость – на 1 %. Добавление 5 % тыквенного порошка приводит к увеличению удельного объема выпеченных изделий на 5 %, пористости не изменилась по сравнению с контрольным образцом. Внесение 6 % тыквенного порошка привело к повышению показателей качества удельного объема на 3 %, пористость не изменилась.

По полученным данным установили, что оптимальной дозировкой тыквенного порошка, обеспечивающей получение наилучших показателей качества хлеба, является 4 %.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что внесение тыквенного пюре и тыквенного порошка положительно влияет на качество хлеба из целого зерна. Определены оптимальные дозировки вводимых добавок: пюре тыквы - 20 %, тыквенный порошок - 4%.

При внесении пюре и порошка в таких дозировках хлеб обладает наилучшими показателями качества. Это объясняется тем, что при внесении в тесто тыквенных добавок интенсифицируются процессы брожения за счет содержащихся в пюре и порошке сахаров, витаминов, минеральных веществ, являющихся дополнительной питанием для дрожжей.

Применяемые в качестве добавок пюре и порошок включают в себя большое количество углеводов, белковых веществ, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон и других ценных компонентов, что может сказываться на газообразующей способности

теста, так как эти добавки являются дополнительной питательной средой для дрожжей.

Поэтому в работе исследовали влияние различных дозировок тыквенного пюре и тыквенного порошка, используемых при замесе теста, на газообразующую способность теста (диспергированной зерновой массы). Полученные результаты представлены в таблицах 5.4, 5.5 и на диаграммах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.4

Влияние различных дозировок тыквенного пюре на газообразующую способность теста

Анализируемые образцы	Количество выделившегося CO ₂ , см ³					отношение по сравнению с контролем, %
	1 ч	2 ч	3 ч	4 ч	5 ч	
Контроль	53	131(53+78)	172(131+41)	197(172+25)	207(197+10)	
10% пюре	57	142(57+85)	183(142+41)	214(183+31)	221(214+7)	6,7
20% пюре	61	151(61+90)	195(151+44)	229(195+34)	236(229+7)	14
30% пюре	68	160(68+92)	217(160+57)	238(217+21)	251(238+13)	21,3
40% пюре	73	165(73+92)	225(165+60)	252(225+27)	264(252+12)	28,5

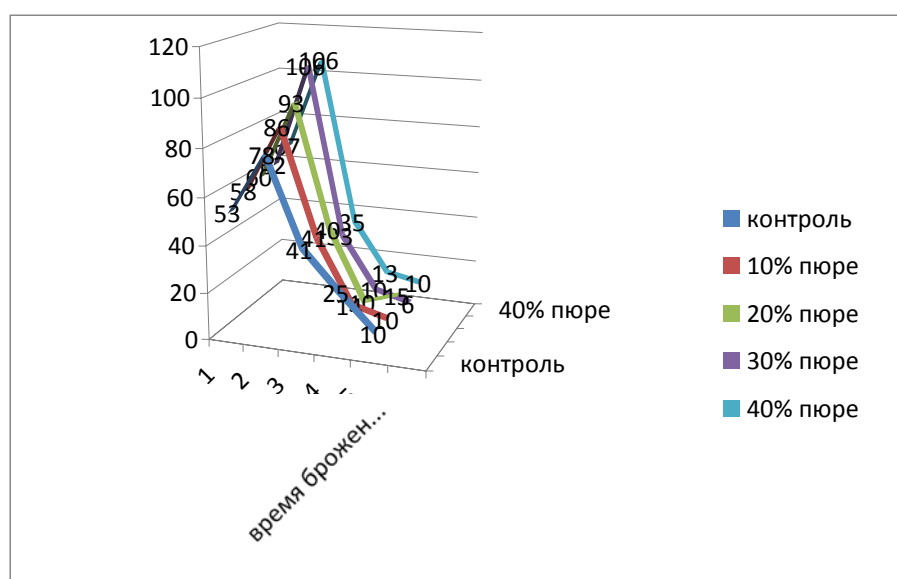


Рис. 5.1. Изменение скорости газообразования теста в зависимости от дозировок тыквенного пюре

На основании полученных результатов установили, что газообразующая способность теста с тыквенным пюре гораздо выше, чем у контрольного образца. Нарастание активности газообразования наблюдалось от начала замеса и до конца брожения.

Установили, что при увеличении дозировки пюре количество выделившегося при брожении углекислого газа увеличивалось. Так, при внесении 10 % тыквенного пюре выделилось на 6,7 % углекислого газа больше, чем в контрольном варианте. При добавлении 20 % тыквенного пюре количество выделившегося за 5 часов брожения диоксида углерода на 14 % больше чем в контрольном образце. При внесении 30 % тыквенного пюре количество выделившегося CO₂ на 21,3 % превосходит контрольный образец, при внесении 40 % - на 28,5 %.

Таблица 5.5

Влияние различных дозировок тыквенного порошка на газообразующую способность теста

Анализируемые образцы	Количество выделившегося CO ₂ , см ³					
	1 ч	2 ч	3 ч	4 ч	5 ч	Изменение по сравнению с контролем, %
Контроль	53	131(53+78)	172(131+41)	197(172+25)	207(197+10)	
3% порошка	58	144(58+86)	185(144+41)	199(185+14)	209(199+10)	1
4% порошка	60	153(60+93)	193(153+40)	203(193+10)	218(203+15)	5,3
5% порошка	62	168(62+106)	201(168+33)	211(201+10)	227(211+6)	9,7
6% порошка	67	173(67+106)	208(173+35)	221(208+13)	231(221+10)	10,6

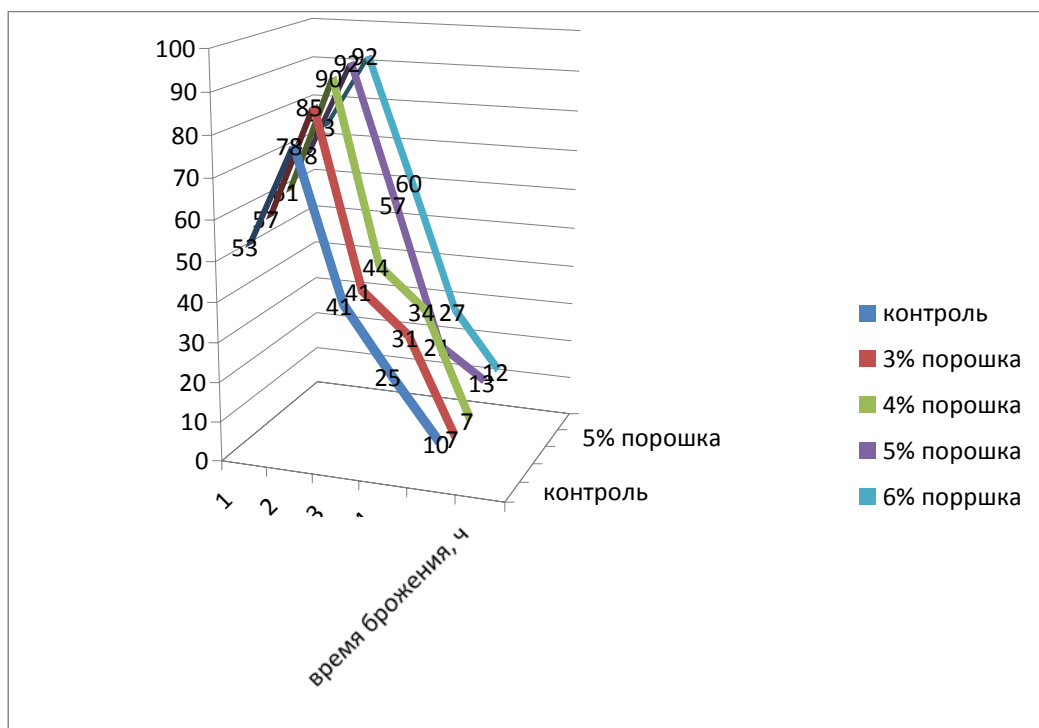


Рис. 5.2. Изменение скорости газообразования теста в зависимости от дозировок тыквенного пюре

Как видно из результатов исследований, использование при замесе зерновой массы порошка способствует увеличению интенсивности газообразования в зерновой массе. Нарастание активности газообразования наблюдалось в течение всего периода брожения. Причем при увеличении дозировки порошка количество выделившегося при брожении углекислого газа увеличивалось.

Так, при внесении 3 % тыквенного порошка выделилось на 1 % углекислого газа больше, чем в контрольном варианте. При добавлении 4 % тыквенного порошка количество выделившегося за 5 часов брожения диоксида углерода на 5,3 % больше чем в контрольном образце. При внесении 5 % тыквенного порошка количество выделившегося CO_2 на 9,7 % превосходит контрольный образец, при внесении 6 % - на 10,6 %.

Полученные данные позволяют судить о том, что использование добавок из тыквы интенсифицируют процесс брожения теста. Очевидно, это объясняется внесением с овощем питательной среды для дрожжей: сахаров, минеральных солей, органических кислот, веществ, которые участвуют в биосинтезе составных компонентов клеточного вещества дрожжей и выполняют разнообразные функции в обмене веществ дрожжевыми клетками.

В работе исследовали влияние овощных пюре на показатель предельного напряжения сдвига зерновой массы в начале и конце брожения на пенетрометре АП-4/2. Результаты исследований приведены на рисунках 5.3, 5.4.

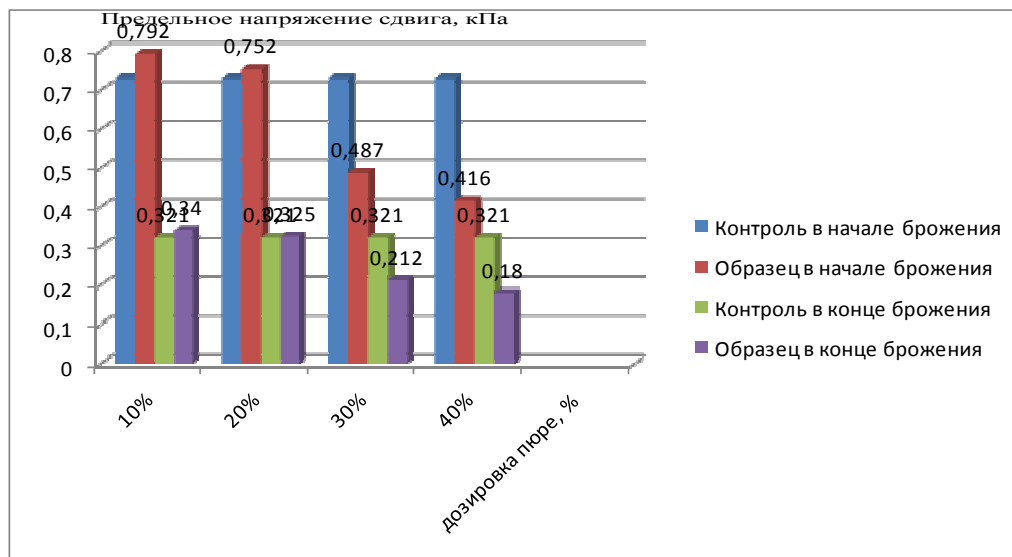


Рис. 5.3. Влияние тыквенного пюре на предельное напряжение сдвига зерновой массы

Анализ полученных результатов показал, что использование тыквенного пюре в дозировке до 30 % в технологии производства зернового хлеба приводит к увеличению показателя предельного напряжения сдвига зерновой массы. Дальнейшее увеличение дозировки пюре приводит к разжижению теста и уменьшению показателя предельного напряжения сдвига в начале и в конце брожения.

При применении тыквенного порошка происходит увеличение предельного напряжения сдвига в начале брожения. При использовании 3, 4, 5 и 6 % порошка - на 3,3, 17,7, 40,2 и 55,6 % соответственно по сравнению с контрольным вариантом. И в конце брожения на 2,5, 16,2, 41,7 и 53,6 % соответственно.

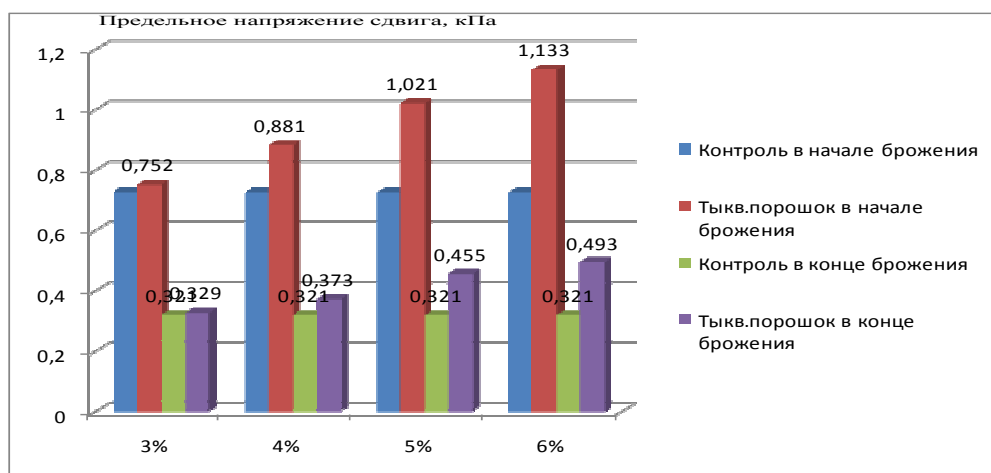


Рис. 5.4. Влияние тыквенного порошка на предельное напряжение сдвига зерновой массы

Установили, что использование овощных порошков приводит к укреплению диспергированной зерновой массы, так как они обладают хорошей водосвязывающей способностью и также образуют белково-полисахаридные комплексы, в результате чего происходит укрепление клейковины.

Выявлено влияние тыквенного пюре и тыквенного порошка на биотехнологические свойства бродильной микрофлоры зерновой массы. Наибольшая активность молочнокислых бактерий и дрожжей проявлялась в пробах с 40 % тыквенного пюре, что приводило к более активному кислотонакоплению в тесте, улучшению его подъемной силы, газообразования.

Одним из важных показателей качества выпеченного хлеба является сокращение им свежести в процессе хранения.

Черствение хлеба очень важная проблема, так как в процессе хранения хлеба одновременно с изменением структурно-механических свойств мякиша изменяется его вкус и аромат. А эти характеристики очень важны для потребителя. Мякиш становится более твердым, менее сжимаемым и более крошащимся.

Нами исследовано влияние продуктов переработки тыквы на процесс черствения хлеба из целого зерна при хранении. Предполагалось, что использование тыквенного пюре и тыквенного порошка, будет способствовать продлению срока сохранения свежести зернового хлеба.

Для определения влияния пюре и порошка из тыквы на черствение хлеба проводили лабораторные выпечки и через 3, 16, 24

и 48 часов определяли структурно-механические свойства мякиша хлеба на автоматизированном пенетрометре АП - 4/2.

Результаты исследований по изменению деформаций сжатия мякиша хлеба в процессе хранения представлены в таблицах 5.6, 5.7, и на рисунках 5.5, 5.6.

Таблица 5.6

Влияние тыквенного пюре на изменение структурно-механических свойств мякиша при хранении

Время хранения	Общая деформация сжатия, ед.прибора				
	Контроль	10% пюре	20% пюре	30% пюре	40% пюре
3 часа	73,0	91,0	97,0	99,0	103,0
16 часов	40,0	56,0	79,0	80,0	76,0
24 часа	36,0	42,0	62,0	63,0	55,0
48 часов	14,0	21,0	39,0	41,0	33,0

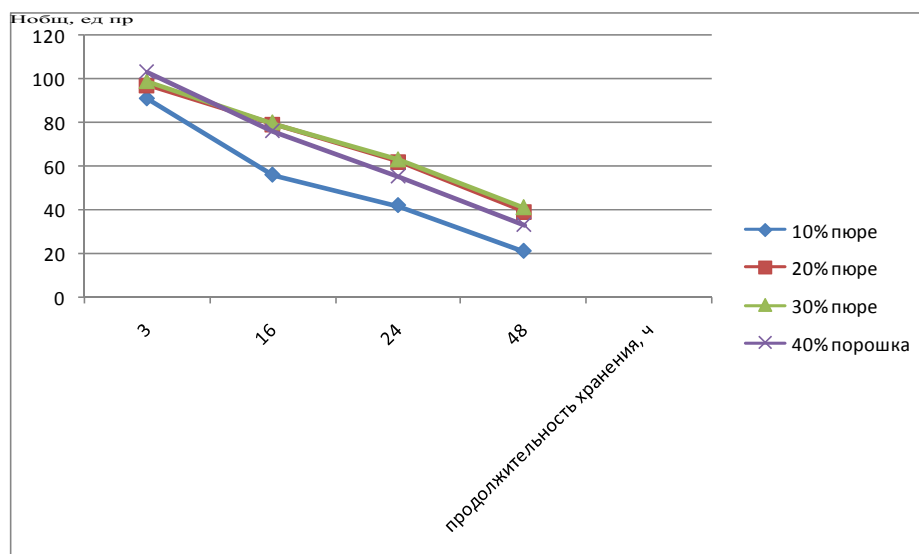


Рис. 5.5. Влияние тыквенного пюре на изменение сжимаемости мякиша в процессе хранения

Анализируя полученные данные, можно отметить, что введение морковного пюре в рецептуру зернового хлеба не ухудшает качества хлеба в процессе хранения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что мякиш изделий с пюре имеет более высокие значения показателей сжимаемости, чем контрольные в течение всего периода хранения.

Установили, что показатель сжимаемости мякиша хлеба с внесением 10 % тыквенного пюре через 3, 16, 24 и 48 часов хранения был выше на 24,7; 40; 16,7; 50 % соответственно, чем в контрольном образце. С внесением дозировки 20 % пюре показатель сжимаемости мякиша через 3, 16, 24, 48 часов хранения был выше на 32,9; 97,5; 72,2; 178,6 % по сравнению с контрольным образцом. С внесением 30 % пюре на 35,6; 100; 75; 192,9 % выше по сравнению с контролем. С внесением 40 % пюре на 41,1; 90; 52,8; 135,7 % выше по сравнению с контролем.

Таблица 5.7

Влияние тыквенного порошка на структурно-механические свойства мякиша хлеба в процессе хранения

Время хранения	Общая деформация сжатия, ед.прибора				
	Контроль	3% порошка	4% порошка	5% порошка	6% порошка
3 часа	73,0	77,0	85,0	82,0	78,0
16 часов	40,0	56,0	67,0	59,0	54,0
24 часа	36,0	41,0	48,0	45,0	41,0
48 часов	14,0	22,0	31,0	29,0	26,0

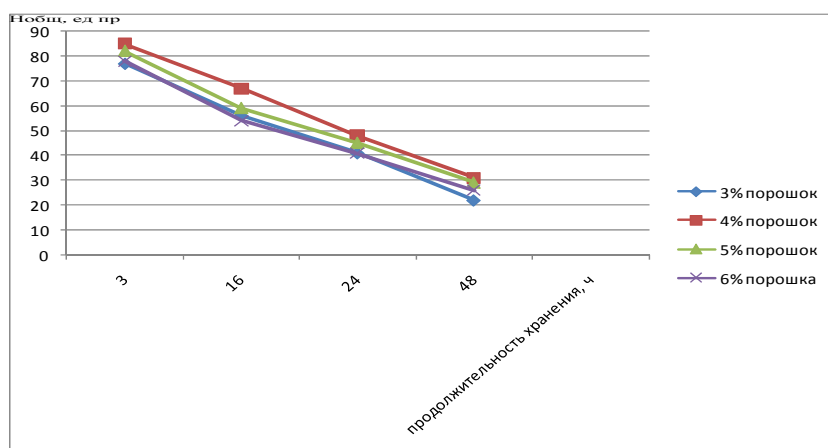


Рис. 5.6. Влияние тыквенного порошка на изменение сжимаемости мякиша в процессе хранения

Установили, что показатель сжимаемости мякиша хлеба с внесением 3 % тыквенного порошка через 3, 16, 24 и 48 часов хранения был выше на 5,5; 40; 13,9; 57,1 % соответственно, чем в

контрольном образце. С внесением дозировки 4 % порошка показатель сжимаемости мякиша через 3, 16, 24, 48 часов хранения был выше на 30,1; 67,5; 33,3; 121,4 % по сравнению с контрольным образцом. С внесением 5 % порошка - на 12,3; 47,5; 25; 107,1 % выше по сравнению с контролем. С внесением дозировки 6 % порошка показатель сжимаемости мякиша через 3, 16, 24, 48 часов хранения был выше на 6,8; 35; 13,9; 85,7 % по сравнению с контрольным образцом.

Результаты анализа показали, что при хранении структурно-механические характеристики мякиша выпеченного хлеба с добавлением тыквенного пюре и порошка выше, чем у образцов без добавок, и эти изделия дольше сохраняют свежесть.

Тыквенные добавки содержат пектиновые вещества, которые, взаимодействуя с различными функциональными группами белков и крахмала зерна, образуют термоустойчивые белково-полисахаридные комплексы, обладающие повышенной гидрофильной способностью. Это приводит к повышению доли прочно связанной влаги в хлебобулочных изделиях. В результате влага в меньшей степени теряется в процессе тестоведения, выпечки и хранения. Это способствует уменьшению усушки, замедлению их черствения.

Таким образом, на основании проделанных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. При изучении влияния различных дозировок тыквенного пюре и порошка на органолептические и физико-химические показатели качества зернового хлеба установили, что оптимальными дозировками пюре является 20 %, порошка – 4 % от массы зерна. При внесении пюре пористость увеличилась на 2,5 %, удельный объем на 8 % по сравнению с контролем. При внесении порошка пористость увеличилась на 1 %, удельный объем на 7,1 % по сравнению с контролем. Органолептические показатели хлеба при данных дозировках являются оптимальными.

2. Использование тыквенных добавок при производстве зернового хлеба интенсифицирует процессы брожения теста. Наибольшее значение показателя газообразующей способности наблюдается при внесении тыквенного пюре в дозировке 40 %, тыквенного порошка в дозировке 6 %. При этом газообразующая способность увеличилась на 28,5 и 10,6 % соответственно по сравнению с контролем. При добавлении 40 % пюре и 6 % порошка

наблюдается максимальный рост количества молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток.

3. Установлено, что введение тыквенных добавок в рецептуру зернового хлеба оказывает влияние на сохранение свежести хлеба. Мякиш опытных образцов с добавлением 20 % тыквенного пюре и 4 % тыквенного порошка хлеба имеет более высокие значения показателей сжимаемости в течение всего периода хранения по сравнению с контролем.

Список литературы:

1 Вертяков, Ф., Влияние дозировки тыквенного пюре на свойства пшеничного теста и качество готового хлеба [Текст] / Ф. Вертяков, А. Веретенников, Н. Попова // Хлебопродукты. – 2009. - №8. – С. 51-52.

2 Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий [Текст] / С.Я. Корячкина. – Орел: Изд-во «Труд», 2006. – 480 с.

3 Корячкина, С.Я. Совершенствование технологии зернового хлеба [Текст] / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 237 с.

ГЛАВА 6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРЕЧНЕВОЙ МУКИ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА ИЗ ЦЕЛОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

В настоящее время хлеб из целого зерна пользуется большой популярностью среди населения промышленно развитых стран. Научные исследования, проводившиеся в последние годы, показывают, что люди, включающие в свой ежедневный рацион хлеб из целого зерна, менее подвержены риску возникновения сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, реже страдают от диабета второго типа, а также доказано, что цельнозерновые продукты способствуют снижению уровня холестерина в крови.

С целью расширения ассортимента и повышения качества и пищевой ценности хлеба из целого зерна пшеницы нами разработана технология зернового хлеба с добавлением гречневой муки.

Гречневая мука - продукт переработки зерна гречихи, обладающий высокой питательной ценностью, легкой усвояемостью, хорошими вкусовыми качествами. Особую значимость имеет биологическая ценность этой муки - сбалансированность по аминокислотному составу. Известно, что гречиха по содержанию лизина превосходит пшеницу. В ядре гречихи много таких микроэлементов как железо, фосфор, медь; она богата витамином Р - растительным биофлавоноидом, обладающим антиоксидантным действием.

Целью работы являлось исследование влияния различных дозировок гречневой муки на показатели качества хлеба из целого зерна пшеницы. В соответствии с поставленной целью решали следующие задачи:

- определение влияния различных дозировок гречневой муки на органолептические и физико-химические показатели качества зернового хлеба;
- определение влияния различных дозировок гречневой муки на газообразующую способность диспергированной зерновой массы;
- определение влияния различных дозировок гречневой муки на структурно-механические свойства мякиша зернового хлеба при хранении.

Приготовление зернового хлеба осуществляли по технологии, разработанной на кафедре «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства» Госуниверситет-УНПК

с использованием ферментного препарата Целловиридин Г 20Х и лимонной кислоты [3].

Подготовку и замачивание зерна осуществляли в лабораторных условиях. Его замачивали в цитратном буфере с рН=4,5-5,0 с добавлением ферментного препарата цитолитического действия Целловиридин Г 20Х в количестве 0,1% от массы зерна в течение 18 – 20 часов при температуре 35°С. Измельчение зерна проводили на диспергаторе. На основе диспергированной зерновой массы готовили тесто по рецептуре, приведенной в таблице 6.1. Гречневую муку вносили при замесе теста в дозировках 5–25 % взамен части зерна. В связи с тем, что гречневая мука не содержит клейковины, целесообразным считали внесение сухой пшеничной клейковины при замесе теста.

Таблица 6.1

Рецептура и режимы приготовления зернового хлеба

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и показатели процесса
Зерно пшеницы, %	75–95/1125–1425
Сухая клейковина, % от массы зерна	2,0
Дрожжи прессованные хлебо-пекарные, % от массы зерна	1,5
Соль поваренная пищевая, г от массы зерна	1,5
Гречневая мука, % взамен зерна	5–25
Температура теста начальная, °С	29 – 30
Кислотность теста конечная, град	4
Продолжительность брожения, мин	110
Продолжительность расстойки, мин	35 – 40
Продолжительность выпечки, мин	40 - 45

* В числителе масса сухого зерна пшеницы влажностью 8-10 %, в знаменателе - масса замоченного зерна.

Замес теста осуществляли в лабораторных условиях вручную, брожение и расстойку – в лабораторной бродильной камере при температуре 35°С и относительной влажности воздуха 75 – 80 %, выпечку тестовых заготовок – в лабораторной печи при температуре 200 – 220 °С.

В работе исследовали влияние различных дозировок гречневой муки, используемой при замесе теста (диспергированной зерновой

массы), на качество хлеба из целого зерна. Для этого проводили лабораторные выпечки хлеба. Гречневую муку вносили на стадии замеса в дозировках: 5, 10, 15, 20 и 25 % взамен измельченного зерна. Контролем служили пробы хлеба, приготовленного без гречневой муки. Готовые изделия оценивали через 4 часа после выпечки по органолептическим и физико-химическим показателям.

Результаты дегустационной оценки органолептических показателей качества хлеба приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Органолептические показатели качества хлеба из целого зерна пшеницы

Наименование показателей	Контроль	Бальная оценка хлеба, приготовленного с внесением различных дозировок гречневой муки, %				
		5	10	15	20	25
Состояние поверхности корки	3,5	4	4,5	4,5	4	4
Окраска корки	3	3,5	4	5	4	4
Характер пористости	4,5	4,5	6	6	6	6
Цвет мякиша	6	6	8	10	10	10
Эластичность мякиша	6,25	6,25	10	10	7,5	7,5
Аромат хлеба	5	7,5	10	11,25	12,5	12,5
Вкус хлеба	5	6,25	12,5	12,5	10	10
Разжевываемость	2,5	2,5	3,5	4	4	4
Сумма баллов	35,75	40,5	58,5	63,25	58	58

Как показали результаты дегустационной оценки, опытные образцы хлеба по органолептическим показателям качества значительно превосходят контрольные. При внесении 10 и 15 % гречневой муки сумма баллов составляла 58,5 и 63,25 соответственно. Именно с этими дозировками хлеб получился с равномерно окрашенной коричневой коркой без подрывов и трещин, эластичным мякишем, тонкостенной пористостью, ярко выраженным

вкусом и приятным гречишным ароматом хлеба в отличие от контрольного и остальных опытных образцов.

При внесении 20 и 25 % гречневой муки сумма баллов составляла 58,0. Готовые изделия были обладали крошливым мякишем, неравномерной пористостью и с ярко выраженным ароматом гречихи.

Результаты исследований влияния различных дозировок гречневой муки на физико-химические показатели качества хлеба из целого зерна пшеницы представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3

Влияние гречневой муки на физико-химические показатели качества хлеба из целого зерна

Исследуемые образцы		Показатели качества			
		Влажность, %	Пористость, %	Кислотность, град	Удельный объем, см ³ /100г
Контрольный образец		41	28	5	1,08
Образцы с внесением гречневой муки	5 %	42	28	3,6	1,19
	10 %	42	37	3,6	1,7
	15 %	44	42	3,8	1,8
	20 %	44	37	3,7	1,3
	25 %	45	32	3,4	1,4

Установили, что при внесении при замесе теста гречневой муки в количестве 5 % взамен зерна качество хлеба по сравнению с контрольным образцом практически не изменилось. Добавление 10 и 15 % гречневой муки взамен зерна способствует улучшению показателей качества хлеба: повышается удельный объем и пористость. При добавлении 10 % гречневой муки удельный объем увеличился на 57 %, а пористость - на 9 % по сравнению с контролем. Внесение 15 % гречневой муки привело к повышению удельного объема на 66 % , а пористости на 14 % по сравнению с контролем. Это объясняется тем, что при внесении в тесто гречневой муки интенсифицируются процессы брожения за счет содержащихся в муке сахаров, витаминов, минеральных веществ, являющихся дополнительной питанием для дрожжей.

Дальнейшее увеличение дозировок гречневой муки приводит к снижению показателей качества хлеба. Он получается с маленьким

удельным объемом, заминаемым и липким мякишем, плохой пористостью.

Таким образом, можно сделать вывод, что наилучшими показателями качества обладает хлеб с внесением 15 % гречневой муки.

Применяемая в качестве добавки гречневая мука включает в себя большое количество углеводов, белковых веществ, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон и других ценных компонентов, что может сказываться на газообразующей способности теста, так как мука является дополнительной питательной средой для дрожжей.

В работе исследовали влияние дозировок гречневой муки на газообразующую способность теста (диспергированной зерновой массы). Полученные результаты исследования представлены в таблице 6.4 и на рисунке 6.1.

Таблица 6.4

Влияние различных дозировок гречневой муки на газообразующую способность теста

Анализируемые образцы	Количество выделившегося CO ₂ (см ³)					Изменение по сравнению с контролем, %
	1 ч	2 ч	3 ч	4 ч	5 ч	
Контроль	48	148	176	190	196	
Образцы с добавлением гречневой муки, % взамен зерна:						
5	61	164	190	207	213	8,6
10	62	168	200	218	228	16,3
15	62	170	201	218,5	230,5	17,6
20	76	180	215	229	237	18,09
25	155	250	300	315	345	26,3

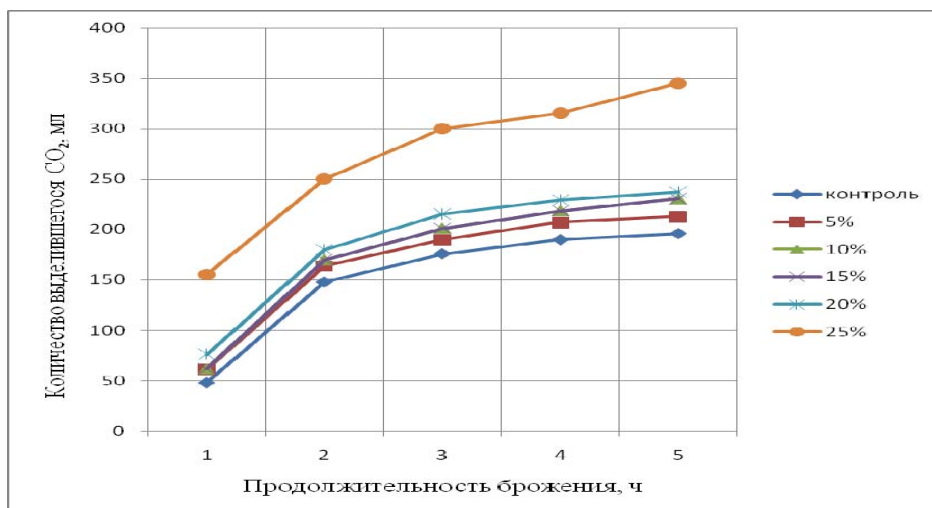


Рис. 6.1. Влияние различных дозировок гречневой муки на газообразующую способность теста

Из представленных на рисунке 6.1 данных видно, что при увеличении дозировки гречневой муки увеличивалось количество выделившегося CO_2 , что можно объяснить интенсификацией процесса брожения за счет увеличения количества сбраживаемых сахаров при внесении гречневой муки.

Так, при внесении 5 % гречневой муки газообразующая способность увеличилась на 8,6 % по сравнению с контрольным образцом, при 10 % - на 16,3 %, а при 15 % - на 17,6 %. При увеличении дозировки гречневой муки до 20 % и 25 % газообразующая способность увеличилась на 18,09 и 26,3 % соответственно.

Несмотря на то, что дозировки гречневой муки 20 и 25 % взамен диспергированного зерна увеличивают газообразующую способность в большей степени, готовый хлеб получается с крошливым мякишем, это объясняется тем, что гречневая мука не содержит клейковины.

Нами исследовано влияние гречневой муки на процесс черствения хлеба из целого зерна при хранении. Предполагалось, что использование гречневой муки будет способствовать продлению срока сохранения свежести зернового хлеба.

Для определения влияния гречневой муки на изменение структурно-механических свойств мякиша хлеба проводили лабораторные выпечки и через 4, 16, 24 и 48 часов определяли структурно-механические свойства мякиша. Результаты

исследований по изменению деформаций сжатия мякиша хлеба в процессе хранения представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5

Влияние овощных добавок на изменение структурно-механических свойств мякиша при хранении

Наименование образца	Продолжительность хранения, ч	Показатели структурно-механических свойств	
		H ₁ (общ.)	H ₂ (пласт.)
Контроль	4	5,43	12,89
	16	4,8	9,92
	24	3,5	7,23
	48	2,7	5,57
5 % гречневой муки	4	5,5	12,9
	16	4,9	11,58
	24	4,44	10,5
	48	3,65	9,41
10 % гречневой муки	4	5,7	13,26
	16	4,9	11,4
	24	4,53	11,03
	48	3,8	9,25
15 % гречневой муки	4	6,39	15,25
	16	5,1	12,17
	24	4,7	11,2
	48	4,0	9,53
20 % гречневой муки	4	8,1	15,65
	16	6,03	13,22
	24	5,55	12,32
	48	4,01	9,59
25 % гречневой муки	4	12,13	20,86
	16	7,35	16,01
	24	6,74	14,5
	48	5,6	12,25

Анализируя полученные данные, можно отметить, что введение гречневой муки в рецептуру зернового хлеба не ухудшает качества хлеба в процессе хранения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что мякиш изделий с гречневой мукой имеет более высокие значения показателей сжимаемости, чем контрольные в течение всего периода хранения.

Результаты анализа показали, что при хранении структурно-механические характеристики мякиша выпеченного хлеба с добавлением гречневой муки взамен зерна выше, чем у образцов без добавок, и эти изделия дольше сохраняют свежесть. Это объясняется тем, что гречневая мука обладает повышенной водопоглощательной способностью, большим количеством собственных сахаров, декстринов, пектинов.

Так, внесение 5 % гречневой муки при замесе теста общая деформация сжатия мякиша хлеба через 4 часа составила 5,5 единиц прибора, через 16 часов – 4,9, через 24 и 48 часов – 4,44 и 3,65 единиц прибора соответственно. Внесение 10 % гречневой муки при замесе теста общая деформация сжатия хлеба через 4 часа составляла 5,7 единиц прибора, через 16 часов – 4,9, через 24 и 48 часов – 4,53 и 3,8 единиц прибора соответственно. Внесение 15 % гречневой муки при замесе теста общая деформация сжатия хлеба через 4 часа составляла 6,39 единиц прибора, через 16 часов – 5,1, через 24 и 48 часов – 4,7 и 4,0 единиц прибора соответственно. Внесение 20 % гречневой муки при замесе теста общая деформация сжатия хлеба через 4 часа составляла 8,1 единиц прибора, через 16 часов – 6,03, через 24 и 48 часов – 5,55 и 4,01 единиц прибора соответственно. Внесение 25 % гречневой муки при замесе теста общая деформация сжатия хлеба через 4 часа составляла 12,13 единиц прибора, через 16 часов – 7,35, через 24 и 48 часов – 6,74 и 5,6 единиц прибора соответственно.

Увеличение дозировки от 20 до 25% гречневой муки приводило к понижению структурно-механических свойств готовых изделий. Это объясняется тем, что при введении большого количества гречневой муки понижается содержание клейковины, что приводит к крошливости готовых изделий в течение всего периода хранения.

Таким образом на основании проделанных экспериментов были сделаны следующие выводы:

1. При изучении влияния различных дозировок гречневой муки на органолептические и физико-химические показатели качества зернового хлеба установили, что оптимальной дозировкой гречневой муки является 15 % взамен зерна. При внесении муки в такой дозировке пористость увеличилась на 66 %, удельный объем на 14 %.

2. Использование гречневой муки при производстве зернового хлеба интенсифицируют процессы брожения теста. Наибольшее

значение показателя газообразующей способности наблюдается при внесении гречневой муки в дозировке 15 %. При этом газообразующая способность увеличилась на 17,6 % по сравнению с контролем.

3. Установлено, что введение гречневой муки в рецептуру зернового хлеба оказывает влияние на сохранение свежести хлеба. Мякиш опытных образцов с добавлением 15 % муки имеет более высокие значения показателей сжимаемости в течение всего периода хранения по сравнению с контролем.

Список литературы:

1 Вертяков, Ф., Влияние дозировки тыквенного пюре на свойства пшеничного теста и качество готового хлеба [Текст] / Ф. Вертяков, А. Веретенников, Н. Попова // Хлебопродукты. – 2009. - №8. – С. 51-52.

2 Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий [Текст] / С.Я. Корячкина. – Орел: Изд-во «Труд», 2006. – 480 с.

3 Корячкина, С.Я. Совершенствование технологии зернового хлеба [Текст] / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 237 с.

ГЛАВА 7 НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ЗАМАЧИВАНИИ ЗЕРНА В ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНОВОГО РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Загрязнение окружающей среды при снижении сопротивляемости организма человека вредным воздействиям приводят к несбалансированности питания. В связи с этим особый интерес вызывает производство и потребление зернового хлеба.

Достоинством зернового хлеба является отсутствие антипитательных факторов, повышенное содержание ценных компонентов зерна, достигаемое сохранением периферийных частей зерновки – семенной оболочки и алейронового слоя. Целебная сила хлеба из цельного зерна достигается нерушимостью природной целостности – морфологии, анатомии, структуры зерна и сохранением зародыша неповреждённым. Целые зёрна являются отличным источником быстро высвобождающейся энергии.

При употреблении хлеба из цельного зерна нормализуются обменные процессы, улучшается моторика кишечника, организм очищается от шлаков, канцерогенных и токсичных веществ, выводится избыток холестерина.

Однако производство хлеба из цельного зерна в зонах экологического неблагополучия, в том числе и в Орловской области, делает актуальной проблему качества продукта с точки зрения его загрязнения вредными веществами, отрицательно влияющими на здоровье человека.

В соответствии с СанПин 2.3.2.1078-01 в зерне контролируется количество токсичных и радиоактивных элементов, пестицидов, микроорганизмов и их токсинов.

Ржано-пшеничный хлеб на протяжении многих столетий занимает особое место в рационе питания народов России. Эти хлебобулочные изделия обладают не только ни с чем несравнимым вкусом и ароматом, но и, благодаря особенностям химического состава зерна ржи, оказывают положительное влияние на здоровье человека. К сожалению, в последние годы и у нас в стране, и за рубежом отмечается тенденция снижения удельного потребления ржаного и ржано-пшеничного хлеба. Несомненно, что только постоянное совершенствование технологии приготовления этих

изделий, обеспечивающее высокое качество готовой продукции при переработке нестабильного сырья, способно вернуть им былую популярность.

В последнее десятилетие хлебопекарная индустрия России интенсивно использует применение кисломолочных продуктов при выработке хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной муки. О перспективности технологии производства хлеба с использованием таких продуктов свидетельствуют всё увеличивающийся объём производства полуфабрикатов, выпуск готовых изделий на их основе.

В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на разработку эффективных способов совершенствования технологии производства зернового ржано-пшеничного хлеба с применением кисломолочных продуктов (молочной сыворотки, пахты и кефира), позволяющих наряду с сохранением высоких потребительских свойств, расширить ассортимент хлебобулочных изделий.

Основной составной частью сухих веществ молочной сыворотки является лактоза, массовая доля которой составляет более 70 % сухих веществ сыворотки. Особенностью лактозы является ее замедленный гидролиз в кишечнике, в связи с чем ограничиваются процессы брожения, нормализуется жизнедеятельность полезной кишечной микрофлоры, замедляются гнилостные процессы и газообразование. Кроме того, лактоза в наименьшей степени используется в организме для жиरोобразования.

Таким образом, молочная сыворотка является незаменимой в питании пожилых людей и людей с избыточной массой тела, а также с малой физической загруженностью. Употребляя сыворотку до еды, можно справиться со снижением желудочной секреции соляной кислоты.

Белковые вещества молочной сыворотки по своей природе близки белкам крови, поэтому они используются организмом человека для регенерации белков печени, образования гемоглобина и плазмы крови. Сывороточные белки по сравнению с казеином содержат больше незаменимых аминокислот, поэтому с точки зрения физиологии питания считаются более полноценными. Кроме того, они обладают антиканцерогенным действием, а также способны усиливать иммунный статус организма.

Состав белков молочной сыворотки больше соответствует составу белков женского молока, чем составу белков коровьего

молока, что позволяет использовать белки сыворотки в производстве детских молочных продуктов.

Особенностью молочного жира сыворотки является более высокая, чем в молоке, степень его дисперсности, что положительно влияет на его усвояемость.

В молочную сыворотку переходят практически все соли и микроэлементы молока, а также водорастворимые витамины, поэтому она может защитить от скрытых форм витаминной недостаточности.

Благодаря большому количеству витаминов группы В, молочная сыворотка может служить успокаивающим напитком, положительно влияющим на эмоциональное состояние человека.

В пахте, как и в сыворотке, остаются, концентрируясь, все биологически активные вещества молока: высокоценный белок, аминокислоты, витамины: В₁, В₂, В₁₂, С, Е, а также все минеральные вещества и микроэлементы. Калорийность пахты невысока — 33-36 ккал в 100 г.

Достоинство пахты в относительно высоком содержании антисклеротических веществ — фосфолипидов. Белок пахты близок к белкам крови. Жир представлен линолевой, линоленовой и арахидоновой полиненасыщенными жирными кислотами, которые регулируют холестериновый обмен и обогащают организм легко растворимыми соединениями холестерина, укрепляют стенки кровеносных сосудов и повышают их эластичность, защищают печень от ожирения. Лецитин пахты связывает холестерин крови и не дает ему оседать на стенках кровеносных сосудов. Холин пахты благотворно воздействует на печень, нервную систему.

Пахта рекомендуется при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, почек, печени, нервной системы, и атеросклерозе, для предупреждения сердечно-сосудистых заболеваний, а в ряде случаев — для лечения кожных заболеваний (псориаза). Она эффективна в косметических целях для омоложения кожи в виде масок. Пахта устраняет в кишечнике процессы брожения и предупреждает интенсивное развитие гнилостных процессов, сопровождающихся метеоризмом и явлениями аутоинтоксикации (которые наступают в результате всасывания продуктов гнилостного распада из кишечника).

Пахта рекомендована для всех возрастов, а особенно для детей и пожилых.

Главным преимуществом кефира перед другими молочными продуктами является то, что благодаря содержанию минеральных веществ, белков, витаминов и других питательных веществ, он нормализует микрофлору кишечника, препятствуя размножению патогенных и гнилостных бактерий и предотвращая развитие инфекций, быстро справляясь с дисбактериозом; выводит из организма токсичные и вредные вещества; улучшает пищеварительные процессы (кислая среда в желудке повышает активность пищеварительных ферментов кишечника и усиливает секрецию желудочного сока, улучшает всасывание кальция, железа, витамина D); повышает иммунитет, помогая победить хроническую усталость. Кефир незаменим при нарушениях сна и неполадках в нервной системе.

Сильнейший антисептик, содержащийся в кефире, – молочная кислота, которая нормализует перистальтику кишечника, принимает активное участие в расщеплении трудноусваиваемого молочного белка – казеина и обладает бактериостатическим свойством.

Крепкий по кислотности (трехсуточный) кефир обладает закрепляющим действием на желудочно-кишечный тракт, слабый (однодневный) или средний (двухсуточный) – послабляющим.

Кефир, особенно трёхдневный (с большим содержанием этилового спирта - до 0,88 %), следует с осторожностью употреблять маленьким детям, а также при некоторых заболеваниях, например, эпилепсии. Это связано с тем, что токсическое воздействие спирта на эти категории людей гораздо сильнее, чем на остальных. Употребление кефира не показано при желудочных заболеваниях с повышенной кислотностью.

Кефир малокалориен, легко и быстро усваивается.

Цель исследования – разработка технологии, позволяющей рационально использовать все ценные компоненты зерна, вырабатывать экологически безопасный зерновой ржано-пшеничный хлеб повышенной пищевой и биологической ценности с высоким содержанием пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ.

Подготовка зерна к производству цельнозернового хлеба включает его очистку от примесей, трёхкратное промывание водопроводной водой, замачивание и последующее двухкратное диспергирование.

Ржано-пшеничный хлеб вырабатывали формовым из зерна пшеницы в количестве 50 % и 50 % зерна ржи. Всё зерно ржи

измельчали и применяли на производство большой густой закваски, рецептура и режим приготовления которой представлены в таблицах 7.1-7.2. Параметры закваски приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.1

Рецептура и режим приготовления густой зерновой закваски в разводочном цикле на закваске прежнего приготовления

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Фазы разводочного цикла		
	I	II	III
Закваска прежнего приготовления, кг	0,03	-	-
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	0,003	-	-
Закваска предыдущей фазы, кг	-	0,2	0,55
Количество муки в закваске, кг	-	0,1	0,3
Цельноразмолотое зерно ржи, кг	0,09	0,2	0,7
Вода, кг	0,08	0,15	0,45
Масса закваски, кг	0,2	0,55	1,7
Влажность, %	54-56	52-54	48-50
Температура начальная, °С	26-28	26-28	26-28
Кислотность конечная из цельноразмолотого зерна ржи, град	9-11	10-13	13-16
Продолжительность брожения, ч	3-5	3-5	3-5

Таблица 7.2

Рецептура и режим приготовления густой зерновой закваски в производственном цикле на закваске прежнего приготовления

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса при внесении зерна с закваской на её возобновление 50 %
Закваска прежнего приготовления, кг	0,85
Цельноразмолотое зерно ржи, кг	0,5
Вода, кг	0,35
Масса закваски, кг	1,7
Количество муки в закваске, кг	1,0
Влажность, %	48-50
Температура начальная, °С	25-28
Кислотность конечная густой закваски из цельноразмолотого зерна ржи, град	13-16
Продолжительность брожения, ч	2,5-3,0
Подъемная сила, мин	18-25

Таблица 7.3

Качественные показатели густой зерновой закваски с применением размолотого зерна ржи на закваске прежнего приготовления и прессованных дрожжах

Наименование показателей	Густая зерновая закваска с применением размолотого зерна ржи
Органолептические показатели:	
Состояние поверхности	Плоская
Степень подъема и разрыхленности	Разрыхленная
Консистенция и промесс	Нормальная, однородная
Степень «сухости»	Влажная, мажущаяся, липкая
Вкус	Свойственный, без посторонних
Цвет	Серо-коричневый
Запах	Свойственный, без посторонних
Физико-химические показатели:	
Влажность, %	48-50
Температура начальная, °С	28
Кислотность конечная, град	15
Подъемная сила «по шарик», мин	23

Тесто для ржано-пшеничного зернового хлеба готовили двухфазным способом на густой закваске из увлажнённого диспергированного зерна ржи, рецептура и режим приготовления которого приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4

Рецептура и режим приготовления теста на густой закваске

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры теста при внесении 50 % зерна с закваской
Закваска густая на основе цельносмолотого зерна ржи, кг	0,85
Цельноразмолотое зерно ржи, содержащееся в закваске, кг	0,5
Диспергированное зерно пшеницы, кг	0,5
Вода, кг	по расчёту
Соль, кг	0,015
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	0,02
Влажность, %, не более	$W_{\text{хл}}+1,0$
Температура начальная, °С	25-28
Кислотность теста конечная, град	9-13
Продолжительность брожения, ч	40-60

Замес теста в лабораторных условиях осуществляли вручную, созревание - в лабораторной бродильной камере при температуре 35 °С и относительной влажности воздуха 75-80 %. Выпечку разделанных тестовых заготовок массой 0,35 кг - в лабораторной печи при температуре 220 °С.

