

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛУЧШИТЕЛЕЙ НА КЛЕЙКОВИННЫЙ КОМПЛЕКС ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С ОСЛАБЛЕННОЙ КЛЕЙКОВИНОЙ

Лаврова М.Н. – студент, Марушкина Т.С. – магистрант

Анисимова Л.В. – к.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Клейковина является важнейшим фактором хлебопекарного достоинства пшеничной муки. От ее содержания в муке и свойств зависят, в первую очередь, объем и пористость хлеба. Вместе с тем, в практике работы мукомольных предприятий нередки случаи выработки муки с пониженным качеством клейковины. Однако качество клейковины можно повысить, основываясь на одной из наиболее характерных ее особенностей – способности изменять свои вязко-упруго-эластичные свойства под влиянием различных факторов [1].

Для улучшения качества хлеба из муки с пониженными хлебопекарными свойствами, в том числе, вследствие плохого качества клейковины, а также расширения ассортимента продукции применяют хлебопекарные улучшители.

Целью данной работы явился выбор улучшителей, обеспечивающих повышение качества пшеничной муки со слабой клейковиной.

Опыты проводили на пшеничной хлебопекарной муке, выработанной в 2010 году (таблица 1).

В качестве улучшителей выбрали ферментные препараты Глюзим Моно 10000 БГ и Липопан 50 БГ. Кроме того, основываясь на результатах исследований, проводимых на кафедре ТХПЗ АлтГТУ [2], для повышения качества пшеничной муки с ослабленной клейковиной использовали просяную муку.

Для исследования влияния улучшителей на клейковинный комплекс пшеничной муки и её хлебопекарные свойства были приготовлены смеси:

- с ферментным препаратом Глюзим Моно 10000 БГ, вводимым в количестве от 0,3 до 1,0 г на 100 кг муки;
- с ферментным препаратом Липопан 50 БГ, вводимым в количестве от 0,3 до 1,0 г на 100 кг муки;
- с просяной мукой, вводимой взамен пшеничной муки в размере от 5 до 25 %.

Таблица 1 – Характеристика исследованной пшеничной муки

Наименование показателя	Значение показателя
1 Цвет	Белый с желтоватым оттенком
2 Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
3 Массовая доля влаги, %	12,0
4 Наличие минеральной примеси	Не обнаружена
5 Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	0,90
6 Массовая доля сырой клейковины, %	30,2
7 Качество клейковины, усл. ед. прибора ИДК	90 (II группа)
8 Белизна, ед. прибора РЗ-БЛИК	42
9 Число падения, с	361
10 Кислотность, град. кислотности	3,6
11 Зараженность	Не обнаружена
12 Загрязненность	Не обнаружена

Результаты исследования влияния ферментных улучшителей на количество и качество сырой клейковины в пшеничной муке показаны на рисунках 1 и 2. Из графиков видно, что с увеличением дозировки препарата Глюзим Моно 10000 БГ (рисунок 1) уменьшается содержание сырой клейковины в пшеничной муке, введение же в пшеничную муку препарата Липопан 50 БГ не оказывает влияния на данный показатель ее качества. Вместе с тем, использование обоих ферментных препаратов приводит к укреплению клейковины (рисунок 2).

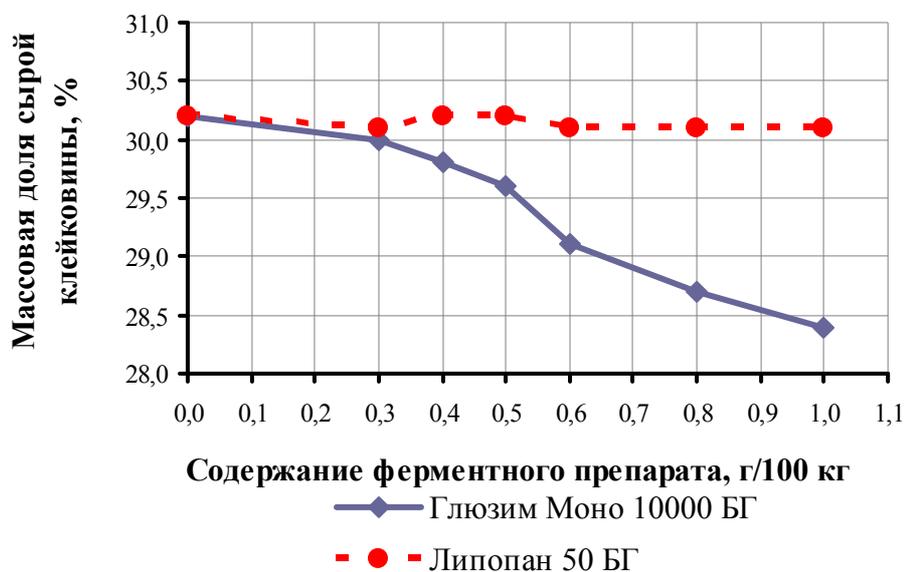


Рисунок 1 – Влияние ферментных препаратов на содержание сырой клейковины в пшеничной муке

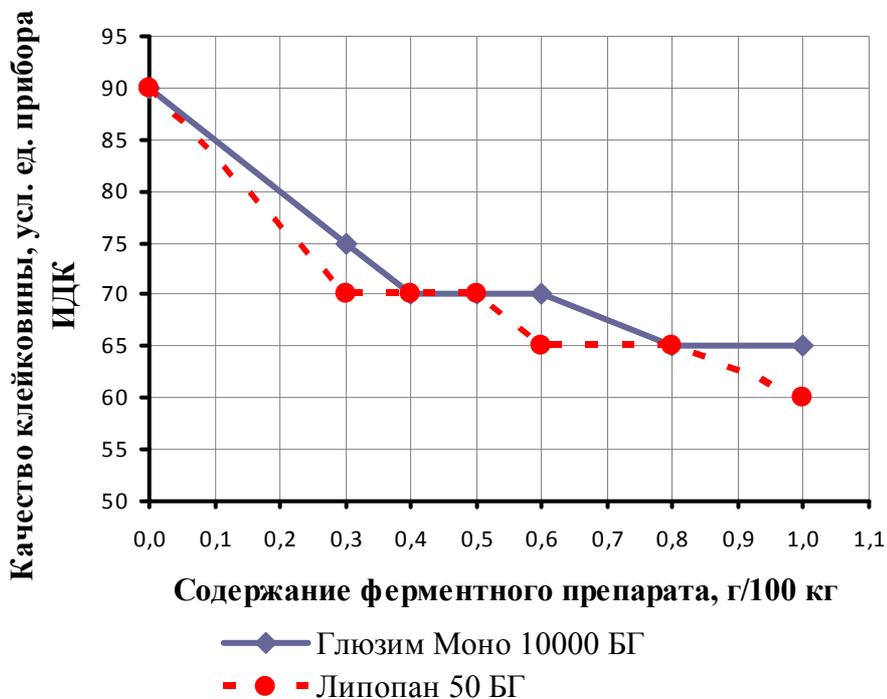


Рисунок 2 - Влияние ферментных препаратов на качество клейковины пшеничной муки

Изменение свойств клейковины под воздействием препарата Глюзим Моно 10000 БГ можно объяснить его окислительным действием [2]. Внесение данного препарата в муку

вызывает окисление свободных сульфгидрильных групп в структуре клейковинных белков на этапах отмывания клейковины или замеса теста. При этом образуются дисульфидные связи, способствующие укреплению клейковины. Протеолитическая активность препарата проявляется также в снижении содержания сырой клейковины в муке. Препарат Глюзим Моно 10000 БГ изменяет структуру клейковины, гидролизуя белки и увеличивая количество низкомолекулярных азотистых веществ. Иными словами, данный ферментный препарат модифицирует состояние клейковинных белков.

Укрепление клейковины при использовании Липопана 50 БГ объясняется тем, что он обладает липолитической активностью. Фермент липаза, воздействуя на липид-белковые комплексы, улучшает качество клейковины, свойства теста и качество готовых изделий [3].

Графики зависимостей содержания и качества сырой клейковины в мучной смеси, состоящей из пшеничной и просяной муки, от содержания просяной муки в смеси представлены на рисунках 3 и 4.

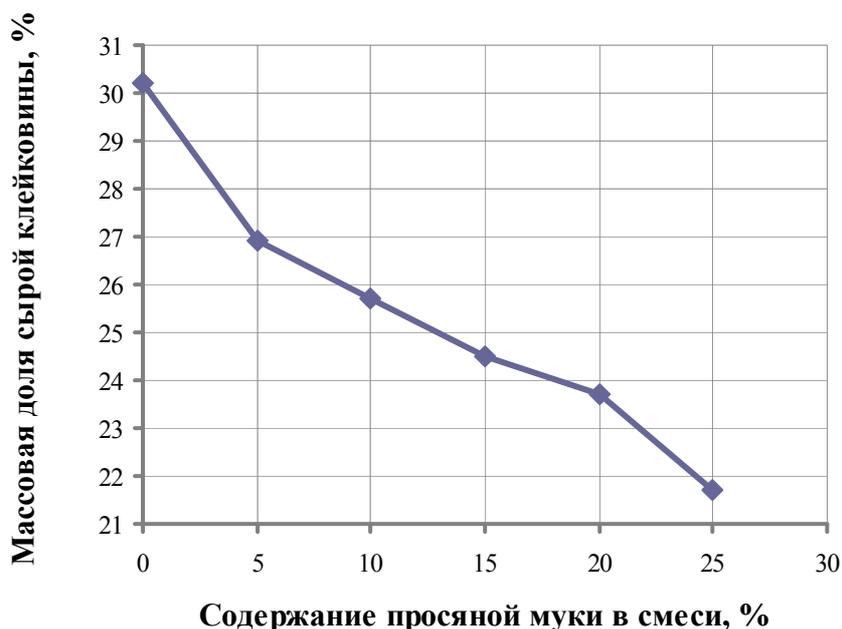


Рисунок 3 – Влияние содержания просяной муки в мучной смеси на количество сырой клейковины

Из графика (рисунок 3) видно, что с увеличением доли просяной муки содержание сырой клейковины в мучной смеси существенно снижается. Качество клейковины мучной смеси (рисунок 4) изменяется в сторону увеличения упругости – клейковина становится более крепкой, переходя по мере увеличения содержания просяной муки в смеси в излишне крепкую.

Снижение количества сырой клейковины связано с отсутствием в зерне проса клейковинообразующих белков. При отмывании клейковины просяная мука вымывается из смеси, соответственно содержание сырой клейковины по мере увеличения доли просяной муки падает. Вместе с тем, просяная мука, использованная для приготовления мучных смесей, изготовлена по технологии, сохраняющей в муке зародыш [4]. Как известно [5], в состав зародыша входит большое количество жира. Очевидно, повышенное содержание жира в просяной муке, особенно свободных липидов, приводит к укреплению клейковины.



Рисунок 4 – Влияние содержания просяной муки в мучной смеси на качество клейковины

Анализ пробной лабораторной выпечки показал, что хлеб, выпеченный из пшеничной муки с исследованными ферментными улучшителями, а также из смеси пшеничной и просяной муки, имел более высокие показатели качества (большой объем, более равномерно распределенную тонкостенную пористость мякиша, более привлекательный внешний вид и др.) по сравнению с контрольным образцом. При этом лучшие результаты по физико-химическим и органолептическим показателям качества хлеба получили при добавлении ферментных препаратов:

- Глюзим Моно 10000 БГ - 0,5 г/100 кг муки;
- Липопан 50 БГ - 0,8 г/100 кг муки.

Использование мучной смеси с заменой пшеничной муки на просяную в размере 10 % также позволило получить хлеб, превосходящий по физико-химическим и органолептическим свойствам хлеб, испеченный только из пшеничной муки (контроль).

Таким образом, подобрана дозировка ферментных препаратов, позволяющих улучшить качество клейковины в исследуемой пшеничной муке и повысить ее хлебопекарные свойства. Кроме того, можно рекомендовать для улучшения качества хлеба использовать смесь с добавлением просяной муки взамен пшеничной в указанной выше дозировке. Просяная мука, являясь натуральным продуктом, не только улучшает хлебопекарные свойства муки, но и повышает пищевую ценность хлеба. Известно, что просяная мука обладает высокой питательной ценностью и хорошей усвояемостью, богата витаминами группы В, РР, Е. В масле проса обнаружен милиацин, обладающий способностью стимулировать рост живых организмов [1].

#### Литература

- 1 Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н.П. Козьмина. – М.: Колос, 1976. – 375 с.
- 2 Матвеева, И. Концепция корректировки качества муки на основе ферментных препаратов / И. Матвеева, Ю. Белибова, М. Попов // Хлебопродукты. 2006. № 12. С. 43-44.
- 3 Матвеева, И.В. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий: Учебное пособие для вузов по спец. «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий». / И.В. Матвеева, И.Г. Белявская. – 2-е изд., доп. и перераб. – М., 2001. – 116 с.

4 Анисимова, Л.В. Исследование хлебопекарных свойств смеси из пшеничной и просяной муки / Л.В. Анисимова, А.С. Давыдович, А.А. Сидорова // Ползуновский альманах. 2009. № 3. Том 2. С. 99-101.

5 Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков. – М.: Колос, 1983. – 352 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ОТВОЛАЖИВАНИЯ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПРИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЯЧМЕННОЙ МУКИ

Водопьянова Е.В., Выборнов А.А., Климова А.А., Меделян Ю. С. – студенты,  
Нестеренко И. К. – аспирант, Анисимова Л.В. – к.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Зерно ячменя широко используется человеком для кормовых, продовольственных и технических нужд. Оно богато крахмалом, полноценным белком, содержащим относительно много лизина и триптофана. Из крупяных сортов ячменя вырабатывают крупу, крупяные продукты, в меньшей степени, муку.

Между тем, в хлебопечении постепенно расширяется применение муки из различных злаков. И ячмень, как распространенная урожайная культура, мог бы занять здесь достойное место.

Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях рекомендуется гидротермическая обработка ГТО зерна ячменя при переработке его в крупу, включающая операции пропаривания и сушки, но широко данный технологический прием не используется. Однако в результате ГТО вследствие изменения структурно-механических свойств зерна снижается прочность связи цветковых пленок с ядром, что повышает эффективность шелушения зерна. На сегодняшний день предложено много способов ГТО ячменя помимо рекомендуемого Правилами, в том числе способы с увлажнением, отволаживанием и сушкой зерна [1, 2]. Существенным недостатком этих способов ГТО является необходимость длительного отволаживания зерна после увлажнения.

Целью наших исследований является разработка технологии получения ячменной муки с интенсификацией процесса увлажнения при гидротермической обработке, включающей операции увлажнения, отволаживания и сушки зерна.

В рамках данной статьи рассматривается влияние одного из параметров ГТО зерна – отволаживания – на выход крупяного продукта и некоторые показатели качества ячменной муки, а именно: отражательную способность и углеводный комплекс (содержание крахмала и декстринов).

Опыты проводили на зерне ячменя сорта Золотник (АНИИСХ) урожая 2010 г. с исходной влажностью 13,8 %.. Зерно увлажняли до влажности 20 %, отволаживали в течение заданного времени и сушили на лабораторной сушилке в потоке нагретого воздуха при температуре агента сушки 120 °С до влажности 14,5-15,0 %. При этом изучали два способа увлажнения зерна ячменя при гидротермической обработке:

- в лабораторной шнековой установке при атмосферном давлении;
- в лабораторной шнековой установке под вакуумом.

Шелушили зерно на лабораторном шелушителе типа ЗШН. После чего сортировали продукты шелушения и рассчитывали выход крупяного продукта, к которому относили шелушеное ядро, имеющее вне бороздки остатки цветковых пленок менее чем на четверти поверхности. Крупяной продукт далее измельчали на лабораторной мельнице. Ячменную муку получали проходом через сито № 045. Содержание крахмала в муке определяли поляриметрическим методом Эверса, содержание декстринов – по методике, разработанной М.П. Поповым и Е.С. Шаненко, отражательную способность – на белизномере БЛИК-РЗ.

В таблице 1 представлены результаты исследования влияния времени отволаживания зерна при ГТО на выход крупяного продукта при двух способах увлажнения зерна.

Из приведенных данных видно, что с увеличением времени отволаживания зерна выход крупяного продукта возрастает при обоих способах увлажнения. При этом при увлажнении зерна в шнековой установке под вакуумом стабильный выход крупяного продукта достигается через 8 ч отволаживания, а при увлажнении зерна при атмосферном давлении требуется не менее 16 ч для получения такого же выхода крупяного продукта.

Повышение выхода крупяного продукта при отволаживании зерна объясняется прониканием влаги вглубь ядра и стабилизацией технологических свойств зерна по мере распределения влаги в нем.

Выход крупяного продукта, полученного из исходного зерна (без ГТО), составил 50,3 %. Следовательно, ГТО при достаточном времени отволаживания зерна позволила повысить выход крупяного продукта на 12,5-13 %.

Таблица 1 – Влияние времени отволаживания зерна ячменя на выход крупяного продукта

Время отволаживания, ч	Выход крупяного продукта, %	
	Способ ГТО зерна	
	с увлажнением при атмосферном давлении, отволаживанием и сушкой	с увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой
2	-	51,6
4	50,8	55,1
6	52,1	57,9
8	53,7	63,3
10	54,4	63,6
12	59,6	63,8
16	63,0	-
20	63,4	-

С увеличением времени отволаживания зерна несколько возрастает отражательная способность ячменной муки (таблица 2), что связано со снижением содержания остатков цветковых пленок на поверхности частиц крупяного продукта, из которого выработана мука.

Таблица 2 – Влияние времени отволаживания зерна ячменя на отражательную способность ячменной муки

Время отволаживания, ч	Отражательная способность муки, ед. прибора БЛИК-РЗ	
	Способ ГТО зерна	
	с увлажнением при атмосферном давлении, отволаживанием и сушкой	с увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой
2	-	18
4	17	18
6	18	19
8	18	22
10	17	21
12	18	22
16	20	-
20	21	-

Отражательная способность ячменной муки достигает наибольшего уровня через 8 ч отволаживания при увлажнении зерна под вакуумом и через 16-20 ч при увлажнении зерна при атмосферном давлении

При увеличении времени отволаживания происходит снижение содержания крахмала (рисунок 1) и некоторое увеличение содержания декстринов в муке (рисунок 2).

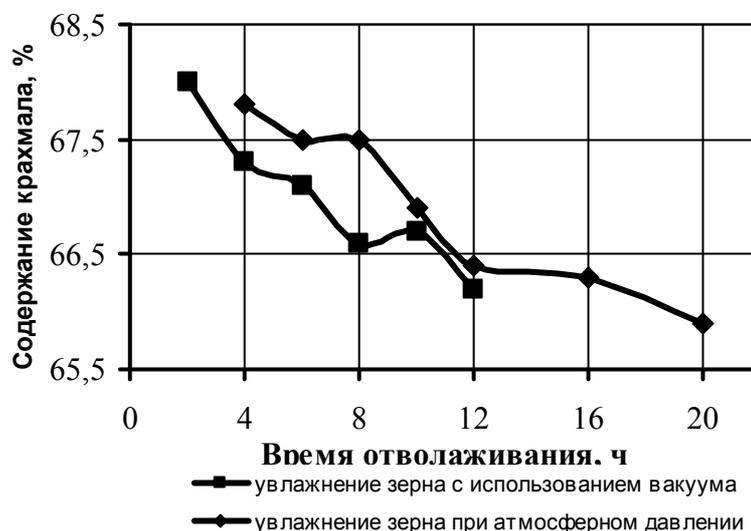


Рисунок 1 – Влияние времени отволаживания на содержание крахмала в ячменной муке



Рисунок 2 – Влияние времени отволаживания на содержание декстринов в ячменной муке

Изменение углеводного комплекса ячменной муки происходит вследствие гидролиза крахмала под воздействием тепла и влаги при ГТО зерна. При этом чем глубже проникает влага в ядро, тем интенсивнее идет гидролиз. При увлажнении зерна под вакуумом процесс распределения влаги в нем заканчивается раньше, чем при увлажнении при атмосферном

давлении, соответственно с увеличением времени отволаживания зерна содержание крахмала в муке снижается, а декстринов возрастает быстрее при вакуумном увлажнении зерна. Возможно, при увлажнении зерна под вакуумом происходит дополнительное разрушение крахмальных гранул, что также снижает содержание крахмала в муке. Вместе с тем, содержание крахмала в ячменной муке из зерна, не прошедшего ГТО, составило 64,3 %, а содержание декстринов – 0,14 %. Таким образом, содержание крахмала в муке из зерна, подвергнутого ГТО, даже в конце отволаживания, независимо от способа увлажнения, выше, чем в муке из исходного зерна. Казалось бы, парадоксальные результаты объясняются просто: в крупяном продукте из зерна, не прошедшего ГТО, выше относительное содержание цветковых пленок, чем в крупяном продукте из зерна после ГТО. Цветковые пленки не содержат крахмала [3], соответственно в муке из зерна, не подвергнутого ГТО, массовая доля крахмала меньше.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- способ ГТО зерна ячменя с увлажнением, отволаживанием и сушкой повышает выход крупяного продукта, используемого при получении муки, на 12,5-13 %;
- увлажнение зерна под вакуумом позволяет в два раза сократить время отволаживания по сравнению с увлажнением зерна при атмосферном давлении;
- ГТО зерна приводит к улучшению качества ячменной муки (увеличение отражательной способности муки, повышение содержания крахмала и продуктов его гидролиза).