Было исследовано зерно пшеницы урожая 2009-2010 года, определены его показатели качества и безопасности по общепринятым и специальным методикам. На основе проведенных исследований получены результаты качественного анализа зерна, представленные в таблице 7.5.

Таблица 7.5

Результаты качественного анализа зерна пшеницы

Наименование показателя	Значение опытного образца
Состояние	Негреющаяся, в здоровом состоянии
Запах	Нормальный, свойственный здоровому зерну
Цвет	Нормальный, свойственный здоровому зерну
Натура, г/л	781
Влажность, %	9,2
Сорная примесь, %	2,6
Зерновая примесь, %	2,9
Качество клейковины, ед. прибора ИДК	80
Стекловидность, %	55
Зараженность вредителями	Не обнаружено

Из данных таблицы 7.5 следует, судя по состоянию поверхности, запаху и цвету, это зерно можно отнести к нормальному, отвечающему всем требованиям. Влажность зерна составляет 9,2 %, следовательно, его можно отнести к категории “сухое”, так как содержание влаги в нем не превышает 14 %. По показателю объёмной массы зерно пшеницы относится к средненатурным, так как его значение равно 781 г/л. По стекловидности, исследуемое зерно, можно отнести к среднестекловидному, так его показатель равен 55 %. Содержание клейковины составило 28,4 %, показатель ИДК равен 80 ед. прибора ИДК. Количество примесей, так же не превышает допустимых норм, зараженность вредителями не обнаружена.

Зерно пшеницы замачивали в воде и кисломолочных продуктах (гидромодуль 1:1) и оставляли для набухания на 20...24 ч при

температуре 40 °С до достижения зерном влажности 40...48 %, благоприятной для дальнейшего тонкого диспергирования. Динамика изменения влажности зерна представлена на рисунке 7.1. В первые 4 часа замачивания во всех образцах происходило резкое увеличение влажности сухого зерна пшеницы из-за интенсивного поглощения влаги. В последующие отрезки времени замачивания влажность зерна увеличивалась медленнее. Это связано с тем, что после заполнения всех пустот оболочки зерна набухают. В период с 16 до 24 часов нарастание влажности замедлялось. Анализ полученных результатов показал, что достижение зерном пшеницы влажности 44-48 %, при которой оно способно подвергаться тонкому однородному диспергированию, возможно за 20-24 ч.

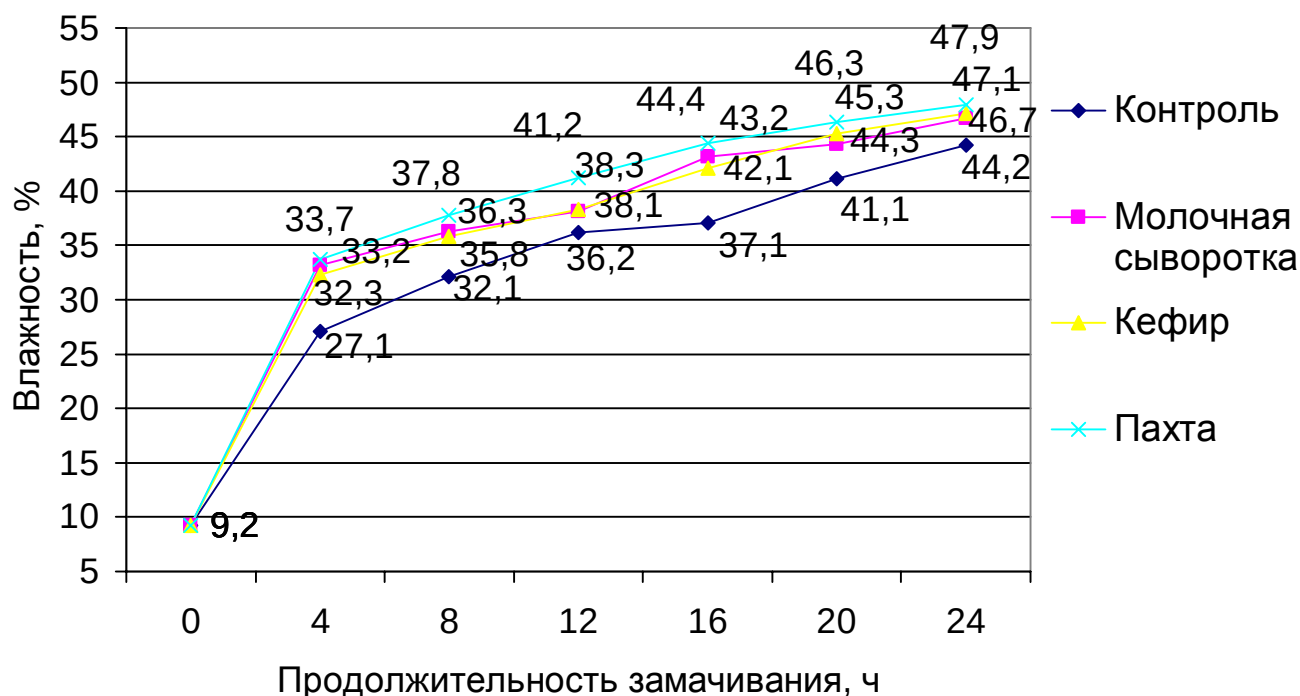


Рис. 7.1. Влияние кисломолочных продуктов на изменение влажности зерна пшеницы

Поскольку опытные образцы зерна пшеницы замачивали в кисломолочных продуктах (молочной сыворотке, пахте, кефире), считали целесообразным изучить кинетику накопления кислотности. Пробы отбирали через каждые 4 часа. Результаты исследований представлены на рисунке 7.2. Нарастание кислотности, при замачивании пшеницы в кисломолочных продуктах

прямопропорционально их кислотности, что будет способствовать ускоренному созреванию зернового ржано-пшеничного теста.

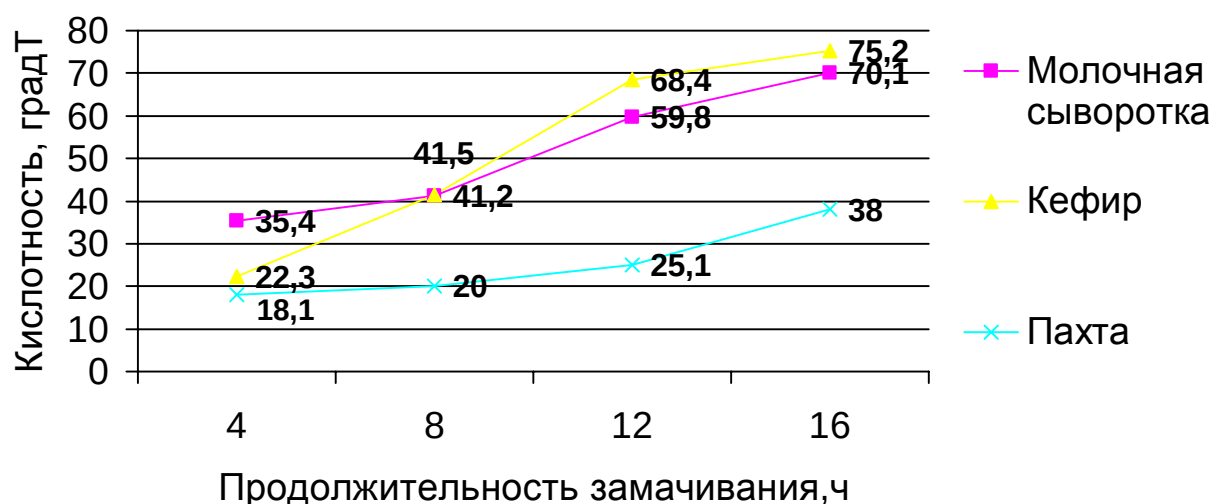


Рис. 7.2. Влияние кислотомолочных продуктов на изменение кислотности зерна пшеницы

Одной из проблем, возникающих при производстве хлеба из цельного зерна, является необходимость обеспечения микробиологической чистоты зерна злаковых культур при замачивании. Применение кислотомолочных продуктов при замачивании зерна способствует не только снижению его микробиологической обсеменённости за счёт поддержания необходимой рН среды, но и размягчению его оболочек, что является важным фактором с технологической точки зрения и позволяет сделать вывод о целесообразности замачивания пшеницы в молочной сыворотке, пахте, кефире.

При диспергировании зерна для производства зернового хлеба клейковинный каркас может быть неудовлетворительным. Белково-протеиназный комплекс ржи специфичен. Белковые вещества ржи в тесте способны пептизироваться, переходя в вязкий коллоидный раствор.

Для улучшения структуры теста, корректировки хлебопекарных свойств, увеличения срока сохранения свежести хлеба, снижения крошковатости мякиша, повышения выхода готовых изделий использовали при замесе теста сухую клейковину в количестве 3 % к массе исходного сухого зерна.

Свойства теста исследовали по органолептическим и физико-химическим показателям. Органолептическую оценку проводили, осматривая всю массу полуфабриката. По ее результатам полуфабрикаты получились достойного качества: поверхность выпуклая, консистенция и промес нормальные, степень «сухости» - влажная, мажущаяся. Вкус, цвет и запах – соответствуют данному виду полуфабриката.

Результаты исследования физико-химических показателей представлены в таблице 7.6. В качестве объектов исследования выступали следующие образцы теста: замешенного с применением зерна пшеницы, замоченного в воде (контроль), в молочной сыворотке, в кефире и пахте.

Таблица 7.6

Результаты оценки физико-химических показателей качества теста до и после брожения

Наименование Показателя	Наименование полуфабриката							
	Контроль		Молочная сыворотка		Кефир		Пахта	
	До брож-я	После брож-я	До брож-я	После брож-я	До брож-я	После брож-я	До брож-я	После брож-я
Кислотность теста, град	5	8,5	7	9	8	10	6,5	8,8
Влажность теста, %	48,4	48,5	49,1	49,2	51,2	51,4	50,0	50,2

На основе полученных данных, делаем вывод об изменениях физико-химических показателей теста до брожения и после, с учетом наименования кисломолочного продукта. Кислотность меняется в зависимости от кислотности кисломолочного продукта, применяемого при замачивании зерна: чем кислотность продукта выше, тем выше кислотность теста. Самый низкий показатель кислотности теста 5 град в пробе с водой, самый высокий 10 град - в пробе с кефиром. Продолжительность брожения составила одинаковый отрезок времени - 45 мин для всех образцов. Влажность теста при брожении несколько увеличивается и составляет 42,2 град для образца с применением молочной сыворотки, 45,2 для образца с пахтой, 46,5 град в контроле, 51,4 град – с использованием кефира. Масса образцов, также меняется незначительно, в сторону увеличения.

Газообразующая способность характеризуется количеством углекислого газа, выделившегося за 5 часов брожения теста, при применении на стадии замачивания зерна кисломолочных продуктов. Изменение скорости газообразования зерновой массы за 5 часов брожения теста при применении на стадии замачивания зерна кисломолочных продуктов (молочной сыворотки, кефира, пахты) представлено на рисунке 7.3.

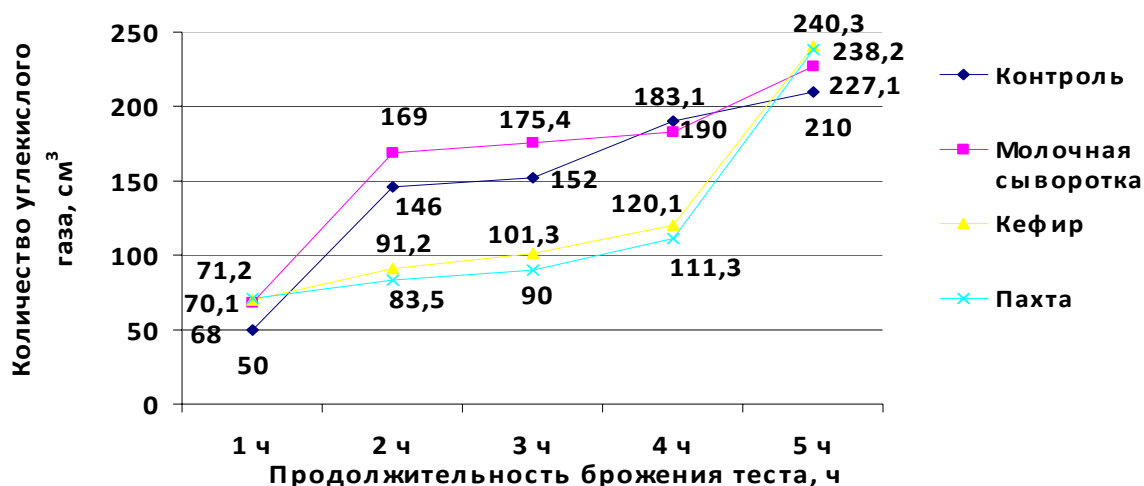


Рис. 7.3. Влияние кисломолочных продуктов на газообразующую способность теста

Анализ результатов эксперимента показал, что замачивание зерна в кисломолочных продуктах (молочной сыворотке, кефире, пахте) способствует интенсификации газообразования, поскольку увеличивается бродильная активность дрожжей за счёт повышения кислотности теста сразу после замеса и улучшения азотного питания. Кроме того, витамины, макро- и микроэлементы, входящие в состав кисломолочных продуктов (молочной сыворотки, кефира, пахты), используемых при замачивании зерна пшеницы, также создают благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжей. Нарастание активности газообразования наблюдалось в течение всего периода брожения. Так, в образце с молочной сывороткой газообразующая способность увеличилась на 8,1 % по сравнению с контрольным образцом, в образце с кефиром - на 14,4 %, а в образце с пахтой - на 13,4 %.

Выбродившее тесто при температуре 30-35 °С в течение 45 мин разделявали на куски массой 350 г, которые расстаивались при температуре (32-35) °С, влажности 75-80 % в условиях расстойного шкафа в течение 40 минут. Окончание расстойки определяли органолептически по состоянию тестовых заготовок. Выпечку осуществляли при температуре 220 °С в течение 50 минут.

Контролем служили пробы хлеба, приготовленного из зерна, предварительно замоченного в питьевой воде. Сенсорная оценка образцов хлеба осуществлялась не раньше, чем через 12 часов и не позднее, чем через 24 часа после выемки изделий из печи по 5-ти балльной системе в соответствии с общепринятой шкалой балльной оценки хлебобулочных изделий, разработанной и учрежденной в МГУПП с учётом коэффициента весомости.

Результаты дегустационной оценки органолептических показателей качества хлеба приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7

Результаты балльной оценки органолептических показателей качества хлебобулочных ржано-пшеничных зерновых изделий

Органолептические показатели качества с учетом коэффициента весомости, балл	Наименование хлеба			
	Контроль	Молочная сыворотка	Кефир	Пахта
Внешний вид	3,5	4	3,5	4
Окраска корки	3,5	4	3,5	4
Пористость мякиша	3	4,5	4	4
Цвет мякиша	3	4,5	4	4
Эластичность мякиша	3	4	4	3,5
Аромат хлеба	4	5	5	4
Вкус хлеба	3	4	4	3
Разжевываемость	3	4	4	4
Итого:	27	33,5	32,5	29,5

Опытные образцы хлеба по органолептическим показателям качества превосходят контрольные на 2,5-6,5 баллов. Наилучшие результаты - 33,5 баллов получил образец с замачиванием зерна в молочной сыворотке. Он был правильной формы с гладкой поверхностью, равномерно окрашенной в коричневый цвет, с хорошо развитой пористостью, эластичным мякишем, с ярко выраженным, приятным, свойственным зерновому хлебу ароматом.

Исследование влияния кисломолочных продуктов на физико-химические показатели качества готового ржано-пшеничного зернового хлеба представлены в таблице 7.8. Кислотность зернового ржано-пшеничного хлеба колеблется в интервале 7,7-9 град, влажность соответствует влажности ржано-пшеничного хлеба и лежит в интервале от 47,5 % до 50,4 %. Замачивание зерна в кисломолочных продуктах увеличивает пористость мякиша на 1-3,5 % и удельный объём - на 6-12 % по сравнению с контролем.

Таблица 7.8

Влияние кисломолочных продуктов на физико-химические показатели качества ржано-пшеничного зернового хлеба

Наименование образца	Показатели качества			
	Влажность, %	Пористость, %	Кислотность, град	Удельный объем, см ³ /100г
Контроль	47,5	29	7,7	1,7
Молочная сыворотка	48,2	29,4	9	1,9
Кефир	50,4	30	8	1,8
Пахта	49,2	29,2	8	1,7

Применение кисломолочных продуктов на стадии замачивания зерна и сухой клейковины при замесе теста способствуют более длительному сохранению свежести зернового ржано-пшеничного хлеба, о чём свидетельствуют данные структурно-механических свойств мякиша, определённые через 3, 16, 24, 48 ч хранения хлеба и приведённые на рисунке 7.4.

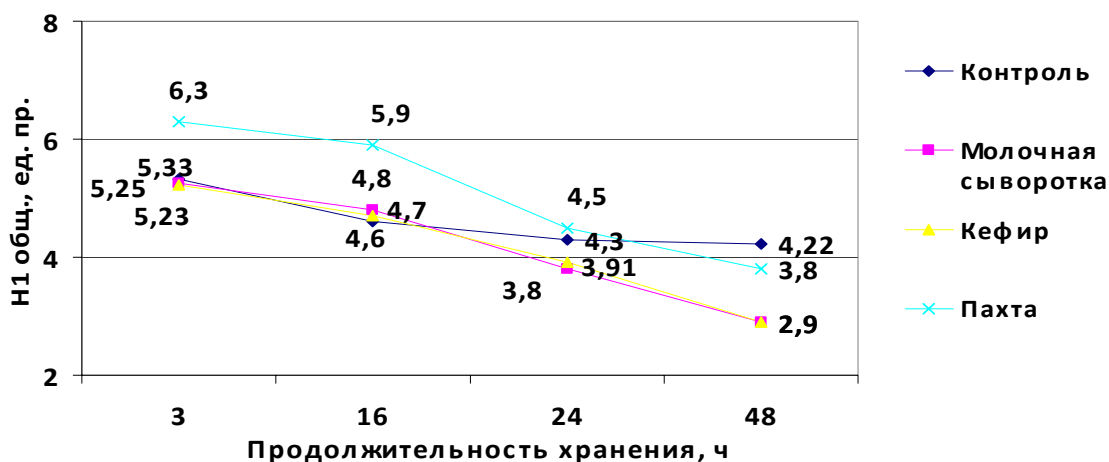


Рис. 7.4. Влияние кисломолочных продуктов и сухой клейковины на структурно-механические свойства ржано-пшеничного зернового хлеба при хранении

Более длительное сохранение свежести зернового ржано-пшеничного хлеба с применением на стадии замачивания зерна молочнокислых продуктов объясняется присутствием молочной кислоты, улучшающей структурно-механические свойства теста, эффективностью применения сухой клейковины, которая повышает водопоглотительную способность теста, улучшает реологические свойства и показатели качества хлеба, увеличивает срок сохранения его свежести, снижает крошковатость мякиша

Анализ, представленных в таблице 7.9 данных пищевой ценности показывает, что хлеб из цельного зерна ржи и пшеницы с применением кисломолочных продуктов по химическому составу превосходит контроль.

Таблица 7.9

Пищевая ценность хлеба

Химический состав	Суточная потребность (СанПиН 2.3.21078-01)	Зерновой пшенично-ржаной хлеб (с применением молочнокислых продуктов)		Зерновой пшенично-ржаной хлеб (контроль)	
		содержание в 100 г	удовлетворение, %	содержание в 100 г	удовлетворение, %
Белки, г	75,0	9,6	38,4	8,7	34,8
Жиры, г	83,0	2,0	7,2	1,0	3,6
Усвояемые углеводы, г	365,0	49,0	40,2	47,0	38,6
Пищевые волокна, г	30,0	8,3	83	8,3	83
Минеральные вещества, мг					
-магний	400,0	64,5	48,4	62,83	47,1
-фосфор	1000,0	161,1	48,3	156,1	46,8
-железо	14,0	3,2	68,5	3,1	66,4
Витамины, мг					
-тиамин (В ₁)	1,5	0,29	58,0	0,28	56,0
-рибофлавин (В ₂)	1,8	0,12	20,0	0,12	20,0
-ниацин (РР)	20,0	3,27	49,1	3,27	49,1

Энергетическая ценность, ккал	2500,0	182,3	21,8	181,1	21,7
----------------------------------	--------	-------	------	-------	------

Таким образом, потребление 300 г зернового ржано-пшеничного хлеба удовлетворяет суточную потребность организма в белке на 34,8 %, жире на 3,6 %, усвояемых углеводах на 38,6 %, минеральных веществах на 47,1-66,4 %, витаминах группы В и РР на 20,0-56,0 %, в пищевых волокнах более чем на 83 %.

На основании проведённых исследований можно сделать вывод о целесообразности замачивания зерна в кисломолочных продуктах (молочной сыворотки, пахты, кефира) и необходимости применения при замесе теста для ржано-пшеничного зернового хлеба сухой клейковины.

Список литературы:

1. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л. Я. Ауэрман. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Профессия, 2002. - 416 с. – ISBN 5-93913-032-1.
2. Бастриков, Д. Изменение биохимических свойств зерна при замачивании [Текст] / Д. Бастриков, Г. Панкратов // Хлебопродукты. – 2006. - № 1. – С. 40-41.
3. Панкратова, М. Зерновой хлеб – это здорово! [Текст] / М. Панкратов // Хлебопродукты. – 2005. - № 3. – С. 62.

ГЛАВА 8 МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Важное значение в оптимизации питания населения может иметь рациональное комбинирование пищевых продуктов. Улучшение качества пищи за счет рационального комбинирования пищевых продуктов – наиболее естественный и доступный путь оптимизации питания населения. Идея о взаимообогащении продуктов появилась в литературе еще в начале XX века, когда только началось изучение биологической ценности отдельных продуктов питания. Однако тогда она не получила широкой теоретической разработки и тем более практического воплощения в повседневной практике [1].

Являясь общедоступными и ежедневно потребляемыми продуктами, мучные кондитерские изделия представляют большой интерес для ученых. Исследования по изучению используемого сырья, улучшению органолептических, физико-химических показателей, увеличению пищевой и снижению энергетической ценности мучных кондитерских изделий ведутся давно.

Планирование второго порядка используют на практике в тех случаях, когда линейного приближения недостаточно для математического описания объекта исследований с нужной точностью, а поэтому возникает необходимость построения моделей в виде полиномов второй степени. При описании поверхности отклика уравнением второго порядка нельзя ограничиться варьированием факторов на двух уровнях, так как это не позволяет получить потребную информацию об объекте исследований. В связи с этим переходят к планированию, которое связано с варьированием факторов на трех или пяти уровнях [1, 11].

При ротатабельном планировании достраивают план ПФЭ или подробную реплику до плана второго порядка добавлением к «ядру» определенного количества «звездных» и нулевых точек. «Звездные» точки строят на осях координат, определяя величину «звездного» плеча α (расстояния от нулевой точки до «звездной» по оси координат); при этом принимается во внимание условие ротатабельности [1, 12].

Был проведен ряд исследований в области совместного влияния овсяной муки, тыквенного пюре, инулина GR и олигофруктозы P95

на качество кексов и крекеров. По окончании эксперимента произведена математическая обработка опытных данных с помощью полного факторного планирования второго порядка.

В работе в качестве факторов, определяющих процесс, выступали: для кексов – мука овсяная, пюре тыквенное и олигофруктоза; для крекера – мука овсяная; пюре тыквенное и инулин.

При этом рассматривали различное соотношение сразу трех факторов между собой и изучали их совместное влияние на качество кексов и крекеров. Рассматривали следующие комбинации факторов:

1 овсяная мука (X_1 от 10 до 60%) – олигофруктоза (X_2 от 5 до 25%) – тыквенное пюре (X_3 от 5 до 20%) – для кексов

2 овсяная мука (X_1 от 10 до 40%) – инулин (X_2 от 2 до 16%) – тыквенное пюре (X_3 от 2,5 до 20%) – для крекеров.

Пример матрицы ротатабельного планирования второго порядка для трех факторов представлен в таблице 8.1.

Таблица 8.1

*Матрица ротатабельного планирования второго порядка
для трех факторов*

№ опыта	Факторы процесса		
	X_1	X_2	X_3
1(опыты в ядре плана)	-	-	-
2(опыты в ядре плана)	+	-	-
3(опыты в ядре плана)	-	+	-
4(опыты в ядре плана)	+	+	-
5(опыты в ядре плана)	-	-	+
6(опыты в ядре плана)	+	-	+
7(опыты в ядре плана)	-	+	+
8(опыты в ядре плана)	+	+	+
9(опыты в звезд. точ)	-1,682	Ср	Ср
10(опыты в звезд. точ)	+1,682	Ср	Ср

Продолжение табл.8.1

№ опыта	Факторы процесса		
	X ₁	X ₂	X ₃
11(опыты в звезд. точ)	Ср	-1,682	Ср
12(опыты в звезд. точ)	Ср	+1,682	Ср
13(опыты в звезд. точ)	Ср	Ср	-1,682
14(опыты в звезд. точ)	Ср	Ср	+1,682
15(опыты в центре)	Ср	Ср	Ср
16(опыты в центре)	Ср	Ср	Ср
17(опыты в центре)	Ср	Ср	Ср
18(опыты в центре)	Ср	Ср	Ср
19(опыты в центре)	Ср	Ср	Ср
20(опыты в центре)	Ср	Ср	Ср

В таблице «-» означает минимальное значение фактора, «+» максимальное значение фактора, «ср» - среднее значение фактора.

Исследования проводили в двух повторностях, за показатель брали среднее значение показателей двух повторных измерений. Произведена математическая обработка результатов измерений в Excel, программе MathCad, и построены поверхности отклика в программе STATISTICA. В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие влияние исследуемых факторов на качество кексов и крекеров. Уравнения регрессии второй степени имеют следующий вид [13]:

$$Y_u = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2, \quad (1)$$

Затем осуществляли расчет дисперсии ошибки опыта и средней квадратичной ошибки опыта по формулам 2 и 3:

$$S^2(\hat{\sigma}) = \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}{n - 1}, \quad (2)$$

где $S^2_{\text{ош}}$ – дисперсия ошибки опыта;

n – число наблюдений (повторений опыта);

Y – значение критерия оптимизации для отдельного наблюдения;

$\bar{O}$ – среднее арифметическое значение критерия (результат отдельного опыта).

Величина $S^2_{\text{ош}}$ характеризует точность опыта.

$$S(\bar{O}) = + \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Увеличение значения $S^2_{\text{ош}}$ или $S_{\text{ош}}$ свидетельствует о том, что возрастает рассеяние результатов повторных опытов около среднего значения ($\bar{O}$).

Проверяется однородность дисперсий с помощью критерия Кохрена (G), который равен отношению максимальной («выделяющейся») дисперсии к сумме всех дисперсий.

$$G_p = \frac{S^2(Y)_{\max}}{\sum_{i=1}^N S_i^2(Y)} \quad (4)$$

где N – число опытов (количество дисперсий).

Расчетное значение критерия Кохрена сравнивается с табличным для уровня значимости $\alpha=0,05$ и числа степеней свободы

Если $G_p < G_{\text{табл}}$, то гипотеза об однородности дисперсий принимается.

Производится проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии.

Доверительный интервал коэффициента уравнения регрессии рассчитывается по формуле:

$$\Delta b = \pm t \sqrt{S^2(b)}, \quad (5)$$

где t – критерий Стьюдента.

Для $f=N=20$ и $\alpha=0,05$. В нашем случае $t_{\text{табл}}=2,09$;

Коэффициент уравнения регрессии значим, если выполняется условие:

$$|b| > t \sqrt{S^2(b)} \quad , \quad (6)$$

Сравнив коэффициенты с доверительным интервалом, делаем вывод о том, какие коэффициенты уравнения являются значимыми.

Затем проверяется адекватность полученных моделей по F-критерию Фишера [1,11].

Уравнение считается адекватным, если:

$$F_p = \frac{S^2(ad)}{S^2\{y\}} < F_{табл} \quad , \quad (7)$$

где $S^2(ad)$ – дисперсия адекватности, которая рассчитывается по формуле:

$$S^2(ad) = \frac{\sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - \hat{y}_d)^2}{N - (k + 1)} \quad , \quad (8)$$

где $\hat{y}_d$ – значение параметра, предсказываемое полученным уравнением.

По приложению определяем $F_{табл}$.

Полученные уравнения второй степени анализировать сложно, поэтому путем преобразований приводят их к канонической форме. Каноническое преобразование содержит две процедуры: перенос начала координат в экстремальную точку С; замену старых координатных осей x_i новыми z_i , повернутыми на некоторый угол относительно старых осей. Проводится каноническое преобразование уравнений регрессии при $k=3$. Проведя все необходимые преобразования, получают новую упрощенную модель, имеющую следующий вид:

$$y - y_c = \theta_1 Z_1^2 + \theta_2 Z_2^2 + \theta_3 Z_3^2 \quad , \quad (9)$$

По полученному уравнению в канонической форме необходимо определить вид поверхности отклика.

Далее в программе STATISTICA строятся поверхности для деформации мякиша и удельного объема; намокаемости и прочности; профили для предсказанных значений и желательности, получая тем самым оптимальные дозировки используемых добавок.

Рецептура опытных образцов кекса приведена в таблице 8.2.

Процесс приготовления теста для кексов состоял из двух стадий: приготовление эмульсии и приготовление теста [4].

Приготовление эмульсии:

В емкость для взбивания помещают масло сливочное, сахарный песок, меланж, соль - если готовится контрольный образец, в случае приготовления экспериментальных образцов вводится еще один компонент, заменяющий часть пшеничной муки и улучшающий показатели качества изделий. Таковыми компонентами в данной работе являются: овсяная мука, тыквенное пюре. В конце сбивания вводят аммоний углекислый и все тщательно перемешивают. Взбивание ведется в течение 10-20 минут до получения однородной эмульсии [2, 3, 4, 8].

Таблица 8.2

Рецептура экспериментальных образцов кекса с овсяной мукой, олигофруктозой и тыквенным пюре

№ опы та	Наименование сырья								
	Мука пшенич ная	Мука овсян ая	Масло сливочн ое	Яйц а	Саха р	Олигофрукт оза	Тыквенн ок пюре	Разрыхлит ель	Сол ь
1	77,98	8,66	64,9	51,9	63,2 4	4,3	4,3	1,04	0,2
2	34,65	51,99	64,9	51,9	63,2 4	4,3	4,3	1,04	0,2
3	77,98	8,66	64,9	51,9	48,6	21,6	4,3	1,04	0,2
4	34,65	51,99	64,9	51,9	48,6	21,6	4,3	1,04	0,2
5	77,98	8,66	64,9	51,9	63,2 4	4,3	17,32	1,04	0,2
6	34,65	51,99	64,9	51,9	63,2 4	4,3	17,32	1,04	0,2
7	77,98	8,66	64,9	51,9	48,6	21,6	17,32	1,04	0,2
8	34,65	51,99	64,9	51,9	48,6	21,6	17,32	1,04	0,2
9	56,29	30,31	64,9	51,9	55,2	13	10,8	1,04	0,2
10	56,29	30,31	64,9	51,9	55,2	13	10,8	1,04	0,2
11	56,29	30,31	64,9	51,9	55,2	13	10,8	1,04	0,2
12	56,29	30,31	64,9	51,9	55,2	13	10,8	1,04	0,2
13	56,29	30,31	64,9	51,9	55,2	13	10,8	1,04	0,2
14	56,29	30,31	64,9	51,9	55,2	13	10,8	1,04	0,2
15	49,2	37,4	64,9	51,9	55,2	13	10,8	1,04	0,2
16	20,1	66,5	64,9	51,9	55,2	13	10,8	1,04	0,2
17	56,29	30,31	64,9	51,9	57,4	10,8	10,8	1,04	0,2
18	56,29	30,31	64,9	51,9	46,5	21,7	10,8	1,04	0,2
19	56,29	30,31	64,9	51,9	55,2	13	10,04	1,04	0,2
20	56,29	30,31	64,9	51,9	55,2	13	24,6	1,04	0,2

Приготовление теста:

В полученную эмульсию вводят предварительно просеянную и взвешенную муку. После чего замешивают тесто в течение 10 - 12 минут. После этого полуфабрикат разливают в металлические формы, предварительно смазанные жиром и отправляют на выпечку при температуре 220 °С. Так производят приготовление контрольного образца. Для приготовления опытных образцов овсяную муку смешивают с пшеничной и вносят в последнюю очередь; пюре вносят на стадии приготовления эмульсии перед тем, как внести яйца; олигофруктозу вносят вместе с сахаром и маслом и тщательно перемешивают. После этого тесто разливают в металлические формы, предварительно смазанные жиром и отправляют на выпечку при температуре 220 °С. Выпекают контрольный и опытные образцы в течении 35 – 40 мин. [4,7]

Через 2 часа после выпечки образцы исследовали по физико-химическим показателям, выбранным в качестве критериев оценки влияния исследуемых факторов:

Y_1 – общая деформация мякиша, ед. приб. АП 4/2.

Y_2 – удельный объем, г/см³.

Программа исследования заложена в матрицу планирования экспериментов (табл. 8.3).

Таблица 8.3

*Матрица планирования и результаты эксперимента
для кексов*

Кодированные значения факторов			Натуральные значения факторов, г/100 г кекса			Выходные параметры	
X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂
-	-	-	8,66	4,3	4,3	90,25	2,36
+	-	-	51,99	4,3	4,3	98,25	3,07
-	+	-	8,66	21,6	4,3	97,25	3,02
+	+	-	51,99	21,6	4,3	88,25	3,29
-	-	+	8,66	4,3	17,32	113,5	3,15
+	-	+	51,99	4,3	17,32	83,5	3,13
-	+	+	8,66	21,6	17,32	64,75	2,85
+	+	+	51,99	21,6	17,32	57,25	3,18
-1,682	0	0	37,4	13	10,8	112,5	2,99
+1,682	0	0	66,5	13	10,8	117,75	3,13
0	-1,682	0	30,31	10,8	10,8	102,5	3,23
0	+1,682	0	30,31	21,7	10,8	115	3,23
0	0	-1,682	30,31	13	10,04	100	3,13
X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂
0	0	+1,682	30,31	13	24,6	106,75	3,21
0	0	0	30,31	13	10,8	71,25	3,15
0	0	0	30,31	13	10,8	87,25	3,18
0	0	0	30,31	13	10,8	60,25	3,18
0	0	0	30,31	13	10,8	65,25	3,15
0	0	0	30,31	13	10,8	77,5	3,15
0	0	0	30,31	13	10,8	86,75	3,21

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии вида (1), адекватно описывающие влияние исследуемых факторов на качество кексов.

$$Y_1 = -34,649 - 8,608X_1 - 9,595X_2 -$$

$$9,751X_3 + 21,378X_1X_2 + 21,595X_1X_3 + 24,085X_2X_3 + 28,918X_1^2 + 34,378X_2^2 + 35,256X_3^2$$

$$Y_2 = -53,541 - 13,683X_1 - 15,256X_2 -$$

$$15,519X_3 + 32,89X_1X_2 + 33,267X_1X_3 + 37,133X_2X_3 + 45,788X_1^2 + 54,463X_2^2 + 55,939X_3^2$$

Далее по формулам (2–8), приведенным ранее, произвели необходимые расчеты. Результаты расчетов сведены в таблицу 8.4.

Таблица 8.4

Расчетные характеристики математической обработки

Комбинации факторов	Рецептура	
	Y ₁	Y ₂
Показатели		
Дисперсия ошибки опыта	0,053571	0,273787

$Soш^2$		
Средняя квадратичная ошибки опыта $Soш$	0,231454	0,523246
Расчетное значение критерия Кохрена	0,360435	0,000923
Табличное значение критерия Кохрена	0,6798	0,6798
Однородность дисперсий	Однородны	Однородны
Доверительный интервал, Δb	0,013195	0,043439
Значимость коэффициентов уравнения	Все значимы	Все значимы
Дисперсия адекватности $S_{ад.}^2$	0,059873	0,305997
Расчетное значение критерия Фишера	150,2031	70,83648
Табличное значение критерия Фишера.	247,75	247,75
Адекватность полученной модели	Адекватна	Адекватна

Полученные уравнения второй степени анализировать сложно, поэтому путем преобразований приводили их к канонической форме. Каноническое преобразование содержит две процедуры: перенос начала координат в экстремальную точку С; замену старых координатных осей x_i новыми z_i , повернутыми на некоторый угол относительно старых осей. Провели каноническое преобразование уравнений регрессии 10-11 при $k=3$. Проведя все необходимые преобразования, получили две новые упрощенные модели, имеющие следующий вид:

- для деформации мякиша:

$$Y_k + 34,4915 = -12,814Z_1^2 + 71,154Z_2^2 + 39,66Z_3^2, \quad (12)$$

- для удельного объема:

$$Y_k + 53,541 = -2,521Z_{12} + 102,446Z_{22} + 56,075Z_{32}, \quad (13)$$

При этом сумма коэффициентов уравнений второй степени и сумма коэффициентов уравнений в канонической форме примерно равны.

По виду канонических уравнений узнали, как выглядит экстремальная точка и поверхность отклика. В уравнениях знак

одного коэффициента противоположен знакам двух других, следовательно, область оптимума характеризуется одно- или двухполостным гиперболоидом или эллиптическим параболоидом [11]. В случае, когда все коэффициенты уравнения имеют одинаковые знаки, область оптимума характеризуется эллипсоидом вращения. Поверхности, характеризующие область оптимума, представлены на рисунке 8.1.

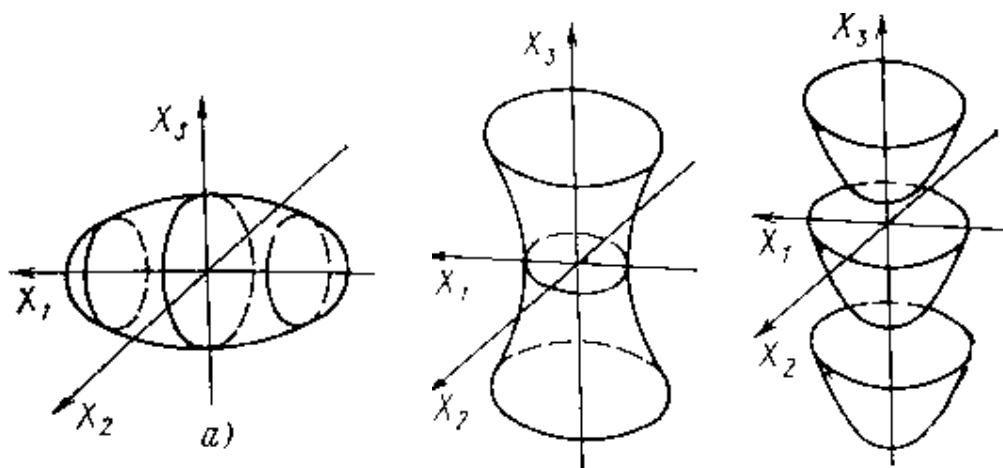


Рис. 8.1. Эллипсоид вращения, однополостный гиперболоид и эллиптический параболоид

Далее в программе STATISTICA построили поверхности отклика для деформации мякиша и удельного объема; построили профили для предсказанных значений и желательности, получив тем оптимальные дозировки используемых добавок.

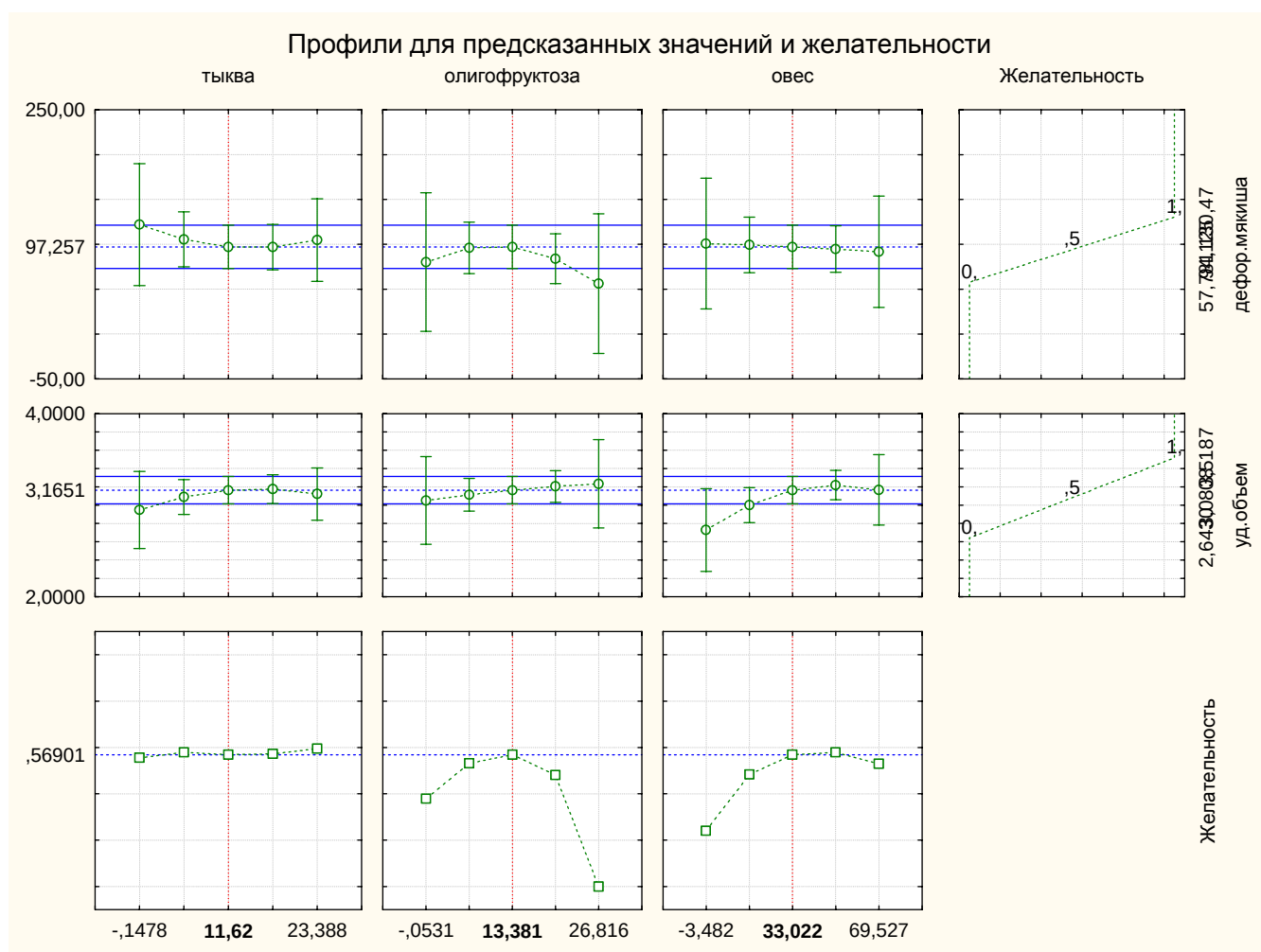


Рис. 8.2. Профили для предсказанных значений и желательности

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что желательно вносить 11,62 г тыквенного пюре, 13,4 г олигофруктозы и 33, 02 г овсяной муки.

Затем построили поверхности отклика, отражающие зависимость выходных величин от влияющих факторов.

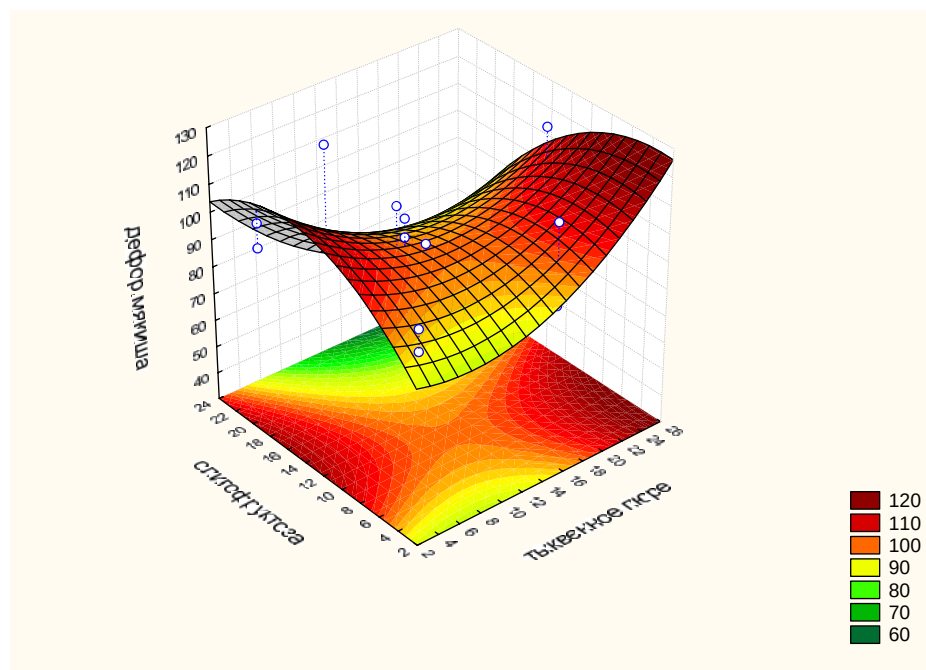


Рис. 8.3. Влияние различных дозировок олигофруктозы и тыквенного пюре на деформацию мякиша

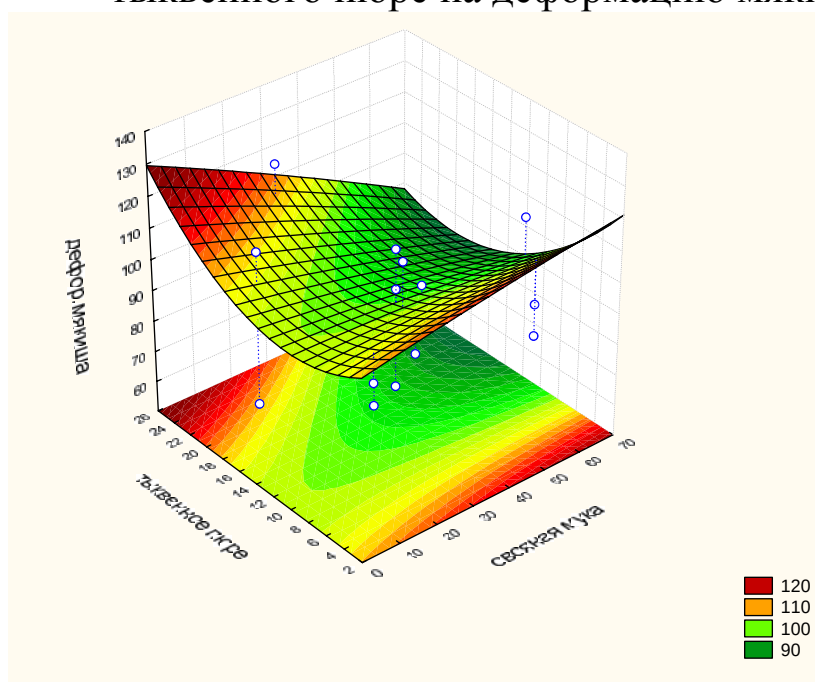


Рис. 8.4. Влияние различных дозировок овсяной муки и тыквенного пюре на деформацию мякиша

Анализ диаграммы 8.3 свидетельствует о том, что при увеличении дозировки олигофруктозы и тыквенного пюре происходит увеличение общей деформации мякиша.

Из рисунка 8.4 видно, что чем больше дозировки тыквенного пюре и овсяной муки, тем выше показатель деформации мякиша.