#### Литература

- 1 Ядамсурэнгийн, Б. Разработка технологии производства продуктов функционального назначения из зерна ячменя: автореф. дис... к-та техн. наук: 05.18.07 / Б. Ядамсурэнгийн. – Улан-Удэ.: Изд-во ВСГТУ, 2003. – 22 с.
2. Сновицкая, Л.В. Совершенствование технологии переработки зерна ячменя: дис... к-та техн. наук: 05.20.01 / Л.В. Сновицкая. – Улан-Удэ.: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 180 с.
- 3 Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков. – М.: Колос, 1983. – 352 с.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ УЛУЧШИТЕЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА

Шейкина М. А. – студент, Конева С.И. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Хлеб и хлебобулочные изделия относятся к традиционным и важнейшим продуктам питания человека, поэтому к их качеству предъявляются жесткие требования, регламентируемые стандартом.

Качество хлеба, в первую очередь, зависит от качества используемого для его производства сырья. Основным сырьем для производства хлеба, как мы знаем, является мука, дрожжи, соль и вода. Если качество дрожжей неудовлетворительное, то мы легко можем сменить поставщика и получить новую партию дрожжей хорошего качества. Но что же делать, если качество всего урожая пшеницы, следовательно, и качество муки, ухудшилось?

Перед хлебопекарными предприятиями встает нелегкая задача – обеспечить хлебом все население страны из имеющихся ресурсов и при этом сохранить качество хлебобулочных изделий, отвечающее запросам покупателей.

Наиболее эффективным решением этой задачи является применение хлебопекарных улучшителей – смесей активных компонентов, влияющих на хлебопекарные свойства муки и

облегчающие ведение технологического процесса приготовления стандартного по качеству хлеба.

Улучшители бывают направленного и комплексного действия, содержащие в оптимальных соотношениях несколько добавок различной природы и принципа действия. Использование таких комплексных хлебопекарных улучшителей позволяет одновременно воздействовать на основные компоненты муки и другого сырья, повысить эффективность каждого компонента улучшителя за счет синергетического действия, и тем самым снизить общий расход улучшителя.

В АлтГТУ на кафедре ТХПЗ проводились исследования по изучению возможности использования хлебопекарных улучшителей при переработке муки с пониженными хлебопекарными свойствами.

Для исследований использовали пшеничную муку 1 сорта, которая не соответствовала требованиям стандарта по следующим показателям: количество клейковины (21,2%), качество клейковины (45 ед. прибора ИДК, II группа), число падения (388 с). Такая мука с короткорвущейся клейковиной могла быть получена из зерна высушенного при жестких режимах сушки. Хлеб из такой муки получился небольшого объема, с бугристой белесой верхней коркой, с разрывами и трещинами, с плотным мякишем с неразвитой пористостью толстостенными порами. Этот дефект хлеба можно объяснить следующим: в зерне при жестких режимах сушки происходит тепловая денатурация белка, который теряет способность к растворимости и набуханию. Идет практически полная тепловая инактивация протеолитических ферментов, количество отмываемой клейковины резко снижается, она становится неудовлетворительно крепкой или даже крошащейся.

Для улучшения качества хлеба из такой муки были предложены комплексные улучшители фирмы «Пуратос» (Бельгия) *S 5000* и *Гоал Плюс*.

Состав улучшителей и рекомендуемая производителем дозировка представлена в таблице 1.

Хлеб выпекали по рецептуре, представленной в таблице 2.

Как правило, при использовании хлебопекарных улучшителей дозировку прессованных дрожжей увеличивают. В рецептуру специально не вносили сахар и жир для того, чтобы более точно проследить влияние добавления хлебопекарных улучшителей на свойства теста.

Исследование проводилось по шести образцам теста, включая контрольный образец без добавления улучшителя, каждый из которых содержал определенную дозировку улучшителя, исходя из допустимого интервала, предложенного производителем. Для оценки качества теста и хлеба проводили органолептический и физико-химический анализ.

Таблица 1 – Состав комплексных улучшителей и их рекомендуемая дозировка

Наименование улучшителя	Состав улучшителя	Дозировка, рекомендуемая производителем, в % к общей массе муки
S 5000	Мука пшеничная, эмульгаторы (E471, E472), мука соевая, сахарная пудра, солод неферментированный, аскорбиновая кислота, энзимы	0,25 - 0,60
Гоал Плюс	Мука пшеничная, эмульгатор (E472e), аскорбиновая кислота, ферменты	0,1 - 0,5

Таблица 2 – Рецептура пшеничного хлеба из муки первого сорта

Наименование сырья	Расход сырья, г
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта	100
Дрожжи хлебопекарные прессованные	2,5
Соль поваренная пищевая	1,5

В ходе технологического процесса было изучено влияние добавления улучшителей на кислотность, подъемную силу и продолжительность брожения теста.

Кислотность теста является показателем его готовности. Согласно требованиям стандарта, кислотность пшеничного хлеба должна составлять не более 3 градусов. Конечная кислотность теста, при таком условии, должна быть выше кислотности хлеба не более чем на 0,5 градусов, так как при достижении такой кислотности в тесте накапливается необходимое количество кислот, обеспечивающих свойственный пшеничному хлебу вкус и аромат. Поэтому, как только кислотность образца достигала значений интервала от 3 до 3,5 градусов, процесс брожения останавливали и образец отправляли на разделку.

Титруемая кислотность теста с добавлением улучшителя возрастала с увеличением его дозировки, причем продолжительность брожения теста при этом сокращалась. Так, кислотность в образце с максимальной дозировкой улучшителя Гоал Плюс (0,50% к массе муки) возрасла с 2,0 град до 3,3 град за 90 мин, в то время как кислотность контрольного образца возрасла с 1,8 град до 3,2 град за 200 минут брожения. Увеличение кислотности теста в процессе брожения происходило за счет процесса накопления молочной кислоты, являющейся результатом жизнедеятельности молочнокислых бактерий, попадающих в тесто спонтанно. Молочнокислые бактерии сбраживают сахара с образованием молочной и других кислот, под влиянием которых ускоряются процессы набухания и пептизации кислот, появляется вкус и аромат свойственный хлебу. Ускорение нарастания кислотности в образцах с добавлением улучшителя, обусловлено присутствием достаточного количества несброженных сахаров – глюкозы и фруктозы, что создало более благоприятные условия для размножения молочнокислых бактерий, присутствовало достаточное количество несброженных сахаров – глюкозы и фруктозы.

Подъемная сила теста определяется способностью дрожжей сбраживать сахара. Скорость подъема шарика теста зависит от количества скопившегося углекислого газа, образующегося вместе со спиртом из сахаров под действием дрожжей во время спиртового брожения. То есть скорость подъема и количества углекислого газа напрямую зависит от активности дрожжей. В состав улучшителей входят энзимы, которые действуя на крахмал муки увеличивают содержание сахаров в тесте, являющихся питательной средой для дрожжей, соответственно с увеличением количества этих компонентов увеличивается бродильная активность дрожжей, а следовательно подъемная сила и скорость процесса брожения.

Подъемная сила в процессе брожения увеличивалась с 16 мин до 5 минут у всех образцов, но с разной скоростью, так у контрольного образца подъемная сила изменилась с 16 минут до 5 минут за 200 минут брожения, а, например, у образца с добавлением максимальной дозировки улучшителя S 5000 (в количестве 0,5 % к массе муки) подъемная сила изменилась с 16 минут до 5 минут за 90 минут брожения.

Продолжительность брожения и время расстойки образцов теста с добавлением улучшителей имеют обратную зависимость, то есть чем меньше продолжительность брожения, тем больше продолжительность расстойки. Так, время расстойки образцов с добавлением улучшителя Гоал Плюс с увеличением дозировки увеличивалось с 28 мин (образец с минимальной дозировкой – 0,1% к массе муки) до 39 мин (образец с максимальной дозировкой – 0,5% к массе муки), а продолжительность брожения, в свою очередь, составила 120 минут и 60 минут соответственно. У контрольного образца (без

добавления улучшителя) время расстойки составило 44 минуты, продолжительность брожения 200 минут. Такая зависимость объясняется тем, что с увеличением дозировки улучшителя соответственно увеличивается количество компонентов в тесте, укрепляющих белково-протеиназный комплекс муки, а именно – аскорбиновой кислоты, соевой муки и эмульгаторов. Поэтому процесс брожения и разрыхление структуры теста после механического воздействия (формования) замедляется.

Для исследования качества хлеба определяли следующие физико-химические показатели: влажность, кислотность мякиша, пористость, объем, удельный объем хлеба и проводили органолептическую оценку.

В ходе исследования было установлено, что, несмотря на прямую зависимость между качеством теста и дозировкой улучшителей, качество хлеба не подчинялось этой закономерности, и не всегда максимальная дозировка улучшителей давала лучший результат.

Физико-химические показатели хлеба, выпеченного с добавлением улучшителя S 5000, представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Физико-химические показатели хлеба, выпеченного с добавлением улучшителя S 5000

Наименование показателя	Контрольный образец	Образец №1 (0,25%)	Образец №2 (0,30%)	Образец №3 (0,40%)	Образец №4 (0,50%)	Образец №5 (0,60%)
Влажность, %	44,1	44,3	44,1	44,5	44,2	44,2
Кислотность, град	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8
Пористость, %	58	73	75	77	80	83
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,56	2,73	2,76	2,86	3,11	3,15

Контрольный образец хлеба имел недостаточный объем, неровную бугристую корку с белесым налетом, мякиш хлеба имел темный цвет, мелкую неравномерную пористость и пресный вкус. Хлеб с использованием улучшителя S 5000 в количестве 0,25 % к массе муки (образец №1) немного отличался от контрольного образца, но уже имел достаточный объем, цвет корки был светло-коричневым, отсутствовал белесый налет, поверхность корки была более ровной, цвет мякиша был светлее и его пористость была равномернее. А при дозировке улучшителя S 5000 в количестве 0,6 % (образец №5), хлеб получался высокого объема, со светлым мякишем с крупной пористостью, приятным вкусом, свойственным пшеничному хлебу.

Изучив физико-химические и органолептические показатели образцов хлеба, выпеченного с добавлением улучшителя S 5000, мы установили, что лучшим образцом является образец с дозировкой улучшителя в количестве 0,5% к массе муки (образец №4). Несмотря на то, что образец с дозировкой улучшителя S 5000 в количестве 0,6% к массе муки (образец №5) имеет больший удельный объем и пористость, при разрезании были отмечены очень крупные поры и мякиш сильно крошился, что не позволило нам выбрать этот образец в качестве лучшего по качеству.

Для улучшителя **Гоал Плюс** производителем была предложена дозировка от 0,1% до 0,5% к общей массе муки. Физико-химические показатели хлеба, выпеченного с добавлением улучшителя Гоал плюс, представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Физико-химические показатели хлеба, выпеченного с добавлением улучшителя Гоал плюс

Наименование показателя	Контрольный образец	Образец №1 (0,1%)	Образец №2 (0,2%)	Образец №3 (0,3%)	Образец №4 (0,4%)	Образец №5 (0,5%)
Влажность, %	44,1	44,4	44,3	44,3	44,2	44,3
Кислотность, град	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,7
Пористость, %	58	77	78	79	80	80
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,56	3,20	3,23	3,42	3,49	3,50

Образцы хлеба с дозировками улучшителя *Гоал Плюс* в количестве 0,1% к массе муки (образец №1) и 0,2% к массе муки (образец №2), в результате резкого увеличения объема и еще пока недостаточной способности клейковины растягиваться и удерживать форму, имели боковые выпльвы. А при дозировке улучшителя *Гоал Плюс* в количестве 0,3% (образец №3), 0,4% (образец №4) и 0,5 % (образец №5) к массе муки, хлеб получался правильной формы, высокого объема, с выпуклой темно-коричневой корочкой, со светлым мякишем с хорошей равномерной и тонкостенной пористостью и приятным вкусом, свойственным пшеничному хлебу.

Изучив физико-химические и органолептические показатели образцов хлеба, выпеченного с добавлением улучшителя *Гоал Плюс*, мы установили, что лучшими образцами, являются образцы с дозировкой улучшителя *Гоал Плюс* в количестве 0,40% к массе муки (образец №4) и 0,50% к массе муки (образец №5).

Таким образом, применение хлебопекарных улучшителей при переработке муки с низкими хлебопекарными свойствами дает ряд преимуществ:

- гарантирует стабильное качество хлебобулочных изделий;
- ускоряет процесс брожения;
- обеспечивает интенсификацию газообразующей способности и, как следствие, увеличивает объем и улучшает структуру мякиша;
- улучшает вкус и аромат изделий, придает более интенсивную окраску корке и глянец;
- снижает зависимость конечного результата от отклонений в качестве муки, дополнительного сырья и параметров технологического процесса.

Но эти преимущества возможно обеспечить только при учете вида улучшителя, его дозировки и изменений в ходе технологического процесса приготовления хлеба.