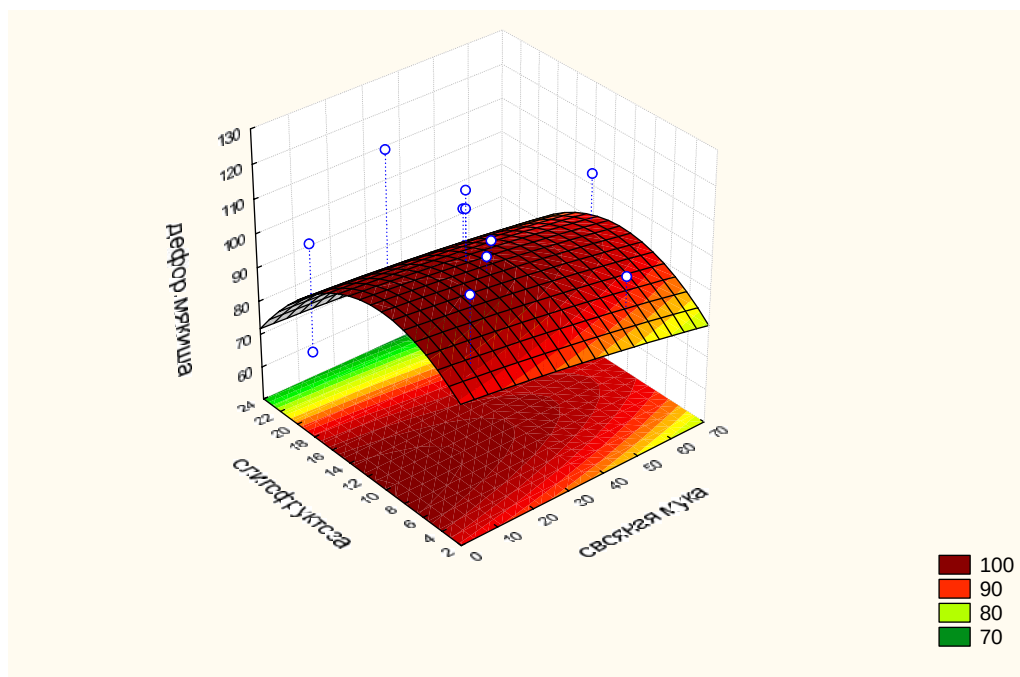


Рис. 8.5. Влияние различных дозировок олигофруктозы и овсяной муки на деформацию мякиша

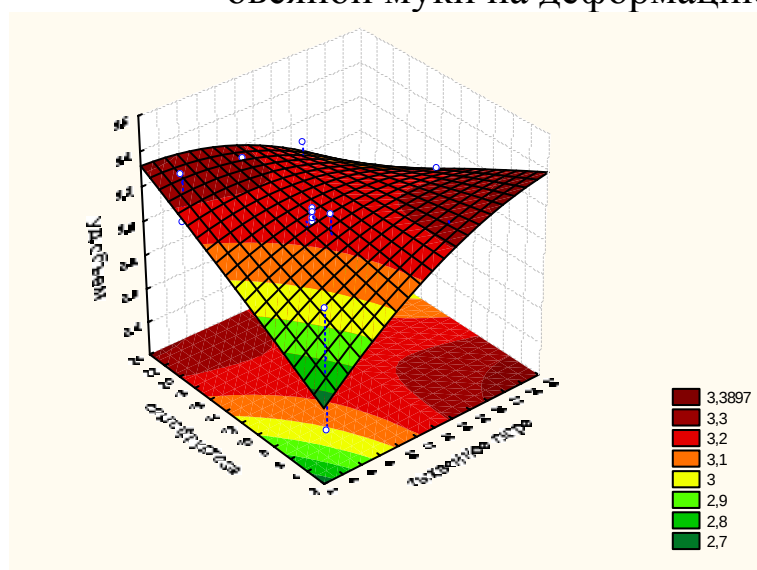


Рис. 8.6. Влияние различных дозировок олигофруктозы и тыквенного пюре на удельный объем

Из диаграммы видно, что с увеличением дозировки олигофруктозы и тыквенного пюре происходит увеличение удельного объема.

При небольших дозировках овсяной муки и олигофруктозы деформация мякиша принимает максимально большие значения, далее, с увеличением дозировок добавок происходит уменьшение деформации мякиша

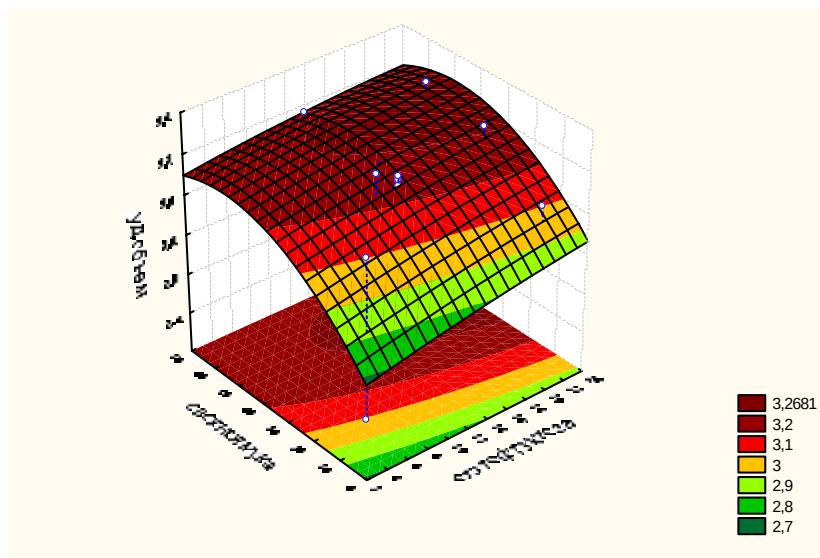


Рис. 8.7. Влияние различных дозировок овсяной муки и олигофруктозы на удельный объем

Из рисунка 8.7 видно, что с увеличением дозировки овсяной муки и с уменьшением дозировки олигофруктозы данный показатель принимает наибольшие значения.

Как видно из рисунка 8.8, при увеличении дозировок овсяной муки и тыквенного пюре происходит увеличение удельного объема изделий.

Аналогично обрабатывали результаты исследований для крекера.

Рецептура опытных образцов крекера приведена в таблице 8.5.

Процесс приготовления теста для крекера состоит из двух стадий: приготовление опары и приготовление теста.

Приготовление опары:

Для приготовления опары взвешенные дрожжи измельчают и перемешивают с водой температурой 35-40 °С. В приготовленную смесь добавляют 20–50 % муки от рецептурного количества. В опару вносят ещё и сахар. Все сырьё тщательно перемешивают в течение 7-8 мин до получения теста однородной сметанообразной консистенции и оставляют в расстойном шкафу для брожения при

температуре 40 °С на 8-10 ч. Готовность опары определяют по увеличению её в объёме в 2–2,5раза [4, 7].

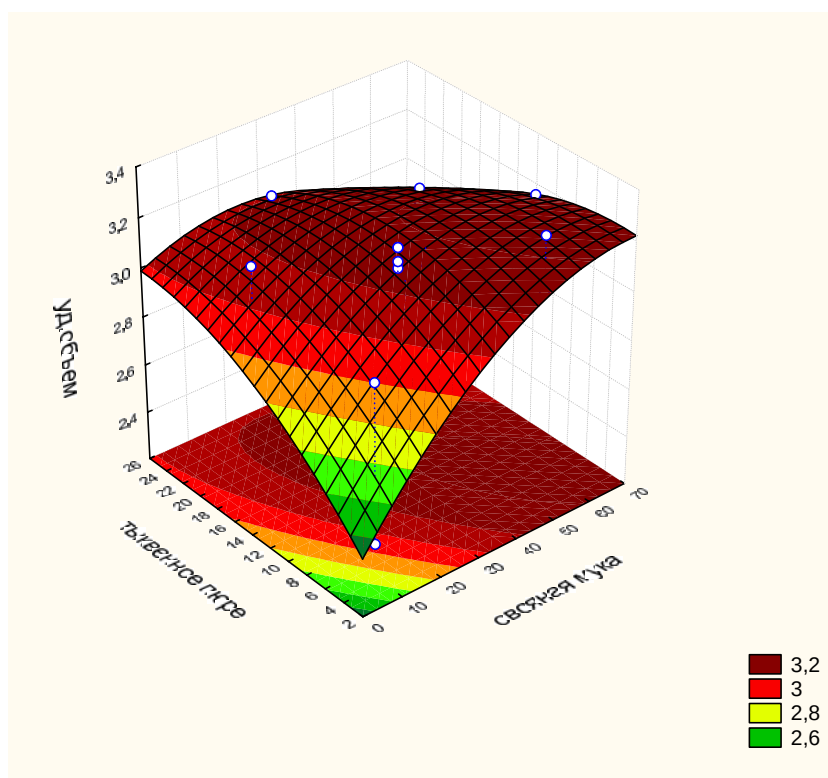


Рис. 8.8. Влияние различных дозировок тыквенного пюре и овсяной муки на удельный объем

Приготовление теста:

После созревания опары дозируют остальное сырьё. Соль предварительно растворяют в воде, а инвертный сироп подогревают до температуры 60°С. Сырьё до загрузки муки перемешивают в течение 4-5 мин. Средняя температура смеси должна быть 32-37 °С. Так производят замес теста для контрольного образца. При приготовлении опытных образцов овсяную муку смешивают с пшеничной; пюре вносят перед тем, как добавить муку и перемешивают 3-5 мин; инулин предварительно замачивают в воде температурой 30°С на 1 час, его вносят вместе с жидкими компонентами и перемешивают до однородной консистенции. Замес крекерного теста для контрольного и опытных образцов составляет 15-20 минут [4, 7, 10].

После замеса тесто отправляли в расстойный шкаф с температурой 40 °С на отлежку на 1-1,5 ч, при этом тесто подвергали шести прокаткам, между которыми оно вылеживалось по 30 мин.

Тесто после прокатки формовали и выпекали при температуре 180-200 °С в течение 7-10 мин.

Таблица 8.5

Рецептура экспериментальных образцов крекера с овсяной мукой, инулином и тыквенным пюре

№ опы-та	Наименование сырья										
	Мука пшеничная (в тесто)	Мука овсяная (в тесто)	Мука пшеничная (опара)	Дрожжи	Инвертный сироп	Сахар	Инулин	Масло кукурузное	Тыквенное пюре	Соль	Вода
1	136,8	15,2	21	6,5	5,4	2,1	0,7	34,3	3,8	1,0	По расчёту
2	91,2	60,8	21	6,5	5,4	2,1	0,7	34,3	3,8	1,0	
3	136,8	15,2	21	6,5	5,4	2,1	5,6	29,4	3,8	1,0	
4	91,2	60,8	21	6,5	5,4	2,1	5,6	29,4	3,8	1,0	
5	136,8	15,2	21	6,5	5,4	2,1	0,7	34,3	30,4	1,0	
6	91,2	60,8	21	6,5	5,4	2,1	0,7	34,3	30,4	1,0	
7	136,8	15,2	21	6,5	5,4	2,1	5,6	29,4	30,4	1,0	
8	91,2	60,8	21	6,5	5,4	2,1	5,6	29,4	30,4	1,0	
9	116,8	35,2	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	17,1	1,0	
10	65,8	86,4	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	17,1	1,0	
11	114	38	21	6,5	5,4	2,1	4,4	30,6	17,1	1,0	
12	114	38	21	6,5	5,4	2,1	6,7	28,3	17,1	1,0	
13	114	38	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	24,01	1,0	
14	114	38	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	36,8	1,0	
15	114	38	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	17,1	1,0	
16	114	38	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	17,1	1,0	
17	114	38	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	17,1	1,0	
18	114	38	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	17,1	1,0	
19	114	38	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	17,1	1,0	
20	114	38	21	6,5	5,4	2,1	3,15	31,85	17,1	1,0	

Через 2 часа после выпечки образцы исследовали по физико-химическим показателям, выбранным в качестве критериев оценки влияния исследуемых факторов:

Y_1 – намокаемость, %;

Y_2 – прочность, Н.

Программа исследования заложена в матрицу планирования экспериментов (табл. 8.6).

Таблица 8.6

*Матрица планирования и результаты эксперимента
для крекеров*

Кодированные значения факторов			Натуральные значения факторов, г/100 г крекера			Выходные параметры	
X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂
-	-	-	15,2	0,7	3,8	166,2	45,2
+	-	-	60,8	0,7	3,8	171,15	41,2
-	+	-	15,2	5,6	3,8	203,4	42,95
+	+	-	60,8	5,6	3,8	229,05	39
-	-	+	15,2	0,7	30,4	217,9	45,25
+	-	+	60,8	0,7	30,4	168,2	40,85
-	+	+	15,2	5,6	30,4	189,1	34,3
+	+	+	60,8	5,6	30,4	160,15	37,9
-1,682	0	0	35,2	3,15	17,1	196,15	40,9
+1,682	0	0	86,4	3,15	17,1	218,1	45,8
0	-1,682	0	38	4,4	17,1	186	41,35
0	+1,682	0	38	6,7	17,1	257,35	40,9
0	0	-1,682	38	3,15	24,01	183,4	39,5
0	0	+1,682	38	3,15	36,8	208,8	39,7
0	0	0	38	3,15	17,1	185,1	35,35
0	0	0	38	3,15	17,1	211,35	39,55
0	0	0	38	3,15	17,1	190,6	32,95
0	0	0	38	3,15	17,1	205,2	31,3
0	0	0	38	3,15	17,1	192,4	46,5
0	0	0	38	3,15	17,1	188,35	42,65

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии вида (1), адекватно описывающие влияние исследуемых факторов на качество крекеров.

$$Y_1 = -44,711 - 9,743X_1 - 14,553X_2 -$$

$$10,933X_3 + 31,797X_1X_2 + 23,511X_1X_3 + 37,575X_2X_3 + 33,111X_1^2 + 56,977X_2^2 + 39,719X_3^2$$

$$Y_2 = -$$

$$6,002 + 3,893X_1 + 4,441X_2 + 4,029X_3 + 5,267X_1X_2 + 4,727X_1X_3 + 5,53X_2X_3 + 5,758X_1^2 + 7,313X_2^2 + 6,157X_3^2$$

Далее по формулам (2–8) произвели необходимые расчеты. Результаты расчетов сведены в таблицу 8.7.

Таблица 8.7

Расчетные характеристики математической обработки

Комбинации факторов Показатели	Рецептура	
	Y ₁	Y ₂
Дисперсия ошибки опыта $S_{ош}^2$	0,226456	2,298464
Средняя квадратичная ошибки опыта $S_{ош}$	0,475883	1,516068
Расчетное значение критерия Кохрена	0,128944	0,077549
Табличное значение критерия Кохрена	0,6798	0,6798
Однородность дисперсий	Однородны	Однородны
Доверительный интервал, Δb	0,013059	0,02125
Значимость коэффициентов уравнения	Все значимы	Все значимы
Дисперсия адекватности $S_{ад.}^2$	0,083303	0,110562
Расчетное значение критерия Фишера	213,36	106,96
Табличное значение критерия Фишера.	247,75	247,75
Адекватность полученной модели	Адекватна	Адекватна

Полученные уравнения второй степени анализировать сложно, поэтому путем преобразований приводили их к канонической форме, как и ранее. Проведя все необходимые преобразования, получили две новые упрощенные модели, имеющие следующий вид:

$Y_k + 44,136 = -22,367Z_1^2 + 123,75Z_2^2 + 27,617Z_3^2$ для намокаемости
 $Y_k + 38,0233 = -2,262Z_1^2 + 12,341Z_2^2 + 8,92Z_3^2$ для прочности.

Поверхности, характеризующие область оптимума, представлены на рисунке 8.9.

Далее в программе STATISTICA построили поверхности отклика для намокаемости и прочности; построили профили для предсказанных значений и желательности, получив тем самым оптимальные дозировки используемых добавок.

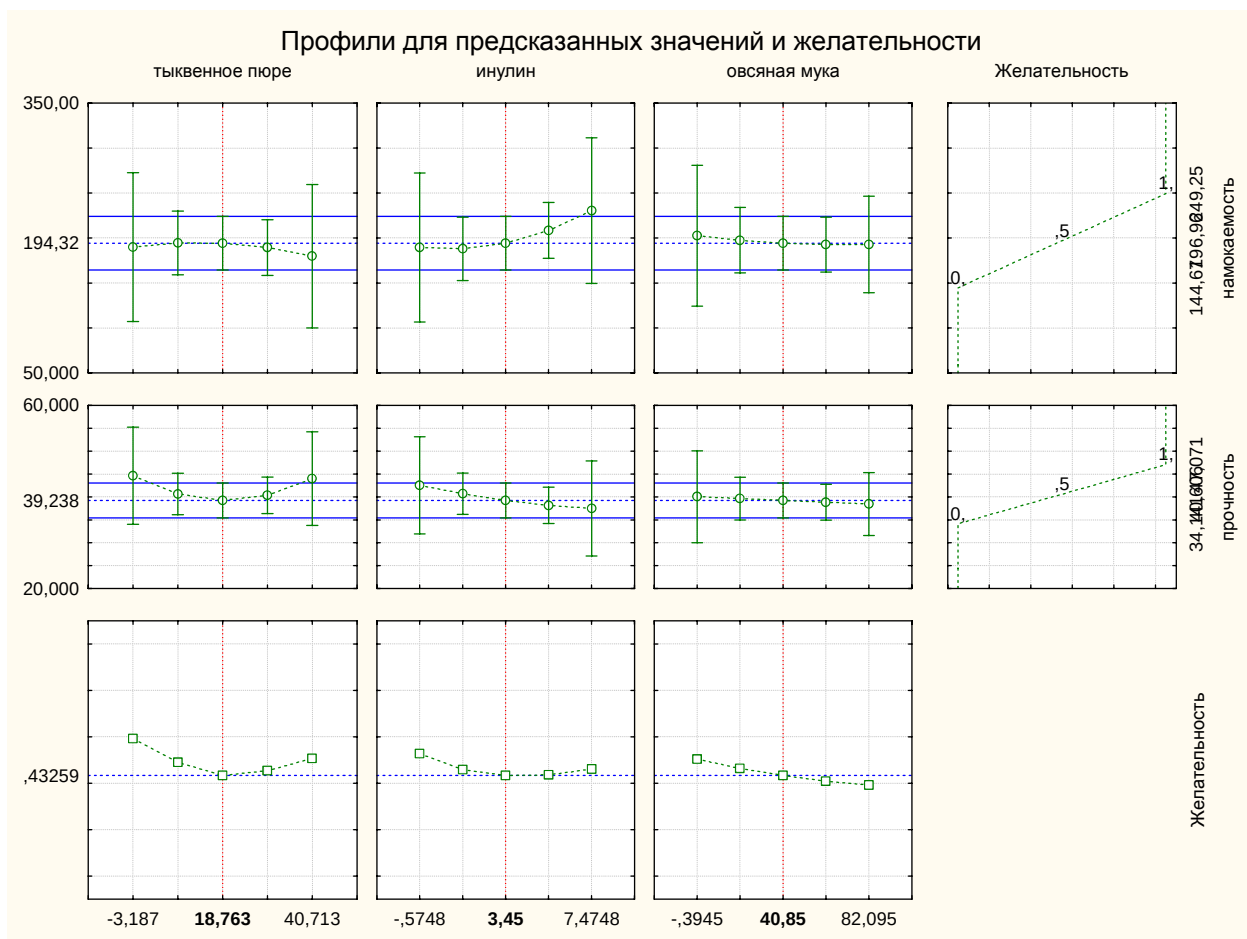


Рис. 8.9. Профили для предсказанных значений желательности

Как свидетельствуют полученные данные, оптимальными дозировками тыквенного пюре, инулина и овсяной муки являются 18,763; 3,45 и 40,85 г. соответственно.

Поверхности зависимости намокаемости и прочности от различных дозировок добавок приведены ниже.

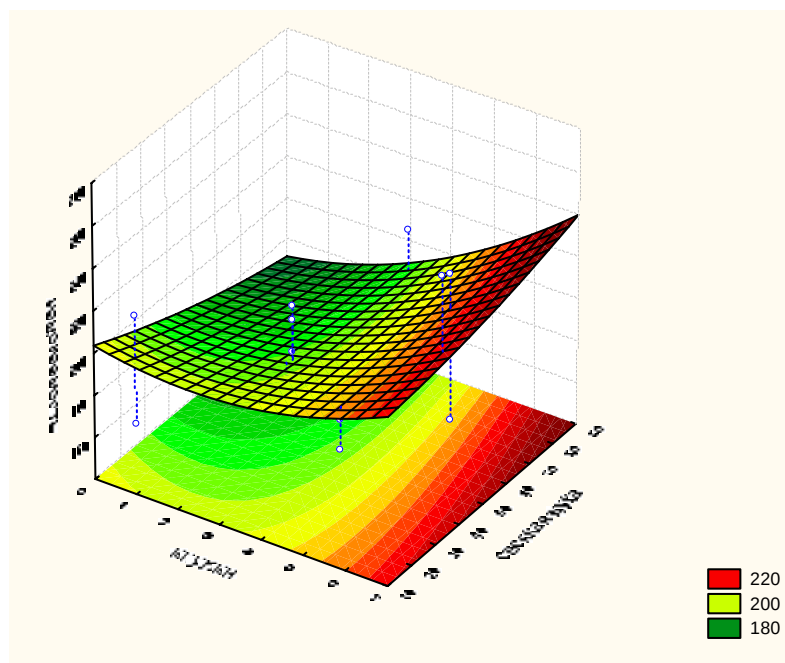


Рис. 8.10. Влияние различных дозировок инулина и овсяной муки на намокаемость

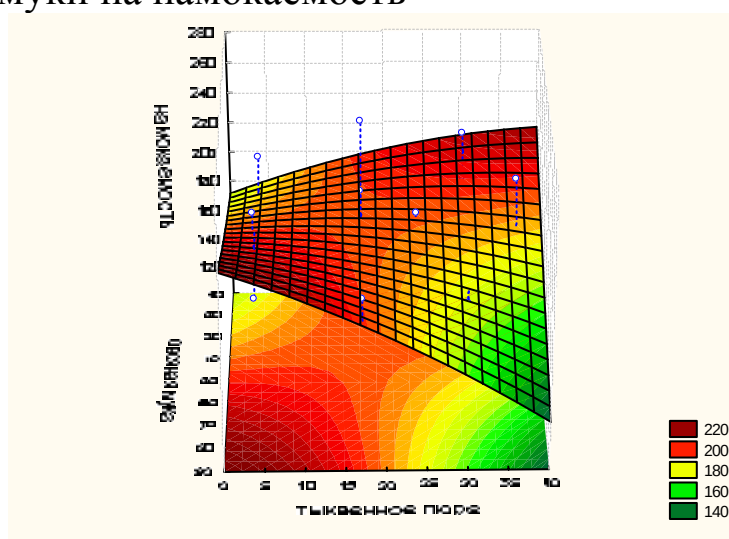


Рис. 8.11. Влияние различных дозировок овсяной муки и тыквенного пюре на намокаемость

Так, из рисунков видно, что при увеличении дозировки овсяной муки намокаемость увеличивается при увеличении дозировки инулина и уменьшении дозировки тыквенного пюре.

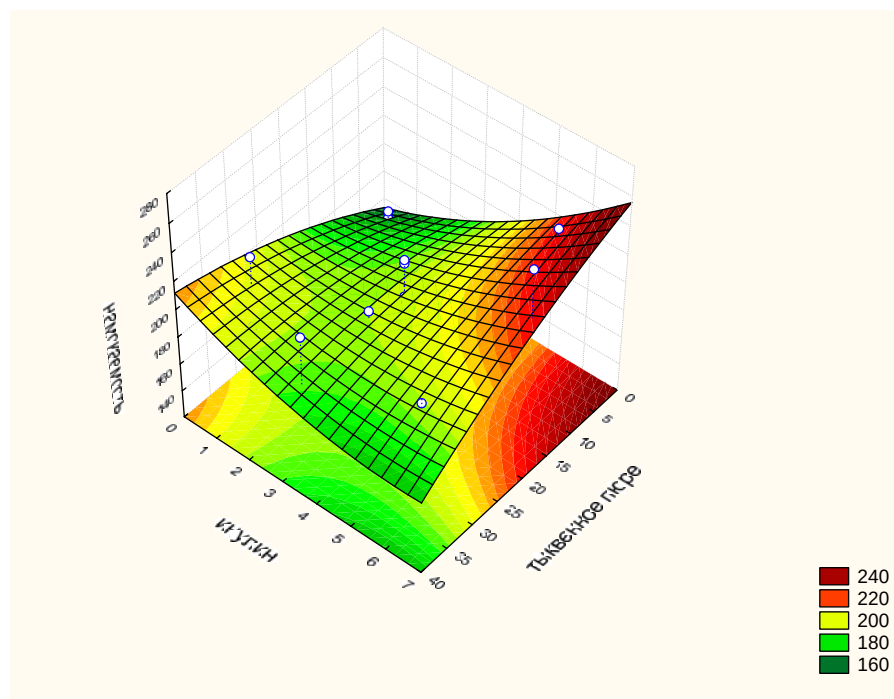


Рис. 8.12. Влияние различных дозировок инулина и тыквенного пюре на намокаемость

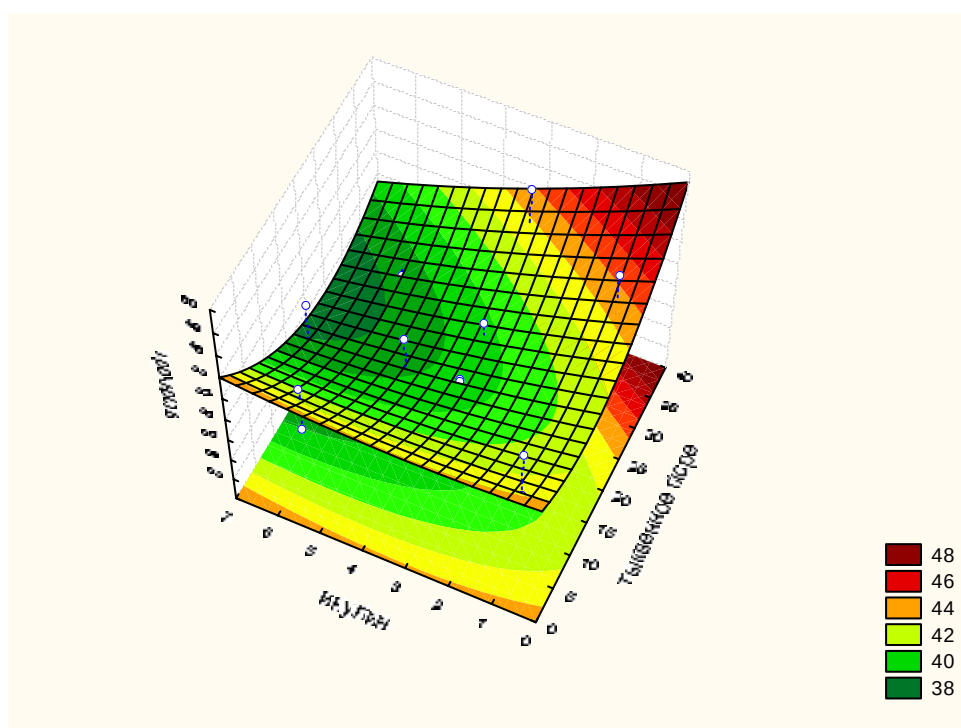


Рис. 8.13. Влияние различных дозировок инулина и тыквенного пюре на прочность

Из рисунка 8.12 видно, что намокаемость увеличивается при увеличении дозировки тыквенного пюре и уменьшается при увеличении дозировки инулина.

Как видно из рисунка 8.13, что при увеличении дозировки тыквенного пюре прочность увеличивается, при этом различные дозировки инулина не приводят к существенным изменениям.

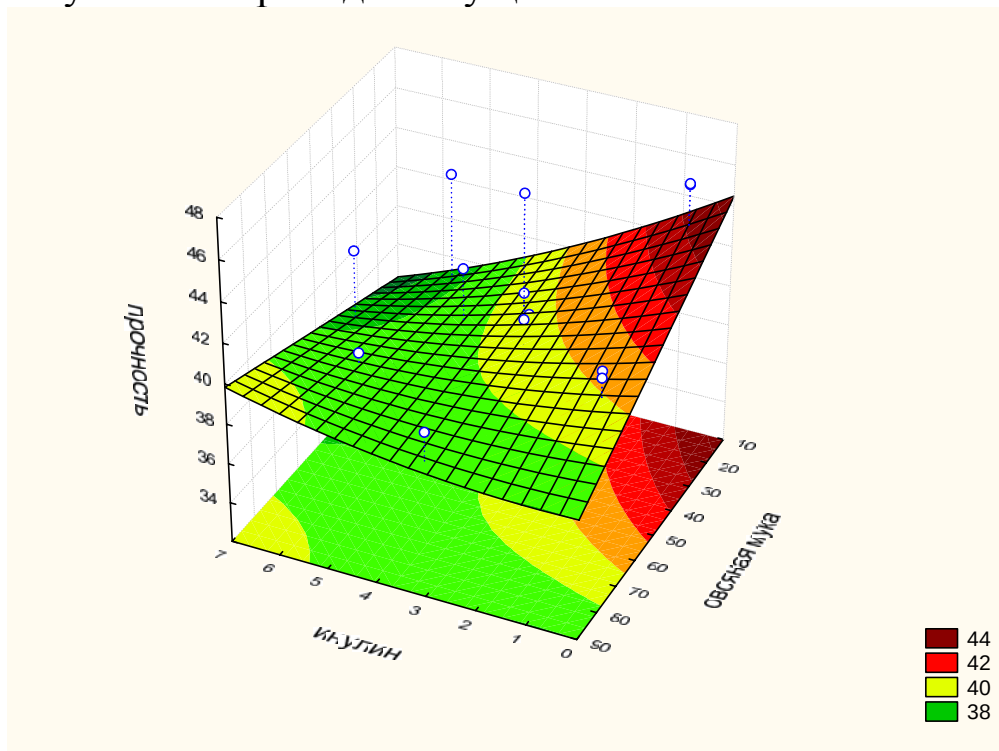


Рис. 8.14. Влияние различных дозировок инулина и овсяной муки на прочность

Исходя из данных рисунка можно сделать вывод о том, что при увеличении дозировки овсяной муки прочность изделий также повышается.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что при производстве кексов желательно вносить 11,62 г тыквенного пюре, 13,4 г олигофруктозы и 33,02 г овсяной муки. При увеличении дозировки олигофруктозы и тыквенного пюре происходит увеличение общей деформации мякиша. Чем больше дозировки тыквенного пюре и овсяной муки, тем выше показатель деформации мякиша.

При небольших дозировках овсяной муки и олигофруктозы деформация мякиша принимает максимально большие значения, далее, с увеличением дозировок добавок происходит уменьшение деформации мякиша.

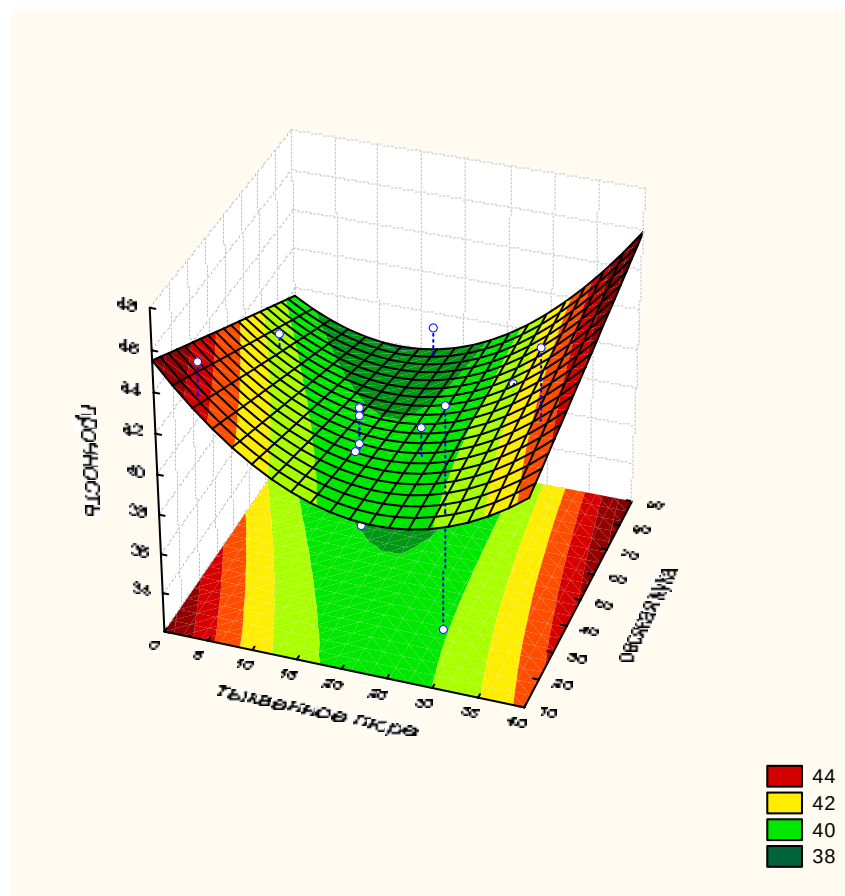


Рис. 8.15. Влияние различных дозировок тыквенного пюре и овсяной муки на прочность

С увеличением дозировки олигофруктозы и тыквенного пюре происходит увеличение удельного объема.

С увеличением дозировки овсяной муки и с уменьшением дозировки олигофруктозы данный показатель принимает наибольшие значения.

При увеличении дозировок овсяной муки и тыквенного пюре происходит увеличение удельного объема изделий.

Как свидетельствуют полученные данные, оптимальными дозировками тыквенного пюре, инулина и овсяной муки при производстве крекера являются 18,763; 3,45 и 40,85 г соответственно.

При увеличении дозировки овсяной муки намокаемость увеличивается при увеличении дозировки инулина и уменьшении дозировки тыквенного пюре. Намокаемость увеличивается при увеличении дозировки тыквенного пюре и уменьшается при увеличении дозировки инулина.

При увеличении дозировки тыквенного пюре прочность увеличивается, при этом различные дозировки инулина не приводят к существенным изменениям.

При увеличении дозировки овсяной муки прочность изделий также повышается.

Таким образом, с целью совершенствования технологии производства кекса и крекера установлена возможность и целесообразность применения овсяной муки, тыквенного пюре, олигофруктозы и инулина. Моделирование позволяет получить более четкое представление того или иного процесса, сокращает время проведения эксперимента и позволяет получить модель в трехмерном пространстве.

Литература:

1 Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю.П. Адлер. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

2 Алыбина, А.Ю. Пищевые добавки и их использование в производстве продуктов питания. [Текст] / А.Ю. Алыбина, М.М. Долгая. – М.: Пищевая промышленность, 1987. – 74 с.

3 Аннинкова Т.Ю. Оптимизация качества мучных кондитерских изделий [Текст] / Т.Ю. Аннинкова // Хлебопечение России. – 2001. – № 4. – С. 34 – 35.

4 Бутейкис, Н.Г. Технология приготовления мучных кондитерских изделий: Учеб. для нач проф образования [Текст] / Н.Г. Бутейкис, А.А Жукова .

5 Гуськов, К.П. Реология пищевых масс [Текст] / К.П. Гуськов, Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин, Л.П. Лунин. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 207 с.

6 Ильина, О. Пищевые волокна – важнейший компонент хлебобулочных и кондитерских изделий [Текст] / О. Ильина // Хлебопродукты. – 2002. – № 9. – С. 34 – 36.

7 Зубченко, А.В. Технология кондитерского производства [Текст] / А.В. Зубченко. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 1999. – 432 с.

8 Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий [Текст] / С.Я. Корячкина. – Орел: ОрелГТУ, 2006. – 480 с.

9 Красина, И.Б. Научно – практические аспекты обоснования технологий мучных кондитерских изделий функционального

назначения [Текст] / И.Б. Красина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5 – 6. – С. 102.

10 Крашкин, Д.Ю. Технология производства крекера с комбинированной жировой фазой [Текст] / Д.Ю. Крашкин, Т.В. Рензяева, О.П. Рензяев, В.И. Кривовяз // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 4. – С. 48 – 51.

11 Радченко, С.Г. Математическое моделирование технологических процессов в машиностроении [Текст] / С.Г. Радченко. – К.: ЗАО «Укрспецмонтажпроект», 1998. – 274 с.

12 Справочник по прикладной статистике: Т. 2: Пер. с англ. [Текст] – М.: Финансы и статистика, 1990. – 526 с.

13 Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей [Текст] / Под ред. В.В. Налимова. – М.: Металлургия, 1982. – 752 с.

ГЛАВА 9 ТЕХНОЛОГИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Одной из задач, стоящих перед кондитерской отраслью в настоящее время, является расширение ассортимента изделий с использованием нетрадиционного сырья с целью повышения пищевой и снижения энергетической ценности, повышения экономической эффективности технологического процесса.

Существенный недостаток мучных кондитерских изделий — практически полное отсутствие в них таких важных биологически активных веществ, как витамины, каротиноиды, макро- и микроэлементы, пищевые волокна. В связи с этим химический состав данной продукции нуждается в значительной коррекции (увеличении) содержания витаминов и минеральных веществ, пищевых волокон и одновременном снижении сахароемкости и энергетической ценности.

Работы по изысканию новых видов сырья заменяющих высококалорийное, низкобалластное и с низкой пищевой ценностью сырье ведется в различных направлениях. Одно из них предполагает использование природных, в основном растительных источников сырья. В связи с этим актуальным является использование продуктов мукомольного производства – ячменной и пшеничной муки, плодовоовощного сырья – морковного и бананового пюре и олигофруктозы. Наряду с богатым углеводным составом в этих продуктах содержатся другие ценные в пищевом отношении компоненты: минеральные и пектиновые вещества, витамины, пищевые волокна, которые позволяют повысить пищевую ценность, расширить ассортимент мучных кондитерских изделий, интенсифицировать технологический процесс производства.

Использование ячменной муки при производстве сахарного печенья

Были проведены исследования влияния замены пшеничной муки на ячменную на показатели качества сахарного печенья. Ячменную муку вносили взамен пшеничной в дозировках 5-100 % после стадии приготовления эмульсии, в смеси с пшеничной мукой. Контролем являлся образец сахарного печенья «Диетическое».

Рецептура опытных образцов сахарного печенья представлена в таблице 9.1.

Таблица 9.1

Рецептуры опытных образцов сахарного печенья (на 200 г)

	Сырье								
	Мука пшеничная в/с	Мука ячменная	Пудра сахарная	Инвертный сироп	Масло сливочное	Молоко коровье	Пудра ванильная	Соль	Амоний углекислый
Влажность, %	14,00	15,00	0,15	30,00	16,00	88,50	0,15	3,00	50,00
Контроль	136,8	0,00	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
Дозировка ячменной муки взамен пшеничной:									
5 %	130,00	6,80	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
10 %	123,20	13,60	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
15 %	116,40	20,40	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
20 %	109,60	27,20	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
25 %	102,80	34,00	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
30 %	96,00	40,80	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
35 %	89,20	47,60	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
40 %	82,40	54,40	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
45 %	75,60	61,20	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
50 %	68,40	68,40	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
55 %	61,20	75,60	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
60 %	54,40	82,40	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
65 %	47,60	89,20	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
70 %	40,80	96,00	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
75 %	34,00	102,80	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
80 %	27,20	109,60	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
85 %	20,40	116,40	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
90 %	13,60	123,20	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
95 %	6,80	130,00	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
100 %	0,00	136,80	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94

Результаты исследований замены пшеничной муки ячменной на влажность теста и готовых изделий приведены на рисунке 9.1.

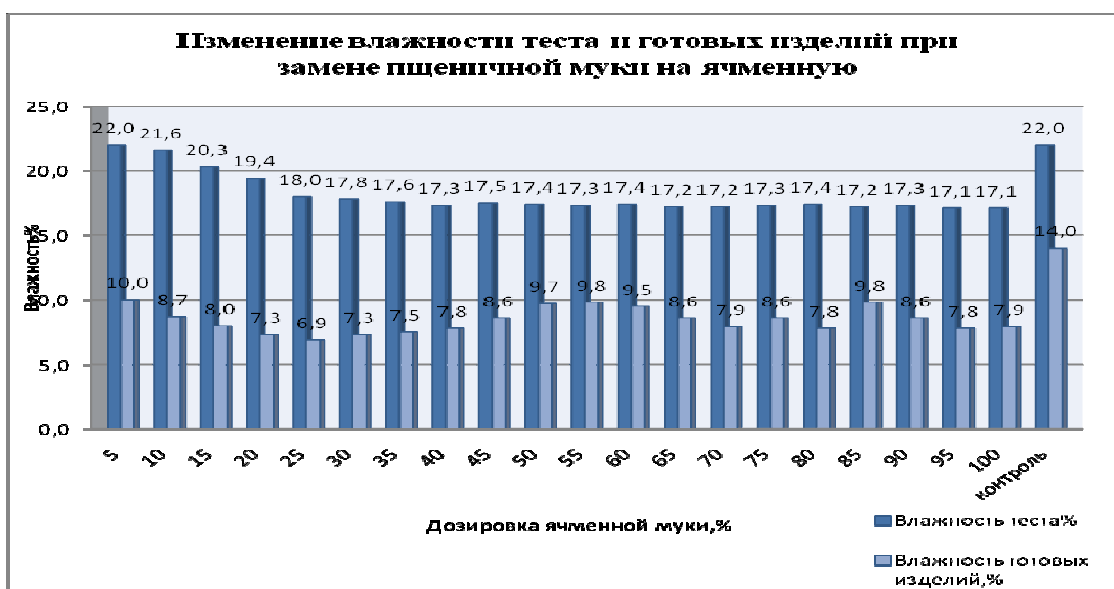


Рис. 9.1. Изменение влажности теста и готовых изделий при замене пшеничной муки ячменной

По полученным данным видна тенденция изменения влажности теста при замене пшеничной муки ячменной. Так, влажность теста контрольного образца составляет 22 %. При замене 5 - 10 % пшеничной муки ячменной влажность теста не изменяется. При дальнейшем увеличении дозировки ячменной муки влажность теста стабильно снижается, в среднем на 20-22 % по сравнению с контрольным образцом.

Влажность готовых изделий у контрольного образца составляет 14 %. При замене 5 % пшеничной муки ячменной влажность готовых изделий составила 10 %. При замене 15 % пшеничной муки ячменной влажность готовых изделий равна 8,0 % что на 42 % меньше чем влажность контрольного образца. При замене 25 % пшеничной муки ячменной влажность равна 6,9 % то есть на 51 % меньше чем влажность готовых изделий контрольного образца. Влажность при 50% замене пшеничной муки на ячменную равна 9,7 %, то есть на 30,7 % меньше влажности готовых изделий контрольного образца. Влажность при 60 % замене пшеничной муки на ячменную равна 9,5 %, то есть на 32 % меньше влажности готовых изделий контрольного образца. Влажность при 70 % замене пшеничной муки на ячменную равна 7,9 %, то есть на 43,5 % меньше влажности готовых изделий контрольного образца. Влажность при 95 % замене пшеничной муки на ячменную равна 7,8 %, то есть на 44,2 % меньше влажности готовых изделий контрольного образца.

Таким образом установлено, что с увеличением дозировки ячменной муки от 0 % до 100 % уменьшается влажность теста сахарного печенья с 22 % до 17,1 %. и влажность готового сахарного печенья - с 14 % до 7,9 %.

Результаты исследований влияния замены пшеничной муки ячменной на намокаемость готовых изделий приведены на рисунке 9.2.

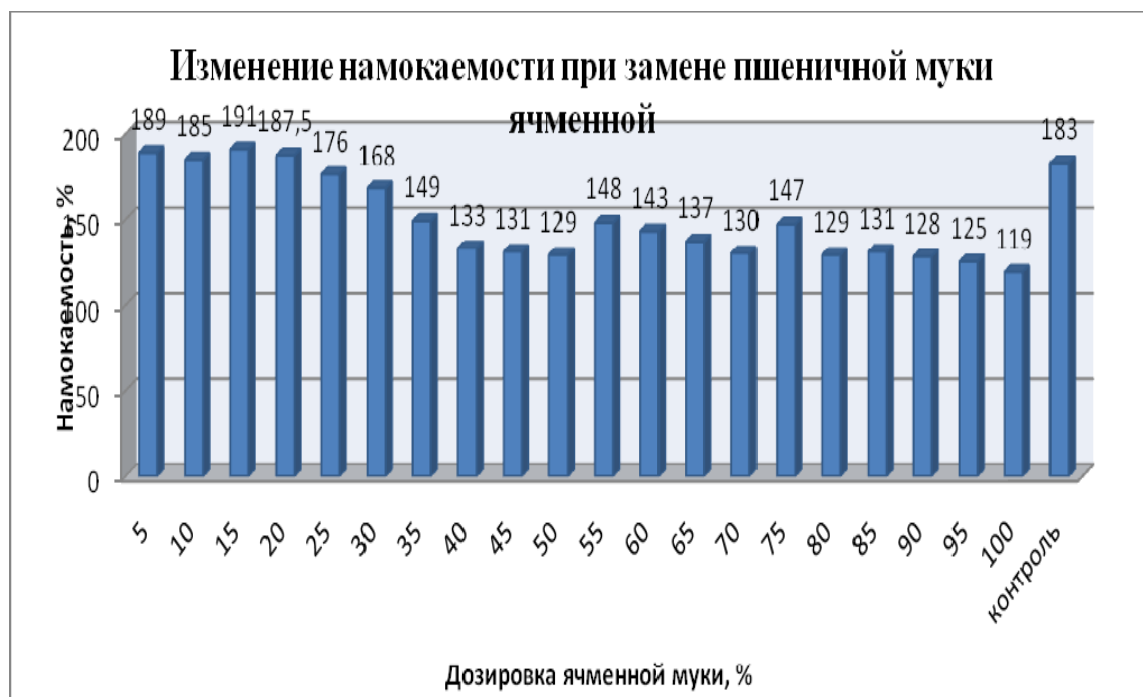


Рис. 9.2. Изменение намокаемости печенья при замене пшеничной муки ячменной

Анализ полученных данных показал, что при замене пшеничной муки ячменной происходит скачкообразное изменение показателя намокаемости печенья по сравнению с контролем. Так, у образцов с дозировками ячменной муки в количестве 5-10 % намокаемость немного выше (в среднем на 3-4 %) чем у контрольного образца. Дальнейшее увеличение дозировки ячменной муки снижает намокаемость готового печенья, причем образцы с дозировками ячменной муки выше 35 % имеют намокаемость ниже, предусмотренной ГОСТом.

Результаты исследования влияния замены пшеничной муки ячменной на прочность готовых изделий приведены на рисунке 9.3.

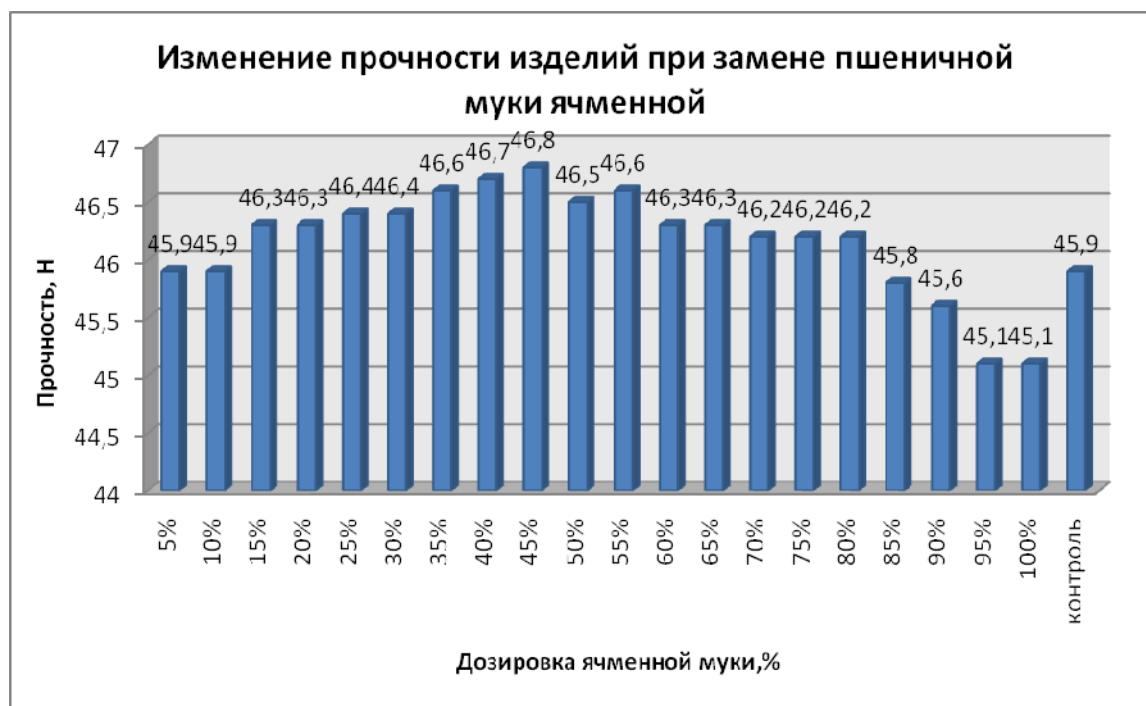


Рис. 9.3. Изменение прочности при замене пшеничной муки ячменной

Из полученных данных видно, что при замене пшеничной муки ячменной в дозировке 15, 35, 45 % прочность изделий увеличивается на 1, 1,5, 2 % по сравнению с контрольным образцом. При дальнейшей замене пшеничной муки ячменной прочность изделий снижается.