## МУЧНЫЕ КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ С ДИСПЕРГИРОВАННЫМ ЗЕРНОМ ПШЕНИЦЫ

Качесова О. Н. – студент, Конева С.И. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Мучные кондитерские изделия хорошо известны и пользуются большим спросом у покупателей. Однако по своему составу эти изделия характеризуются ограниченной пищевой ценностью, в них недостаточно белков, отсутствуют некоторые незаменимые аминокислоты, дефицит полиненасыщенных жирных кислот, фосфатидов, витаминов и минеральных веществ. Использование при производстве мучных кондитерских изделий муки пшеничной, а тем более высшего сорта, сопровождается существенными потерями микронутриентов –

витаминов и минеральных веществ, удаляемых вместе с оболочкой зерна, что полностью лишает готовое изделие необходимых организму человека элементов.

С целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий актуальна разработка рецептов, способных покрыть дефицит незаменимых пищевых веществ за счет использования нетрадиционного сырья. В тоже время, используемое сырье должно приносить желаемую экономическую эффективность, а значит не должно приводить к увеличению стоимости изделий.

Одним из актуальных направлений с технологической, физиологической и экономической точек зрения, является повышение витаминно-минеральной ценности изделий путем внесения в них диспергированного зерна пшеницы.

Замес мучных кондитерских изделий ведется непродолжительное время, поэтому необходимо подготовить зерно таким образом, чтобы готовый продукт имел хорошие потребительские свойства.

В Алтайском государственном техническом университете было проведено исследование влияния добавления диспергированного зерна пшеницы на свойства мучных кондитерских изделий.

Для подготовки зерна к диспергированию его замачивали в воде в течение 24 часов при температуре 20 - 22°C. За это время происходило активное поглощение влаги, оболочки зерна размягчались, зерновка набухала. Показатели зерна пшеницы через 24 часа замачивания указаны в таблице.

Влажность, %	Количество клейковины, %	Качество клейковины, усл.ед.	Кислотность, град	Число падения, с
41,2	26,2	80	5,4	198

Увеличение влажности зерна с 12,5 до 41,2% вызывало активацию биохимических процессов, заключающихся в интенсивном гидролизе высокомолекулярных соединений и переводе их в водорастворимое состояние. В то же время происходило накопление ферментов в результате перехода их в свободное состояние, а также в результате их новообразования в алейроновом слое и зародыше. Протеолитическая активность зерна повышалась, что подтверждается снижением количества клейковины на 2,0% и ослаблением ее на 20 усл.ед. Число падения зерна изменялось с 268 с до 198 с, что связано с увеличением амилолитической активности зерна в результате гидролиза крахмала до растворимых углеводов – декстринов и мальтозы, подверженных действию фермента  $\alpha$ -амилазы. Титруемая кислотность зерна повысилась с 3,4 град в исходном зерне до 5,4 град, вследствие расщепления углеводов, белковых веществ и образования органических кислот. Повышение кислотности зерна способствует легкому разрушению структуры зерна и в готовом продукте меньше чувствуются отрубянистые частицы.

Диспергированное зерно пшеницы вносили в овсяное печенье, кексы приготовленные на химических разрыхлителях и в кексы на дрожжах.

В печенье овсяное и кексы на химических разрыхлителях зерно добавляли в количестве 5; 10; 15; 20; 25% от содержания муки. Было установлено, что при увеличении дозировки зерна на поверхности овсяного печенья появлялись большие извилистые трещины, поверхность кексов была с подрывами. Влажность изделий повышалась. При внесении более 20% диспергированного зерна на поверхности изделий и при его разламывании имелись заметные частицы зерна, которые ощущались при разжевывании. Намокаемость печенья и удельный объем кексов увеличивались. Щелочность изделий не изменялась.

При выработке кексов на дрожжах сочли целесообразным увеличить дозировку диспергированного зерна пшеницы в связи с высокой влажностью опары и большой продолжительностью брожения опары и теста. Зерно вносили в количестве от 30 до 60% к массе муки. С увеличением дозировки вносимого диспергированного зерна

продолжительность брожения опары и тесты уменьшалась, т.к. тесто быстрее набирало кислотность за счет содержащихся в зерне органических кислот. Так, общая продолжительность брожения образца с содержанием 60% диспергированной массы составила 240 минут и сократилась по сравнению с контрольным образцом на 90 минут. Готовые изделия с большим содержанием диспергированного зерна приобретали легкий зерновой привкус и запах, при разламывании их было заметно большое количество отрубянистых частиц. Кексы с 50 и 60% зерновой массы имели поверхность более темного цвета. Это явление объясняется тем, что диспергированная масса содержит большое количество амилаз, которые гидролизуют крахмал до редуцирующих сахаров. При выпечке сахара вступают в реакцию меланоидинообразования. Образующиеся меланоидины и придают корочке кексов более темную окраску.

Влажность изделий также повышалась. Кислотность увеличивалась, что связано с накоплением органических кислот в процессе замачивания зерна, и переходе их в тесто в процессе брожения. Пористость изделий и удельный объем кексов с увеличением количества зерна уменьшались, что связано с увеличением доли отрубянистых частиц в массе изделия.

Было выяснено, что наилучший результат получен при внесении в печенье овсяное 20% диспергированного зерна пшеницы взамен части муки, в кексы на химических разрыхлителях – 15%, в кексы, приготовленные на дрожжах – 40%.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШИПОВНИКА И ЛИПОВОГО ЦВЕТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МУЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Дедова Н.Ю. – студент, Курцева В.Г. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
(г. Барнаул)

Рациональное питание детей должно полностью покрывать затраты организма на обеспечение обмена веществ, функционирование внутренних органов и различной деятельности, обеспечивать потребности интенсивного роста и развития организма.

Пища для детей должна отличаться не только высокими вкусовыми качествами, но и обязательной экологической чистотой, разнообразием, необходимым количеством различных витаминов и микроэлементов.

Для питания детей необходимо выбирать крупы, учитывая не только возраст малыша, но и состояние его здоровья.

Для детского питания, прежде всего, применяют гречневую, рисовую и кукурузную крупы. Каши на основе этих круп обладают низкой аллергенностью, высокой питательной ценностью, хорошей усвояемостью.

Каши являются одним из основных источников белка растительного происхождения, витаминов, а также углеводов и минеральных веществ.

На кафедре «Технология хранения и переработки зерна» Алтайского государственного технического университета имени И. И. Ползунова проводятся исследования по разработке и совершенствованию технологии продуктов детского питания на основе зернового сырья.

Для разработки смесей для детского питания были использованы крупы овсяная, кукурузная, пшено, молоко сухое цельное 25% жирности, цветки липы *Tiliae flores* и плоды шиповника *Rosaceae majalis* Негтм высушенные, измельченные.

Все продукты, кроме сухого молока, размалывались на лабораторной мельнице, контролировалась крупность продукта. Далее производилось смешивание в определенном соотношении. Соотношение устанавливалось путем расчета пищевой ценности. Для детей наиболее физиологичным соотношением белков, жиров и углеводов является 1 : 1 : 4.