С целью установления оптимальной дозировки замены пшеничной муки ячменной проводили органолептическую оценку готового печенья (табл. 2).

Из полученных результатов видно, что при замене 10, 15, 20, 35 и 70 % пшеничной муки на ячменную суммарная балловая оценка составляет 24,3, 24,3, 25, 23,8, 22,5 баллов соответственно. Оптимальным является замена 20 % пшеничной муки ячменной. Снижение суммарной балловой оценки при дальнейшем увеличении дозировки ячменной муки объясняется тем, что на поверхности изделий появляются серые крапины и не свойственный данному виду изделий вкус.

Таблица 9.2

*Органолептическая оценка качества сахарного печенья
с ячменной мукой*

Образец	Показатели качества, (балл)					
	Внешний вид, форма	Состояние поверхности, структура пористости	Цвет	Запах	Вкус	Суммарная оценка
Контроль	5	5	4,8	4,7	4,9	24,4
Дозировка ячменной муки взамен пшеничной: 5 %	4,9	4,9	4,8	4,7	4,9	24,2
10 %	4,9	4,9	4,9	4,7	4,9	24,3
15 %	4,9	4,8	4,9	4,8	4,9	24,3
20 %	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	25
25 %	4,9	4,9	4,8	4,9	4,8	24,3
30 %	4,9	4,9	4,7	4,8	4,8	24,1
35 %	4,9	4,8	4,7	4,8	4,6	23,8
40 %	4,8	4,7	4,6	4,7	4,5	23,3
45 %	4,8	4,6	4,5	4,7	4,5	23,1
50 %	4,8	4,7	4,5	4,7	4,4	23,1
55 %	4,87	4,6	4,5	4,7	4,0	22,67
60 %	4,7	4,6	4,5	4,8	3,9	22,5
65 %	4,7	4,6	4,5	4,7	3,9	22,4
70 %	4,7	4,6	4,5	4,8	3,9	22,5
75 %	4,6	4,5	4,4	4,7	3,9	22,1
80 %	4,6	4,3	4,4	4,7	3,8	21,8
85 %	4,6	4,3	4,2	4,7	3,8	21,6
90 %	4,6	4,2	4,3	4,8	3,8	21,7
95 %	4,5	4,0	4,3	4,6	3,7	21,1
100 %	4,5	4,1	4,3	4,5	3,7	21,1

Использование олигофруктозы при производстве сахарного печенья

Были проведены исследования влияния замены инвертного сиропа олигофруктозой на показатели качества сахарного печенья. Контролем являлся образец сахарного печенья «Диетическое».

Рецептура опытных образцов сахарного печенья представлена в таблице 9.3.

Таблица 9.3

Рецептуры опытных образцов сахарного печенья (на 200 г)

	Сырье								
	Мука пшеничная в/с	Олигофруктоза	Пудра сахарная	Инвертный сироп	Масло сливочное	Молоко коровье	Пудра ванильная	Соль	Сода пищевая
Влажность %	14,00	25,00	0,15	30,00	16,00	88,50	0,15	3,00	50,00
Расход сырья, г: Контроль	136,8	0,00	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
Образцы с заменой инвертного сиропа на олигофруктозу: 5 %	136,8	0,52	38,32	10,93	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
50 %	136,8	5,65	38,32	5,75	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
100 %	136,8	10,3	38,32	0	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94

Результаты исследований влияния замены инвертного сиропа на олигофруктозу на физико-химические показатели качества сахарного печенья приведены в таблице 9.4.

Таблица 9.4

Физико-химические показатели опытных образцов сахарного печенья

Образцы	Влажность теста, %	Влажность готовых изделий, %	Выход изделий, %	Намокаемость, %	Прочность, Н
Контроль	19,90	8,8	76,8	183	45,9
Образец №1	19,60	7,6	73,9	189	48,9
Образец №2	18,40	7,4	76,5	204	69,9
Образец №3	17,60	6,9	77,3	276	75,5

Полученные результаты показали, что при замене 5, 50 и 100 % инвертного сиропа на олигофруктозу происходит уменьшение влажности теста в среднем на 5-11 %, увеличение намокаемости – на 5-50 %, увеличение прочности печенья – на 6,5-65 % по сравнению с контролем.

С целью установления оптимальной дозировки замены инвертного сиропа на олигофруктозу проводили органолептическую оценку готового печенья (табл. 9.5).

Таблица 9.5

*Органолептическая оценка качества опытных образцов
сахарного печенья*

Образец	Показатели качества, (балл)					
	Внешний вид, форма	Состояние поверхности, структура пористости	Цвет	Запах	Вкус	Суммарная оценка
Контроль	5	5	4,8	4,8	4,9	24,5
Образец №1	5	5	4,8	4,8	4,9	24,5
Образец №2	5	5	5	4,9	5	24,9
Образец №3	5	5	5	4,8	4,1	23,9

Из полученных результатов видно, что при замене 5 % инвертного сиропа олигофруктозой суммарная балловая оценка не изменилась.

При замене 50 % инвертного сиропа олигофруктозой изделия имели приятный, ярко выраженный вкус, цвет, запах, суммарная балловая оценка на 0,4 балла превышала контрольный образец. При замене 100 % инвертного сиропа олигофруктозой суммарная балловая оценка была меньше оценки контрольного образца, изделия сохраняли форму, были золотого цвета, имели приятный запах. Недостатком было то, что изделия имели не свойственный сахарному печенью вкус.

Таким образом, установлена возможность замены 50 % инвертного сиропа олигофруктозой.

Использование морковного пюре при производстве сахарного печенья

Были проведены исследования влияния различных дозировок морковного пюре (5, 25 и 50 %) на показатели качества сахарного печенья. Контролем являлся образец сахарного печенья «Диетическое».

Рецептура опытных образцов сахарного печенья представлена в таблице 9.6.

Результаты исследований влияния различных дозировок морковного пюре на физико-химические показатели качества сахарного печенья приведены в таблице 9.7.

Таблица 9.6

Рецептуры опытных образцов сахарного печенья (на 200 г)

	Сырье								
	Мука пшеничная в/с	Морковное пюре	Пудра сахарная	Инвертный сироп	Масло сливочное	Молоко коровье	Пудра ванильная	Соль	Сода пищевая
Влажность, %	14,00	35,00	0,15	30,00	16,00	88,50	0,15	3,00	50,00
Расход сырья, г: Контроль	136,8	0,00	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
Образец №1	136,8	6,84	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
Образец №2	136,8	34,28	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94
Образец №3	136,8	68,56	38,32	11,50	31,90	14,30	0,74	0,96	0,94

Таблица 9.7

*Физико-химические показатели опытных образцов сахарного
печенья*

Образцы	Влажность теста, %	Влажность готовых изделий, %	Выход изделий, %	Прочность, Н	Намокаемость, %
Контроль	17,65	12	73,5	45,9	159
Образец №1	21,15	14	74,2	40,6	161
Образец №2	21,5	18	79,8	38,7	153
Образец №3	26	20	86,5	28,6	138

Установлено, что при внесении морковного пюре происходит увеличение влажности теста. Это объясняется повышенной влажностью пюре, и содержанием в нем несвязанной влаги. При внесении 5, 25 и 50 % морковного пюре происходит увеличение влажности теста на 21, 22 и 47 % соответственно по сравнению с контролем

При внесении 5 % морковного пюре происходит небольшое увеличение намокаемости печенья. Увеличение дозировок пюре до 25 и 50 % приводит к значительному снижению намокаемости печенья.

Прочность печенья при внесении 5, 25 и 50 % морковного пюре снижается на 11, 15 и 37 % соответственно по сравнению с контролем.

Результаты исследований органолептической оценки качества сахарного печенья с внесением морковного пюре представлены в таблице 9.8.

Таблица 9.8

*Органолептическая оценка качества сахарного печенья с
морковным пюре*

Образец	Показатели качества, (балл)					
	Внешний вид, форма	Состояние поверхности, структура пористости	Цвет	Запах	Вкус	Суммарная оценка
Контроль	5	5	4,8	4,8	4,9	24,5
Образец №1	5	5	4,8	4,8	4,9	24,5
Образец №2	4,7	4,5	4,9	4,8	4,3	23,2
Образец №3	4,6	4,3	4,8	4,8	4,1	22,6

Проведенные анализы показали, что при внесении 5 % морковного пюре изделия имели приятный вкус, запах, более насыщенный, желто-золотой цвет. При внесении 25 % морковного пюре поверхность изделий была не ровная, бугристая, цвет оранжевый, при разламывании внутри непропеченные места. При внесении 50 % морковного пюре изделия имели неправильную форму, поверхность неровная, бугристая, цвет изделий ярко-оранжевый, непропеченные.

Таким образом, проведенные исследования показали, что оптимальной дозировкой морковного пюре является 5 %.

Использование ячменной муки при производстве кексов

В работе проводили исследования влияния замены пшеничной муки ячменной на показатели качества кексов. Ячменную муку вносили после приготовления эмульсии в дозировках 10- 100 % в смеси с пшеничной. Контролем являлся образец кекса «Столичный».

Рецептуры опытных образцов кексов приведены в таблице 9.9.

Таблица 9.9

Рецептуры опытных образцов кексов

	Сырье						
	Мука пшенич ная в/с	Мука ячменна я	Сахар песок	Масло сливочн ое	Яйцо куриное	Соль	Аммони й углекис лый
Влажность, %	14,00	15,00	0,15	16,00	73,00	3,00	50,00
Контроль	86,6	0	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
Дозировка ячменной муки взамен пшеничной: 10 %	77,98	8,66	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
20 %	69,3	17,3	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
30 %	30,65	25,99	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
40 %	51,99	34,6	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
50 %	43,3	43,3	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
60 %	34,6	51,99	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
70 %	25,99	60,65	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
80 %	17,3	69,3	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
90 %	8,66	77,98	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
100 %	0	86,6	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04

Результаты исследований влияния замены пшеничной муки ячменной на физико-химические показатели качества кексов приведены в таблице 9.10.

Таблица 9.10 *Физико-химические показатели качества кексов*

Образцы	Влажность теста, %	Влажность готовых изделий, %	Пористость, %	Удельный объем, см ³ /г
Контроль	23,2	21,8	62,4	1,48
Дозировка ячменной муки взамен пшеничной: 10 %	23,7	21,3	58,6	2,01
20 %	20,12	19,63	57,0	2,81
30 %	20,3	19,84	59,0	2,83
40 %	21,96	20,44	55,5	2,66
50 %	24,8	23,6	57,7	1,93
60 %	27,1	25,97	62,8	1,92
70 %	27,3	26,3	60,8	1,98
80 %	27,6	26,6	62,0	2,29
90 %	29,6	27,9	59,0	1,97
100 %	29,4	28,1	63,3	2,5

Установлено, что с увеличением дозировки ячменной муки от 10 % до 100 % увеличивается влажность теста с 23,2 % до 29,4 %. Влажность мякиша готовых изделий увеличивается на 7 % по сравнению с контролем. Можно предположить, что такое увеличение влажности связано с химическим составом ячменной муки.

Удельный объем всех опытных образцов значительно превышает контроль (в среднем на 70 %). Вероятно, это можно объяснить тем, что белки ячменной муки дают слабую короткорвущуюся клейковину, происходит расслабление структуры изделий, что благоприятно влияет на удельный объем кексов.

Пористость опытных образцов немного ниже контроля, а при полной замене пшеничной муки на ячменную пористость превышает контроль на 0,9 %.

С целью установления оптимальной дозировки ячменной муки была проведена органолептическая оценка качества выпеченных кексов. Полученные результаты представлены в таблице 9.11.

Таблица 9.11

Органолептические показатели качества кексов

Образец	Показатели качества, (балл)					
	Внешний вид, форма	Состояние поверхности, структура пористости	Цвет	Запах	Вкус	Суммарная оценка
Контроль	4,0	4,3	4,8	4,8	5	22,9
Дозировка ячменной муки взамен пшеничной: 10 %	4,2	4,8	4,8	4,8	5	23,6
20 %	4,2	4,6	4,8	4,9	5	23,5
30 %	4,4	4,4	4,6	4,9	4,9	23,2
40 %	4,5	4,6	4,6	4,8	5	23,5
50 %	4,6	4,5	4,4	4,5	4,9	22,8
60 %	4,4	4,7	4,5	4,7	5	23,2
70 %	4,3	4,6	4,3	4,8	4,9	23,3
80 %	4,6	4,7	4,0	4,8	5	23,1
90 %	4,6	4,8	4,1	5	5	26,5
100 %	4,6	4,9	1,0	5	5	23,6

В результате оценки органолептических показателей качества готовых изделий установили, что при замене пшеничной муки на ячменную суммарная оценка органолептических показателей изделий практически не изменяется, что позволяет проводить полную замену пшеничной муки в рецептуре кексов на ячменную.

Определение структурно–механических свойств мякиша кексов проводили на приборе АП-4/2 (табл. 9.12).

Таблица 9.12

Структурно-механические свойства мякиша кексов

Образец	Значение показателя		
	$\Delta H_{\text{общ}}$	$\Delta H_{\text{пл}}$	$\Delta H_{\text{упр}}$
Контроль	76,0	56,0	20,0
Дозировка ячменной муки взамен пшеничной: 10 %	85,5	66,5	19,0
20 %	51,0	61,0	20,0
30 %	74,0	54,5	19,5
40 %	52,0	33,0	19,0
50 %	66,0	47,0	19,0
60 %	67,0	48,0	19,0
70 %	79,0	55,5	23,5
80 %	66,5	48,0	18,5
90 %	79,5	61,0	18,5
100 %	79,0	56,5	22,5

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что внесение вместо пшеничной муки части ячменной муки не значительно влияет на такие показатели, как сжимаемость мякиша, его упругость и пластичность.

Использование олигофруктозы при производстве кексов

В работе проведены исследования возможности внесения олигофруктозы Р 95 в виде раствора взамен части сахарного песка на стадии приготовления эмульсии при производстве кексовых изделий. Замену сахара на олигофруктозу производили от 5 % до 100 % по сухим веществам. Рецептуры опытных образцов кексов приведены в таблице 9.13.

Таблица 9.13

Рецептуры опытных образцов кексов

	Сырье						
	Мука пшеничная в/с	Олигофруктоза	Сахар песок	Масло сливочное	Яйцо куриное	Соль	Аммоний углекислый
Влажность, %	14,00	25,00	0,15	16,00	73,00	3,00	50,00
Контроль	86,60	0,00	64,90	64,90	51,90	0,20	1,04
Дозировка олигофруктозы взамен сахара: 5 %	86,60	4,35	61,60	64,90	51,90	0,20	1,04
50 %	86,60	21,75	32,40	64,90	51,90	0,20	1,04
100 %	86,60	43,50	0,00	64,90	51,90	0,20	1,04

Выпеченные образцы оценивали по физико-химическим и органолептическим показателям (табл. 9.14).

Таблица 9.14

Физико-химические показатели качества кексов

Образцы	Влажность теста, %	Влажность готовых изделий, %	Пористость, %	Удельный объем, см ³ /г	Сжимаемость мякиша, ед. приб. АП 4/2
Контроль	21,6	18,2	66,7	2,01	12,5
Образец №1	18,6	17,6	66,85	1,8	15,4
Образец №2	25	23	71,9	1,6	16
Образец №3	24	18,6	73,69	1,8	29

Анализ полученных данных показал, что при замене 5 % сахара олигофруктозой происходит снижение влажности теста на 3 % по сравнению с контрольным образцом. При замене 50 % сахара олигофруктозой происходит повышение влажности теста на 3,4 % по сравнению с контрольным образцом. При замене 100 % сахара

олигофруктозой происходит повышение влажности теста на 2,4 % по сравнению с контрольным образцом.

При замене 5 % сахара олигофруктозой влажность готового кекса уменьшается на 0,6 % по сравнению с контрольным образцом. При замене 50% сахара олигофруктозой влажность готового кекса увеличивается на 4,8 % по сравнению с контрольным образцом. При замене 100 % сахара олигофруктозой влажность готового кекса увеличивается на 0,4 % по сравнению с контрольным образцом.

Отмечена тенденция снижения удельного объема кексов при замене сахара олигофруктозой. Так, при замене 5, 50 и 100 % сахара олигофруктозой происходит снижение удельного объема на 10,4, 20 и 10,4 % соответственно по сравнению с контрольным образцом.

Пористость изделий при замене 5, 50 и 100 % сахара олигофруктозой увеличивается на 0,15, 5,2 и 7 % соответственно по сравнению с контрольным образцом.

Сжимаемость мякиша при замене 5, 50 и 100 % сахара олигофруктозой увеличилась на 23,2, 28 и 132 % соответственно по сравнению с контролем.

Использование морковного пюре при производстве кексов

Для определения оптимальной дозировки морковного пюре при производстве кексов были проведены исследования влияния различных дозировок пюре (10-25 %) на качество кексов. Морковное пюре вносили на стадии приготовления эмульсии. Рецептуры опытных образцов кексов с морковным пюре представлены в таблице 9.15.

Таблица 9.15

Рецептуры опытных образцов кексов

	Сырье						
	Мука пшеничная в/с	Морковное пюре	Сахар песок	Масло сливочное	Яйцо куриное	Соль	Аммоний углекислый
Влажность, %	14,00	94,00	0,15	16,00	73,00	3,00	50,00
Контроль	86,6	0	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
10 % пюре	86,6	8,66	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
15 % пюре	86,6	12,99	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
20 % пюре	86,6	17,32	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04
25 % пюре	86,6	21,65	64,9	64,9	51,9	0,2	1,04

Результаты исследований влияния различных дозировок морковного пюре на физико-химические показатели качества кексов приведены в таблице 9.16.

Таблица 9.16

Физико-химические показатели качества кексов

Образцы	Влажность теста, %	Влажность готовых изделий, %	Пористость, %	Удельный объем, г/см
Контроль	23,2	21,8	62,4	1,48
10 % пюре	23,5	22	63,3	2,00
15 % пюре	26	24	65,7	2,10
20 % пюре	26,4	24,8	65,9	2,40
25 % пюре	28	26,1	65,3	2,10

Установили, что влажность теста при добавлении 10, 15, 20 и 25 % морковного пюре превышает контрольный образец на 0,3, 2,8, 3,2 и 5 % соответственно.

Удельный объем образцов с добавлением морковного пюре в дозировках 10, 15, 20 и 25 % был выше контроля на 35, 62, 42 % соответственно; пористость – на 1, 3,5, 2,9 % соответственно.

Структурно-механические свойства мякиша кексов с различными дозировками морковного пюре приведены в таблице 9.17.

Таблица 9.17

Структурно-механические свойства мякиша кексов

Образец	Наименование показателя		
	$\Delta H_{\text{общ}}$	$\Delta H_{\text{пл}}$	$\Delta H_{\text{упр}}$
Контроль	76	56	20
10% морковного пюре	75	56	19
15% морковного пюре	86	65	18
20% морковного пюре	69	50	19
25% морковного пюре	88	68	20

Из полученных данных видно, что при внесении 15 % морковного пюре происходит увеличение общей деформации на 10, пластичность увеличивается на 9, а упругость мякиша уменьшается на 2 единицы прибора АП-4/2 по сравнению с контрольным образцом. При внесении 20% морковного пюре происходит уменьшение общей деформации на 7, пластичность уменьшается на

6, а упругость мякиша уменьшается на 1 единицы прибора АП-4/2 по сравнению с контрольным образцом.

Органолептическая оценка качества кексов с морковным пюре приведена в таблице 9.18.

Установлено, что при внесении морковного пюре в дозировке 10 % происходит улучшение внешнего вида и формы изделий, структуры пористости. Суммарная оценка превышает контрольный образец на 0,5 балла. При добавлении 20 % морковного пюре происходит улучшение цвета и запаха, внешнего вида и формы изделий, структуры пористости изделий. Суммарная оценка образца превышает контрольный образец на 1,5 балла. При добавлении 25 % морковного пюре кексы приобретают насыщенную ярко-желтую окраску, приятный вкус. Суммарная оценка образца превышает контрольный образец на 1,4 балла.

Таблица 9.18

Органолептическая оценка качества кексов

Образец	Показатели качества, (балл)					
	Внешний вид, форма	Состояние поверхности, структура пористости	Цвет	Запах	Вкус	Суммарная оценка
Контроль	4,0	4,3	4,8	4,8	5	22,9
10% морковного пюре	4,2	4,5	4,8	4,9	5	23,3
15% морковного пюре	4,3	4,8	4,9	5	5	24
20% морковного пюре	4,6	4,8	5	5	5	24,4
25% морковного пюре	4,6	4,7	5	5	5	24,3

Из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальным является добавление морковного пюре в количестве 20 %, что положительно влияет на органолептические и физико-химические показатели качества кексов.

Определение пищевой ценности кексов

Исходя из полученных результатов, за оптимальный образец приняли кексы с заменой 100 % пшеничной муки ячменной; с добавлением 20 % морковного пюре; с заменой 20 % сахара олигофруктозой.

Расчетная пищевая ценность кексов приведена в таблице 9.19.

Таблица 9.19

Пищевая ценность кексов с добавками

Наименование показателей		Содержание в 100 г кекса	Суточная потребность	Удовл-ние суточной потребности, %
Контроль	Белки, г	15,53	30 – 50	31,06
	Жиры, г	54,24	20 – 25	216,96
	Углеводы, г	127,7	400 – 500	25,54
	Пищевые волокна, г	0,14	25	0,56
	Na, мг	76,22	4000 – 6000	1,25
	K, мг	178,5	2500 – 5000	3,57
	Ca, мг	44,2	800 – 1000	4,42
	Mg, мг	20,7	300 – 500	4,14
	P, мг	78,69	1000 – 1500	6,29
	Fe, мг	1,04	15	6,83
	S, мг	0,81	4000 – 5000	0,02
	Cl, мг	267,81	5000 – 7000	4,46
	I, мкг	0,06	0,1 - 0,2	40,00
	Co, мкг	0,07	100-200	0,05
	Mn, мг	1,26	5 – 10	25,2
	Mo, мкг	0,73	500	0,14
	Cu, мкг	10,54	2000	0,53
	Cr, мкг	0	2000 – 2500	0
	F, мкг	0	500-1000	0
	B ₁ , мг	0,6	1,5 – 2	26,4
	B ₂ , мг	0,66	2 – 2,5	20,00
	B ₆ , мг	0,02	2 – 3	0,8
	PP, мг	1,26	15 -25	6,3
Кекс со 100% ячменной муки	Белки, г	15,755	30 – 50	31,525
	Жиры, г	55,82	20 – 25	221,28
	Углеводы, г	129,81	400 – 500	25,86
	Пищевые волокна, г	0,1	25	0,40
	Na, мг	79,86	4000 – 6000	1,331
	K, мг	213,2	2500 – 5000	4,29
	Ca, мг	53	800 – 1000	5,3
	Mg, мг	52,3	300 – 500	5,46
	P, мг	143,87	1000 – 1500	11,50
	Fe, мг	1,16	15	7,8
	S, мг	0,81	4000 – 5000	0,02
	Cl, мг	267,81	5000 – 7000	4,46
	I, мкг	0,11	0,1 - 0,2	73,00
	Co, мкг	0,07	100-200	0,04
	Mn, мг	1,26	5 – 10	25,2
	Cu, мкг	10,54	2000	0,53

	Сг, мкг	0	2 – 2,5	0
	F, мкг	0	500-1000	0
	B1, мг	0,609	1,5 – 2	30,45
	B2, мг	0,669	2 – 2,5	26,7
	B6, мг	0,02	2 – 3	1,00
Кекс с 20% олигофруктозы	Белки, г	15,53	30 – 50	31,06
	Жиры, г	54,24	20 – 25	216,96
	Углеводы, г	116,8	400 – 500	23,3
	Пищевые волокна, г:	0,2	25	0,80
	Na, мг	76,22	4000 – 6000	1,25
	K, мг	178,5	2500 – 5000	3,57
	Ca, мг	44,2	800 – 1000	4,42
	Mg, мг	20,7	300 – 500	4,14
	P, мг	78,69	1000 – 1500	6,29
	Fe, мг	1,04	15	6,83
	S, мг	0,81	4000 – 5000	0,02
	Cl, мг	267,81	5000 – 7000	4,46
	I, мкг	0,12	0,1 – 0,2	80,00
	Co, мкг	0,07	100 – 200	0,05
	Mn, мг	1,26	5 – 10	25,2
	Mo, мкг	0,73	500	0,14
	Cu, мкг	10,54	2000	0,53
	Сг, мкг	0	2 – 2,5	0
	F, мкг	0	500-1000	0
	B ₁ , мг	0,6	1,5 – 2	26,4
	B ₂ , мг	0,66	2 – 2,5	20,00
	B ₆ , мг	0,02	2 – 3	0,8
	PP, мг	1,26	15 -25	6,3
	PP, мг%	1,35	15 -25	6,75
Кекс с 20% морковного пюре	Белки, г	15,755	30 – 50	31,51
	Жиры, г	55,32	20 – 25	221,28
	Углеводы, г	129,31	400 – 500	25,86
	Пищевые волокна, г	0,44	25	1,76
	Na, мг	79,86	4000 – 6000	1,33
	K, мг	213,2	2500 – 5000	4,26
	Ca, мг	53	800 – 1000	5,3
	Mg, мг	27,3	300 – 500	5,46
	P, мг	81,83	1000 – 1500	5,45
	Fe, мг	1,16	15	7,73
	S, мг	2,03	4000 – 5000	0,04
	Cl, мг	268,22	5000 – 7000	4,47
	I, мкг	0,12	0,1 - 0,2	80,00
	Co, мкг	0,2	100-200	0,13
	Mn, мг	1,26	5 – 10	25,2
	Mo, мкг	0,73	500	0,14
	Cu, мкг	19,68	2000	0,98
	Сг, мкг	0	2 – 2,5	0
	F, мкг	2,32	500-1000	0,31
	β-каротин	1,56	2-3	52
	B ₁ , мг	0,609	1,5 – 2	30,45
	B ₂ , мг	0,669	2 – 2,5	26,8
	B ₆ , мг	0,03	2 – 3	1,20
	PP, мг%	1,29	15 -25	6,45

Из табличных данных видно, что при употреблении 100 г кекса с ячменной мукой наибольшее удовлетворение происходит в йоде и в тиамине. Так при употреблении контрольного образца кекса суточная потребность в йоде удовлетворяется на 40 %, а при употреблении кекса со 100 % ячменной муки суточная потребность удовлетворяется на 73 %. При употреблении контрольного образца кекса суточная потребность в тиамине удовлетворяется на 26,4 % а при употреблении кекса со 100 % ячменной муки суточная потребность в тиамине удовлетворяется на 30,45 %.

При употреблении 100 г кекса с заменой 20 % сахара олигофруктозой увеличивается удовлетворение суточной потребности в пищевых волокнах в два раза по сравнению с контролем.

При употреблении кекса с 20 % морковного пюре удовлетворяется потребность в β -каротине на 52 %.

При употреблении 100 г кекса с ячменной мукой увеличивается удовлетворение суточной потребности в белках на 1,49 %, в жирах на 2 %, в углеводах на 1,25 % по сравнению с употреблением контрольного образца. При употреблении 100 г кекса с заменой 20 % сахара олигофруктозой удовлетворение суточной потребности в белках и в жирах не изменяется, в углеводах уменьшается на 8,77 % по сравнению с употреблением контрольного образца. При употреблении 100 г кекса с 20 % морковного пюре увеличивается удовлетворение суточной потребности в углеводах на 1,25 % по сравнению с контрольным образцом.

Использование пшениной муки, олигофруктозы и бананового пюре при производстве кексов и сдобного печенья

Работы по изысканию новых видов сырья заменяющих высококалорийное, низкобалластное и с низкой пищевой ценностью сырье ведется в различных направлениях. Одно из них предполагает использование нетрадиционного вида сырья.

Пшеничную муку используют в составе композитных смесей для хлебобулочных, кондитерских, кулинарных изделий и других продуктов повышенной пищевой и биологической ценности. Крупный зародыш проса глубоко внедряется в ядро и при получении муки пшениной обогащает ее клетчаткой, белком, витаминами группы

В и б-каротином. Пшено богато растительными белками с повышенным содержанием аминокислот лейцина и гистидина, особенно важных для организма.

Бананы - удивительная еда, прекрасно утоляют голод, снабжают организм энергией и полезными веществами. Энергетическая ценность бананов - 90 килокалорий на 100 граммов. Волокна, которые они содержат, способствуют хорошей усвояемости сахара и жиров. Бананы имеют сбалансированный витаминный состав. Большую ценность представляет банан как источник микроэлементов: в 100 граммах содержится 42 мг магния и 348 мг калия, по содержанию последнего банан сравним разве что с курагой. Кроме того, тропические плоды являются источником кальция, железа и фосфора.

Актуальным на сегодняшний день является использование диетических пищевых волокон в продуктах питания, поскольку они обладают широким спектром действия на организм человека. Инулин и олигофруктоза – растворимые диетические волокна, не повышают уровень глюкозы в крови, влияют на биологическую усвояемость кальция и магния, инулин влияет на снижение уровня холестерина и липидов в сыворотке крови, являются избирательными стимуляторами роста бифидобактерий, что, в свою очередь подавляет рост ряда вредных штаммов микроорганизмов.

В связи с этим, обоснование целесообразности применения продуктов переработки пшена, олигофруктозы L85, банана и разработка технологии производства кекса и сдобного печенья с их применением является актуальным.

В исследованиях приготовление кексового теста осуществляли следующим образом: во взбивальную емкость загружали сливочное масло и размягчали взбиванием в течение 7-10 мин. Затем засыпали сахар и взбивание продолжали еще 5-7 мин, после чего постепенно добавляли яйца; смесь продолжали сбивать еще 8-12 мин. В конце сбивания добавляют аммоний углекислый. В сбитую массу добавляли муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта и все перемешивали в течение 3-5 мин. Далее полученное тесто формуют в металлические формы, предварительно смазанные растительным маслом и отправляют на выпечку.

Рецептуры контрольного и опытных образцов кексов приведены в таблицах 9.20-9.22.

Приготовление теста для сдобного печенья осуществляли следующим образом: в месильную емкость загружали все сырье, за исключением муки в следующей последовательности: сахар (лучше сахарную пудру), жир в пластичном или жидком состоянии, растворы химических разрыхлителей и перемешивали 6-8 минут. Затем добавляли воду, перемешивали 2-4 минуты до образования однородной смеси. Только после этого добавляли муку. Замешивали тесто в течение 5-8 минут, формовали и выпекали в течение 5-10 мин.

Рецептуры контрольного и опытных образцов сдобного печенья приведены в таблицах 9.23-9.25.

Таблица 9.20

Рецептуры образцов кексов при использовании пшеничной муки

Наименование сырья	Влажность сырья, %	Контроль	Расход сырья, г					
			№1	№2	№3	№4	№5	№6
Мука пшеничная в/с	14,0	86,69	78,02	69,35	60,68	52,01	56,65	34,67
Мука пшеничная	12,0	-	8,67	17,3	26,0	34,67	43,34	52,01
Сахар – песок	0,15	64,98	64,98	64,98	64,98	64,98	64,98	64,98
Масло сливочное	40,0	64,98	64,98	64,98	64,98	64,98	64,98	64,98
Меланж	73,6	51,96	51,96	51,96	51,96	51,96	51,96	51,96
Соль	3,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Аммоний углекислый	50,0	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Пудра рафинадная	0,15	5	5	5	5	5	5	5

Таблица 9.21

Рецептуры образцов кексов при использовании олигофруктозы

Наименование сырья	Влажность сырья, %	Контроль	Расход сырья, г			
			№7	№8	№9	№10
Мука пшеничная в/с	14,0	86,69	86,69	86,69	86,69	86,69
Олигофруктоза		-	6,50	9,75	12,99	16,24
Сахар – песок	0,15	64,98	58,48	55,23	51,99	48,74
Масло сливочное	40,0	64,98	64,98	64,98	64,98	64,98
Меланж	73,6	51,96	51,96	51,96	51,96	51,96
Соль	3,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Аммоний углекислый	50,0	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Пудра рафинадная	0,15	5	5	5	5	5

Таблица 9.22

Рецептуры образцов кексов при использовании бананового пюре

Наименование сырья	Влажность сырья, %	Контроль	Расход сырья, г			
			№11	№12	№13	№14
Мука пшеничная в/с	14,0	86,69	86,69	86,69	86,69	86,69
Свежий банан	68,6	-	8,67	13	17,34	21,67
Сахар – песок	0,15	64,98	64,98	64,98	64,98	64,98
Масло сливочное	40,0	64,98	64,98	64,98	64,98	64,98
Меланж	73,6	51,96	51,96	51,96	51,96	51,96
Соль	3,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Аммоний углекислый	50,0	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Пудра рафинадная	0,15	5	5	5	5	5

Контроль – образец по рецептуре кекса «Столичный».

Образец №1 – с заменой 10 % пшеничной муки пшеницей.

Образец №2 – с заменой 20 % пшеничной муки пшеницей.

Образец №3 – с заменой 30 % пшеничной муки пшеницей.

Образец №4 – с заменой 40 % пшеничной муки пшеницей.

Образец №5 – с заменой 50 % пшеничной муки пшеницей.

Образец №6 – с заменой 60 % пшеничной муки пшеницей.

Образец №7 – с заменой 10 % сахара на олигофруктозу Р 95.

Образец №8 – с заменой 15 % сахара на олигофруктозу Р 95.

Образец №9 – с заменой 20 % сахара на олигофруктозу Р 95.

Образец №10 – с заменой 25 % сахара на олигофруктозу Р 95.

Образец №11 – с применением 10 % от пшеничной муки бананового пюре.

Образец №12 – с применением 15 % от пшеничной муки бананового пюре.

Образец №13 – с применением 20 % от пшеничной муки бананового пюре.

Образец №14 – с применением 25 % от пшеничной муки бананового пюре.

Таблица 9.23

Рецептуры образцов сдобного печенья при использовании пшеничной муки

Наименование сырья	Влажность сырья, %	Контроль	Расход сырья, г		
			№15	№16	№17
Мука пшеничная в/с	14,0	64,8	58,32	51,84	45,36
Пшеничная мука	12,0	-	6,48	12,96	19,44
Сахарная пудра	0,15	21,5	21,5	21,5	21,5
Масло сливочное	40,0	27,5	27,5	27,5	27,5
Соль	3,0	0,2	0,2	0,2	0,2
Аммоний углекислый	50,0	0,62	0,62	0,62	0,62

Таблица 9.24

Рецептуры образцов сдобного печенья при использовании олигофруктозы

Наименование сырья	Влажность сырья, %	Контроль	Расход сырья, г			
			№18	№19	№20	№21
Мука пшеничная в/с	14,0	64,8	64,8	64,8	64,8	64,8
Олигофруктоза		-	2,15	3,22	4,3	5,37
Сахарная пудра	0,15	21,5	19,35	18,27	17,2	16,12
Масло сливочное	40,0	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
Соль	3,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Аммоний углекислый	50,0	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62

Таблица 9.25

Рецептуры образцов сдобного печенья при использовании бананового пюре

Наименование сырья	Влажность сырья, %	Контроль	Расход сырья, г			
			№22	№23	№24	№25
Мука пшеничная в/с	14,0	64,8	64,8	64,8	64,8	64,8
Свежий банан	68,6	-	8,67	13	17,34	21,67
Сахарная пудра	0,15	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
Масло сливочное	40,0	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
Соль	3,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Аммоний углекислый	50,0	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62

Контроль – образец по рецептуре сдобного печенья «Кримулда».

Образец №15 – с заменой 10 % пшеничной муки пшеничной.

Образец №16 – с заменой 20 % пшеничной муки пшеничной.

Образец №17 – с заменой 30 % пшеничной муки пшеничной.

Образец №18 – с заменой 10 % сахара на олигофруктозу Р 95.

Образец №19 – с заменой 15 % сахара на олигофруктозу Р 95.

Образец №20 - с заменой 20 % сахара на олигофруктозу Р 95.

Образец №21 – с заменой 25 % сахара на олигофруктозу Р 95.

Образец №22 – с применением 10 % от пшеничной муки бананового пюре.

Образец №23 – с применением 15 % от пшеничной муки бананового пюре.

Образец №24 – с применением 20 % от пшеничной муки бананового пюре.

Образец №25 – с применением 25 % от пшеничной муки бананового пюре.

Использование пшеничной муки при производстве кексов

Исследовали влияние замены части пшеничной муки в рецептуре кексов на пшеничную на реологические свойства кексового теста и показатели качества готовых кексов. Замену производили в количестве 10-60 %. Приготовление теста контрольного образца осуществляли по рецептуре кекса «Столичный».

Тесто для экспериментальных образцов замешивали по рецептуре, приведенной в таблице 9.20.

Влияние замены части пшеничной муки на пшеничную, на реологические свойства кексового теста представлены в таблице 9.26.

Анализ полученных данных показывает, что контрольный образец кексового теста обладает упруго-вязко-пластичными свойствами. При добавлении пшеничной муки происходит изменение характера его реологических свойств. Для образцов с заменой от 10 до 60 % пшеничной муки на пшеничную наблюдается уменьшение коэффициента консистенции на 0,26; 5,44; 9,8; 8,29; 15; 16,8 % соответственно.

Таким образом, с увеличением дозировки пшеничной муки происходит снижение упругих свойств теста и увеличение пластичных за счет уменьшения количества клейковины.

Таблица 9.26

Влияние замены части пшеничной муки на пшеничную на реологические свойства кексового теста

Исследуемые образцы	Предельное напряже	Коэффициент консистенции Па*с	Индекс течения
Контроль	6,4	38,6	0,428
Образец № 1 (10% пшеничной муки)	6,6	38,5	0,430
Образец № 2 (20% пшеничной муки)	6,8	36,5	0,432
Образец № 3 (30% пшеничной муки)	7,3	34,8	0,433
Образец № 4 (40% пшеничной муки)	7,1	35,4	0,445
Образец № 5 (50% пшеничной муки)	6,5	32,8	0,426
Образец № 6 (60% пшеничной муки)	6,3	32,1	0,421

Несмотря на то, что меняются реологические свойства теста, кексы выпеченные с данными дозировками пшеничной муки не уступают по физико-химическим и особенно по органолептическим показателям контролю, таблицы 9.27, 9.28.

Таблица 9.27

Физико-химические показатели качества кексов с пшениной мукой

Образцы	Массовая доля влаги теста, %	Массовая доля влаги в готовых изделиях, %	Пористость, %	Удельный объем, см ³ /100г	Деформация мякиша, ед. прибора	Масса кекса, г	Выход изделий, %
Контроль	27	24	56	212	76	103,1	99,6
Образец № 1 (10% пшениной муки)	26	23	56,8	212	69	100,6	98,3
Образец № 2 (20% пшениной муки)	26	23	58	211	70	99,8	99,4
Образец № 3 (30% пшениной муки)	25,6	22,4	58,6	212	68	98,9	98,5
Образец № 4 (40% пшениной муки)	25,2	22	60	214	69,5	100,2	98,8
Образец № 5 (50% пшениной муки)	25,4	22,3	61	214	72	99,6	98,4
Образец № 6 (60% пшениной муки)	25,3	22,2	60,8	214,5	73	98,5	97,5

Таблица 9.28

Органолептическая оценка качества кексов с пшениной мукой.

Показатели качества, (балл)	Контроль	Образцы с дозировкой пшениной муки, %					
		10	20	30	40	50	60
Внешний вид, форма	4	4	4,5	4,5	4,5	4,8	4,8
Состояние поверхности,	4,5	4,5	4,5	4,3	4,6	4,7	5
Структура пористости	4,5	4,5	4,5	4	4,5	4,5	4,5
Цвет	4,5	4,3	4,4	4,6	4,5	4,6	5
Запах	4,5	4,5	4,2	4,5	4,6	4,7	4,5
Вкус	4,5	4,5	4,3	4,5	4,5	4,8	5
Суммарная оценка	26,5	26,3	26,4	26,4	27,2	28,1	28,8

Анализ полученных данных показал, что при замене пшеничной муки эквивалентным количеством пшениной муки в количестве от 10 до 60 % показатель удельного объема немного увеличивается (в среднем на 2 %) по сравнению с контролем. Пористость образцов также увеличивается на 1,4 %, 3,5 %, 4,6 %, 7,1 %, 8,5 %, 8,9 % соответственно по сравнению с контролем.

Органолептическая оценка выпеченных кексов показала, что с увеличением дозировки пшениной муки растет суммарная балльная оценка кексов.

Таким образом, на основании полученных результатов оптимальным в дальнейших исследованиях был выбран образец с 60 % заменой пшеничной муки на пшеничную муку.

О свойствах мякиша в процессе хранения судили по показаниям пенетromетра АП-4/2. Для этого выпеченные изделия хранили без упаковки при температуре 18 – 25 °С и относительной влажности воздуха 65 – 70 %, в течение 72 часов. Через 2, 12, 24, 48, 72, часов отмечали изменение структурно-механических свойств мякиша кексов с оптимальной дозировкой пшеничной муки и контроля.

Результаты исследований структурно-механических свойств кексов при хранении приведены на рисунке 9.4.

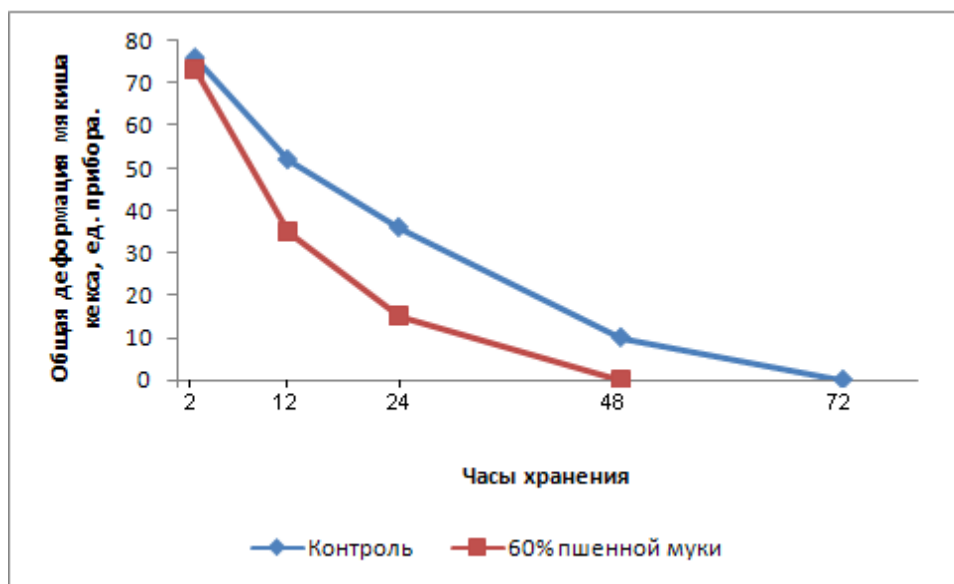


Рис. 9.4. Изменение структурно-механических свойств мякиша кексов при хранении

Полученные результаты свидетельствуют о том, что внесение в рецептуру пшеничной муки способствует увеличению скорости черствения, и снижению срока хранения на 24 часа по сравнению с контролем. Вероятно, это объясняется большим содержанием крахмала в пшеничной муке.

Использование Олигофруктозы L85 при производстве кексов

Исследовали влияние внесения олигофруктозы L85 в виде сиропа взамен части сахарного песка на стадии приготовления эмульсии при производстве кексовых изделий на реологические свойства теста, качество и структурно-механические свойства мякиша кексов. Замену сахара олигофруктозой производили в количестве 10-25 %. Приготовление теста контрольного образца осуществляли по рецептуре кекса «Столичный».

Тесто для экспериментальных образцов замешивали по рецептуре, приведенной в таблице 9.21.

Влияние замены части сахара олигофруктозой на реологические свойства кексового теста представлены в таблице 9.29.

Таблица 9.29

*Влияние замены части сахара олигофруктозой L85 на
реологические свойства кексового теста*

Исследуемые образцы	Предельное напряжение сдвига, Па	Коэффициент консистенции Па*с	Индекс течения
Контроль	6,4	38,6	0,428
Образец № 7 (10% сиропа олигофруктозы)	6,8	39,2	0,432
Образец № 8 (15% сиропа олигофруктозы)	7,1	41,8	0,443
Образец № 9 (20% сиропа олигофруктозы)	6,7	38,2	0,430
Образец № 10 (25% сиропа олигофруктозы)	6,1	34,2	0,420

Анализ полученных результатов показывает, что при добавлении олигофруктозы L85 происходит изменение характера реологических свойств теста. Для образцов с заменой 10 и 15 % сахара-песка олигофруктозой L85 наблюдается увеличение коэффициента консистенции на 1,5 % и 8,2 %, увеличение индекса течения – на 0,9 % и 3,5 % соответственно. Для образцов с заменой 20 и 25 % сахара олигофруктозой L85 наблюдается уменьшение коэффициента консистенции на 1,04 % и 11,3 %, индекса течения – на 1,86 % и 0,4 % по сравнению с контролем.

Изменение вязкости теста обусловлено тем, что олигофруктоза L85, являясь пищевым волокном, обладает высокой водосвязывающей и влагоудерживающей способностью. Увеличение коэффициента консистенции обеспечивает более устойчивую структуру теста.

Результаты анализа физико-химических и органолептических показателей кексов приведены в таблицах 9.30, 9.31.

Таблица 9.30

*Физико-химические показатели качества кексов с
олигофруктозой*

Образцы	Массовая доля влаги теста, %	Массова я доля влаги в готовых изделия х, %	Пористо сть, %	Удель ный объем, см ³ /100г	Деформ ация мякиша, ед. приб.	Масса кекса, г	Выход изделий, %
Контроль	27	24	56	212	76	103,1	99,6
Образец № 7 (10% сиропа олигофру ктозы)	27,6	25	58	210	76	100,6	99,3
Образец № 8 (15% сиропа олигофру ктозы)	27,9	25	62	212	74	100,8	99,6
Образец № 9 (20% сиропа олигофру ктозы)	28,6	25,6	63,5	214	78	103,9	99,8
Образец №10 (25% сиропа олигофру ктозы)	29	27,4	60	210	78	101,2	99,8

Анализ табличных данных показал, что при замене сахара олигофруктозой L85 показатель удельного объема практически не изменяется по сравнению с контролем, пористость немного увеличивается (в среднем на 2,63 %) по сравнению с контролем.

Органолептическая оценка выпеченных кексов показала, что с увеличением дозировки олигофруктозы растет суммарная балльная оценка кексов.

Таким образом, на основании полученных результатов оптимальным в дальнейших исследованиях был выбран образец с 20 % заменой сахара олигофруктозой.

Таблица 9.31

*Органолептическая оценка качества кексов с
олигофруктозой*

Показатели качества, (балл)	Конт роль	Содержание олигофруктозы L 85, %			
		10	15	20	25
Внешний вид, форма	4	4	4,5	4,8	4,5
Состояние поверхности,	4,5	4,5	4,5	4,2	4,6
Структура пористости	4,5	4,4	4,5	4,5	4,5
Цвет	4,5	4,3	4,4	4,6	4,5
Запах	4,5	4,5	4,2	4,7	4,6
Вкус	4,5	4,5	4,2	4,8	4,5
Суммарная оценка	26,5	26,2	26,3	27,6	27,2

О свойствах мякиша в процессе хранения судили по показаниям пенетрометра АП-4/2. Для этого выпеченные изделия хранили без упаковки при температуре 18 – 25 °С и относительной влажности воздуха 65 – 70 %, в течение 72 часов. Через 2, 12, 24, 48, 72, часов отмечали изменение структурно-механических свойств мякиша кексов с оптимальной дозировкой олигофруктозы и контроля (рис. 9.5).