По результатам расчета получилось, что наиболее благоприятное соотношение белков, жиров, углеводов, а также минеральных веществ и витаминов при добавлении шиповника в мучную безмолочную смесь при следующем соотношении продуктов: овсяной муки 62%, пшеничной муки 26%, кукурузной муки 7%, измельченные плоды шиповника 5%.

Также наиболее благоприятное соотношение белков, жиров, углеводов, а также минеральных веществ и витаминов при добавлении липового цвета в мучную безмолочную смесь при следующем соотношении продуктов: овсяной муки 60%, пшеничной муки 26%, кукурузной муки 9%, измельченный липовый цвет 5%.

Наиболее благоприятное соотношение белков, жиров, углеводов, а также минеральных веществ в зерно-молочной смеси при следующем соотношении продуктов: овсяной муки 50%, пшеничной муки 10%, кукурузной муки 10%, плоды шиповника 5%, липовый цвет 5%, сухое молоко 20%.

После анализа сырья, из которого ведется составление смесей для детского питания, проводился анализ самих смесей. Смесей для детского питания должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52405-2005 «Продукты детского питания сухие. Каши. Общие технические условия».

Нами были спроектированы одна зерномолочная и две мучных безмолочных смеси для детского питания.

Одним из нормируемых показателей детской зерномучной смеси является кислотность. Влияние добавления липового цвета на кислотность мучной безмолочной смеси представлено на рисунке 1. Влияние добавления шиповника на кислотность мучной безмолочной смеси представлено на рисунке 2.

Зольность продуктов детского питания не должна превышать 20% от суточной потребности в минеральных веществах. Поэтому этот показатель был нами проконтролирован.

Изменение зольности зерномучных смесей в зависимости от количества добавления лекарственных растений представлено на рисунке 3.

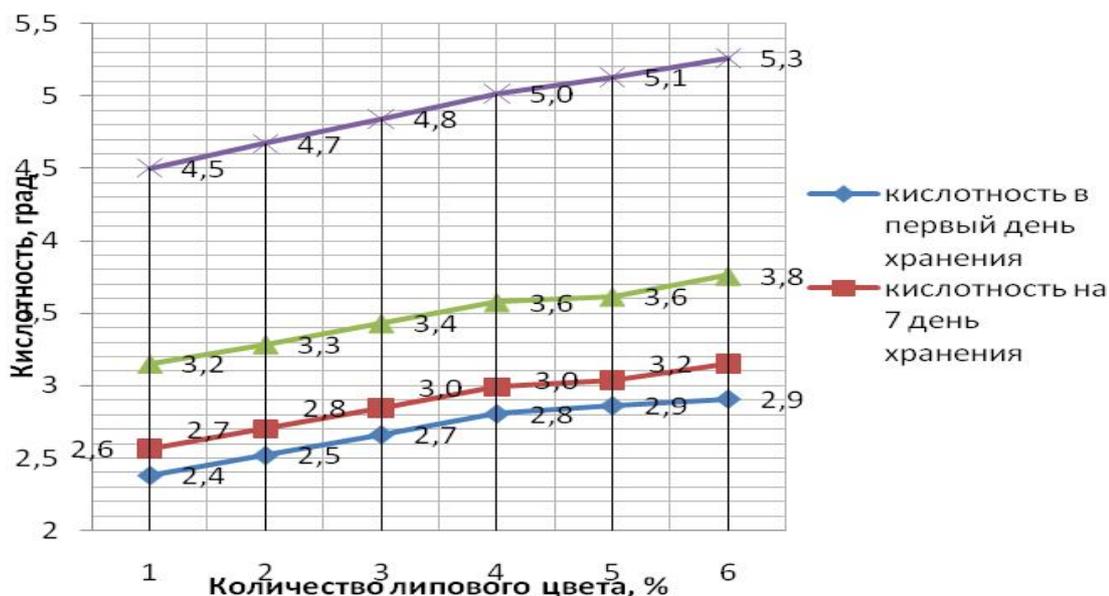


Рисунок 1 – Влияние добавления липового цвета на кислотность мучной безмолочной смеси

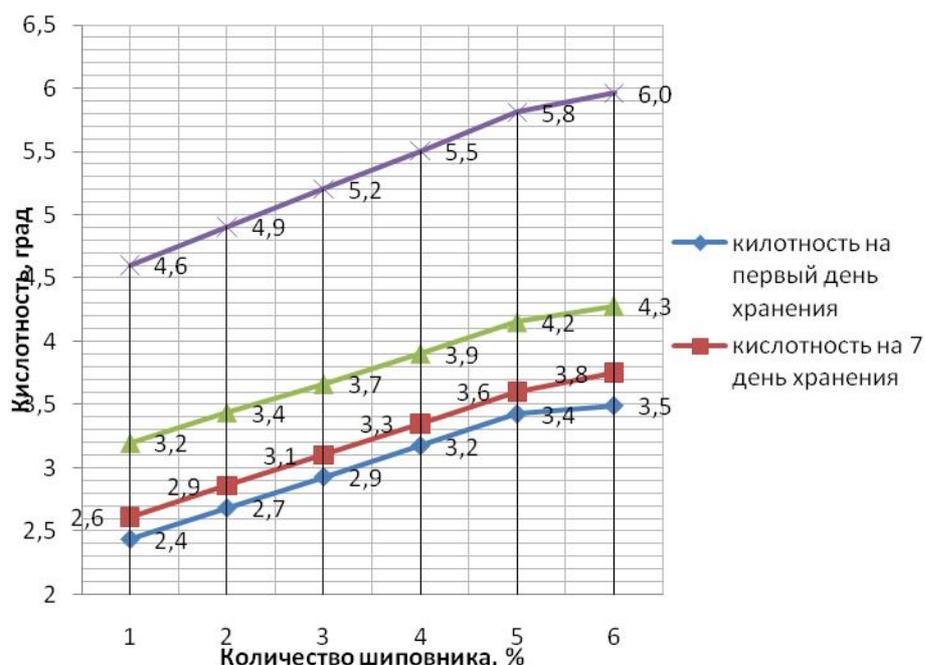


Рисунок 2- Влияние добавления шиповника на кислотность мучной безмолочной смеси

Микробиологическая оценка для обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов проводится для подтверждения соответствия продуктов установленным гигиеническим требованиям в течение этих сроков, а также для предупреждения их возможного вредного воздействия на здоровье человека.