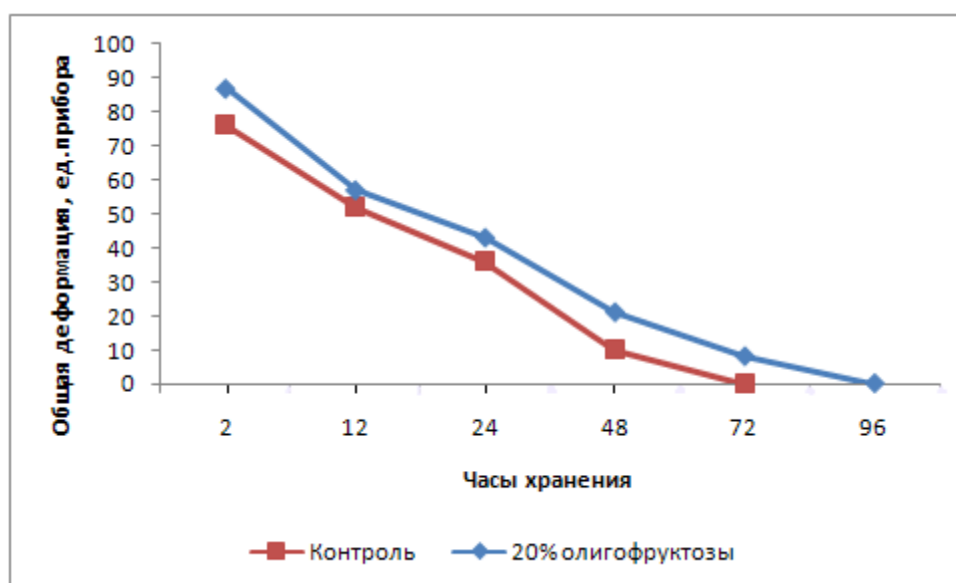


Рис. 9.5. Изменение структурно-механических свойств мякиша кексов при хранении

Установлено, что замена 20 % сахара-песка олигофруктозой L85 оказывает влияние на скорость черствения кексов в процессе хранения, кексы с олигофруктозой остаются свежими более длительное время, нежели контрольный образец. Возможно олигофруктоза L85, вносимая в тесто, образует комплексы с амилопектином и амилозой, что способствует снижению скорости ретроградации крахмала.

Использование бананового пюре при производстве кексов

Исследовали влияние внесения бананового пюре в виде суспензии на стадии приготовления эмульсии при производстве кексовых изделий на реологические свойства теста, органолептические, физико-химические и структурно-механические свойства кексов. Банановое пюре вносили в количестве 10-25 %. Приготовление теста контрольного образца осуществляли по рецептуре кекса «Столичный».

Тесто для экспериментальных образцов замешивали по рецептуре, приведенной в таблице 9.22.

Влияние бананового пюре на реологические свойства кексового теста представлены в таблице 9.32.

Таблица 9.32

Влияние бананового пюре на реологические свойства кексового теста

Исследуемые образцы	Предельное напряжение сдвига,	Коэффициент консистенции Па*с	Индекс течения
Контроль	6,4	38,6	0,428
Образец № 11 (10% банановое пюре)	6,5	39,8	0,431
Образец №12 (15% банановое пюре)	6,8	40,8	0,437
Образец № 13 (20% банановое пюре)	7,3	41,4	0,435
Образец № 14 (25% банановое пюре)	7,6	40,4	0,436

Анализ результатов показал, что при добавлении бананового пюре происходит изменение характера реологических свойств теста. Для образцов с применением 10, 15, 20, 25 % бананового пюре наблюдается увеличение коэффициента консистенции на 3,1; 5,6; 7,2; и 4,6 % соответственно, увеличение индекса течения – на 0,7; 2,1; 1,6; 1,8 % соответственно по сравнению с контролем, что свидетельствует о нарастании упругих свойств кексового теста и обеспечивает более устойчивую структуру теста.

Внесение бананового пюре положительно влияет на физико-химические и органолептические показатели качества кексов (табл. 9.33, 9.34).

Таблица 9.33

Физико-химические показатели качества кексов с банановым пюре

Как из представленных данных, внесение бананового пюре влияет на показатели влажности теста и кекса. Влажность теста и

Образцы	Массовая доля влаги теста, %	Массовая доля влаги в готовых изделиях, %	Пористость, %	Удельный объем, см ³ /100г	Деформация мякиша, ед. приб.	Масса кекса, г	Выход изделий, %
Контроль	27	24	56	212	76	103,1	99,6
Образец № 11 (10% банановое пюре)	28	25	58	210	78	101,6	99,3
Образец №12 (15% банановое пюре)	28,6	25	63	211	73	100,8	99,6
Образец №13 (20% банановое пюре)	29,2	25,8	63,5	214	80	104,9	99,8
Образец №14 (25% банановое пюре)	30	26	62	210	82	102,2	99,8

готовых кексов увеличивается с увеличением дозировки пюре. Максимальное увеличение удельного объема и пористости наблюдается при внесении 20 % бананового пюре.

Органолептическая оценка выпеченных кексов показала, что с увеличением дозировки бананового пюре растет суммарная балльная оценка кексов.

Таким образом, на основании полученных результатов оптимальным в дальнейших исследованиях был выбран образец с дозировкой бананового пюре - 20 % .

Таблица 9.34

Органолептическая оценка кексов с банановым пюре

Показатели качества, (балл)	Конт роль	Содержание бананового пюре, %			
		10	15	20	25
Внешний вид, форма	4	4	4,5	4,8	4
Состояние поверхности,	4,5	4,5	4,5	5	4
Структура пористости	4,5	4,5	4,5	4,8	4,2
Цвет	4,5	4,3	4,4	4	4,2
Запах	4,5	4,5	4,2	5	5
Вкус	4,5	4,5	4,3	5	5
Суммарная оценка	26,5	26,3	26,4	28,6	26,4

О свойствах мякиша в процессе хранения судили по показаниям пенетromетра АП-4/2. Для этого выпеченные изделия хранили без упаковки при температуре 18 – 25 °С и относительной влажности воздуха 65 – 70 %, в течение 72 часов. Через 2, 12, 24, 48, 72, часов отмечали изменение структурно-механических свойств мякиша кексов с оптимальной дозировкой бананового пюре и контроля (рис. 9.6).

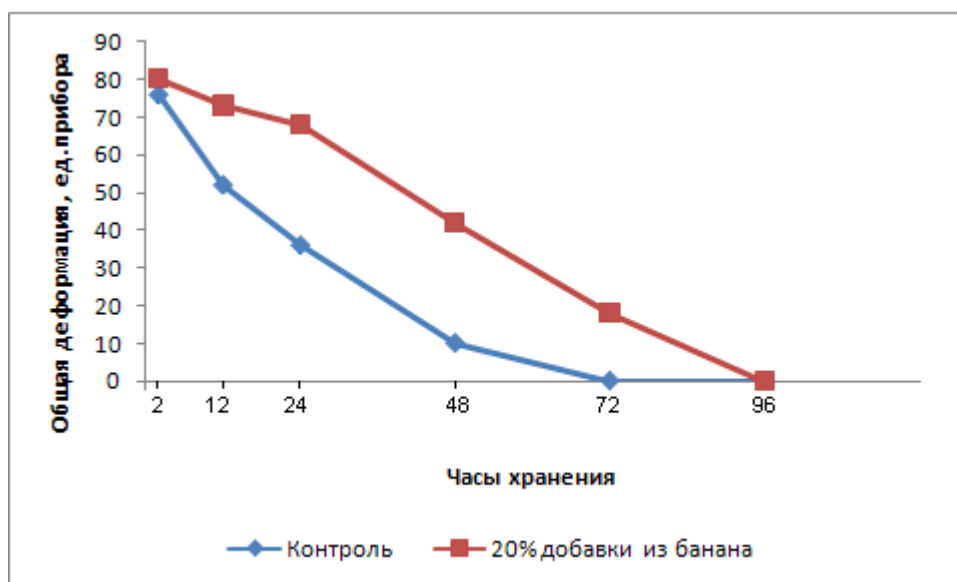


Рис. 9.6. Изменение структурно-механических свойств мякиша кексов при хранении

Установили, что добавление бананового пюре в количестве 20 % способствует уменьшению скорости черствения по сравнению с контролем и увеличению срока хранения на 24 часа по сравнению с контролем.

По результатам проведенных исследований разработаны рецептуры кексов «Пшеннушка» и «Банановый».

Использование пшеничной муки при производстве сдобного печенья

Исследовали влияние замены пшеничной муки пшеничной на реологические свойства сдобного теста, показатели качества и сохраняемость сдобного печенья. Замену производили в количестве 10-30 %. Приготовление теста контрольного образца осуществляли по рецептуре сдобного печенья «Кримулда».

Тесто для опытных образцов замешивали по рецептуре, приведенной в таблице 9.23.

На рисунке 9.7 представлены кривые течения исследованных образцов сдобного теста.

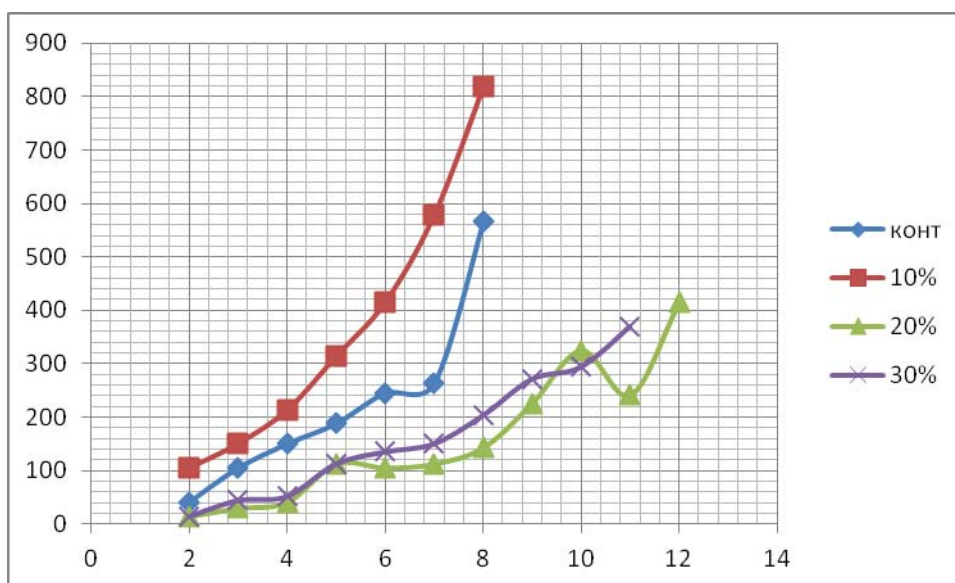


Рис. 9.7. Кривые течения образцов сдобного теста с применением пшеничной муки

Анализ полученных данных показывает, что замена пшеничной муки на пшенную в рецептуре сдобного печенья изменяет характер течения сдобного теста по отношению к контрольному образцу. С увеличением дозировки пшеничной муки происходит снижение упругих свойств теста и увеличение пластичных за счет уменьшения количества клейковины.

Результаты исследования влияния замены пшеничной муки на пшенную на физико-химические и органолептические показатели качества сдобного печенья приведены в таблицах 9.35, 9.36.

Таблица 9.35

Физико-химические показатели качества сдобного печенья с пшеничной мукой

Варианты	Масса теста, г	Масса печенья, г	Выход, %	Влажность теста, %	Влажность печенья, %	Прочность	Намокаемость, %
Контроль	121,7	102,9	84	21	10	37,53	172
10% пшеничной муки	117,15	98,45	84	20,4	9,6	24,42	191
20% пшеничной муки	119,05	101,75	85	20,2	9,4	30,07	201
30% пшеничной муки	118,45	101,4	85	19,5	8,6	35,57	217,5

Как видно из табличных данных, внесение пшеничной муки взамен пшеничной влияет на показатели качества сдобного печенья – приводит к увеличению намокаемости и снижению прочности изделий.

Таблица 9.36

Органолептическая оценка качества сдобного печенья с пшеничной мукой

Показатели качества, (балл)	Конт роль	Содержание пшеничной муки, %		
		10	20	30
Внешний вид, форма	5,0	4,5	3,5	4,0
Состояние поверхности,	4,0	5,0	4,0	4,0
Цвет	4,0	4,0	5,0	5,0
Хрупкость	4,0	4,0	5,0	5,0
Аромат (запах)	4,0	5,0	5,0	5,0
Вкус	4,0	5,0	5,0	5,0
Суммарная оценка	25	27,5	27,5	28

Проанализировав полученные данные, была установлена оптимальная дозировка замены пшеничной муки на пшеничную - 30 %.

Использование олигофруктозы L85 при производстве сдобного печенья

Исследовали влияние замены сахара олигофруктозой L85 на реологические свойства сдобного теста, качество и структурно-механические свойства сдобного печенья. Замену производили в количестве 10-25 %. Приготовление теста контрольного образца осуществляли по рецептуре сдобного печенья «Кримулда».

Тесто для экспериментальных образцов замешивали по рецептуре, приведенной в таблице 9.24.

На рисунке 9.8 представлены кривые течения исследованных образцов сдобного теста.

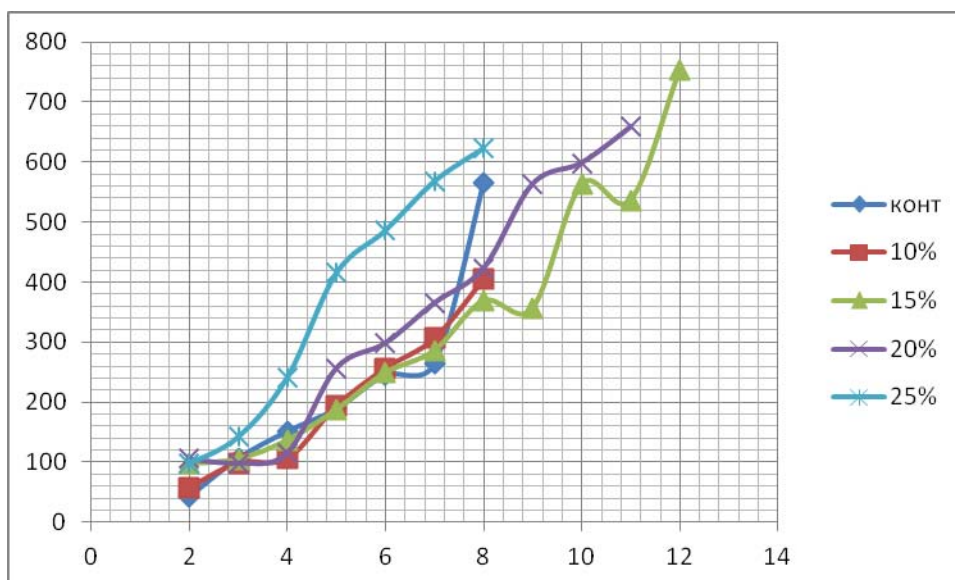


Рис. 9.8. Кривые течения образцов сдобного теста с заменой части сахара олигофруктозой L85

Проанализировав полученные данные можно сказать, что замена части сахара олигофруктозой L85 изменяет характер течения сдобного теста. Так, с увеличением дозировки олигофруктозы L85 происходит повышение упругих свойств теста и уменьшение пластичных за счет пищевых волокон, которые содержатся в олигофруктозе L85 и влияют на водоудерживающую способность.

Ниже приведены результаты физико-химической и органолептической оценки показателей качества сдобного печенья (табл. 9.37, 9.38).

Таблица 9.37

Физико-химические показатели качества сдобного печенья с олигофруктозой L85

Варианты	Масса теста, г	Масса печенья, г	Выход, %	Влажность теста, %	Влажность печенья, %	Прочность	Намокаемость, %
Контроль	121,7	102,9	84	21	10	37,53	172
10% олигофруктозы	119,6	103,1	86	20,7	10	30,86	183,5
15% олигофруктозы	119,4	102,15	85	22,4	12,2	20,56	210
20% олигофруктозы	117,45	101	85	22,2	10,5	38,26	212
25% олигофруктозы	121	103,1	85	22,2	11,5	28,17	200,5

Как видно из табличных данных, внесение олигофруктозы L85 взамен сахара влияет на показатели качества сдобного печенья – приводит к увеличению намокаемости и снижению прочности изделий.

Таблица 9.38

Органолептическая оценка качества сдобного печенья с олигофруктозой L85

Показатели качества, (балл)	Конт роль	Содержание олигофруктозы L 85, %			
		10	15	20	25
Внешний вид, форма	5,0	4	4,5	4,8	4
Состояние поверхности, структура пористости	4,0	4,5	4,5	5	4
Цвет	4,0	4,5	4,5	4,8	4,2
Хрупкость	4,0	4,3	4,4	4	4,2
Аромат (запах)	4,0	4,5	4,2	4	5
Вкус	4,0	4,5	4,3	5	5
Суммарная оценка	25	26,3	26,4	27,6	26,4

Проанализировав полученные данные, была установлена оптимальная дозировка замены сахара олигофруктозой L85- 20 %.

Использование бананового пюре при производстве сдобного печенья

Исследовали влияние различных дозировок бананового пюре (10-25 %) на реологические свойства сдобного теста, качество и структурно-механические свойства сдобного печенья. Приготовление теста контрольного образца осуществляли по рецептуре сдобного печенья «Кримулда». Тесто для экспериментальных образцов замешивали по рецептуре, приведенной в таблице 9.25.

На рисунке 9.9 представлены кривые течения исследованных образцов сдобного теста.

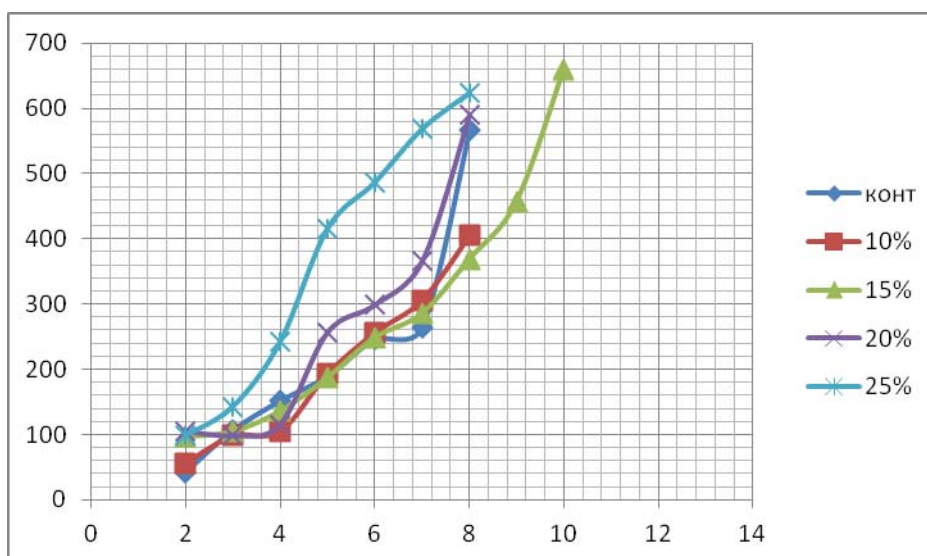


Рис.9.9. Кривые течения образцов сдобного теста с применением бананового пюре

Проанализировав полученные данные можно сказать, что внесение бананового пюре изменяет характер течения сдобного теста. Так, с увеличением дозировки пюре происходит повышение упругих свойств теста и уменьшение пластичных. Это связано с тем, что банан обладает влагоудерживающей способностью за счет различных веществ входящих в его химический состав.

Ниже приведены результаты физико-химической и органолептической оценки показателей качества сдобного печенья (табл. 9.39, 9.40).

Таблица 9.39

Физико-химические показатели качества сдобного печенья с банановым пюре

Варианты	Масса теста, г	Масса печенья, г	Выход, %	Влажность теста, %	Влажность печенья, %	Прочность	Намокаемость, %
Контроль	121,7	102,9	84	21	10	37,53	172
10% бананового пюре	119,6	103,1	86	20,7	10	30,86	200,5
15% бананового пюре	118,4	103,15	85	22,4	12,2	20,56	210
20% бананового пюре	120,45	104	85	23,2	10,5	36,26	214
25% бананового пюре	121	103,1	85	24,2	11,5	28,17	212,5

Как видно из табличных данных, внесение бананового пюре влияет на показатели качества сдобного печенья – приводит к увеличению намокаемости и снижению прочности изделий.

Таблица 9.40

Органолептическая оценка качества сдобного печенья с банановым пюре

Показатели качества, (балл)	Конт роль	Содержание бананового пюре %			
		10	15	20	25
Внешний вид, форма	5,0	4	4,5	4,8	4
Состояние поверхности, структура пористости	4,0	4,5	4,5	5	4
Цвет	4,0	4,5	4,5	4,8	4,2
Хрупкость	4,0	4,3	4,4	4	4,2
Аромат (запах)	4,0	4,5	4,2	4	5
Вкус	4,0	4,5	4,3	5	5
Суммарная оценка	25	26,3	26,4	27,6	26,4

Проанализировав полученные данные, была установлена оптимальная дозировка бананового пюре - 20 %.

По результатам проведенных исследований разработаны рецептуры сдобного печенья «Бодрость» и «Банановое».

Список литературы:

1 Аннинкова, Т.Ю. Оптимизация качества мучных кондитерских изделий [Текст] / Т.Ю. Аннинкова // Хлебопечение России. – 2001. – № 4. – С. 34 – 35.

2 Артемьева, Н.К. Использование нетрадиционного растительного сырья в кондитерских изделиях [Текст] / Н. К. Артемьева, Г. А. Макарова, А. В. Артемьев // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1999. – № 2-3. – С. 40.

3 Драгилев, А.И. Производство мучных кондитерских изделий: Учебное пособие [Текст] / А.И Драгилев, Я.М. Сезанаев – М: ДеЛи, 2000. – 448 с.

4 Дробот, В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности [Текст] / В.И. Дробот. – Киев: Урожай, 1988. – 124с.

5 Ильина, О. Пищевые волокна – важнейший компонент хлебобулочных и кондитерских изделий [Текст] / О. Ильина // Хлебопродукты. – 2002. - № 9. – с. 34 – 36.

6 Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий [Текст] / С.Я. Корячкина.– Орел: ОрелГТУ, 2006. – 480 с.

7 Красина, И.Б. Научно – практические аспекты обоснования технологий мучных кондитерских изделий функционального назначения [Текст] / И.Б. Красина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5 – 6. – С. 102.

8 Перковец, М.В. Инулин и олигофруктоза – пребиотики с древних времен до наших дней [Текст] / М.В. Перковец // Пищевая промышленность. – 2007. - № 4. –С. 56.

9 Шевелева, Г. И Пищевая ценность мучных кондитерских изделий [Текст] / Г. И. Шевелева, Л. Н. Шатнюк // Вопросы питания. –1992. – №2. –С. 67-70.

ГЛАВА 10 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В последние годы увеличилось количество серьёзных болезней среди населения, обусловленное в определенной степени негативным воздействием окружающей среды. Наиболее распространенными среди них являются неврозы, заболевания щитовидной железы, желудочно-кишечного тракта, различные сердечнососудистые и онкологические заболевания.

Степень негативного влияния окружающей среды на организм человека можно снизить за счет введения в ежедневный рацион пищевых продуктов специального назначения, обладающих способностью стабилизировать физиологические процессы в организме. Перспективным сырьём для производства подобных продуктов является лекарственное растительное сырьё, издавна используемое в лечебных целях и вызывающее особый интерес.

Фармакологическое действие лекарственных растений обуславливается содержанием в них комплекса биологически активных веществ (БАВ). Термин «биологически активные вещества» относится к природным соединениям, которые вырабатываются растениями и обладают специфическим действием на живой организм, определяющим основной терапевтический эффект. К биологически активным веществам лекарственных растений относятся, например биофлавоноиды, дубильные вещества, пищевые волокна, минеральные соединения и витамины, органические кислоты, эфирные и жирные масла, фитостерины и др.

По своей биохимической природе лекарственные растения полезнее, чем пищевые добавки синтетического происхождения. Они действуют на организм человека мягче, физиологическая активность их шире, поэтому они реже вызывают побочные действия.

При производстве пищевых продуктов возможно использование не только одного конкретного лекарственного растения, но и их сборов. В состав сборов могут входить такие лекарственные растения, как боярышник, шиповник, зверобой, пустырник, ромашка, валериана, цикорий, одуванчик, бессмертник и т.д., при этом сборы

могут содержать различные части растений: корни, кору, траву, листья, цветки, плоды, семена.

При производстве пищевых продуктов специального назначения используют как измельченные до порошкообразного состояния предварительно высушенные лекарственные растения, так и их настои; отвары; экстракты; лекарственные сиропы, полученные смешиванием сахарного сиропа с лекарственными экстрактами и т.п.

Среди высококачественных и недорогих продуктов питания повседневного ассортимента широким спросом пользуются макаронные изделия. Именно поэтому макаронная продукция может служить удобным объектом для обогащения, с помощью которого возможно в нужном направлении корректировать пищевую и профилактическую ценность рационов питания.

Целью данной работы явилось изучение возможности использования лекарственного растительного сырья как источника биологически активных веществ при производстве макаронных изделий специального назначения.

В соответствии с поставленной целью проводились комплексные исследования, включающие в себя: выбор направления использования лекарственного растительного сырья и составов лекарственных сборов; исследование влияния сборов лекарственных растений на свойства основных структурообразующих компонентов пшеничной муки - клейковины и крахмала, на реологические свойства макаронного теста и качественные показатели готовых макаронных изделий; обоснование оптимальных дозировок сборов лекарственных растений; определение содержания основных и биологически активных веществ в сырье, сухих и сваренных макаронных изделиях.

Для проведения исследований использовали муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (влажность - 11,8 %, кислотность - 2,5 град., содержание сырой клейковины 33,8 %, $H_{\text{деф.}}^{\text{ИДК}}$ - 87,0 ед.пр., ВПС – 200 %) и сборы лекарственных растений, рекомендуемые при функциональных расстройствах нервной системы (сбор № 1), при сердечнососудистых (сбор № 2) и желудочно-кишечных заболеваниях (сбор № 3).

В состав сборов входят следующие лекарственные растения: сбор № 1 - валериана (корень), боярышник (плоды), пустырник (траву), ромашка (цветки) в соотношении 3:3:1:3; сбор № 2 - шиповник (плоды), зверобой (траву), пустырник (траву), валериана (корень), подорожник (листья), чабрец (траву) в соотношении

4:1,5:1,5:1:1:1; сбор № 3 - календула (цветки), ромашка (цветки), подорожник (листья), череда (травя), тысячелистник (травя) в соотношении 2:2:2:2:2.

Все лекарственные растения, входящие в состав сборов, смешивали, измельчали на лабораторной мельнице, просеивали через сито № 43 и предварительно смешивали с пшеничной мукой в количестве 5 %, 10 % и 15 % к массе муки.

Результаты исследований влияния сборов лекарственных растений на свойства клейковины пшеничной муки сведены в таблицу 10.1 и представлены на рисунках 10.1-10. 6.

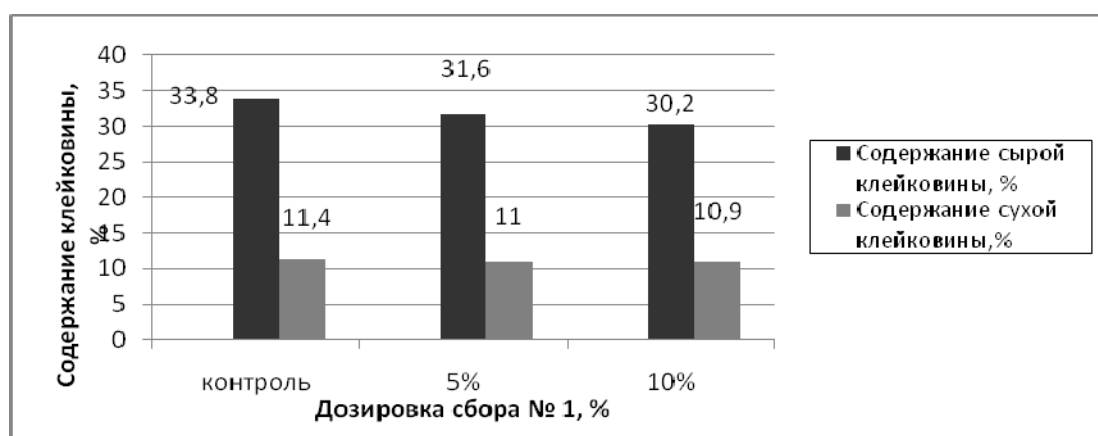


Рис. 10.1. Изменение содержания сухой и сырой клейковины пшеничной муки при внесении различных дозировок сбора № 1

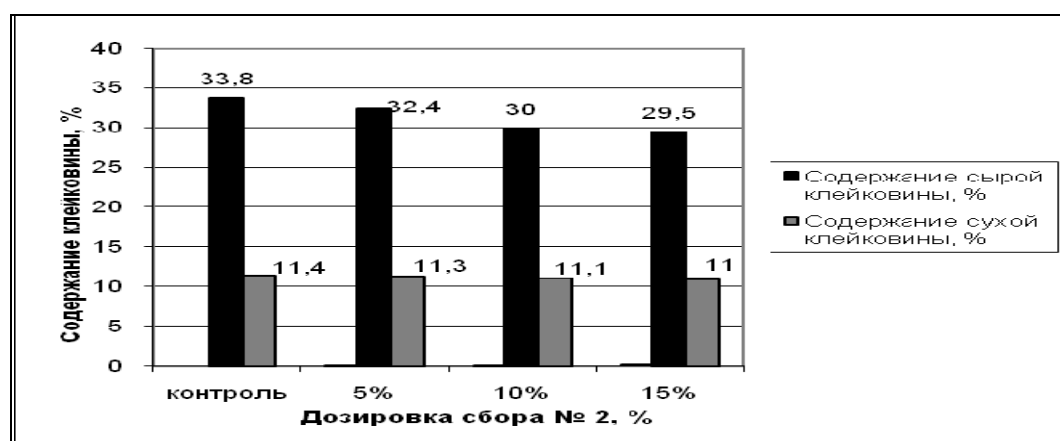


Рис. 10.2. Изменение содержания сухой и сырой клейковины пшеничной муки при внесении различных дозировок сбора № 2

Таблица 10.1

Влияние сборов на свойства клейковины пшеничной муки

Наименование показателя	Конт-роль	Опытные образцы со сбором № 1, %		Опытные образцы со сбором № 2, %			Опытные образцы со сбором № 3, %	
		5	10	5	10	15	5	10
Содержание сырой клейковины, %	33,8±0,3	31,6±0,2	30,2±0,2	32,4±0,2	30,0±0,2	29,5±0,2	33,2±0,2	31,5±0,2
Содержание сухой клейковины, %	11,4±0,3	11,0±0,1	10,9±0,1	11,3±0,1	11,1±0,1	11,0±0,1	11,2±0,1	10,9±0,1
ИДК, ед. пр.	87,0±1,0	74,0±0,5	72,5±0,5	65,0±0,5	52,0±0,5	50,0±0,5	70,0±0,5	68,0±0,5
Водопоглотительная способность, %	200,0±0,1	183,0±0,1	178,0±0,1	178,0±0,1	173,0±0,1	169,0±0,1	170,0±0,1	167,0±0,1
Когезионная прочность, Н	4,5	6,3	6,8	5,2	5,7	6,1	5,1	5,4



Рис. 10.3. Изменение содержания сухой и сырой клейковины пшеничной муки при внесении различных дозировок сбора № 3

Анализ экспериментальных данных показал, что при внесении различных дозировок сборов содержание сырой клейковины снижается максимум на 4,3 %, что, вероятно, связано с увеличением общей массы теста в результате внесения лекарственных сборов к массе муки и с некоторым снижением её водопоглотительной способности в результате повышения упругих свойств клейковины. Кроме этого, установлено незначительно уменьшается содержание сухой клейковины (на 0,1 % - 0,5 %), что, возможно, объясняется тем, что сборы имеют большую водопоглотительную способность, чем пшеничная мука, а, следовательно, на набухание белков клейковины не хватает влаги, и негидратированные клейковинные белки частично вымываются в процессе проведения эксперимента.

Упругие свойства клейковины существенно изменяются: если клейковина контрольного образца соответствует 87 ед.пр. ИДК и относится к группе «удовлетворительно слабая», то уже при дозировке сборов в количестве 5 % к массе муки показатель ИДК равен от 74 до 65 ед. пр. в зависимости от применяемого сбора, и клейковина относится к группе «хорошая». При дальнейшем увеличении дозировки сборов происходит еще большее укрепление клейковины - до 72,5–52 ед.пр. ИДК, что, прежде всего, объясняется имеющим место действием органических кислот (лимонная, аскорбиновая, яблочная и др.), содержащихся в составе сборов, на белки пшеничной муки. В процессе замеса теста происходит образование новых прочных -S-S- связей внутри клейковинной матрицы за счет действия органических кислот, являющихся

окислителями. Кроме этого, в составе сборов есть и пектиновые вещества (сборы № 1, 2), и инулин (сбор № 3), способные к образованию белково-полисахаридных комплексов, повышающих упругие свойства клейковины, а также сахара (сборы № 1, 2), взаимодействие которых с белками пшеничной муки ведет к образованию гликопротеидов, т.е. к возникновению углеводных связей-мостиков, также упрочняющих структуру клейковинных белков. Кроме этого, установлено увеличение когезионной прочности клейковины. Если у контроля она составляет 4,5 Н, то при использовании сбора № 1 в зависимости от его дозировки она увеличивается на 40,0 % - 51,0 %; сбора № 2 – на 15,5 % - 35,5 % и сбора № 3 - на 13,3 % - 20,0 %.

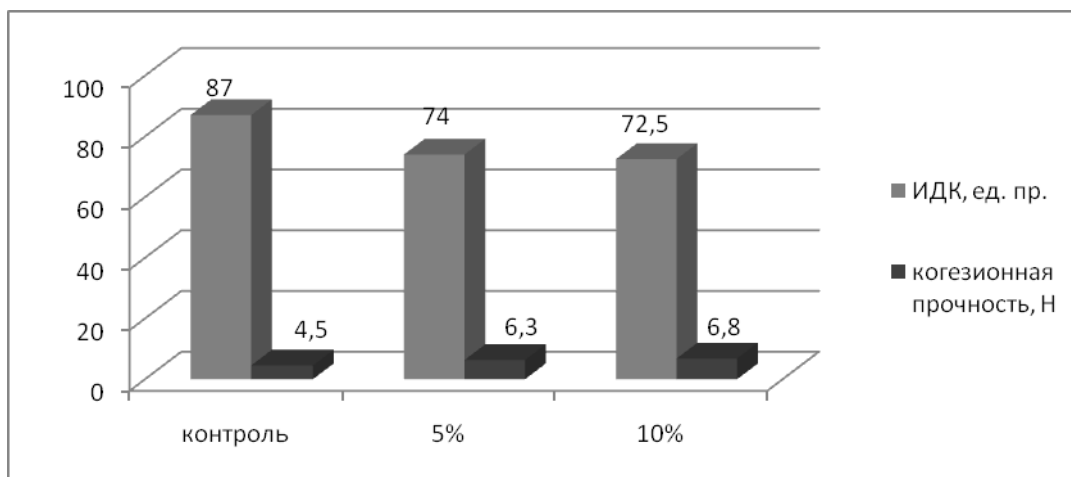


Рис. 10.4. Изменение упругих свойств клейковины при внесении различных дозировок сбора № 1

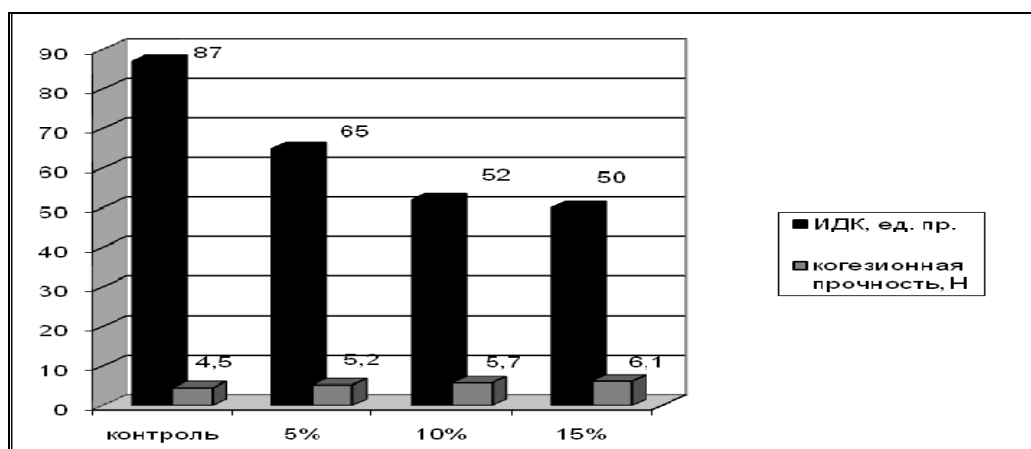


Рис. 10.5. Изменение упругих свойств клейковины при внесении различных дозировок сбора № 2

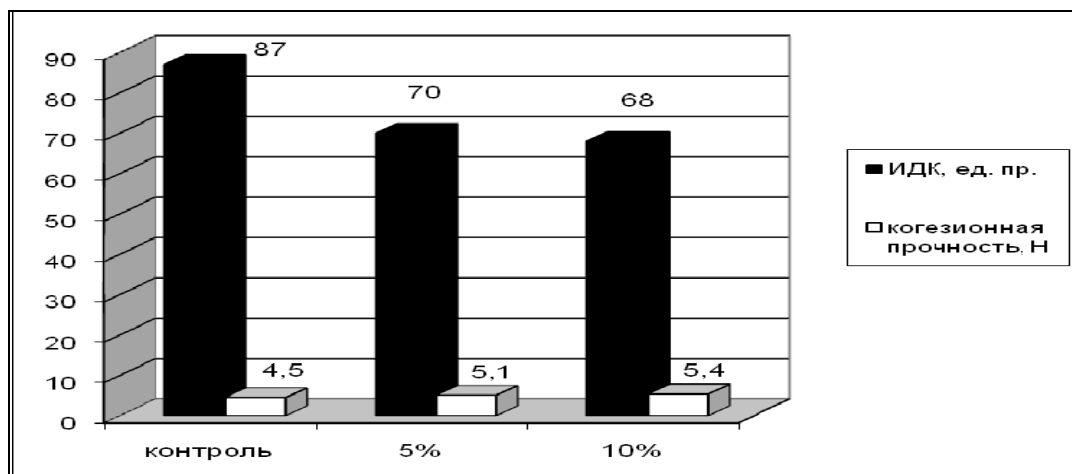


Рис. 10.6. Изменение упругих свойств клейковины при внесении различных дозировок сбора № 3

Водопоглотительная способность клейковины в связи с её укреплением соответственно уменьшается: если у контроля она составляет 200 %, то при использовании сбора № 1 до 178 %, сбора № 2 - до 169 % и сбора № 3 – до 167 %.

Говоря об органолептических показателях клейковины, следует обратить внимание на изменение её цвета. При внесении сбора № 1 клейковина приобретает светло-коричневый цвет, сбора № 2 – темно-коричневый, сбора № 3 – зеленый.

Таким образом, проанализировав экспериментальные данные, можно сделать вывод о том, что, чем выше дозировка сборов, тем существеннее их влияние на количество и качество клейковины пшеничной муки.

Используемые добавки взаимодействуют и с другим основным компонентом пшеничной муки – крахмалом, что подтверждают экспериментальные исследования, которые проводили на приборе «Амилотест» АТ-97.

Результаты исследований представлены в таблице 10.2.

В макаронном производстве с крахмалом связывают такие показатели качества готовых макаронных изделий, как содержание сухих веществ, перешедших в варочную воду, и степень слипаемости изделий после варки: чем раньше наступает клейстеризация крахмальных зерен, тем сильнее разрушается клейковинная решетка, и большее количество крахмала выходит на поверхность, придавая клейкость изделиям.

Таблица 10.2

Влияние различных дозировок сборов на свойства крахмала

Наименование показателя	Температура максимальной вязкости крахмального геля, °С	Вязкость крахмального геля (усилие, F), Н
Контроль	90,00	1,19
При внесении сбора № 1 в количестве, %:		
5	90,5	1,45
10	91,0	1,48
При внесении сбора № 2 в количестве, %:		
5	90,10	1,55
10	90,23	1,58
15	90,30	1,62
При внесении сбора № 3 в количестве, %:		
5	86,0	1,51
10	87,0	1,54

Проведенные исследования показали, что температура максимальной вязкости крахмального геля - показатель, оказывающий влияние на качество сваренных изделий, - увеличивается на 0,1-1 °С у опытных образцов с внесением сборов № 1 и 2 по сравнению с контрольным, но снижается на 3-4 °С при использовании сбора № 3, что, вероятнее всего, связано с различиями в составе сборов, поскольку в сборах № 1 и 2, кроме травы и цветков, содержатся корни и плоды растений.

При этом вязкость крахмального геля увеличивается для всех опытных образцов значительно - на 21,8 % (сбор № 1, 5 %) – 36,1 % (сбор № 3, 15 %), что, возможно, связано с большей водопоглощательной способностью экспериментальных образцов за счет вносимых сборов и вероятным взаимодействием компонентов сборов с крахмалом пшеничной муки.

Возможность комплексообразования крахмальных полисахаридов и компонентов сборов исследовали по изменению величины йодсвязывающей способности крахмала, отмывая крахмал из муки с добавлением лекарственных сборов. Контролем служило тесто без добавок.

Интенсивность окрашивания характеризовали величиной оптической плотности (таблица 10.3).

Таблица 10.3

Влияние лекарственных сборов на йодсвязывающую способность крахмала

Показа-тель	Контроль	Образцы со сбором № 1, %		Образцы со сбором № 2, %			Образцы со сбором № 3, %	
		5	10	5	10	15	5	10
Оптическая плотность	0,234	0,194	0,187	0,183	0,179	0,172	0,205	0,200

Экспериментальные данные показывают, что с внесением лекарственных сборов цветная реакция крахмала с йодом ослабевает, о чем свидетельствует снижение оптической плотности рабочего раствора. Это может быть вызвано тем, что связи внутри полисахаридной цепочки образовали комплекс с какими-либо компонентами, входящими в состав сборов. Однако при использовании сбора № 3 цветная реакция крахмала с йодом ослабевает незначительно, что свидетельствует или об отсутствии, или об очень слабом взаимодействии.

Ранее было сделано предположение о том, что уменьшение содержания сухой клейковины при добавлении сборов, возможно, объясняется их большей водопоглотительной по сравнению с пшеничной мукой. Кроме этого, повышение вязкости крахмального геля также предположительно объясняется высокой водопоглотительной способностью сборов. Для подтверждения этого был проведен эксперимент по определению водопоглотительной способности сборов и пшеничной муки (таблица 10.4).

Таблица 10.4

Водопоглотительная способность лекарственных сборов и пшеничной муки

Наименование образца	Количество поглощенной влаги, мл
Контроль	44
Сбор № 1, %	
5	50
10	54
Сбор № 2, %	
5	46
10	50
15	56
Сбор № 3, %	
5	48
10	50

Таким образом, водопоглотительная способность сбора № 1 превышает показатель пшеничной муки в 1,14-1,23 раза, водопоглотительная способность сбора № 2 – в 1,05-1,27 раза, сбора № 3 – в 1,09-1,14 раза.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что при добавлении сборов часть влаги оттягивают на себя добавки, и влаги для набухания белков клейковины недостаточно, поэтому негидратированные клейковинные белки частично вымываются в процессе проведения эксперимента. И именно внесение сборов с высокой ВПС способствует повышению вязкости крахмального геля.

Существенное укрепление клейковины пшеничной муки при добавлении сборов ранее предположительно объяснялось присутствием в составе сборов органических кислот, полисахаридов, сахаров, приводящих к образованию соответственно новых прочных - S-S-связей внутри клейковинной матрицы, белково-полисахаридных комплексов и гликопротеидов. Для подтверждения этого был проведен следующий эксперимент.

Клейковину, отмытую из контрольного теста и теста с добавлением лекарственных сборов, растворяли в 6 М растворе мочевины. Выбранный растворитель разрывает водородные связи и ослабляет гидрофобные взаимодействия в белках и переводят в раствор лишь часть клейковинных белков. Снижение количества белков, перешедших в раствор, будет свидетельствовать о взаимодействии клейковинных белков пшеничной муки с

компонентами сборов и об образовании более прочных связей, которые не может разрушить данный растворитель. Результаты эксперимента представлены в таблице 10.5.

Таблица 10.5

*Влияние лекарственных сборов на растворимость
клейковинных белков*

Наименование растворителя	Количество белка (по Лоури), %							
	Конт- роль	Образцы со сбором № 1, %		Образцы со сбором № 2, %			Образцы со сбором № 3, %	
		5	10	5	10	15	5	10
6 М раствор мочевины	9,00	4,40	4,34	4,62	3,80	3,52	4,78	4,24

Из приведенных в таблице 5 данных следует, что растворимость клейковины при внесении лекарственных сборов снижается по отношению к контролю на 46,8 % - 60,9 %.

Таким образом, предположения, высказанные ранее, подтвердились данным экспериментом.

Вследствие укрепления клейковины пшеничной муки должны измениться и реологические свойства макаронного теста, поэтому посчитали целесообразным подтвердить это экспериментальным путем.

Результаты исследований представлены в таблице 10.6.

При внесении в макаронное тесто сборов лекарственных растений № 1, 2 и 3 существенно увеличивается основной показатель, характеризующий реологические свойства макаронного теста – предельное напряжение сдвига - на 66,7 % - 80 % (сбор № 1), 33,3 % - 99,9 % (сбор № 2), 66,7 % - 99,9 % (сбор № 3) соответственно по сравнению с контрольным образцом.

Таблица 10.6

Влияние различных дозировок сборов на реологические свойства макаронного теста

Наименование показателя	Предельное напряжение сдвига τ_0 , кПа
Контроль	287,76
При внесении сбора № 1 в количестве, %:	
5	479,59
10	518,00
При внесении сбора № 2 в количестве, %:	
5	383,67
10	556,33
15	575,51
При внесении сбора № 3 в количестве, %:	
5	479,59
10	575,51

В соответствии с ГОСТ Р 51865-2002 «Изделия макаронные. Общие технические условия» к качественным показателям макаронных изделий относятся органолептические и физико-химические показатели, например такие, как цвет изделий, их влажность, кислотность, сохранность формы сваренных изделий, количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду при варке изделий. Помимо этого, как правило, определяется прочность сухих изделий на срез, продолжительность варки до готовности, коэффициент увеличения массы сваренных изделий.

Результаты исследований качественных показателей макаронных изделий приведены в таблице 10.7 и на рисунках 10.7-10.9.

Таблица 10.7

Влияние внесения сборов на качество макаронных изделий

Наименование показателя	Влажность сухих изделий, %	Кислотность, град.	Прочность сухих изделий на срез, Н	Продолжительность варки, мин	Сохранность формы сваренных изделий, %	Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %
Контроль	13,0	2,0	21,5	7	95	7,93
Образцы с внесением сбора № 1, %						
5	13,1	2,1	24,3	10	100	5,79
10	13,0	2,8	26,2	12	100	5,48
Образцы с внесением сбора № 2, %						
5	12,9	3,0	16,7	10	100	5,45
10	12,9	4,4	19,2	11	100	4,78
15	13,0	5,2	22,5	12	100	4,25
Образцы с внесением сбора № 3, %						
5	13,0	2,6	24,4	9	100	6,13
10	13,1	4,7	25,7	10	100	5,86

Результаты проведенных исследований показали, что при внесении сборов происходит значительное увеличение кислотности макаронных изделий – максимум на 3 град. (сбор № 2), что связано с присутствием в сборах большого количества органических кислот: лимонная, олеановая, урсоловая, кратегусовая, кофейная, хлорогеновая, муравьиная, уксусная, яблочная, стеариновая, пальмитиновая.

Внесение лекарственных сборов существенным образом повышает прочность сухих изделий на срез: при внесении сбора № 1 – на 13,5 - 21,9 %, сбора № 2 – на 4,65 % и сбора № 3 – на 13,5 % - 19,5 %, поскольку ранее установлено укрепление клейковины и повышение реологических свойств теста.

Исследование варочных свойств опытных образцов макаронных изделий показало, что увеличение прочности сухих макаронных изделий ведет к увеличению продолжительности варки их до готовности: с 7 мин. для контрольного образца до 10–12 мин. для опытных образцов.

Содержание сухих веществ, перешедших в варочную среду при варке опытных образцов макаронных изделий, уменьшается на 36,9 % - 44,7 % (сбор № 1), 45,5 % - 86,6 % (сбор № 2), 29,4 % - 35,3 % (сбор № 3) соответственно по отношению к контрольному образцу, что связано с увеличением упругих свойств клейковины и упрочнением структуры макаронного теста. Более низкие показатели образца № 3 по сравнению с другими объясняются, помимо прочего, снижением температуры максимальной вязкости крахмального геля.

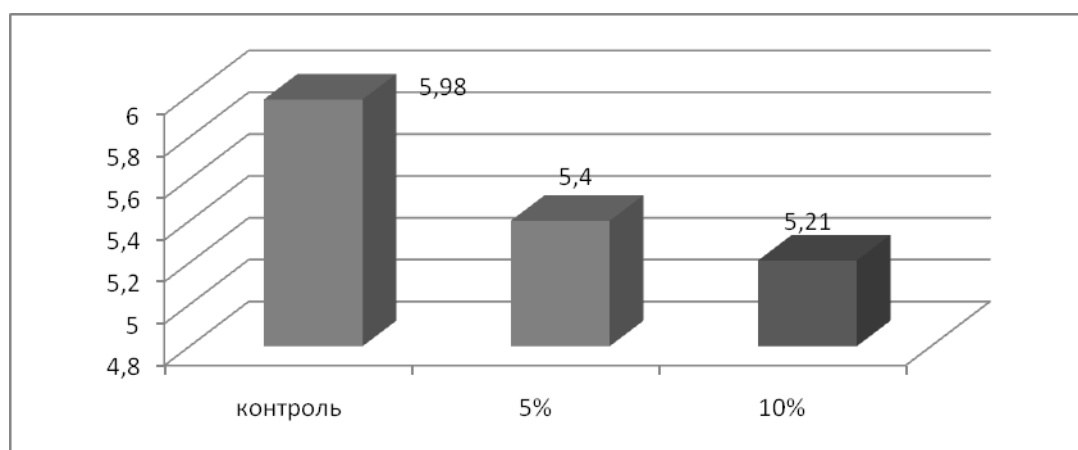


Рис. 10.7. Количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду при варке макаронных изделий со сбором № 1

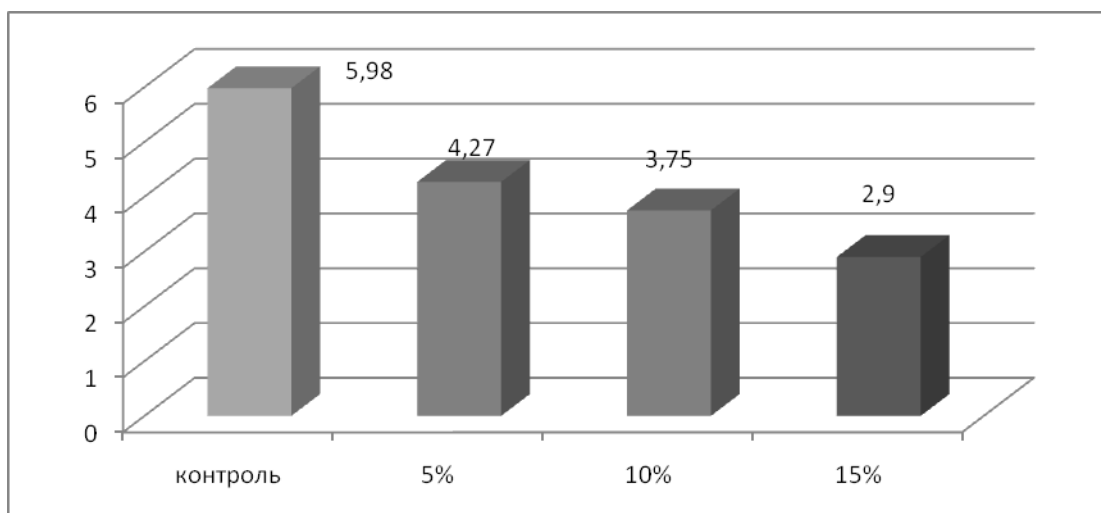


Рис. 10.8. Количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду при варке макаронных изделий со сбором № 2

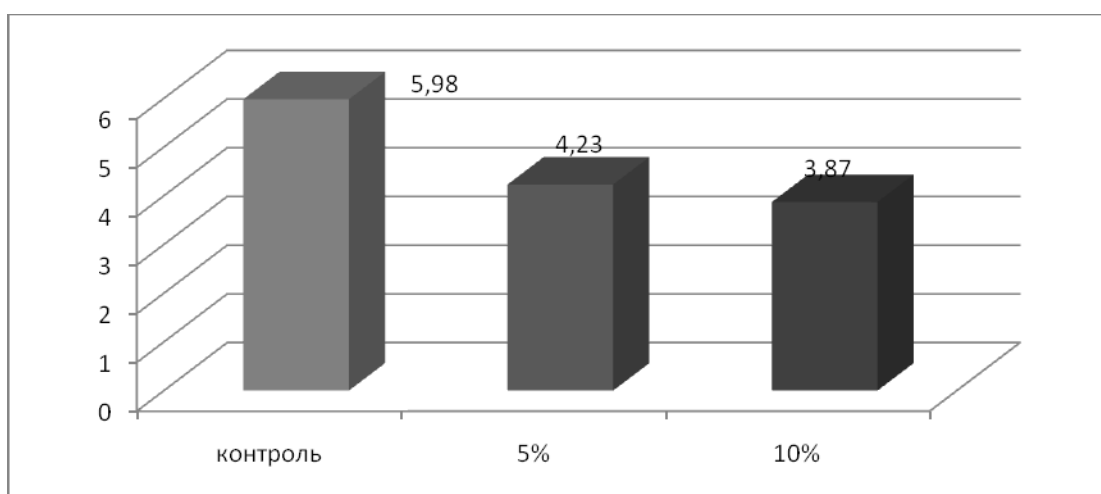


Рис. 10.9. Количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду при варке макаронных изделий со сбором № 3

По результатам оценки качественных показателей макаронных изделий обычно выбирается оптимальная дозировка добавки. В первую очередь основными являются показатели варочных свойств готовой продукции. Однако в данном случае при выборе оптимальной дозировки каждого анализируемого сбора необходимо учесть органолептические показатели продукции, а они таковы:

- сбор № 1. При внесении сбора в количестве 5 % - 10 % макаронные изделия имеют светло-серый цвет; запах, свойственный лекарственным растениям с преобладанием ненавязчивого запаха валерианы; однако при дозировке сбора 10 % к массе муки в сваренных изделиях ощущается привкус горечи. Отсюда, оптимальной дозировкой сбора № 1 является 5 % к массе муки;

- сбор № 2. При внесении сбора в количестве 5 % - 15 % макаронные изделия имеют коричневый цвет; запах, свойственный лекарственным растениям; готовые изделия не обладают горьким вкусом. Поэтому, учитывая все остальные исследования, оптимальной дозировкой сбора № 2 является 15 % к массе муки.

- сбор № 3. При внесении сбора в количестве 5 % - 10 % к массе муки макаронные изделия имеют светло-зеленый цвет, запах, свойственный лекарственным растениям, в сваренных изделиях некоторая горечь ощущается только в образце с 10 %-ой дозировкой.

Таким образом, установлено, что макаронные изделия, приготовленные из пшеничной хлебопекарной муки с использованием сборов, обладают более высокими показателями варочных и прочностных свойств, что свидетельствует о положительном эффекте их использования при производстве макаронных изделий из хлебопекарной муки. При этом оптимальная дозировка сбора № 1 составляет 5 %, сбора № 2 – 15 %, сбора № 3 – 5 % к массе муки.

Использование лекарственных сборов при производстве макаронных изделий предполагалось, прежде всего, с целью увеличения содержания в них биологически активных пищевых веществ, что придаст готовой продукции диетические свойства. В работе экспериментально определяли содержание флавоноидов, аскорбиновой кислоты, β-каротина, общей суммы органических кислот, дубильных веществ (как в самих сборах, так и в сухих и сваренных макаронных изделиях), а также пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов.

Результаты исследований сведены в таблицу 10.8 и представлены на рисунках 10.10-10.14. Следует отметить, что в контрольном образце определяемые БАВ обнаружены не были.

Таблица 10.8

Содержание БАВ в лекарственных сборах и макаронных изделиях

Наименование сбора	β-каротин, мг/100 г			Витамин С, мг/100 г			Органические кислоты, мг на 100 г			Флавоноиды, %			Дубильные вещества, мг/100 г		
	сбор	сухие изделия	сваренные изделия	сбор	сухие изделия	сваренные изделия	сбор	сухие изделия	сваренные изделия	сбор	сухие изделия	сваренные изделия	сбор	сухие изделия	сваренные изделия
Сбор № 1 (5 %)	3,1	0,12	0,065	59,4	2,6	1,23	11600	2500	950	0,66	0,47	0,44	1130	220	200
Сбор № 2 (15 %)	3,3	0,69	0,390	237,6	6,9	6,16	21400	7560	4000	1,90	0,85	0,71	870	230	200
Сбор № 3 (5 %)	2,9	0,38	0,250	112,2	2,2	1,76	17000	2500	1500	1,88	0,52	0,48	900	95	87

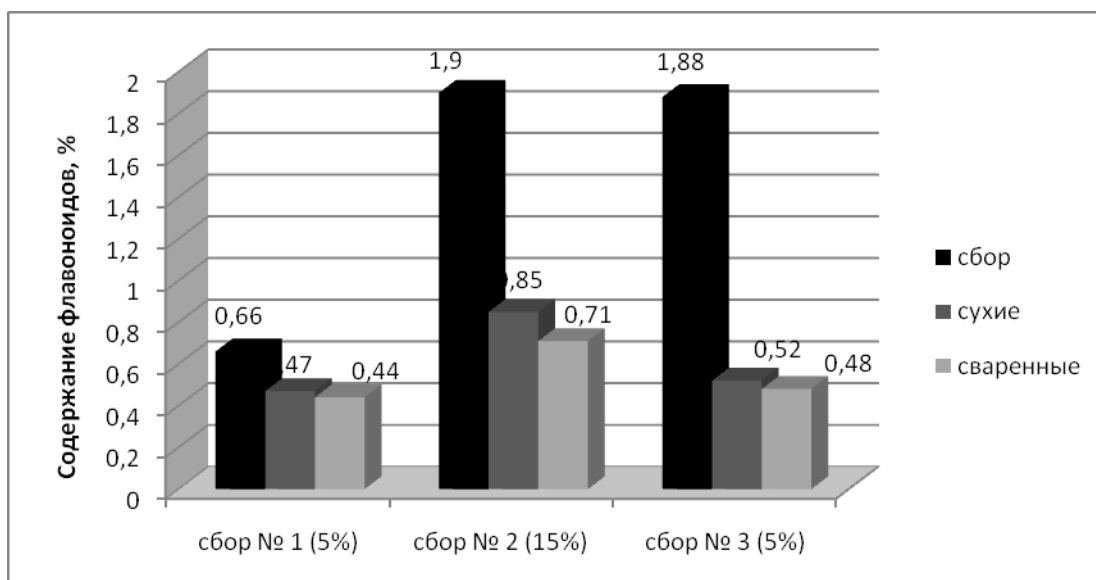


Рис. 10.10. Содержание флавоноидов в макаронных изделиях с добавлением лекарственных сборов

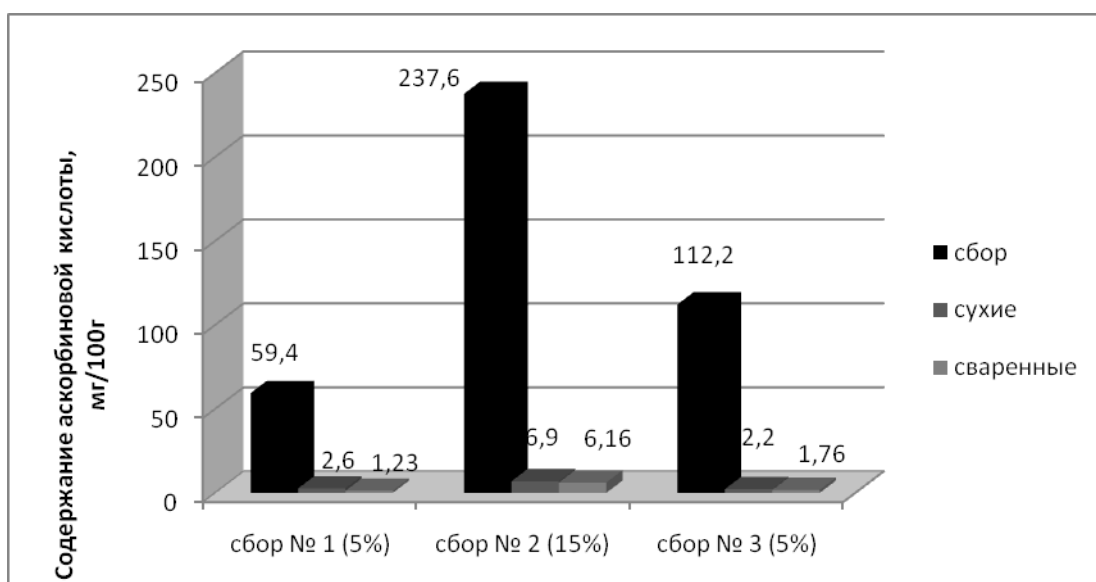


Рис. 10.11. Содержание аскорбиновой кислоты в макаронных изделиях с добавлением лекарственных сборов

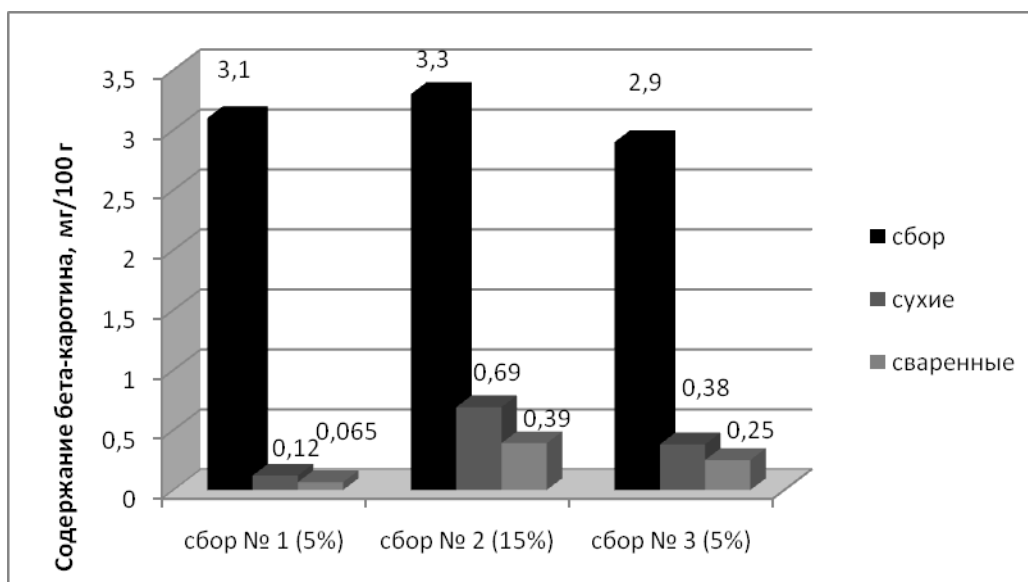


Рис. 10.12. Содержание бета-каротина в макаронных изделиях с добавлением лекарственных сборов

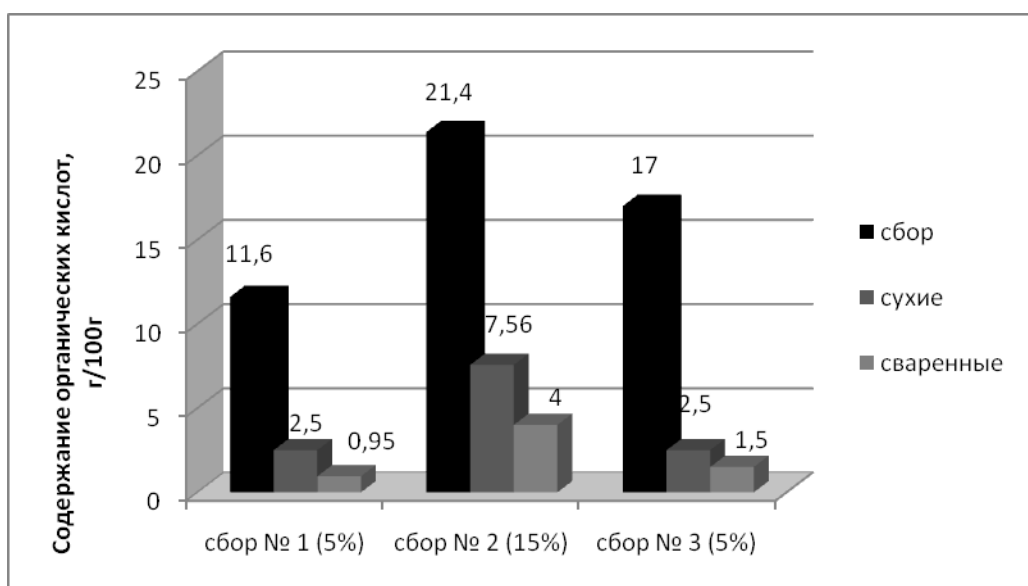


Рис. 10.13. Содержание органических кислот в макаронных изделиях с добавлением лекарственных сборов

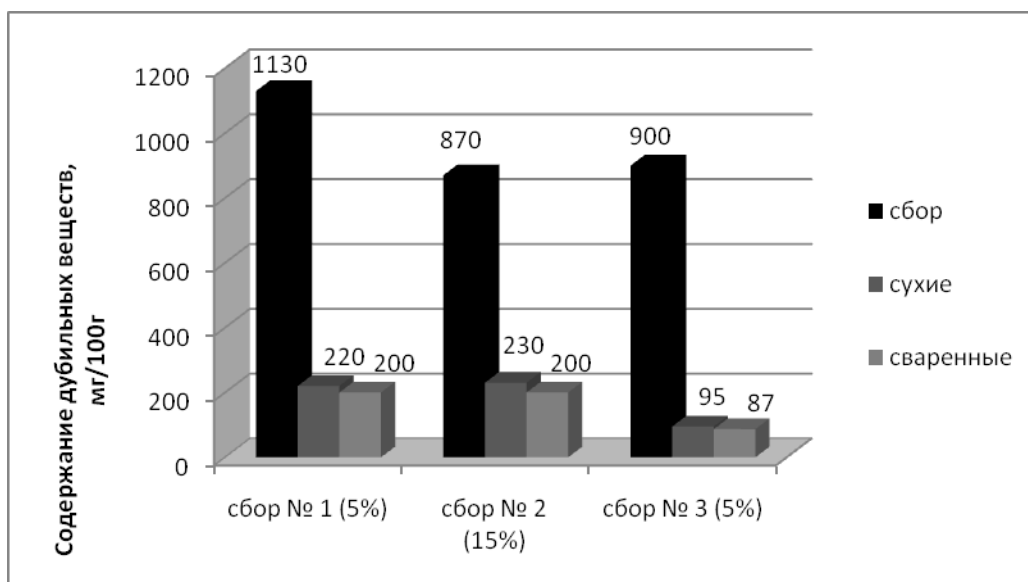


Рис. 10.14. Содержание дубильных веществ в макаронных изделиях с добавлением лекарственных сборов

Как показали результаты исследований, во всех опытных образцах макаронных изделий повысилось содержание определяемых БАВ. К сожалению, в процессе варки некоторые из них теряются, например, β -каротин, витамин С, ряд органических кислот (такие, как летучие кислоты уксусная и муравьиная). Органические кислоты, кроме этого, расходуются при взаимодействии с клейковинными белками, укрепляя их. Потери дубильных веществ и флавоноидов при варке изделий незначительны.

Кроме этого установлено, что в опытных образцах изделий повысилось содержание клетчатки (от 1,4 до 2,9 раза по сравнению с контрольным образцом), присутствуют пектиновые вещества – от 0,015 до 0,084 г на 100 г продукта (в контрольном образце они отсутствуют), увеличилось количество целого ряда минеральных элементов (например, натрия – максимум в 2 раза, магния – на 39 %, калия – на 10 %, кальция – на 74 %, железа – более чем в 2 раза и т.д.). Содержание витаминов группы В и витамина Е практически не изменилось, за исключением витамина РР (повысилось максимум на 15 %).

Таким образом, использование предлагаемых сборов лекарственных растений при производстве макаронных изделий повышает в них содержание целого ряда биологически активных пищевых веществ, что дает возможность рекомендовать применение разработанных видов макаронной продукции в специальном питании.

Необходимо сказать о том, что технологическая схема производства новых видов макаронных изделий практически не отличается от традиционной и дополнительно включает в себя стадии измельчения, просеивания и смешивания необходимого количества лекарственного сбора и пшеничной муки. При этом целесообразно применять оборудование для более точного дозирования сборов.

В связи с тем, что у некоторых изделий кислотность превышает 5 градусов (сбор № 2) и в их составе присутствует некоторое количество липидов и эфирных масел, срок их хранения должен быть установлен не более 12 месяцев.

Описанные комплексные исследования показали возможность использования сборов лекарственных растений, рекомендуемых при сердечнососудистых и желудочно-кишечных заболеваниях и функциональных расстройствах нервной системы, в производстве макаронных изделий.

Однако в связи с ограничением дозировок по органолептическим показателям и учитывая потери БАВ при варке изделий, содержание некоторых из них в сваренных изделиях покрывает лишь небольшую часть суточной потребности (менее 15 %). Однако содержание таких БАВ, как флавоноиды, всё же остается достаточно большим, превышающим суточную потребность в этих веществах. Хорошо известно, что флавоноиды придают любому продукту целый ряд положительных свойств, важнейшим из которых является антиоксидантная активность (АОА).

Именно поэтому дальнейшие исследования посвящены изучению возможности использования в макаронном производстве лекарственных растений, обладающих высоким содержанием флавоноидов. В качестве источников данных соединений на первых этапах работы использовался боярышник, а позднее шиповник и зверобой, а также сбор, включающий все вышеназванные лекарственные растения.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи: исследование влияния способов внесения боярышника в макаронное тесто на качество макаронных изделий; на свойства клейковины и крахмала пшеничной муки; на реологические показатели макаронного теста; обоснование выбора оптимальных дозировок и способов внесения боярышника; определение содержания флавоноидов, входящих в состав плодов, настоя, отвара и экстракта боярышника, а также содержания флавоноидов и витаминного и

минерального составов сухих и сваренных макаронных изделий; определение содержания флавоноидов в составе плодов шиповника и травы зверобоя; исследование влияния порошков из плодов шиповника и травы зверобоя на качество макаронных изделий; определение содержания флавоноидов в сухих и сваренных макаронных изделиях с внесением в их состав порошков из плодов шиповника и травы зверобоя; оптимизация состава обогащающей добавки (сбора лекарственных растений).

Для проведения данных исследований использовали муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (влажность – 11,0 %, кислотность – 2,5 град., активная кислотность – 5,86, содержание сырой клейковины 32,2 %, содержание сухой клейковины – 12,7 %, $H_{\text{деф.}}^{\text{ИДК}}$ – 71 ед.пр., ВПС – 153 %).

В качестве лекарственного растительного сырья применяли на первом этапе работы плоды боярышника. Их вносили в виде тонкоизмельченного порошка в количестве от 5 % до 20 % к массе муки, настоя и отвара взамен воды на замес теста и экстракта в количестве 1 % - 5 % к массе муки путём его смешивания с мукой или растворения в воде, идущей на замес теста.

Тонкоизмельченный порошок боярышника готовили следующим образом: целые плоды боярышника помещали в лабораторную мельницу и измельчали. После этого измельченные плоды просеивали через сито № 43, остаток на сите вновь измельчали. Выход порошка составляет 42 %.

Приготовление настоя осуществляли методом вымачивания (мацерации). Данный метод разработан Государственным научным центром РФ "НИОПИК", Новосибирским институтом органической химии СО РАН, Московским научно-исследовательским онкологическим институтом им. П.А. Герцена и подтвержден патентом РФ № 2118166 «Средство для лечения онкологических заболеваний в виде водного экстракта растительного сырья и способ его получения». В соответствии с разработанной методикой измельченное растительное сырьё в количестве 75 г замачивали в 3000 г воды при температуре 25 °С в течение 8 дней. После окончания процедуры вымачивания (мацерации) экстракт процеживали и центрифугировали в стандартных условиях (20 °С, 3000 об./мин, 40 мин). Осадок отбрасывали, а экстракт использовали.

Отвар плодов боярышника готовили в соответствии с требованиями Государственной Фармакопеи. Для этого 15 г плодов

боярышника помещали в эмалированную посуду, заливали 200 мл горячей кипяченой воды, закрывали крышкой и настаивали на кипящей водяной бане 30 минут, охлаждали при комнатной температуре в течение 10 минут, процеживали, оставшееся сырье отжимали. Объем полученного отвара доводили кипяченой водой до 200 мл.

Экстракт боярышника перед использованием измельчали до размера частиц 150 мкм и менее. Полученный таким образом порошок в первом случае смешивали с мукой, а во втором - растворяли в воде, используемой для замеса теста.

Из шиповника (плоды) и зверобоя (травы) готовили тонкоизмельченные порошки аналогично приготовлению тонкоизмельченного порошка из плодов боярышника.

Контрольным образцом служил образец без внесения лекарственного сырья.

Внесение каких-либо добавок в макаронное тесто снижает в нем содержание сырой клейковины в 100 г теста, что чаще всего отрицательно сказывается, в первую очередь на варочных свойствах макаронных изделий. Поэтому посчитали важным исследовать влияние способов внесения боярышника на варочные свойства макаронных изделий, а также на их качественные характеристики.

Результаты исследований представлены в таблице 10.10 и на рисунках 10.15-10.20.

Внесение плодов боярышника изменило органолептические показатели и сухих, и сваренных изделий. При внесении порошка из плодов боярышника изделия приобрели шоколадный цвет, причем, чем больше дозировка порошка, тем интенсивнее шоколадная окраска. Однако при разжевывании изделий с дозировками от 15 % до 20 % ощущалось присутствие частичек косточек боярышника, которые, несмотря на тонкое измельчение, сохранили свою индивидуальность.

Таблица 10.10

Влияние способов внесения боярышника на качественные показатели макаронных изделий

Наименование показателя	Влажность сухих изделий, %	Активная кислотность, рН	Прочность сухих изделий на срез, Н	Продолжительность варки, мин	Сохранность формы сваренных изделий, %	Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %
Контроль	11,8	5,86	22,87	9	98	6,7
Образцы с внесением порошка боярышника, %						
5	12,0	5,25	23,70	10	100	6,86
10	12,4	5,18	24,76	10	100	7,28
15	13,0	4,72	26,00	10	100	7,89
20	13,1	4,69	33,40	11	100	8,90
Образец с внесением отвара плодов боярышника взамен воды						
	12,5	5,68	25,58	10	100	6,80
Образец с внесением настоя плодов боярышника взамен воды						
	12,0	5,48	23,18	10	100	6,82
Образцы с внесением экстракта сухого, %						
1	11,9	5,85	22,94	10	100	7,03
2	12,0	5,87	23,05	10	100	7,21
3	12,0	5,86	24,15	10	100	7,38
4	12,1	5,84	25,38	10	100	7,53
5	12,5	5,75	26,93	10	100	7,88
Образец с внесением экстракта, растворенного в воде						
5 %	12,1	5,73	23,56	10	100	7,85

При замене воды, идущей на замес теста, отваром или настоем цвет изделий приобрел светло-бежевый оттенок. При разжевывании данных изделий никаких выраженных отличий от контрольного образца не наблюдалось.

Образцы с добавлением экстракта боярышника как в смеси с мукой, так и при его растворении в воде, приобрели желтый цвет. При увеличении дозировки экстракта с 1 % до 5 % интенсивность окрашивания увеличивалась.

Результаты исследований физико-химических и варочных свойств макаронных изделий показали следующее:

- внесение порошка из плодов боярышника увеличивает кислотность макаронных изделий. В работе определить титруемую кислотность оказалось несколько затруднительно, поскольку полученный в результате пробоподготовки раствор имел интенсивную окраску, и зафиксировать момент её изменения было практически невозможно. Поэтому определяли активную кислотность (рН) растворов. Как видно из данных таблицы 10, с увеличением дозировки порошка из плодов боярышника рН опытных образцов ниже рН контрольного образца, что связано с присутствием в плодах боярышника большого количества органических кислот: яблочной, лимонной, виннокаменной, аскорбиновой, кофейной и других (от 0,5 % до 1,4 %); при этом использование отвара и настоя взамен воды на замес теста незначительно снижает рН – на 3 % и 6,5 % соответственно; экстракт боярышника, внесенный различными способами, практически не влияет на кислотность изделий;

- внесение порошка из плодов боярышника в определенной степени повышает прочность сухих изделий на срез: на 3,6 % - 46 %, что может быть связано с упрочнением структуры макаронного теста, что, в свою очередь, объясняется изменением свойств клейковины и крахмала пшеничной муки; тот же эффект установлен при использовании отвара, настоя и экстракта боярышника: прочность изделий повышается на 11,8 %, 1,36 %, 0,3 % – 17,75 % (при внесении экстракта в сухом виде) и на 3,02 % (при растворении экстракта в воде соответственно);

- несколько увеличилось время варки изделий до готовности и сохранность формы сваренных изделий;

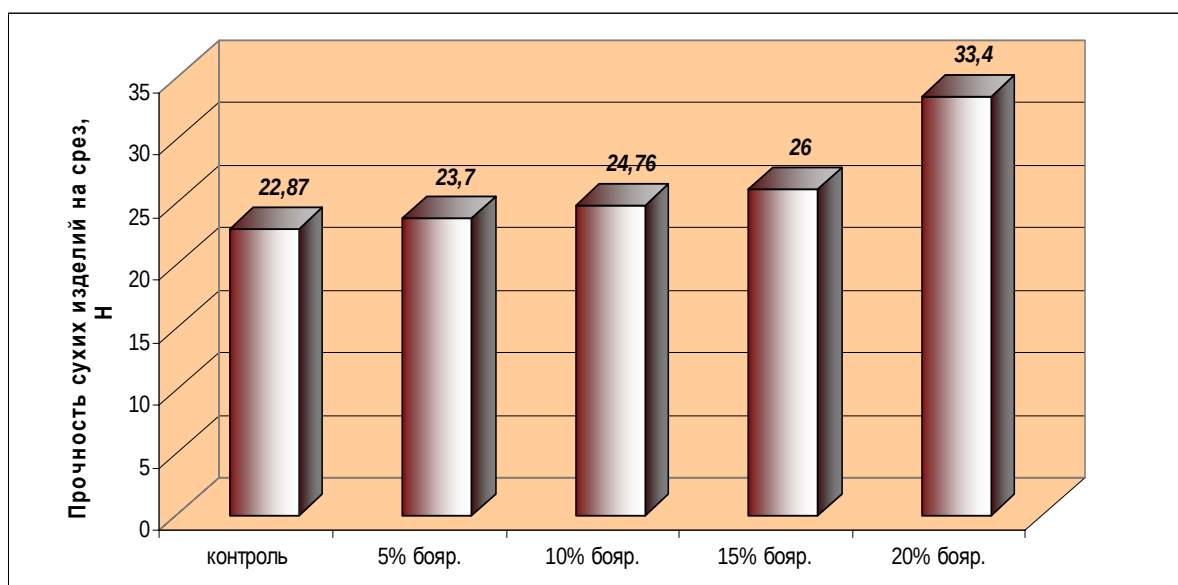


Рис. 10.15. Влияние порошка из плодов боярышника на прочность сухих изделий на срез

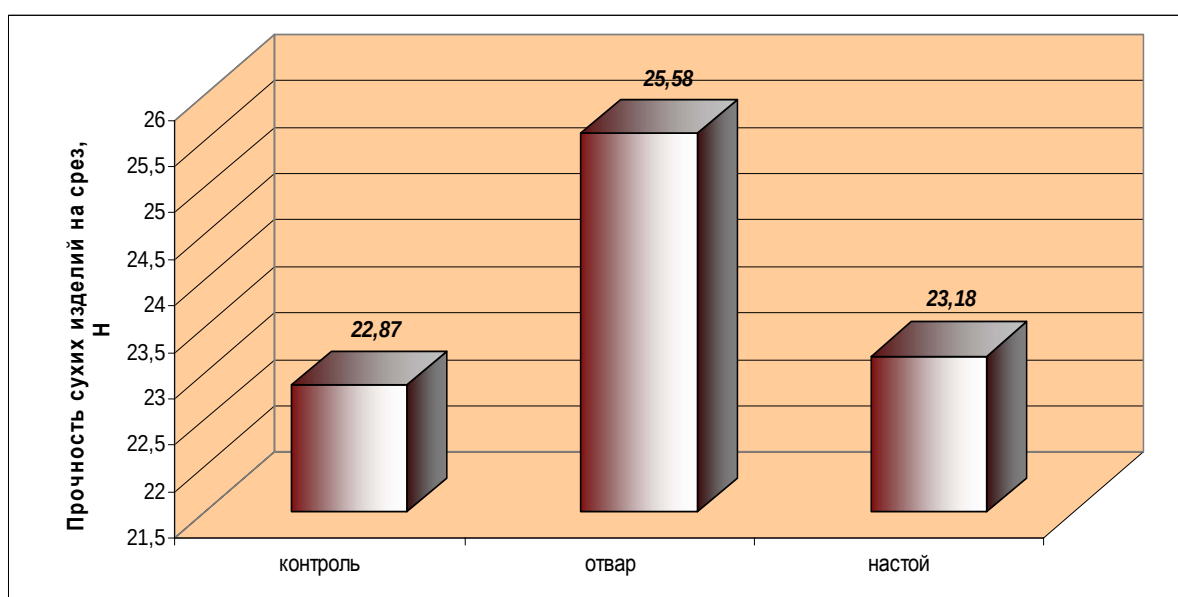


Рис. 10.16. Влияние отвара и настоя боярышника на прочность сухих изделий на срез

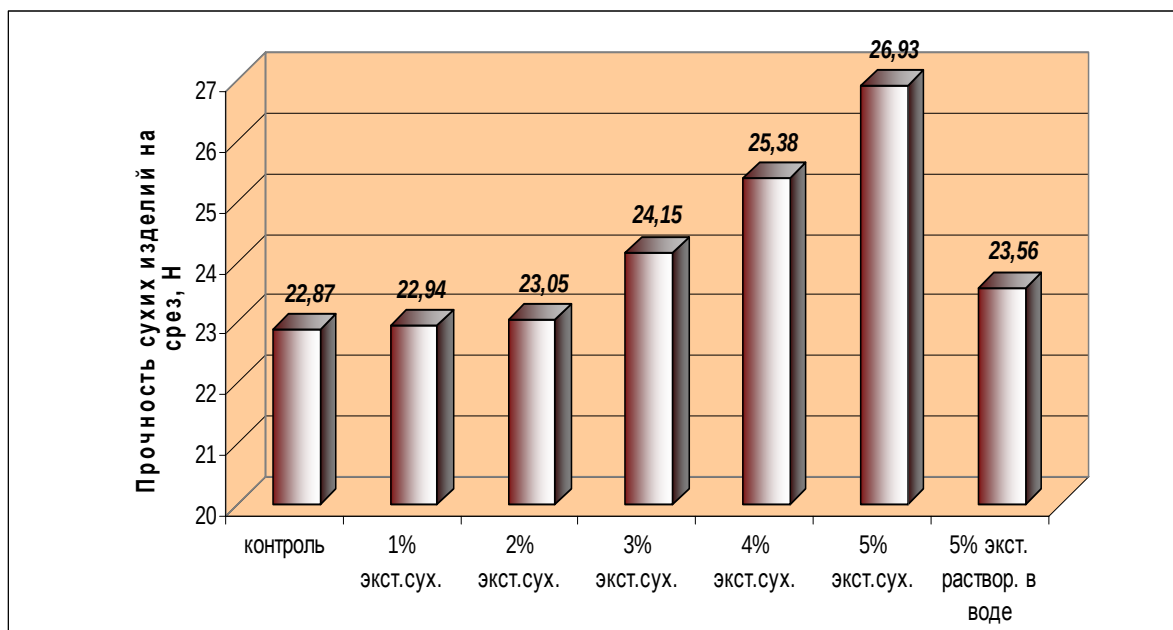


Рис. 10.17. Влияние способов внесения и дозировок экстракта боярышника на прочность сухих изделий на срез

- содержание сухих веществ, перешедших в варочную воду при варке образцов с внесением порошка плодов боярышника в количестве от 1 % до 5 % к массе муки, превышает данный показатель контрольного образца на 2,54 %, 8,66 %, 17,76 % и 32,84 % соответственно, что связано, на наш взгляд, с присутствием в структуре изделий мельчайших частичек косточек боярышника, которые при варке разрыхляют структуру сваренных изделий, способствуя увеличению количества сухих веществ в варочной воде.

При использовании на замес теста вместо воды настоя и отвара боярышника данный показатель практически равен контрольному.

При варке образцов с использованием экстракта боярышника, вносимого различными способами, содержание сухих веществ в варочной воде выше, чем при варке контрольного образца: на 4,93 % при внесении 1 %, 7,61 % - 2 %, 10,15 % - 3 %, 12,39 % - 4 %, 17,61 % - 5 % и на 17,16 % при внесении 5 % экстракта боярышника, растворенного в воде, что может быть связано с составом самого экстракта, поскольку в работе использовали экстракт в таблетированном виде, что обязательно подразумевает наличие дополнительных веществ, влияющих на органолептические показатели экстракта (сорбитол, ментол), выполняющих связывающие, структурообразующие (магния стеарат) и другие функции, которые, участвуя в формировании структуры макаронного

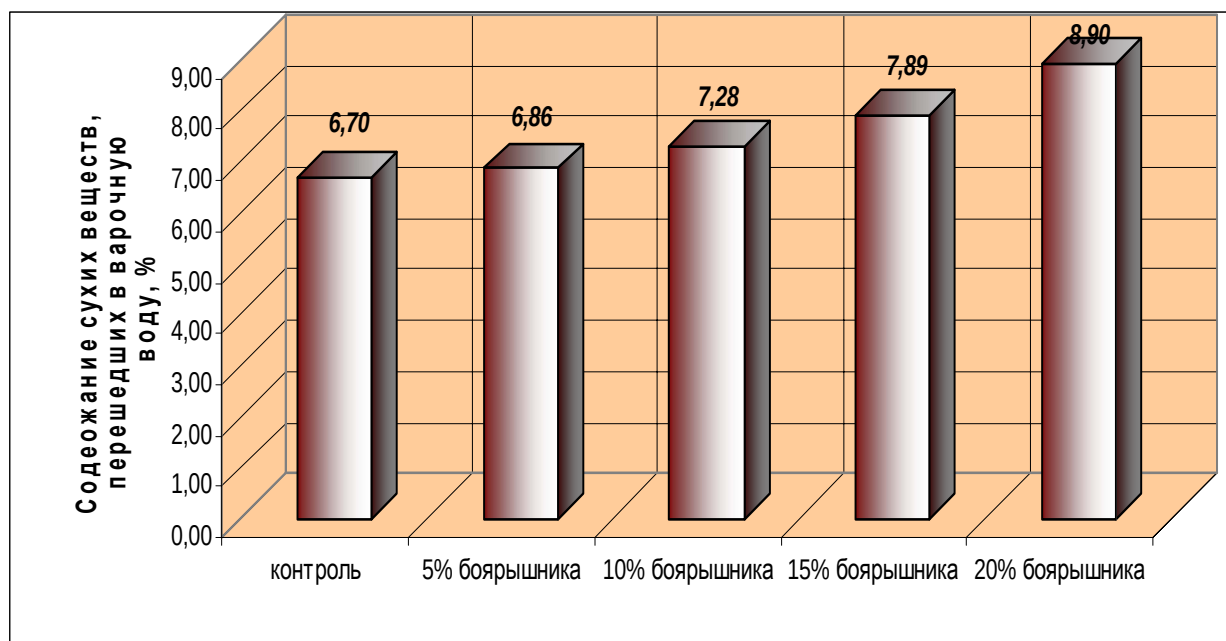


Рис. 10.18. Влияние порошка из плодов боярышника на содержание сухого вещества, перешедшего в варочную воду при варке макаронных изделий

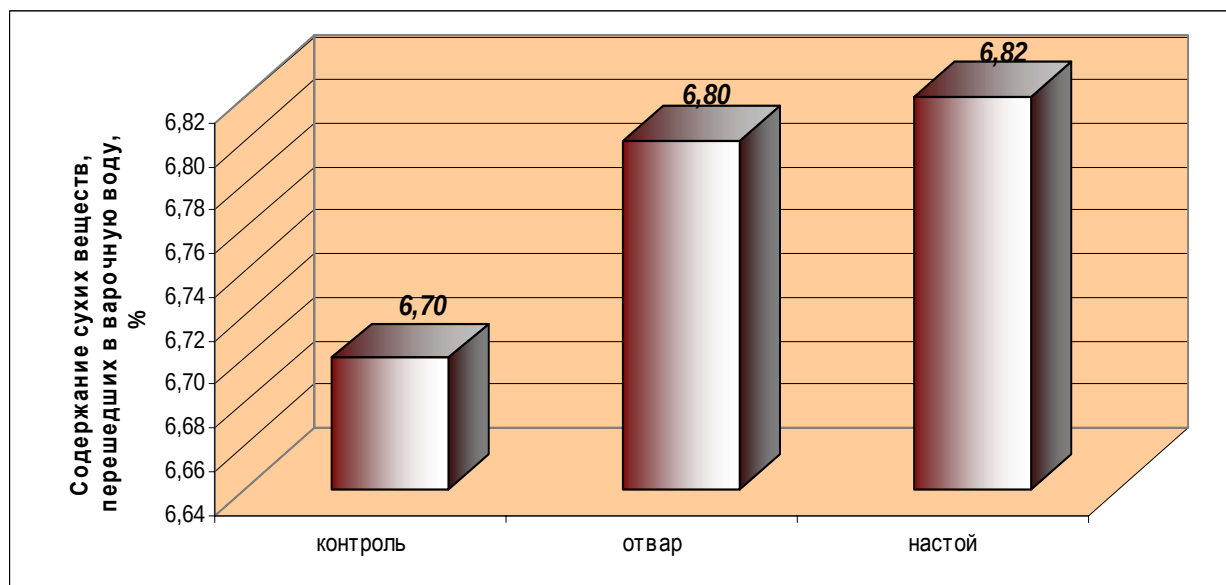


Рис. 10.19. Влияние отвара и настоя боярышника на содержание сухого вещества, перешедшего в варочную воду при варке макаронных изделий

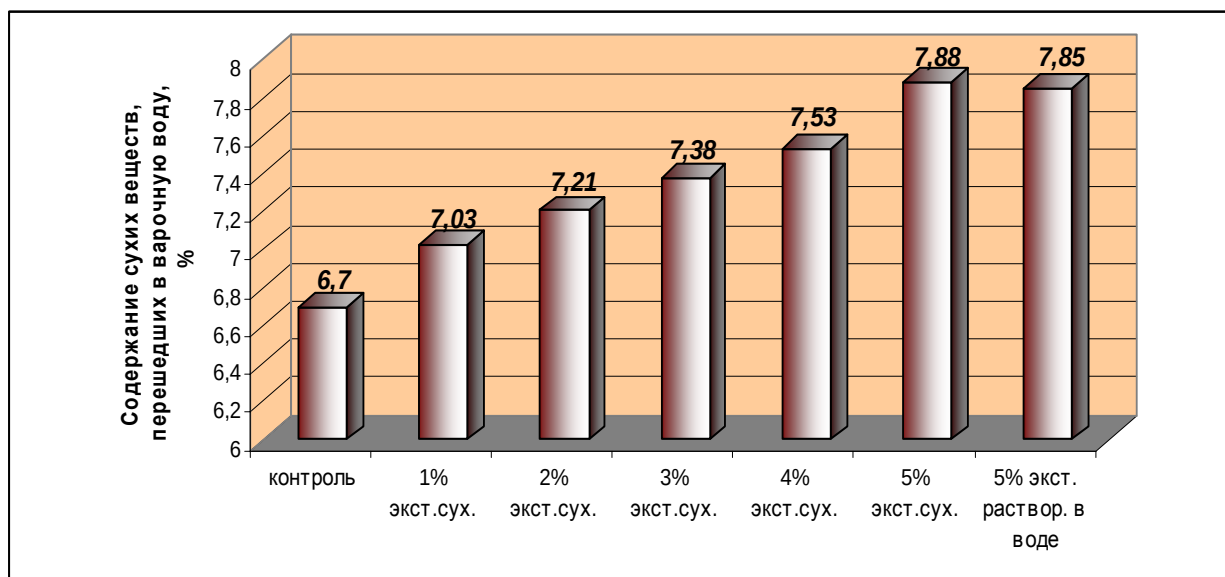


Рис. 10.20. Влияние способов внесения и дозировок экстракта боярышника на содержание сухого вещества, перешедшего в варочную воду при варке макаронных изделий

теста, тем не менее, не взаимодействуют с компонентами пшеничной муки и при варке изделий, так же, как частички косточек боярышника, разрыхляют их структуру и сами переходят в варочную воду.

При этом следует отметить, что для всех анализируемых образцов содержание сухих веществ, перешедших в варочную воду, не превышает 9 %, как того требует ГОСТ Р 51865-2002 «Изделия макаронные. Общие технические условия».

Таким образом, из всех опытных образцов только образцы с внесением 15 % и 20 % порошка из плодов боярышника, в первую очередь по органолептическим показателям, не могут быть использованы при производстве макаронных изделий. Учитывая цель данной работы, в дальнейших исследованиях при внесении в макаронное тесто экстракта боярышника использовали максимально возможную дозировку к массе муки, а именно 5 %.

В макаронном производстве выделяют два основных структуро-образующих компонента пшеничной муки – это клейковину и крахмал, поэтому исследование их свойств при внесении в макаронное тесто боярышника различными способами даст возможность обосновать его влияние на весь ход технологического процесса производства макаронных изделий.

Результаты исследований сведены в таблицах 10.11-10.14 и представлены на рисунках 10.21 и 10.22.

Для того чтобы определить содержание сырой клейковины, выбранные дозировки порошка из плодов боярышника и экстракта предварительно смешивали с мукой и затем отбирали 25 г смеси для отмывания сырой клейковины.

Анализ полученных результатов показал, что при внесении боярышника в макаронное тесто содержание сырой клейковины несколько снижается: так, при внесении порошка из плодов боярышника в количестве 5 % - на 2,48 %, а в количестве 10 % - на 1,49 % соответственно, что связано со снижением количества муки, поскольку анализировали смесь, однако полученный результат превышает теоретические расчеты, что требует объяснения, поэтому необходимо проведение исследований возможного взаимодействия белковых веществ пшеничной муки с компонентами плодов боярышника. Кроме того, причиной может быть более высокая водопоглотительная способность порошка из плодов боярышника, а, следовательно, и смеси его с мукой.

Таблица 10.11

Влияние способов внесения боярышника на свойства клейковины пшеничной муки

Наименование показателя	Наименование образцов:						
	контроль	с внесением порошка из плодов боярышника, %:		с экстрактом боярышника в количестве 5 %:		с отваром боярышника	с настоем боярышника
		5	10	смешивание с мукой	растворение в воде		
Содержание сырой клейковины, %	32,20±0,3	31,4±0,2	31,72±0,2	27,52±0,2	30,20±0,2	30,0±0,2	30,28±0,2
Содержание сухой клейковины, %	12,70±0,3	11,94±0,1	11,84±0,1	12,21±0,1	12,40±0,1	12,2±0,1	12,50±0,1
ИДК, ед. пр.	71,0±1,0	65,0±0,5	53,0±0,5	62,0±0,5	63,0±0,5	62,0±0,5	62,5±0,5
Когезионная прочность, Н	5,5	4,5	3,1	2,4	2,4	4,2	4,1
Водопоглощительная способность, %	153,0±0,1	162±0,1	168,0±0,1	160,0±0,1	162,0±0,1	150,0±0,1	143,0±0,1

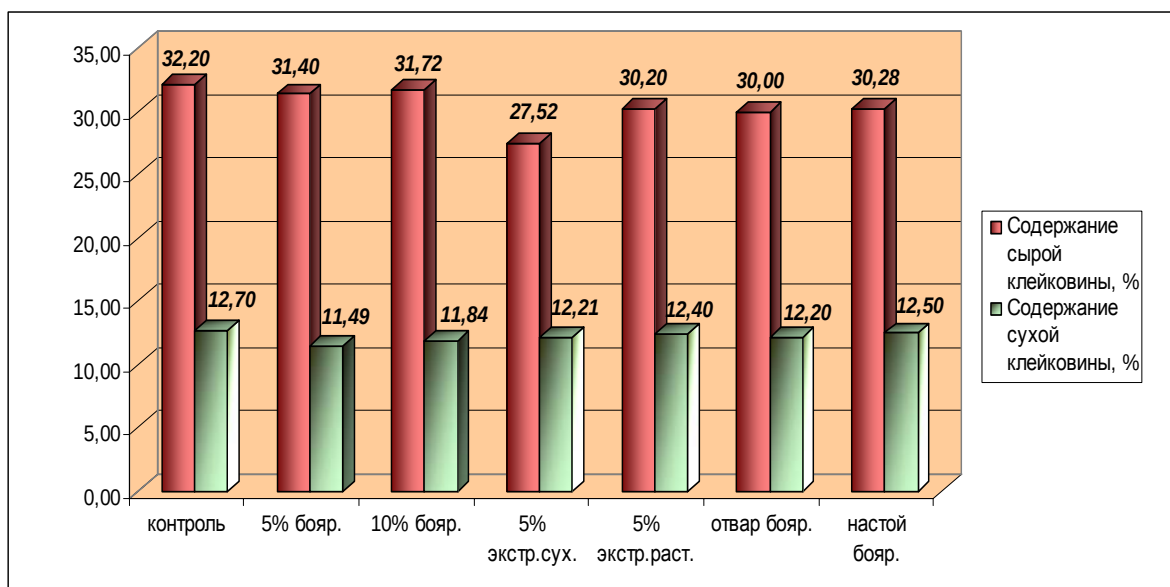


Рис. 10.21. Изменение содержания сухой и сырой клейковины пшеничной муки при внесении боярышника различными способами

В связи с высказанными предположениями проведены соответствующие исследования, результаты которых представлены в таблицах 10.12 и 10.13.

Таблица 10.12

*Влияние порошка из плодов боярышника на растворимость
клейковинных белков*

Наименование растворителя	Количество белка (по Лоури), %:	
	Контроль	Опытный образец (с внесением 10 % порошка из плодов боярышника)
6 М раствор мочевины	8,51	4,37

Из приведенных в таблице 10.12 данных следует, что растворимость клейковины при внесении порошка из плодов боярышника снижается практически в 2 раза по отношению к контролю, что свидетельствует о взаимодействии белковых веществ пшеничной муки и, на наш взгляд, пектиновых веществ, входящих в состав плодов боярышника (по литературным данным, в плодах боярышника содержится до 1,6 % пектиновых веществ).

Исследование водопоглотительной способности порошка из плодов боярышника показало (таблица 10.13), что она, действительно, выше ВПС пшеничной муки (на 16 %).

Таблица 10.13

Водопоглотительная способность пшеничной муки и её смеси с порошком из плодов боярышника

Наименование образца	Количество поглощенной влаги, мл
Контроль	50
Образец с внесением 10 % порошка из плодов боярышника	58

При внесении экстракта боярышника путем его смешивания с мукой содержание сырой клейковины ниже, чем в контрольном образце, на 14,53 %, что опять-таки объясняется снижением количества муки в 25 г навески и, кроме этого, присутствием в составе экстракта дополнительных веществ, которые, не растворяясь в воде, тем самым снижают ВПС смеси (таблица 10.14).

Таблица 10.14

Водопоглотительная способность пшеничной муки и её смеси с экстрактом боярышника

Наименование образца	Количество поглощенной влаги, мл
Контроль	50
Образец с внесением 5 % экстракта боярышника (смешивание с мукой)	46

Внесение экстракта боярышника в виде раствора в меньшей степени снижает содержание сырой клейковины – на 6,2 %.

Замена воды на настой и отвар боярышника повлекла за собой снижение содержания сырой клейковины на 5,96 % и 6,83 %, что, возможно, связано с тем, что при их использовании дополнительно вносится некоторое количество сухих веществ (порядка 0,2 %), в том числе и органические кислоты.

Установлено также укрепление клейковины опытных образцов, причем в наибольшей степени это касается образца с внесением порошка из плодов боярышника в количестве 10 % к массе муки (на 25,35 % по сравнению с контрольным образцом), однако при этом

снижается её когезионная способность, т.е. снижается сила взаимодействия внутри частичек теста. В большей степени это проявляется у образцов с внесением экстракта боярышника (практически в 2 раза).

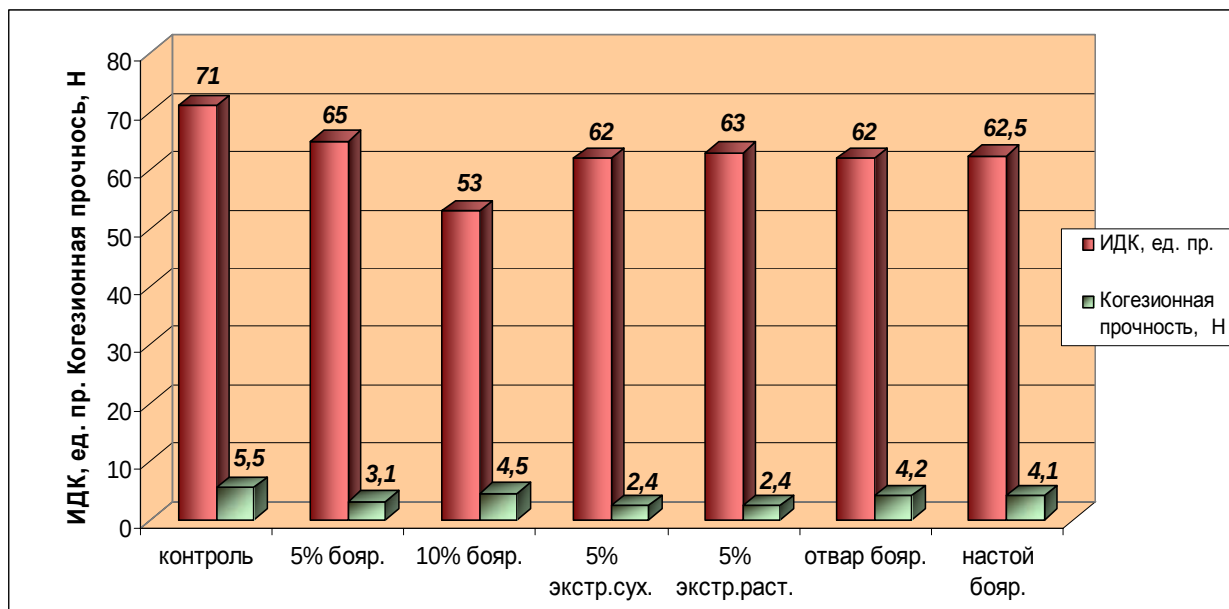


Рис. 10.22. Изменение упругих свойств клейковины при внесении боярышника различными способами

Боярышник при внесении его различными способами в макаронное тесто взаимодействует и с другим основным компонентом пшеничной муки – крахмалом, что подтверждают экспериментальные исследования, которые проводили на приборе «Амилотест» АТ-97 в режиме 2.

Результаты исследований представлены в таблице 10.15.

Таблица 10.15

*Влияние способов внесения и дозировок боярышника на свойства
крахмала*

Наименование образца	Температура максимальной вязкости крахмального геля, °С	Вязкость крахмального геля (усилие, Н)
Контроль	94,0	3,72
Образцы с внесением порошка из плодов боярышника, %:		
5	96,0	2,05
10	97,0	2,14
Образцы с внесением экстракта боярышника в количестве 5 %:		
смешивание с мукой	97,5	2,58
растворение в воде	97,0	2,31
Образцы с отваром боярышника	94,5	3,42
Образцы с настоем боярышника	94,5	3,23

Проведенные исследования показали, что температура максимальной вязкости крахмального геля - показатель, оказывающий влияние на качество сваренных изделий, - увеличивается на 2,13 % и 3,19 % у опытных образцов с внесением порошка боярышника в количестве 5 % и 10 % соответственно, на 3,72 % и 3,19 % с внесением экстракта боярышника путем смешивания его с мукой или растворением в воде соответственно и на 0,53 % по сравнению с контролем у образцов с заменой воды на отвар и настой. При этом вязкость крахмального геля для всех опытных образцов снижается по сравнению с контрольным образцом в пределах от 8,1 % до 44,9 %, что, вероятнее всего, связано со снижением активной кислотности среды, т.е. с созданием более оптимальных условий для максимального действия β -амилаз.

Таким образом, анализируя изменения свойств клейковины и крахмала пшеничной муки и учитывая их влияние на качественные показатели макаронных изделий, рациональными способами внесения боярышника в макаронное тесто следует признать использование порошка из плодов боярышника в количестве 10 % к массе муки. Однако, помня о цели данной работы, а именно о

необходимости внесения максимально возможного количества флавоноидов в составе применяемой добавки и предполагая, что такое количество флавоноидов может присутствовать в экстракте боярышника, поскольку концентрация биологически активных веществ в сухих экстрактах в несколько раз выше, чем в исходном сырье, вторым рациональным способом внесения боярышника в макаронное тесто является применение экстракта боярышника, причем необходимо далее рассмотреть оба способа его внесения. Именно потому, что предварительно проведенные исследования показали меньшее по сравнению с другими образцами содержание флавоноидов в отваре и настое боярышника (0,038 % и 0,027 %) и с учетом их возможных потерь при производстве и варке изделий, а также с учетом достаточно трудоемких и длительных процессов приготовления отвара и настоя и нестойкости их при хранении, данные образцы не использовались в дальнейших исследованиях.

Следствием укрепления клейковины пшеничной муки должно быть повышение реологических свойств макаронного теста, поэтому посчитали целесообразным подтвердить это экспериментальным путем с помощью капиллярного вискозиметра.

Результаты исследований представлены в таблице 10.16 и на рисунке 10.23.

Течение макаронного теста описывали уравнением Гершеля-Балкли

$$\tau = |\pm \tau_0| + K \cdot \gamma^n, \quad (1)$$

где τ – касательное напряжение в данной точке, Па;

τ_0 - предельное напряжение сдвига, Па;

K – коэффициент консистенции, Па·сⁿ;

n – индекс течения.

Коэффициенты уравнения – τ_0 , K , n – рассчитывались графо-аналитическим методом.

Таблица 10.16

Влияние способов внесения боярышника на реологические свойства макаронного теста

Наименование образца	Предельное напряжение сдвига, МПа	Коэффициент консистенции, МПа·с ⁿ	Индекс течения n	Вязкость η , МПа·с (при $\dot{\gamma} = 0,163 \text{ с}^{-1}$)
Контроль	0,01	0,37	0,158	1,530
Образец с внесением порошка из плодов боярышника в количестве 10 %	0,02	0,40	0,208	1,719
Образцы с внесением экстракта боярышника в количестве 5 %:				
смешивание с мукой	0,02	0,39	0,143	1,579
растворение в воде	0,01	0,37	0,170	1,690

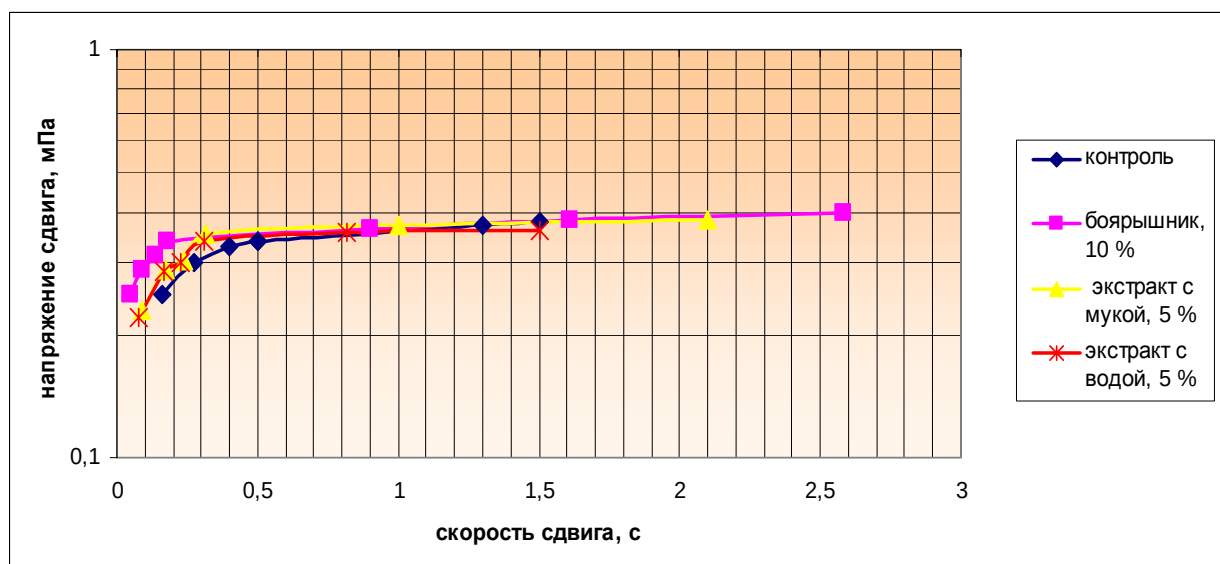


Рис. 10.23. Влияние способов внесения боярышника на реологические свойства макаронного теста

Анализ полученных результатов показал, что при внесении в макаронное тесто порошка из плодов боярышника и экстракта боярышника в смеси с мукой предельное напряжение сдвига и коэффициент консистенции увеличились по сравнению с контролем. Так предельное напряжение сдвига для данных образцов возросло в 2 раза, коэффициент консистенции на 8,1 % и 5,4 % соответственно. При добавлении экстракта боярышника в том же количестве, но растворенного в воде эти показатели равны показателям контрольного образца. Вязкость макаронного теста всех исследуемых опытных образцов увеличилась по сравнению с вязкостью контрольного образца: на 12,35 % при внесении порошка из плодов, на 3,2 % и 10,5 % соответственно при внесении экстракта боярышника в смеси с мукой и в виде раствора.

Содержание флавоноидов в плодах, настое, отваре и экстракте боярышника определяли в соответствии с методикой, описанной в ГОСТ 21908–93 «Трава душицы. Технические условия».

Результаты исследований сведены в таблицу 10.17 и представлены на рисунке 10.24.

Таблица 10.17

Содержание биофлавоноидов в плодах, настое, отваре и экстракте боярышника

Наименование образца	Содержание флавоноидов, %
Плоды боярышника	0,90
Настой боярышника	0,27
Отвар боярышника	0,38
Экстракт боярышника	1,10

Таким образом, экспериментальные исследования подтвердили, что именно в порошке из плодов боярышника и в экстракте содержится максимальное количество флавоноидов, а именно 0,90 % и 1,10 % соответственно, т.е. 900 и 1100 мг на 100 г продукта.

Учитывая, что в процессе производства и варки макаронных изделий какая-то часть флавоноидов может быть потеряна, исследовали содержание этих биологически активных веществ в сухих и сваренных изделиях. Результаты представлены в таблице 10.18 и на рисунке 10.25.

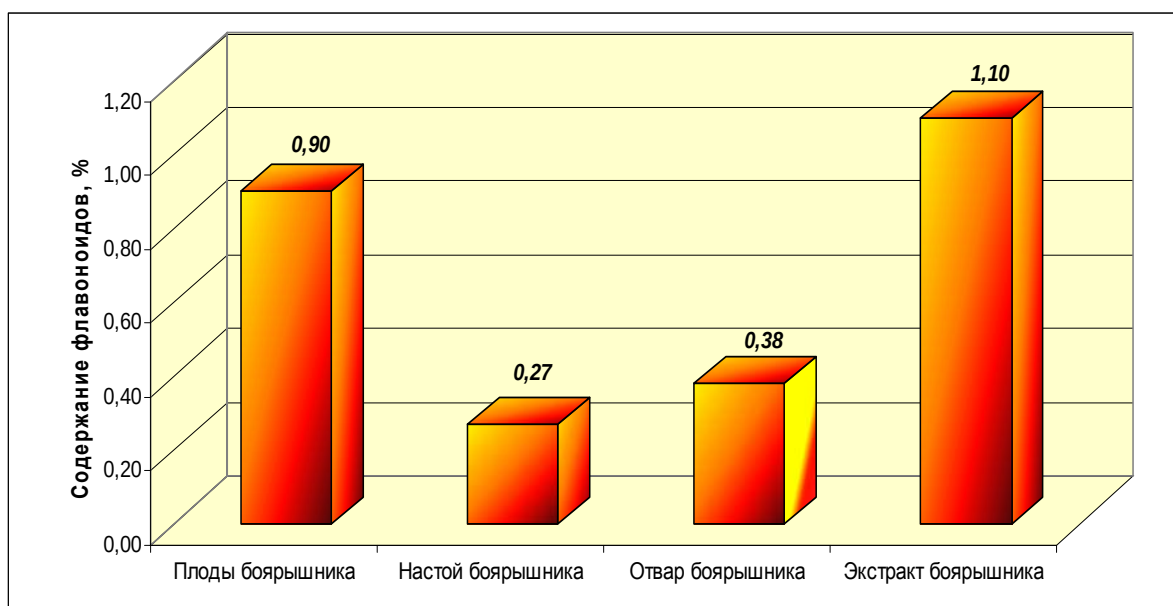


Рис. 10.24. Содержание флавоноидов в плодах, настое, отваре и экстракте боярышника

Таблица 10.18

Содержание флавоноидов в сухих и сваренных макаронных изделиях

Наименование образца	Содержание флавоноидов (%) в:	
	сухих изделиях	сваренных изделиях
Образец с внесением 10 % порошка из плодов боярышника	0,067	0,041
Образец с внесением экстракта боярышника в количестве 5 %:		
смешивание с мукой	0,090	0,052
растворение в воде	0,075	0,044

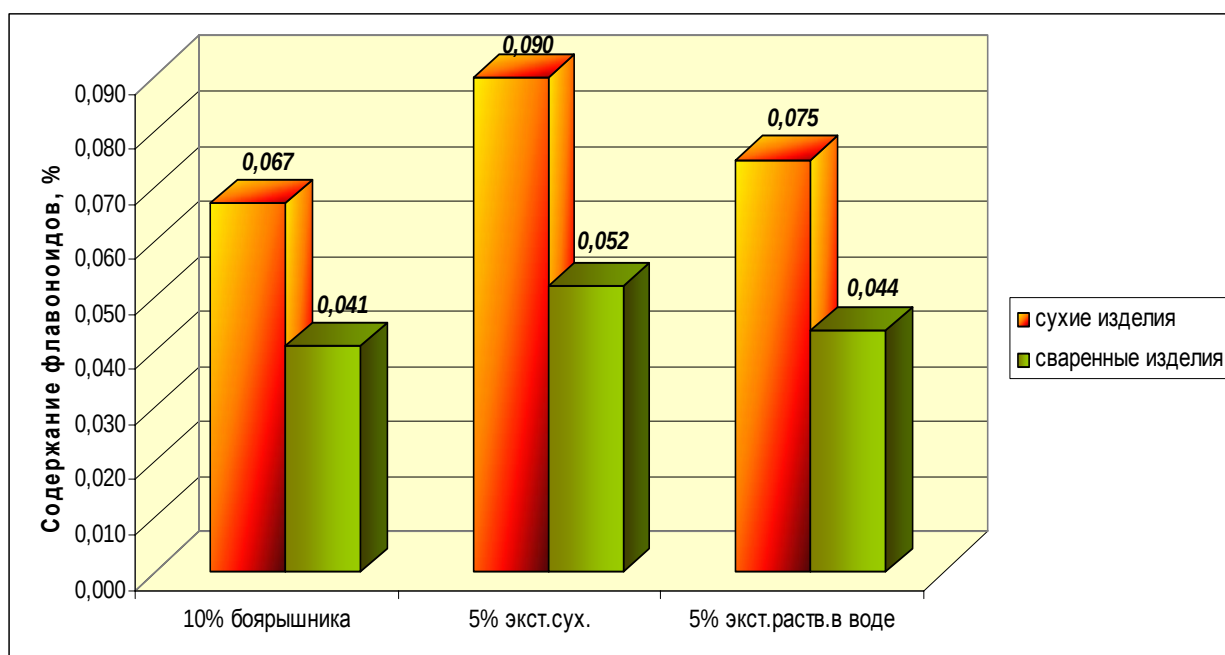


Рис. 10.25. Содержание флавоноидов в макаронных изделиях

Как показали результаты исследований, в процессе производства макаронных изделий теряется 0,02 % - 0,035 % флавоноидов, что может быть объяснено тем, что, поскольку флавоноиды – это антиоксиданты, то они препятствуют окислению других соединений, при этом сами подвергаясь окислению. В процессе варки изделий установлены дополнительные потери флавоноидов в том же количестве в результате возможного их гидролиза. При этом в случае внесения экстракта боярышника путем его растворения в воде, потери флавоноидов выше, нежели при смешивании экстракта с мукой. Однако, несмотря на потери, содержание флавоноидов в уже сваренных макаронных изделиях с порошком боярышника и экстрактом, вносимым в макаронное тесто путём смешивания с мукой или растворением в воде, составляет 41, 52 и 44 мг на 100 г продукта соответственно, что позволяет отнести макаронные изделия к обогащенным продуктам (правда, в соответствии с Дополнениями и изменениями № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» (СанПиН 2.3.2.2804-10 «Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы»), продукт считается обогащенным при условии, что его усредненная суточная порция (50 г для макаронных изделий) содержит от 15 % до 50 % витаминов и/или минеральных веществ от нормы физиологической потребности

человека (для флавоноидов это составляет от 30 до 50 мг на 100 г продукта). При обогащении пищевого продукта дополнительное внесение обогащающего компонента должно составлять не менее 10 % от нормы физиологической потребности человека).

На основании комплексных исследований рекомендуется использовать при производстве обогащенных флавоноидами макаронных изделий порошок из плодов боярышника в количестве 10 % к массе муки или экстракт боярышника, вносимого в макаронное тесто путем смешивания его с мукой.

По литературным данным известно, что боярышник богат не только флавоноидами. В его состав входит большое количество различных витаминов, некоторые из которых сами являются антиоксидантами, и минеральных соединений. Поэтому нами проведены исследования витаминного и минерального составов опытных образцов макаронных изделий (таблицы 10.19 и 10.20).

Содержание аскорбиновой кислоты определяли титрометрическим методом, витаминов группы В и витамина Е – совместно с отделом агроэкологии ВНИИ селекции плодовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе «Милихром-4», минеральных веществ – совместно с отделом агроэкологии ВНИИ селекции плодовых культур энергодисперсионным рентгеноспектральным методом на рентгеновском анализаторе JED-2300, позволяющем проводить последовательный анализ и поэлементное картирование участка или поверхности образца и обрабатывать данные применительно к соответствующим точкам наблюдения.

Таблица 10.19

*Витаминный состав макаронных изделий**В мг/100 г*

Наименование витамина	Контрольный образец*	Образец с внесением экстракта боярышника	Образец с внесением порошка из плодов боярышника
С	-	-	12,54
В ₁	0,17	0,165	0,196
В ₂	0,04	0,052	0,042
В ₆	0,16	0,150	0,148
РР	1,21	0,481	0,421
Е	2,10	2,104	2,111

Таблица 10.20

Минеральный состав макаронных изделий

Наименование минерального вещества	Контрольный образец*	Образец с внесением экстракта боярышника	Образец с внесением порошка из плодов боярышника
Макроэлементы, мг/100 г			
Na	3,00	3,80	2,24
Mg	16,00	27,80	24,96
P	87,00	81,43	82,16
K	123,00	125,26	147,68
Ca	19,00	22,77	40,28
Микроэлементы, мкг/100 г			
Fe	1580	3432	1144

* Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов [Текст] / И. М. Скурихин, М. Н. Волгарев // под ред. И. М. Скурихина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.

Установлено, что в опытном образце с порошком из плодов боярышника присутствует витамин С, который полностью отсутствует в контрольном образце. В опытных образцах

практически всех витаминов группы В и витамина Е больше, чем в контрольном образце, или на уровне контрольного образца. Только содержание витамина РР значительно ниже в опытных образцах, чем в контрольном. Однако необходимо учитывать, что витаминный (и минеральный) состав контрольного образца – это данные литературных источников.

Исследование минерального состава разработанных макаронных изделий показало существенное увеличение содержания целого ряда минеральных соединений: например, К - на 1,8 % и 20,1 %; Са - на 19,8 % и 112,0 %; Mg – на 73,8 % и 56 % соответственно в изделиях с внесением экстракта боярышника и порошка из плодов боярышника. Содержание фосфора снизилось на 6,4 % и 5,6 % соответственно. Содержание же натрия в образце с добавлением экстракта боярышника увеличилось на 26,7 %, но в образце с добавлением порошка из плодов боярышника снизилось на 25,3 %.

Антиоксидантная активность (АОА) макаронных изделий определялась расчетным путем на основе литературных данных. Методов её определения достаточно много, однако об этом показателе можно судить и по наличию и количеству веществ, обладающих АОА, входящих в состав продукта.

Суммарная АОА боярышника с учетом количества флавоноидов и витамина С составляет 1105 мг/100 г, пшеничной муки – 22 мг/100 г, отсюда АОА сухих макаронных изделий, выработанных из пшеничной муки, порошка из плодов боярышника и воды, равна 101,45 мг/100 г.

Технологическая схема производства данных видов макаронных изделий так же, как и в предыдущих исследованиях, практически не отличается от традиционной и дополнительно включает в себя стадию подготовки плодов и экстракта боярышника к производству, заключающуюся в их измельчении до размеров частиц муки и смешивании с мукой. Рекомендуется вырабатывать данную продукцию в виде коротких изделий на прессах периодического действия.

Наряду с флавоноидами важнейшим антиоксидантом является витамин С. Установлена несомненная связь, синергизм и параллелизм в биологическом действии витамина С и флавоноидов.

Как показано ранее, боярышник содержит в больших количествах и флавоноиды, и витамин С (900 и 205 мг/100 г соответственно).

Помимо боярышника, высоким содержанием и флавоноидов, и витамина С обладают шиповник и зверобой. По экспериментальным данным, их количество в шиповнике составляет 510 и 813 мг/100 г, в зверобое – 2220 и 132,5 мг/100 г соответственно. Именно поэтому, данные лекарственные растения также были рассмотрены как возможные обогащающие добавки при производстве макаронных изделий. Учитывая данные исследования, а также ранее проведенные, касающиеся использования сборов лекарственных растений в производстве макаронных изделий специального назначения, в результате которых было установлено, что максимальные дозировки не могут превышать 10 % - 15 % к массе муки, в первую очередь, из-за влияния лекарственных растений на органолептические показатели готовых изделий, в дальнейших исследованиях использовали порошки из плодов шиповника и травы зверобоя в количестве 10 % к массе муки.

Исследования влияния порошков из плодов шиповника и травы зверобоя на качество готовых макаронных изделий представлено в таблице 10.21 и на рисунках 10.26, 10.27.

Внесение вышеупомянутых обогащающих добавок в макаронное тесто оказывает действие аналогично действию порошка из плодов боярышника, а именно кислотность изделий несколько выше аналогичного показателя контрольного образца, прочность сухих изделий на срез, продолжительность варки и сохранность формы увеличились, содержание сухих веществ в варочной воде превышает данный показатель контрольного образца (на 30 % и 31 % соответственно), однако не выше 9 %.

Таким образом, и порошок из плодов шиповника, и порошок из травы боярышника могут использоваться при производстве макаронных изделий и могут входить в состав обогащающих сборов.

Таблица 10.21

Показатели качества макаронных изделий с внесением порошков из плодов шиповника и травы зверобоя

Наименование показателя	Влажность сухих изделий, %	Активная кислотность, рН	Прочность сухих изделий на срез, Н	Продолжительность варки, мин	Сохранность формы сваренных изделий, %	Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %
Контроль	11,8	5,86	22,87	9	98	6,7
Образец с внесением порошка из травы зверобоя в количестве 10 % к массе муки	12,8	5,23	22,98	10	100	8,83
Образец с внесением порошка из плодов шиповника в количестве 10 % к массе муки	12,6	4,58	23,75	10	100	8,76

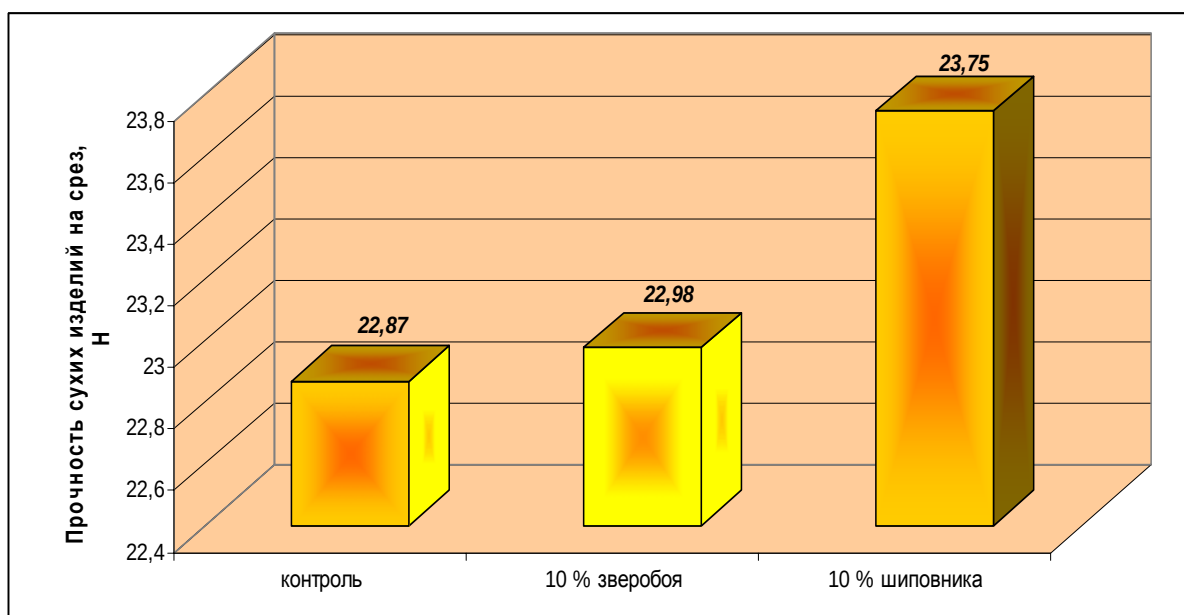


Рис. 10.26. Влияние порошка из плодов шиповника и травы зверобоя на прочность сухих изделий на срез

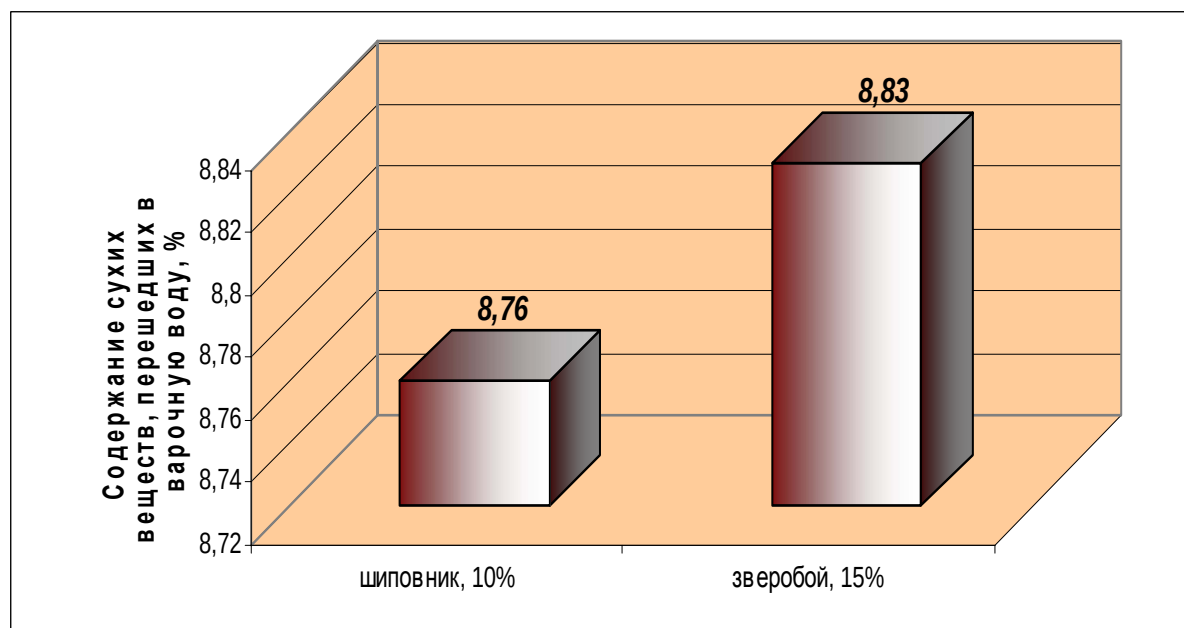


Рис. 10.27. Влияние порошка из плодов боярышника и травы зверобоя на содержание сухого вещества, перешедшего в варочную воду при варке макаронных изделий

Содержание флавоноидов и витамина С в сухих и сваренных макаронных изделиях представлено в таблице 10.22 и на рисунках 10.28, 10.29.

Таблица 10.22

Содержание флавоноидов и витамина С в сухих и сваренных макаронных изделиях с внесением порошка из плодов шиповника и травы зверобоя

Наименование образца	Содержание флавоноидов (%) в:		Содержание витамина С (мг/100 г) в:	
	сухих изделиях	сваренных изделиях	сухих изделий	сваренных изделиях
Образец с внесением порошка из травы зверобоя в количестве 10 % к массе муки	0,1665	0,070	11,26	6,76
Образец с внесением порошка из плодов шиповника в количестве 10 % к массе муки	0,0380	0,023	69,1	27,64

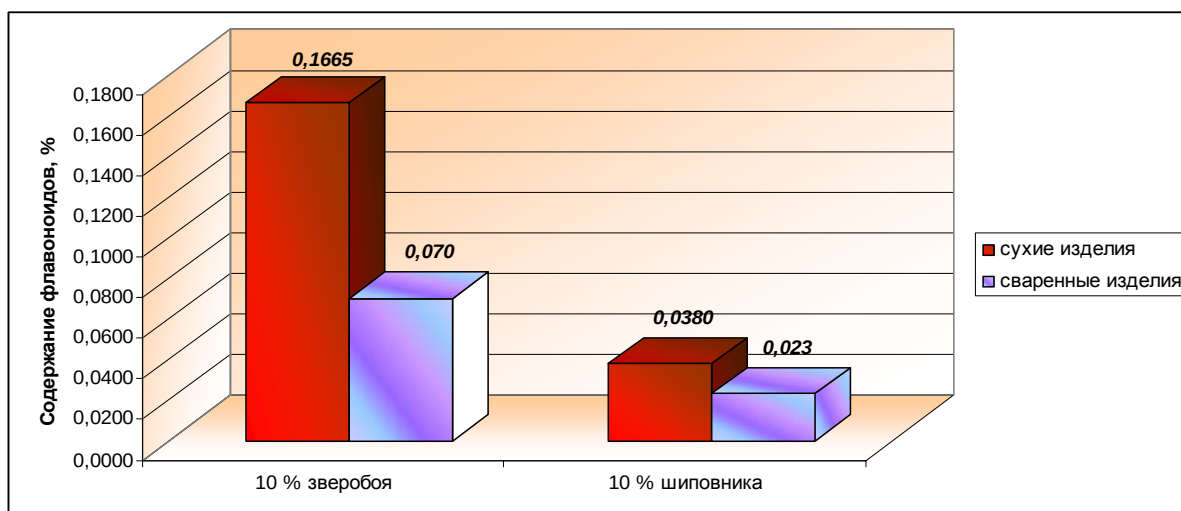


Рис. 10.28. Содержание флавоноидов в макаронных изделиях с внесением порошка из плодов шиповника и травы зверобоя

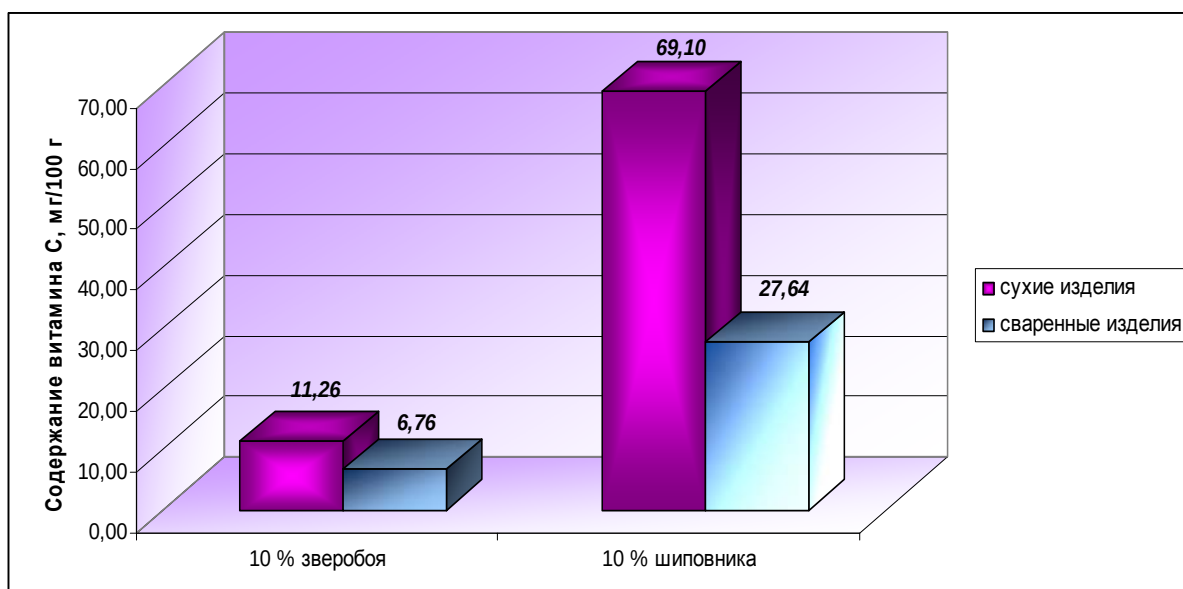


Рис. 10.29. Содержание витамина С в макаронных изделиях с внесением порошка из плодов шиповника и травы зверобоя

По литературным данным, при составлении лекарственных сборов определенной направленности очень часто боярышник используют вместе с шиповником, а шиповник со зверобоем. Поэтому, применяя инструмент «Поиск решения» программного обеспечения Microsoft Excel, осуществили расчет состава лекарственного сбора, в который входили бы боярышник, шиповник и зверобой. В процедуре поиска решения использовали алгоритмы симплексного метода «Branchandbound» для решения линейных задач. Этот инструмент позволяет на основе критерия оптимизации выбрать оптимальную рецептуру моделируемого продукта с учетом заданных ограничений. Такими ограничениями являлись количество флавоноидов в сборе с учетом потерь при производстве и приготовлении (практически 50 %), т.е. не менее 75 мг на 100 г изделий, и дозировка добавки.

При использовании симплекс-метода для определения состава смеси сумма всех компонентов смеси должна быть равна 1 (100 %). В связи с этим сначала установили максимально возможную дозировку обогащающей добавки взамен части муки по следующим формулам

$$A = \frac{(B - C) \cdot 100}{C - E}, \quad (2)$$

где A – количество добавки, вносимое к 100 кг муки, кг;
 B – содержание сырой клейковины в муке, %;
 C – нижний предел содержания клейковины, (26 %), %;
 E – содержание клейковинных белков в добавке, %.

$$H = 100 - \left(\frac{10000}{100 + A} \right), \quad (3)$$

где H – процент замены муки на добавку, %.

Таким образом, в работе используем сбор лекарственных растений взамен муки в количестве 15 %.

Расчет состава лекарственного сбора показал следующие возможные варианты сборов (таблица 10.23).

Таблица 10.23

Состав лекарственных сборов

Варианты	Соотношения лекарственных растений в сборе, г:		
	зверобой	шиповник	боярышник
1	5,03	4,98	4,99
2	5,60	4,72	4,68
3	4,66	10,34	-

Из полученных соотношений лекарственных растений был выбран вариант 1 как самый оптимальный по органолептическим показателям.

Результаты исследований влияния данного сбора на качественные показатели макаронных изделий представлены в таблице 10.24.

Анализ полученных результатов показал, что активная кислотность изделий со сбором ниже значения контрольного образца, что объясняется большим содержанием органических кислот в составе данного сбора, источниками которых являются используемые растения.

Прочность сухих изделий при внесении сбора существенно возрастает на 30,7 %, что связано с упрочнением структуры макаронного теста.

Таблица 10.24

Показатели качества макаронных изделий с внесением сбора по варианту 1

Наименование показателя	Влажность сухих изделий, %	Активная кислотность, рН	Прочность сухих изделий на срез, Н	Продолжительность варки, мин	Сохранность формы сваренных изделий, %	Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %
Контроль	11,8	5,86	22,87	9	98	6,7
Образец с внесением сбора в количестве 15 % к массе муки	12,1	4,98	29,9	10	100	8,79

Содержание сухих веществ, перешедших в варочную воду при варке образца с внесением сбора, превышает данный показатель контрольного образца на 31,2 %, однако не превышает требований ГОСТ Р 51865-2002 «Изделия макаронные. Общие технические условия» для макаронных изделий из хлебопекарной муки.

Таким образом, по качественным показателям разработанные макаронные изделия полностью удовлетворяют требованиям действующего нормативного документа на макаронные изделия.

Экспериментальные исследования содержания флавоноидов и витамина С в макаронных изделиях показали, что в сухих и сваренных макаронных изделиях со сбором лекарственных растений их количество составляет соответственно 135,72 и 81,45 мг/100 г флавоноидов при суточной потребности 30-50 мг, и 46,5 и 30,5 мг/100 г витамина С при суточной потребности 50-100 мг. В этом случае АОА данного образца сухих макаронных изделий составляет 217,17 мг/100 г.

Таким образом, в результате проведенных экспериментальных исследований подтверждена возможность использования лекарственного растительного сырья в макаронном производстве, в данном случае в качестве такого сырья использовали сборы лекарственных растений, рекомендуемые при функциональных расстройствах нервной системы, при сердечнососудистых и желудочно-кишечных заболеваниях, а также плоды боярышника, шиповника, траву зверобой и лекарственный сбор, включающий в себя все перечисленные лекарственные растения. Установлены оптимальные способы внесения и дозировки данных добавок, их влияние на свойства клейковины и крахмала пшеничной муки, реологические показатели макаронного теста, на качество готовых изделий, определено содержание в сухих и сваренных изделиях биологически активных веществ.

ГЛАВА 11 ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОПОРОШКА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ В ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

В последнее время при производстве функциональных продуктов питания большой интерес вызывает использование лекарственно-технического сырья, произрастающего в регионах исследования. Дикорастущее лекарственно-техническое сырье богато различными биологически активными веществами: фенольными соединениями, алкалоидами, гликозидами, витаминами, органическими кислотами, макро- и микроэлементами, пищевыми волокнами. Этот важный комплекс веществ в соотношениях, дозированных природой, способствует улучшению обмена веществ, нормализации состояния внутренней среды организма, повышению его сопротивляемости к вредным воздействиям [1].

Антиоксидантное действие фенольных соединений определяется их высокой противорадикальной активностью. Благодаря антиоксидантному эффекту фенольные соединения защищают от повреждения мембраны клеток, лизосом, митохондрий, различные структуры ядра, оказывая в целом цитозащитный эффект. В этом качестве растительные антиоксиданты выступают совместно с защитной антиоксидантной системой организма, облегчая ее задачу «гашения» свободных радикалов [2].

В связи с этим, актуальным направлением разработки технологии пшеничного хлеба с улучшенным химическим составом является использование сухих экстрактов лечебных трав. Многокомпонентные сборы и экстракты лекарственных трав повышают устойчивость к малым дозам радиации, снижают содержание радионуклидов в организме человека [3].

Целью работы являлось исследование влияния различных дозировок фитопорошка, полученного из сухих экстрактов лекарственных трав, на свойства пшеничной муки, реологические свойства теста и показатели качества пшеничного хлеба.

Фитопорошок на основе лекарственно-технического сырья готовили следующим образом: сухие экстракты трав боярышника, валерианы, пустырника, мяты и шалфея в равном соотношении измельчали до размера частиц 30-40 мкм и просеивали несколько раз через сито № 43. Таким образом, получили тонкодиспергированный порошок с содержанием сухих веществ 96-98 %.

Нами было проведено определение суммарного содержания антиоксидантов (ССА) в сухих экстрактах лекарственных трав в

пересчете на галловую кислоту амперометрическим методом на приборе «ЦветЯуза-01-АА». Установлено, что в экстракте пустырника ССА составляет 1,3 мг/г, боярышника – 3,1 мг/г, валерианы – 2,3 мг/г, шалфея – 4,1 мг/г, мяты – 1,3 мг/г.

После приготовления спиртовой вытяжки из фитопорошка для обнаружения фенольных соединений полученные извлечения хроматографировали восходящим методом в системе БУВ (4:1:5). Для идентификации зон адсорбции исследуемых извлечений на линию старт наносили 0,1-0,2 мл исследуемых образцов и по 0,5 мл этанольных растворов РСО рутин, кверцетин, апигенин, лютеолин, кофейной, феруловой, хлорогеновой кислот. Идентификацию проводили в видимом и УФ свете (в качестве проявителя использовали пары аммиака) и путем сравнения R_f РСО с исследуемыми образцами. В результате проведенных исследований в растворе были обнаружены флавоновые гликозиды апигенин ($R_f = 0,92$) и лютеолин ($R_f = 0,83$).

Основываясь на результатах бумажной хроматографии, было проведено изучение комплекса фенольных соединений фитопорошка методом ВЭЖХ. В качестве подвижной фазы использовали: А – 0,03 % водный раствор трифторуксусной кислоты (ТФУК); В – смесь ацетонитрила и 0,03 % ТФУК. Результаты исследования представлены на рисунке 11.1.

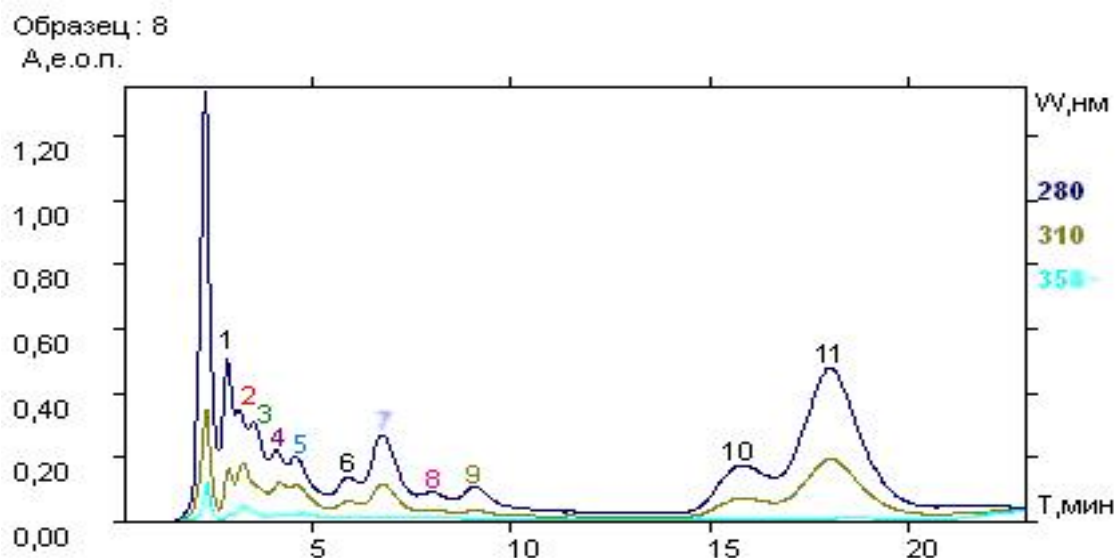


Рис. 11.1. Хроматограмма спиртовой вытяжки из фитопорошка (ацетонитрил : 0,03% ТФУК)

На хроматограмме в автоматической обработке данных при разметке реальных пиков различимы 11 пиков, среди них идентифицированы: пик №1 – апигенин, пик №7 – кверцетин, пик

№10 – феруловая кислота. Другие пики свидетельствуют о наличии неидентифицированных фенольных соединений.

Экспериментальные образцы пшеничного хлеба готовили с добавлением 3, 5 и 7 % от массы сухих веществ муки фитопорошка при замесе теста. В качестве контрольного образца использовали батон нарезной, приготовленный по традиционной рецептуре безопасным способом.

Известно, что качество готовой продукции определяется качеством исходного сырья. Поэтому в первую очередь были проведены исследования влияния вносимого фитопорошка на количество и качество клейковины пшеничной муки высшего сорта. Изучение свойств клейковины проводили на приборе ИДК-3. Результаты исследования приведены в таблице 11.1.

Установлено, что внесение фитопорошка не влияет на количество сырой клейковины муки, но приводит к незначительному ее укреплению – по сравнению с контролем на 0,67 % при добавлении 3 % фитопорошка и на 1,33 % при добавлении 5-7 % фитопорошка.

Это объясняется наличием в фитопорошке ферментов полифенолоксидазы и аскорбинооксидазы, способствующих укреплению клейковины. Очевидно, определенную роль в этом играют соединения белка пшеничной муки с восстанавливающими сахарами фитопорошка. Образование таких комплексных соединений приводит к возникновению углеводных связей мостиков, упрочняющих структуру белковых веществ клейковины.

Таблица 11.1

Качественные показатели клейковины

Дозировка фитопорошка, %	Количество сырой клейковины, г	Значения ИДК, ед. прибора
0 (контроль)	8,6	74,0
3	8,6	73,5
5	8,6	73,0
7	8,5	73,0

Для разработки перспективной технологии пшеничного хлеба с добавлением фитопорошка, позволяющей получить готовый продукт высокого качества, считали необходимым изучить физико-

механические параметры теста, которые характеризуют поведение пищевых масс под действием механических нагрузок со стороны рабочих органов технологического оборудования, то есть влияние технологии приготовления теста с использованием фитопорошка на его реологические свойства.

Определение реологических свойств теста проводили методом капиллярной вискозиметрии. Реологические свойства исследовали в образцах теста сразу после замеса и после брожения, происходящего в течение 120 -180 минут при температуре 30-32 °С. На основании полученных экспериментальных данных были построены графики зависимости скорости сдвига от напряжения сдвига, описанные с помощью уравнения Гершеля-Балкли [2]:

$$\tau = \tau_0 + k \cdot \dot{\gamma}^n \quad (1)$$

где, τ_0 – предельное напряжение сдвига, Па;
 $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига, с^{-1} ;
 k – коэффициент консистенции;
 n – индекс течения.

Сравнительная характеристика основных показателей теста контрольного образца и теста с фитопорошком до и после брожения, представлена в таблице 11.2.

Полученные экспериментальные данные показывают, что внесение фитопорошка в тесто из пшеничной муки высшего сорта оказывает существенное влияние на его реологические свойства. Отмечено, что с повышением дозировки фитопорошка снижается показатель предельного напряжения сдвига и коэффициент консистенции, как в тесте до брожения, так и после него. Так, по сравнению с контрольным вариантом в тесте, приготовленном с 3 % фитопорошка предельное напряжение сдвига и коэффициент консистенции снизился на 67 и 6,4 % соответственно, а индекс течения увеличился на 41,4 % . В варианте с 5 % фитопорошка, по сравнению с контрольным вариантом, предельное напряжение сдвига и коэффициент консистенции снизились на 73,5 и 86 % соответственно, а индекс течения увеличился на 41,4 %. По сравнению с контрольным вариантом в тесте, приготовленном с 7 % фитопорошка предельное напряжение сдвига и коэффициент консистенции снизились на 75,5 и 18,7 % соответственно, а индекс течения увеличился на 34,5 %.

Таблица 11.2

Показатели качества теста из пшеничной муки высшего сорта с использованием фитопорошка

Исследуемые образцы	Начальная влажность теста, %	Начальная кислотность теста, град.	Предельное напряжение сдвига, Θ_0 , кПа	Коэффициент консистенции, к, кПа	Индекс течения, n	Уравнения Гершеля-Балкли
Тесто до брожения						
Контроль	42,5	1,9	2,37	4,1	0,43	$\Theta=2,37+4,1 \cdot \dot{\gamma}^{0,43}$
3 % фитопорошка	42,6	1,9	1,51	1,82	0,49	$\Theta=1,51+1,82 \cdot \dot{\gamma}^{0,49}$
5 % фитопорошка	42,6	1,9	1,09	1,27	0,56	$\Theta=1,09+1,27 \cdot \dot{\gamma}^{0,56}$
7 % фитопорошка	42,8	1,9	0,36	0,49	0,71	$\Theta=0,36+0,49 \dot{\gamma}^{0,71}$
Тесто после брожения						
Контроль	41,7	2,5	2,95	1,55	0,58	$\Theta=2,95+1,55 \cdot \dot{\gamma}^{0,58}$
3 % фитопорошка	41,9	2,5	0,95	0,46	0,82	$\Theta=0,95+0,46 \cdot \dot{\gamma}^{0,82}$
5 % фитопорошка	41,9	2,5	0,78	0,21	0,82	$\Theta=0,78+0,21 \cdot \dot{\gamma}^{0,82}$
7 % фитопорошка	41,8	2,5	0,72	0,29	0,78	$\Theta=0,72+0,29 \dot{\gamma}^{0,78}$

Кривые течения исследуемых образцов теста представлены на рис. 11.2.

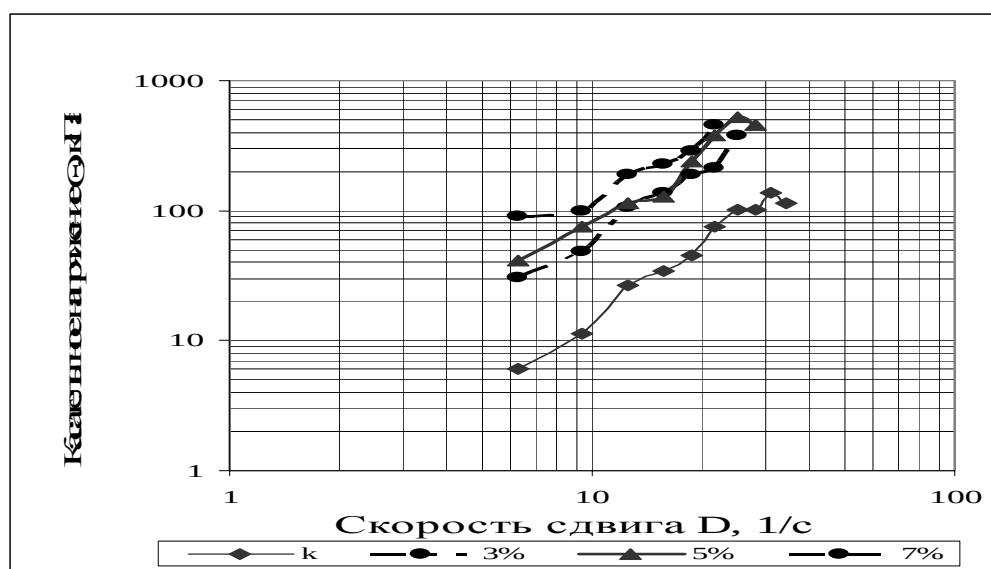
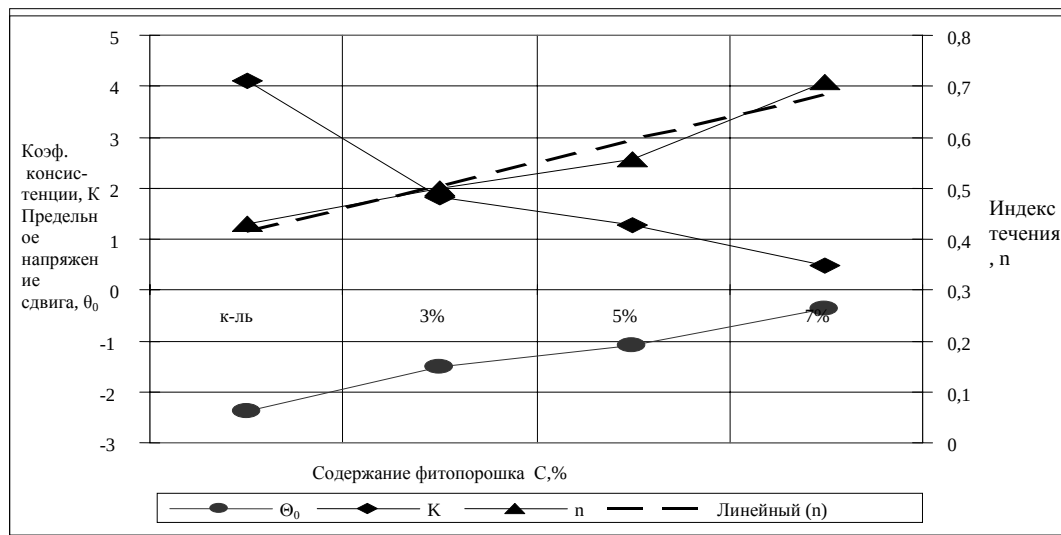


Рис. 11.2. Кривые течения исследуемых образцов теста

Полученные зависимости говорят о том, что опытные образцы, по сравнению с контрольным, характеризуются более высокой вязкостью. Вероятно, это объясняется тем, что при внесении фитопорошка происходит укрепление клейковины.

Рисунок 11.3 иллюстрирует характер изменения предельного напряжения сдвига (θ_0) и коэффициента консистенции (К) исследуемых образцов теста в зависимости от дозы внесенных фитопорошков.

А



Б

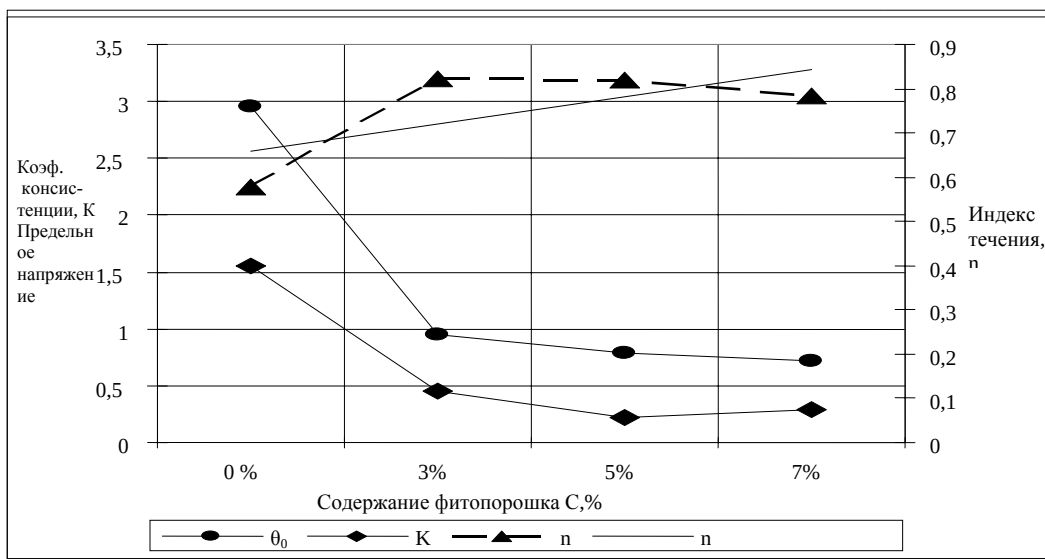


Рис. 11.3. Влияние фитопорошка на реологические свойства теста (А – до брожения, Б- после брожения; θ_0 - предельное напряжение сдвига, кПа; К- коэффициент консистенции, кПа; N - индекс течения)

Проведенные исследования показали, что касательное напряжение сдвига образцов теста линейно увеличивается с повышением скорости сдвига, что вероятно объясняется тем, что под действием возрастающих сдвигающих сил происходит все большая ориентация частиц в направлении течения. В момент приготовления тестовой массы происходит взаимодействие компонентов теста и

формируется определенная макро- и микроструктура. При воздействии напряжения нагрузки происходит сдвиг слоев относительно друг друга с сопротивлением, определяемым организовавшейся структурой. Чем больше прикладываемые напряжения и скорости сдвига, тем в больших местах происходит перераспределение компонентов структуры и разрыв связей между ними. За счет этого наблюдается уменьшение сопротивления смещению слоев относительно друг друга, то есть падение вязкости [3]. Это характерно для хлебопекарного теста.

Таким образом, тесто, приготовленное с использованием фитопорошка, характеризуется более высоким касательным напряжением при одной и той же скорости сдвига, по сравнению с контролем. В образцах теста, приготовленных с применением фитопорошка, уменьшаются значения предельного напряжения сдвига и коэффициента консистенции, а индекса течения значительно увеличиваются. Эти результаты свидетельствуют об укреплении вязкостных характеристик теста, то есть улучшении его реологических свойств.

Газообразующую способность теста определяли с помощью прибора Яго-Островского. Результаты исследований приведены на рисунке 11.4.

Проведенные исследования показали, что количество выделившегося углекислого газа зависит от дозировки вносимого фитопорошка: при увеличении дозировки количество углекислого газа повышается. В образце теста с 3 % фитопорошка за 5 часов брожения количество выделившегося углекислого газа превышает контроль на 37 %, при внесении 5 % – на 32 %, а при внесении 7 % фитопорошка – на 5,3 %.

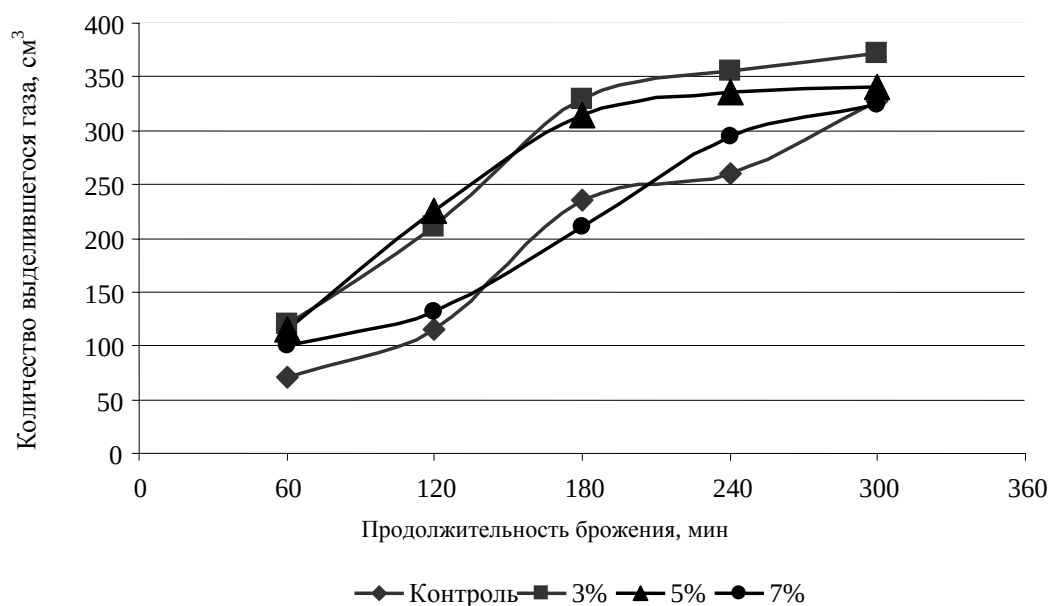


Рис. 11.4. Влияние дозировки фитопорошка на количество выделившегося углекислого газа

Установлено, что во всех образцах выделение углекислого газа наиболее интенсивно происходит в первые 3 часа брожения, а затем постепенно снижается. Это связано с тем, что после использования собственных сахаров муки для брожения происходит перестройка ферментативного аппарата дрожжевой клетки для сбраживания мальтозы в бродильной среде.

Для определения наиболее перспективного способа тестоприготовления в технологии пшеничного хлеба с применением фитопорошка тесто готовили опарным и безопарным способами. Установлено, что способ приготовления и количество вносимого фитопорошка оказывают влияние на физико-химические и органолептические показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий.

Проведенные исследования показали, что при внесении фитопорошка мякиш хлеба имеет более равномерную и тонкостенную структуру по сравнению с контрольным образцом. Цвет корки с повышением дозировки изменялся от золотистого до коричневого.

Результаты влияния количества вносимого фитопорошка и способа тестоприготовления на физико-химические показатели пшеничного теста, полуфабрикатов и готовых изделий,

приготовленных опарным способом с внесением фитопорошка на стадии приготовления опары, приведены в таблицах 11.3 и 11.4.

Установлено, что хлеб, приготовленный с добавлением фитопорошка, обладает лучшими физико-химическими показателями. В образце с добавлением 3 % фитопорошка показатель «пористость» выше по сравнению с контрольным и другими опытными образцами на 0,50 % и 3,20 %. Показатель «удельный объем» в образцах хлеба с добавлением фитопорошка также выше, чем в контрольном варианте на 1,57 %.

Выход хлеба с внесением 3 % фитопорошка увеличился на 1,20 % по сравнению с контролем, с внесением 5 % фитопорошка – на 3,70 %, с внесением 7 % фитопорошка – на 5,30 %. Усушка хлеба с добавлением фитопорошка также ниже, чем у контроля, в среднем, на 0,2-0,4 %. Внесение фитопорошка в количестве свыше 3 % приводит к увеличению продолжительности брожения и расстойки. Очевидно, увеличение дозировки фитопорошка угнетает жизнедеятельность дрожжей, в результате чего происходит увеличение продолжительности технологического процесса. В связи с сильным укрепляющим действием на клейковину удельный объем и пористость хлеба уменьшаются, мякиш хлеба темнеет, снижается общая сжимаемость мякиша, уменьшается его пластическая деформация, появляется привкус и запах лекарственных трав.

Таблица 11.3

Влияние фитопорошка на физико-химические показатели теста и полуфабрикатов, приготовленных опарным способом

Наименование показателей	Показатели качества полуфабрикатов и параметры технологического процесса			
	Дозировка фитопорошка, %			
	0 (контроль)	3	5	7
Влажность теста, %	42,9	42,7	42,5	42,5
Кислотность теста, град.	2,5	2,5	2,5	2,5
Продолжительность брожения теста, мин.	95	90	100	110
Продолжительность расстойки, мин.	120	115	125	125
Продолжительность выпечки, мин.	35	30	35	35

Таблица 11.4

Влияние фитопорошка на физико-химические показатели готовых изделий, приготовленных опарным способом

Наименование показателей	Качественные показатели готовых изделий с применением фитопорошка, %			
	0 (контроль)	3	5	7
Влажность хлеба, %	41, 6	41, 8	41,7	41,7
Кислотность хлеба, град.	2	2	2	2
Пористость, %	73,8	74,3	71,8	71,2
Структурно-механические свойства мякиша, ΔН общ.	162,2	151,6	158,4	153,8
Удельный объем, см ³ /г	3,18	3,23	3,23	3,20
Упек, %	7,9	6,8	6,6	5,9
Усушка, %	4	3,85	3,6	3,8
Выход, %	143,9	145, 1	147, 6	149,2

Результаты исследования влияния фитопорошка на изменение качественных характеристик пшеничного теста, полуфабрикатов и готовых изделий при безопасном способе приготовления приведены в таблицах 11.5 и 11.6.

Таблица 11.5

Влияние фитопорошка на физико-химические показатели теста и полуфабрикатов, приготовленных безопасным способом

Наименование показателей	Качественные показатели теста и параметры технологического процесса			
	Дозировка фитопорошка, %			
	0 (контроль)	3	5	7
Влажность теста, %	43,0	42,8	42, 9	42, 9
Кислотность теста, град.	2,5	2,5	2,5	2,5
Продолжительность брожения теста, мин.	95	130	180	200
Продолжительность расстойки, мин.	120	115	125	125
Продолжительность выпечки, мин.	25	25	25	25

Таблица 11.6

*Влияние фитопорошка на физико-химические показатели
качества готовых изделий, приготовленных безопасным способом*

Наименование показателей	Качественные показатели хлеба с применением фитопорошка, %			
	0 (контроль)	3	5	7
Влажность хлеба, %	41,7	41,9	41,8	41,8
Кислотность хлеба, град.	1,8	2	2	2,2
Пористость, %	76,8	80,3	78,7	77,4
Структурно-механические свойства мякиша, ΔН общ.	173,2	176,4	180,6	175
ΔН пласт	126,2	128,2	131,6	127,4
ΔН упр	47	48,2	49	46,6
Удельный объем, см ³ /г	3,37	3,73	3,49	3,46
Упек, %	7,3	6,5	6,3	6,0
Усушка, %	4	3,8	3,5	3,8
Выход, %	146,3	152,24	151,13	150,17

В результате проведенных исследований было установлено, что дозировка фитопорошка в количестве 3 % является оптимальной. Хлеб с добавлением данной дозировки фитопорошка характеризовался наилучшими физико-химическими и органолептическими показателями. Величина пористости при внесении 3 % фитопорошка от массы муки увеличивается по сравнению с контролем на 4,5 %, при внесении 5 % и 7 % фитопорошка – на 2,5 %.

Кроме того, повышаются такие показатели качества хлеба, как формоустойчивость, удельный объем, пористость, общая сжимаемость мякиша, его пластическая и упругая деформация. При внесении фитопорошка в дозах выше 5 % происходит ухудшение качества хлеба. В связи с укрепляющим действием на клейковину и снижением способности клейковинного каркаса растягиваться под давлением углекислого газа, объем хлеба уменьшается, значительно повышается его формоустойчивость, мякиш хлеба темнеет, снижается общая сжимаемость мякиша. Удельный объем хлеба, по сравнению с

контролем, при внесении 3 % фитопорошка увеличивается на 10 %, при внесении 5 % и 7 % этот показатель увеличивается незначительно.

Результаты исследований показали, что опытные образцы с добавлением фитопорошка имеют эластичный мякиш, мелкую, тонкостенную и равномерную пористость, гладкую поверхность верхней корки, свойственный хлебу вкус и тонкий аромат травяного сбора. Количество баллов образца с внесением 3 % фитопорошка выше контрольного на 20,3 %, с внесением 5 % фитопорошка меньше контрольного на 2,5 %, с внесением 7 % фитопорошка меньше контрольного на 17,3 %.

Таким образом, способ приготовления и количество вносимого фитопорошка влияют на физико-химические и органолептические показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий. Установлено, что образцы, приготовленные безопасным способом, обладают лучшими показателями качества, чем образцы, приготовленные опасным способом. Внесение фитопорошка при двухфазном способе приготовления теста обусловлено интенсификацией коллоидных, биохимических и микробиологических процессов. В процессе выдерживания фитопорошка с мукой, водой и дрожжами в полуфабрикате образуются устойчивые комплексные соединения, вступающие в физико-химические взаимодействия с компонентами теста, улучшая реологические свойства теста и качества хлеба.

Список литературы:

1 Максимов, А.С. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств [Текст] / А.С. Максимов, В.Я. Черных. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2004. – 163 с.

2 Турова, Л.Д. Лекарственные растения СССР и их применение [Текст] / Л.Д. Турова, Э.Н. Сапожникова. – М.: Медицина, 1982. – 304 с.

3 Яшин, Я.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека [Текст] / Я.И. Яшин, В.Ю. Рыжнев, А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова. – М.: ТрансЛит, 2009. – 212 с.

ГЛАВА 12 ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОПОРОШКОВ И ФИТОСИРОПОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА

В настоящее время особую актуальность приобретает создание продуктов питания нового поколения, что связано с недостаточной обеспеченностью населения жизненно важными нутриентами. В их числе — антиоксиданты, минеральные вещества, аминокислоты, пищевые волокна и т.д. Их дефицит наблюдается у представителей всех слоев общества как развивающихся, так и развитых стран. Для производства таких продуктов необходимо проведение комплекса физиологических, химических, гигиенических и технологических исследований. В основе выпуска конкурентоспособных инновационных функциональных продуктов питания должны лежать высокопрофессиональные фундаментальные производственные комплексные изыскания и испытания.

Работы по изысканию новых видов источников экологически чистого сырья, имеющего высокие технологические характеристики и обладающего профилактическими свойствами, ведутся в различных направлениях. Одно из них предполагает использование природных, в основном растительных источников сырья, содержащих наряду с незаменимыми пищевыми веществами другие ценные в физиологическом отношении минорные и биологически активные вещества. В технологии мучных кондитерских изделий вопросы улучшения их качества и пищевой ценности решаются одновременно с проблемой продления сроков сохранения их в свежем виде. Обогащение данных изделий натуральными продуктами и лекарственно-техническим сырьем имеет преимущество перед химическими препаратами и их смесями.

Шалфей лекарственный, боярышник, мелисса лекарственная, пустырник пятилопастный, валериана лекарственная и мята перечная обладают выраженными седативным и противовоспалительным эффектом, к тому же богаты макро- и микроэлементами, эфирными маслами, алкалоидами, органическими кислотами и флавоноидами, обладающими высокой антиоксидантной активностью. В связи с вышеизложенным проведены исследования, направленные на

изучение возможности применения данных видов лечебных трав в технологии бисквитных полуфабрикатов.

Фитопорошок на основе лекарственно-технического сырья готовили следующим образом: сухие экстракты трав боярышника, валерианы, пустырника, мяты и шалфея в равном соотношении измельчали до размера частиц 30-40 мкм и просеивали несколько раз через сито № 43. Таким образом, получили тонкодиспергированный порошок с содержанием сухих веществ 96-98 %.

Исследована возможность применения при приготовлении бисквитного теста фитопорошков лекарственных трав, представляющих собой экстракты шалфея лекарственного, пустырника пятилопастного, мяты лекарственной, боярышника и валерианы лекарственной. Фитопорошки, добавляемые на стадии замеса теста в смеси с мукой и крахмалом, вносили в количестве 10 – 20 % от массы муки. Контролем служил бисквитный полуфабрикат, приготовленный по классической рецептуре и технологии. Данные органолептической оценки, физико-химические и структурно-механические показатели качества теста и выпеченных образцов бисквитов представлены в таблице 12.1.

Таблица 12.1

Влияние фитопорошка на показатели качества бисквитных полуфабрикатов

Наименование образца	Наименование показателя качества							
	Плотность теста, г/см ³	Влажность, %		Удельный объем, см ³ /г	Пористость, %	Структурно-механические показатели мякиша, ед.пр.		Органолептическая оценка, баллы
		тест а	мякиша			общая деформация сжатия	пластичность	
Контроль	0,450	37,2	26	3,78	75,2	15,45	9,15	36
Образцы с добавлением фитопорошка, % от массы муки:								
10%	0,450	37,1	28	3,80	76,8	16,02	13,50	38
15%	0,455	37,1	28	3,96	80,2	19,35	16,06	39
20%	0,460	37,0	28	3,68	75,1	15,10	9,10	35

Внесение 10 % и 15 % фитопорошка от массы муки улучшает качество бисквитных полуфабрикатов: повышается

органолептическая оценка на 2 и 3 балла соответственно, увеличивается удельный объем на 0,5 % и 4,8 %, пористость – на 2,1 % и 6,6 %, общая деформация сжатия мякиша – на 3,7 % и 25,2 %, пластичность мякиша готовых изделий – на 47,5 % и 75,5 % по сравнению с контролем. Влажность теста и мякиша данных образцов увеличивается по сравнению с контролем соответственно на 0,3 % и 7,7 %. Добавление 20 % фитопорошка от массы муки приводит к ухудшению качества бисквитного полуфабриката: снижается органолептическая оценка на 1 балл, удельный объем – на 2,6 %, общая деформация сжатия мякиша – на 2,3 %, пластичность мякиша готовых изделий – на 0,5 % по сравнению с контролем. Влажность теста и мякиша данного образца увеличивается по сравнению с контролем соответственно на 0,5 % и 7,7 %, плотность теста – на 2,2 %.

Таким образом, в результате исследования установлена возможность внесения 15 % фитопорошка от массы муки на стадии замеса теста в смеси с мукой и крахмалом.

Проведен сравнительный анализ изменения в процессе хранения влажности, массы и структурно-механических показателей контрольного бисквита и образца, приготовленного с добавлением фитопорошка в количестве 15 % от массы муки. Исследуемые образцы хранились при температуре 18-20 °С и относительной влажности воздуха 75-80 % в течение пяти суток. Результаты исследования представлены на рисунках 12.1 и 12.2.

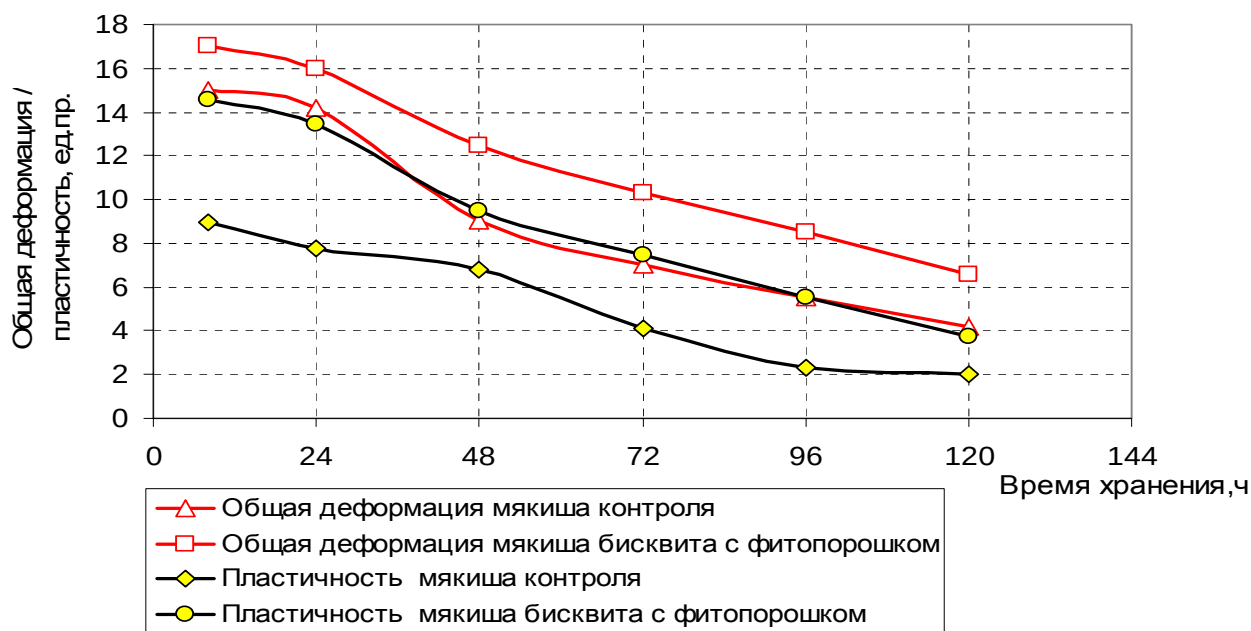


Рис. 12.1. Изменение структурно-механических показателей мякиша бисквитных полуфабрикатов в процессе хранения

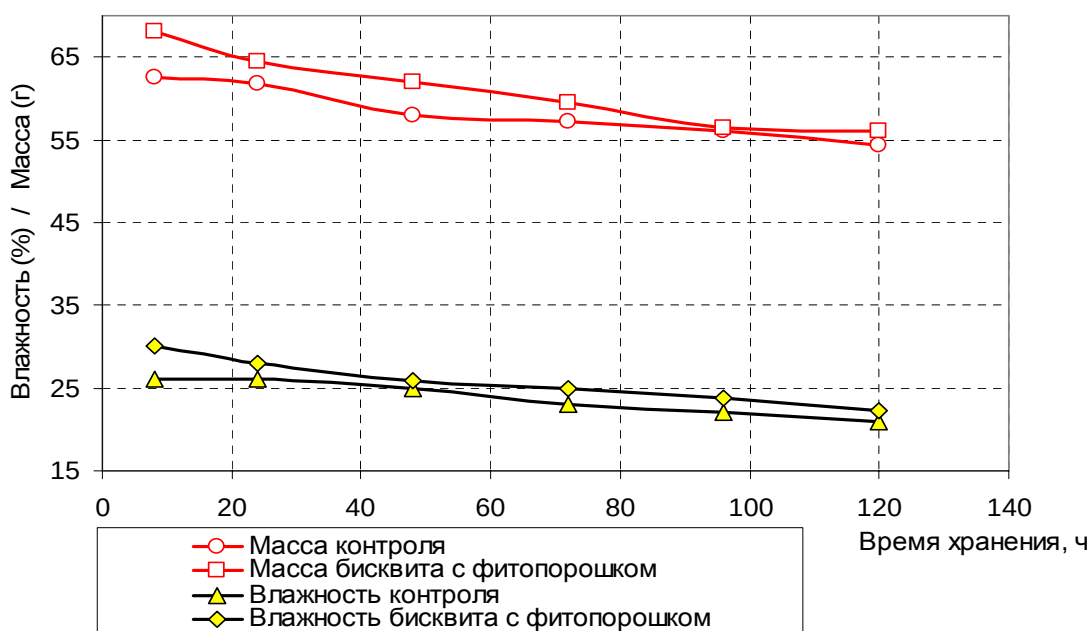


Рис. 12.2. Изменение влажности мякиша и массы бисквитных полуфабрикатов в процессе хранения

Анализируя полученные данные можно отметить, что внесение фитопорошка в количестве 15 % от массы муки обеспечивает сохранение изделиями свежести более длительное время в процессе хранения. Наибольшие изменения структурно-механических показателей в течение пяти суток хранения происходили в контрольном образце. Так, через 120 часов хранения значение

показателей общей деформации и пластичности мякиша опытного образца выше контроля на 56,8 % и 87,0 % соответственно. Таким образом, продолжительность хранения бисквита с фитопорошками может быть увеличена на 31 час по сравнению с контролем.

Исследована возможность применения Melissa лекарственной, пустырника пятилопастного, боярышника, валерианы лекарственной и мяты перечной при приготовлении бисквитного полуфабриката. Исследуемые травы вводили в виде сиропов (фитосиропов), получаемых увариванием с сахаром водного экстракта смеси трав Melissa, пустырника, валерианы, боярышника и мяты.

Проведен анализ качественных показателей бисквита, приготовленного по классической технологии и опытных образцов с добавлением данного вида сиропа концентрацией 50, 60 и 70 % в дозировке от 5 до 20 % к массе сахара. Сироп из трав вводили в яично-сахарную смесь перед взбиванием. Далее технологический процесс изготовления бисквитного полуфабриката вели по классической технологии. Данные органолептической оценки, физико-химические и структурно-механические показатели качества выпеченных образцов бисквита представлены в таблице 12.2.

Такие травы как обладают выраженными седативным и противовоспалительным эффектом, к тому же богаты макро- и микроэлементами, эфирными маслами, алкалоидами, органическими кислотами и флавоноидами, обладающими высокой антиоксидантной активностью. В связи с вышеизложенным проведены исследования, направленные на изучение возможности применения данных видов лечебных трав в технологии бисквитных полуфабрикатов.

Внесение 5-15 % фитосиропов к массе сахара улучшает качество бисквитных полуфабрикатов: повышается органолептическая оценка, увеличивается удельный объем на 0,53 – 4,5 %, пористость – на 0,97 – 10,64 %, общая деформация сжатия мякиша готовых изделий – на 0,67 – 70,0 % по сравнению с контролем. Добавление 20 % сиропов к массе сахара приводит к ухудшению качества бисквитного полуфабриката: снижается органолептическая оценка, удельный объем на 1,06 – 1,32 %, пористость – на 0,28 – 0,69 %, мякиш уплотняется. При

повышении дозировки сиропов от 5 % до 20 % происходит снижение плотности теста от 6,38 до 11,06 %, влажность теста и мякиша бисквита повышаются соответственно на 1,08 – 2,97 % и 4,23 – 10,0 % по сравнению с контролем.

В результате исследований установлена возможность внесения 15 % фитосиропов к массе сахара, причем наилучшим вариантом является образец с внесением фитосиропа концентрацией 70 %. Данный образец по показателям удельного объема, пористости, общей деформации сжатия и пластичности мякиша превосходит контроль на 4,50 %; 10,64 %; 23,33 %; 8,93 % соответственно. К тому же данный образец превосходит по качеству образцы с сиропами концентрацией 50% и 60 %. Так, показатели удельного объема, пористости, общей деформации сжатия мякиша изделий с сиропами концентрацией 50% и 60 % превосходят контроль соответственно на 1,85% и 3,17 %; 4,28 % и 7,87 %; 16,67 % и 13,33 %.

Таблица 12.2

Влияние фитосиропов из трав на показатели качества бисквитных полуфабрикатов

Вариант	Наименование показателя качества							
	Плотность теста, г/см ³	Влажность теста, %	Влажность мякиша, %	Удельный объем, см ³ /г	Пористость, %	Общая деформация сжатия, ед.пр. «Структурометр»	Пластичность мякиша, ед.пр. «Структурометр»	Органолептическая оценка, баллы
Контроль	0,470	37,1	26,0	3,78	72,4	15,0	11,2	36
Бисквитные полуфабрикаты с фитосиропом концентрацией 50%, вводимым взамен части сахара, % от массы сахара:								
5	0,430	37,1	27,5	3,78	73,1	15,0	10,8	36
10	0,420	37,5	28,0	3,80	75,3	25,5	11,5	38
15	0,420	38,2	28,2	3,85	75,5	17,5	15,0	38
20	0,440	38,3	28,3	3,73	72,2	14,9	11,0	36
Бисквитные полуфабрикаты с фитосиропом концентрацией 60%, вводимым взамен части сахара, % от массы сахара:								
5	0,435	37,0	28,1	3,81	74,0	15,2	11,0	36
10	0,420	37,5	28,2	3,85	76,3	16,0	12,2	38
15	0,418	38,0	28,3	3,90	78,1	17,0	15,0	39
20	0,440	38,1	28,5	3,74	72,1	14,8	11,1	37
Бисквитные полуфабрикаты с фитосиропом концентрацией 70%, вводимым взамен части сахара, % от массы сахара:								
5	0,430	37,0	27,1	3,80	74,1	15,5	10,5	36
10	0,425	37,5	28,1	3,90	76,3	17,0	12,0	38
15	0,420	38,0	28,3	3,95	80,1	18,5	12,2	39
20	0,432	38,2	28,6	3,74	71,9	14,4	10,3	37

Для исследования возможности замены части сахара фитосиропом проведен анализ качественных показателей бисквита, приготовленного по классической технологии и опытных образцов с заменой 5-20 % сахара сиропами концентрацией 50, 60 и 70 %. Фитосироп вводили в яично-сахарную смесь перед взбиванием. Показатели качества выпеченных образцов бисквитов представлены в таблице 12.3.

Замена от 5% до 15% сахара фитосиропами концентрацией 50-70 % улучшает качество бисквитных полуфабрикатов: повышается органолептическая оценка, увеличивается удельный объем и пористость соответственно на 0,54 – 4,35 % и 0,42 – 11,08 % по сравнению с контролем. Замена 20 % сахара сиропами приводит к ухудшению качества бисквитного полуфабриката: снижается органолептическая оценка, удельный объем и пористость соответственно на 1,09 – 2,17 % и 0,55 – 2,91 % по сравнению с контролем.

В результате проведенных исследований установлена возможность замены 15 % сахара фитосиропами, причем наилучшим вариантом является образец с внесением фитосиропа концентрацией 70 %. Данный образец по органолептическим показателям, удельному объему и пористости превосходит контроль соответственно на 4 балла; 4,35 % и 11,08 %. К тому же данный образец превосходит по качеству образцы с заменой 15 % сахара сиропами концентрацией 50% и 60 %. Так, показатели удельного объема и пористости изделий с сиропами концентрацией 50% и 60 % превосходят контроль соответственно на 3,26 % и 3,80 %; 5,12 % и 10,82 %.

Проведен сравнительный анализ изменения в процессе хранения структурно-механических показателей контрольного бисквита и

образца, приготовленного с заменой 15% сахара сиропом из трав концентрацией 70 %. Исследуемые образцы хранились при температуре 18-20 °С и относительной влажности воздуха 75-80 % в течение пяти суток. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

Таблица 12.3

Качество бисквитных полуфабрикатов с заменой части сахара фитосиропами

Вариант	Наименование показателя качества					
	Плотность теста, г/см ³	Влажность теста, %	Влажность мякиша, %	Удельный объем, см ³ /г	Пористость, %	Органолептическая оценка, баллы
Контроль	0,508	34,0	26,1	3,68	72,2	35
Бисквитные полуфабрикаты с заменой части сахара фитосиропом концентрацией 50%, % от массы сахара:						
5	0,508	34,1	26,5	3,68	72,5	37
10	0,510	35,3	27,0	3,70	74,0	38
15	0,512	35,5	28,1	3,80	75,9	39
20	0,515	35,2	27,2	3,60	70,1	32
Бисквитные полуфабрикаты с заменой части сахара фитосиропом концентрацией 60%, % от массы сахара:						
5	0,508	34,0	28,1	3,70	72,2	37
10	0,510	35,2	28,2	3,72	74,1	38
15	0,515	36,2	29,8	3,82	78,1	39
20	0,520	36,3	30,0	3,64	71,8	36
Бисквитные полуфабрикаты с заменой части сахара фитосиропом концентрацией 70%, % от массы сахара:						
5	0,508	34,5	27,9	3,70	73,9	37
10	0,515	35,5	28,5	3,75	76,1	38
15	0,520	36,2	29,8	3,84	80,2	39
20	0,520	36,3	30,0	3,68	71,8	36

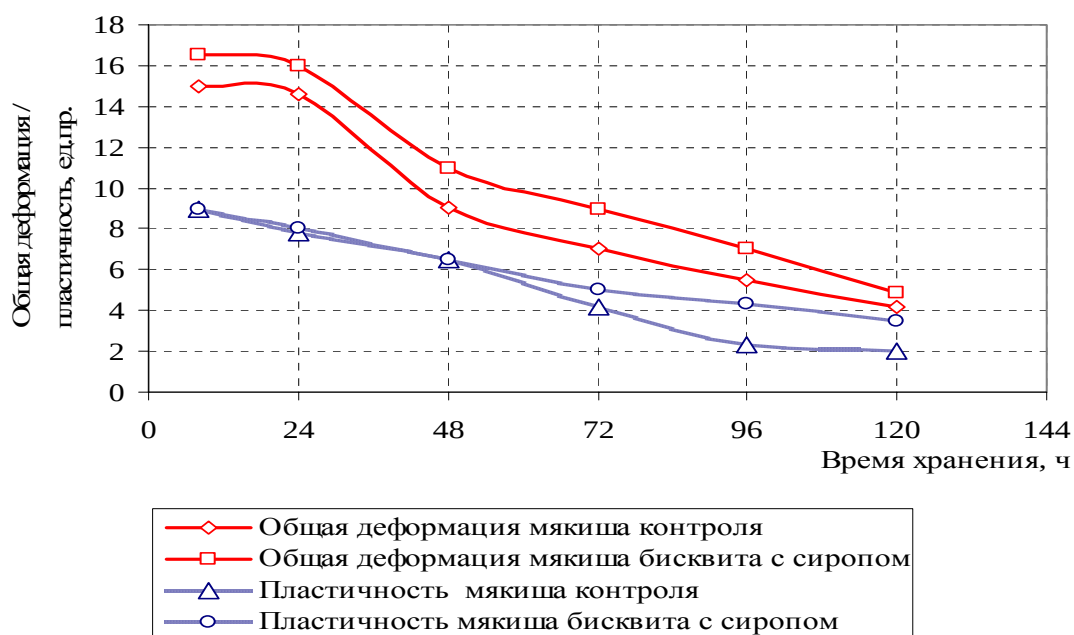


Рис. 12.3. Изменение структурно-механических показателей мякиша бисквитных полуфабрикатов в процессе хранения

Анализируя полученные данные можно отметить, что замена 15 % сахара фитосиропом обеспечивает сохранение изделиями свежести более длительное время в процессе хранения. Наибольшие изменения структурно-механических показателей в течение пяти суток хранения происходили в контрольном образце. Так, через 120 часов хранения значение показателей общей деформации и пластичности мякиша опытного образца выше контроля на 16,4 % и 75,0 % соответственно. Таким образом, продолжительность хранения бисквита с фитосиропом может быть увеличена на 20 часов по сравнению с контролем.

Проведен сравнительный анализ перевариваемости контроля, образца, приготовленного с добавлением фитопорошков в количестве 15% от массы муки и образца, приготовленного с заменой 15% сахара фитосиропом концентрацией 70 %. О перевариваемости белков бисквитных полуфабрикатов судили согласно методу Ансона по изменению оптической плотности гидролизованных растворов исследуемых бисквитов в зависимости от продолжительности протеолиза. Полученные результаты приведены в таблице 12.4.

Таблица 12.4

*Оптическая плотность гидролизovaných растворов
бисквитного мякиша*

Вариант	Оптическая плотность растворов мякишей в зависимости от продолжительности протеолиза		
	30 мин	60 мин	90 мин
Контроль	0,156	0,276	0,328
Бисквитный полуфабрикат с фитопорошками	0,162	0,287	0,330
Бисквитный полуфабрикат с фитосиропом	0,185	0,310	0,443

В ходе анализа данных таблицы 12.4 установлено, что через каждые 30 минут происходит увеличение оптической плотности субстрата бисквита с фитопорошками по сравнению с контрольным на 3,8 %; 4,0 %; 0,6 %, что позволяет судить о незначительном увеличении перевариваемости белков бисквитного мякиша с внесением фитопорошка. Для образца с фитосиропом происходит увеличение оптической плотности субстрата опытного бисквита по сравнению с контрольным на 18,3 %; 12,3%; 35,2 %, что позволяет судить об увеличении перевариваемости белков бисквитного мякиша с внесением фитосиропа.

Усвояемость бисквита зависит в первую очередь от двух факторов. Преимущественное влияние оказывают физические свойства мякиша (пористость и эластичность), так как они определяют его атакуемость ферментами пищеварения. Вторым фактором, влияющим на усвояемость бисквита, является содержание в нем ароматобразующих веществ.

Определено содержание ароматических веществ в исследуемых бисквитных полуфабрикатах по количеству карбонильных соединений (альдегидов и кетонов), связываемых бисульфитом натрия, который использовался для определения количества бисульфитсвязывающих соединений в контрольном и опытных образцах. Результаты исследований приведены в таблице 12.5.

Таблица 12.5

*Содержание ароматических веществ в исследуемых
бисквитных полуфабрикатах*

Наименования образца	Содержание альдегидов условно выраженное в мл 0,1н раствора йода
Контроль	2,70
Бисквитный полуфабрикат с фитопорошками	2,80
Бисквитный полуфабрикат с фитосиропом	2,12

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что добавление фитопорошка увеличивает количество ароматобразующих веществ, а замена части сахара фитосиропом – уменьшает. При внесении в тесто 15 % фитопорошка от массы муки количество ароматобразующих веществ в бисквитном полуфабрикате повышается на 3,7 % по сравнению с контролем. При замене 15 % сахара фитосиропом количество ароматобразующих веществ в бисквитном полуфабрикате понижается на 21,5 % по сравнению с контролем.

Таким образом, использование фитопорошка, представляющих собой экстракты шалфея лекарственного, пустырника пятилопастного, мелиссы лекарственной, боярышника, валерианы лекарственной и фитосиропов на основе мелиссы лекарственной, пустырника пятилопастного, боярышника, валерианы лекарственной и мяты перечной в технологии бисквитных полуфабрикатов позволяет повысить физико-химические, структурно-механические и органолептические показатели качества, продлить сроки сохранения свежести, повысить вкусовые качества и усвояемость изделий, что обеспечивает им техническую применимость.

Научное издание

*Корячкина Светлана Яковлевна, Осипова Галина Александровна,
Хмельёва Евгения Викторовна, Березина Наталья Александровна,
Гонтовая Наталья Николаевна, Калиничева Татьяна Сергеевна,
Ковалева Анна Валерьевна, Кузнецова Елена Анатольевна,
Кульгина Анна Александровна, Лазарева Татьяна Николаевна,
Матвеева Татьяна Владимировна, Марочкин Игорь Петрович,
Пригарина Оксана Михайловна, Сапронова Наталья Петровна,
Селищева Валентина Николаевна, Тришина Ольга Витальевна,
Худина Анна Владимировна*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ, КОНДИТЕРСКИХ И МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Монография

Печатается в авторской редакции

Технический редактор Т.И. Сизова

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Государственный университет - учебно-научно-
производственный комплекс»

Лицензия ИД №00670 от 05.01.2000 г.

Подписано к печати 12.03.2012 г. Формат 60х90 1/16.

Усл. печ. л. 16,4. Тираж 500 экз.

Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»,
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.