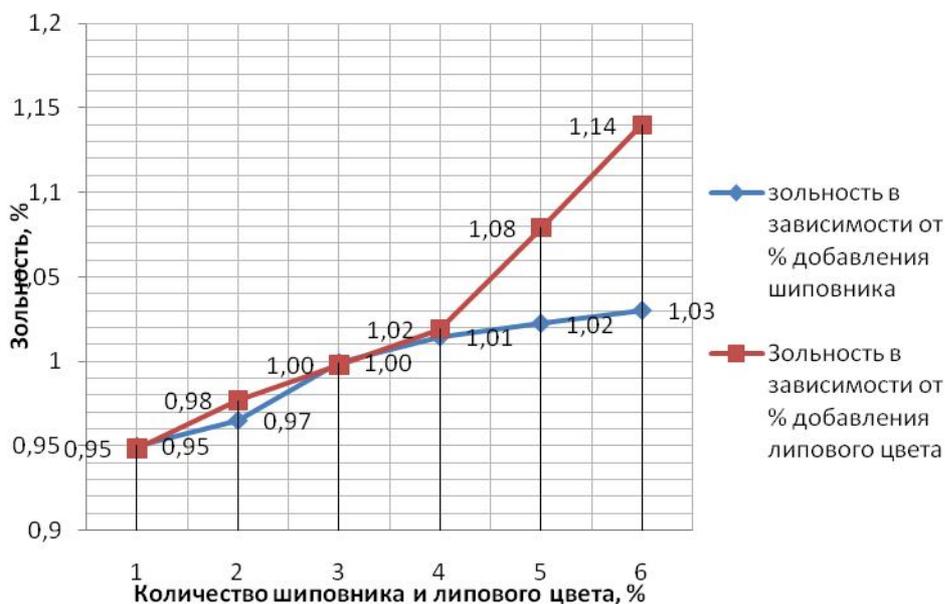


Рисунок 3 - Влияние добавления шиповника и липового цвета на зольность мучной безмолочной смеси

Поэтому мы анализировали сырье, из которого получали муку для детского питания, муку из этого сырья, а также смеси для детского питания.

В результате исследования контролировали изменение количества бактерий группы КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов) в результате хранения. Содержание бактерий группы КМАФАнМ в

используемом сырье и в приготовленных смесях в результате хранения приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание бактерий группы КМАФАнМ, КОЕ/г, в смесях для детского питания и их изменение в результате хранения

Контролируемое сырье	Продолжительность хранения, сут		
	0	25	60
Зерномолочная смесь с добавлением лекарственных растений	$0,2 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$
Мучная безмолочная смесь с добавлением шиповника	$0,3 \cdot 10^4$	$0,2 \cdot 10^4$	$0,1 \cdot 10^4$
Мучная безмолочная смесь с добавлением липового цвета	$0,3 \cdot 10^4$	$0,2 \cdot 10^4$	$0,2 \cdot 10^4$

Грибов в детских смесях обнаружено не было. Несмотря на то, что в используемом сырье плесневые грибы присутствовали. Объясняется это, видимо, тем, что при добавлении в мучную смесь лекарственных растений изменяется кислотность, что пагубно влияет на развитие плесневых грибов.

Также мы анализировали детские смеси на наличие бактерий группы кишечной палочки. В детских смесях кишечной палочки обнаружено не было.

Как правило, детское питание выпускают промышленной фасовкой по 400 грамм. В среднем одна упаковка детской каши массой 400 грамм стоит 120 рублей. Наша же зерномолочная смесь с добавлением лекарственных растений будет стоить 79,7 рублей, что ниже рыночной. Следовательно, эта смесь будет конкурентоспособна и иметь спрос на рынке.

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ МУКИ

Смолева Я.Ю. – студент; Вяткина А.А. – студент, Козубаева Л.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Здоровье человека во многом определяется его пищей. С помощью лечебно-профилактических продуктов можно устранить негативные факторы, связанные со многими заболеваниями, в том числе генетическими. Особенно это актуально для людей, больных целиакией [1]. Это заболевание, связанное с непереносимостью глютена - вещества, содержащегося в пшенице, ржи, ячмене и овсе [2]. Характеризуется целиакия атрофией слизистой тонкого кишечника, а следовательно, выраженными нарушениями всасывания и ферментообразования [3]. А это значит, что организму больного не хватает жизненно необходимых питательных веществ. Целиакия становится серьезной проблемой, а недостаток минеральных веществ и калорий приводит к недостаточному питанию, при вроде бы нормальном рационе. Заболевание может возникать в любом возрасте: и у детей и у взрослых. Однако чаще всего его первые признаки проявляются, когда ребенку впервые начинают давать каши ( т.е. около 3 - 4 мес.). К симптомам относятся потеря веса, анемия. У детей наблюдается отставание в росте, красная зудящая сыпь (герпетиформный дерматит). Основой лечения целиакии является строгое соблюдение безглютеновой диеты. Эта диета означает исключение всех пищевых продуктов, которые содержат пшеницу, рожь, ячмень, и, возможно, овес, другими словами многих готовых пищевых продуктов. Несмотря на эти ограничения, люди с целиакией могут есть хорошо сбалансированную пищу с рядом привычных пищевых продуктов, включая хлеб и тесто. Например, вместо пшеничной муки можно использовать гречневую, рисовую, кукурузную, соевую муку или муку из фасоли. Имеются сборники кулинарных рецептов блюд, не содержащих глютен. За рубежом специальные продовольственные компании выпускают безглютеновые пищевые продукты. В

нашей стране ассортимент безглютеновых продуктов представлен в основном импортной продукцией, имеющей очень высокую цену.

Следует отметить, что апробированных в лабораторных и производственных условиях рецептов безглютенового хлеба нет, в результате чего, в качестве такой продукции предлагаются, как правило мучные кондитерские изделия. Поэтому целью наших исследований было производство именно безглютенового хлеба.

В качестве сырья использовали гречневую муку, дрожжи, соль, сахар, растительное масло и воду. Подготовленное сырье замешивали вручную. При добавлении расчетного количества воды тесто получилось несвязанным, рассыпающимся, плохо формовалось. Брожение в тесте, несмотря на достаточное количество дрожжей, шло неактивно, объем теста практически не изменился. В процессе выпечки у тестовой заготовки появилась корочка, но мякиш остался мажущимся, липким и очень влажным. Оценка показала, что хлеб имел неудовлетворительное качество: очень низкие показатели удельного объема (0,92 см<sup>3</sup>/г) и пористости (32 %). Влажность мякиша составила 62,9 %, кислотность – 0,7 град.

Сравнительный анализ выполненных показателей качества представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества гречневого хлеба

Рецептура	Показатели качества		
	Масса, г	Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	Органолептическая оценка, балл
Исходная	170	0,92	4,6
С добавлением яиц	140	1,64	6,9

Для повышения качества получаемого хлеба в тесто добавляли яйца. Яичный белок в тестовой заготовке при выпечке денатурирует, тем самым частично восполняя отсутствие клейковинных белков в муке. В результате изменения рецептуры получили хлеб, имеющий удельный объем 1,64 см<sup>3</sup>/г, однако и эта проба имела плохое качество: мякиш хлеба не образовался, поэтому выполнить оценку других показателей качества было невозможно.

Затем провели исследование влияния замены части муки на картофельный крахмал, а подсолнечного масла – на маргарин. Замена подсолнечного масла на маргарин способствовала увеличению объема хлеба и уменьшению количества и глубины трещин. Это происходило потому, что в процессе выпечки маргарин плавился, оказывая смазывающее действие на корочку хлеба.

Добавление крахмала привело к получению более жидкого и связанного теста при замесе, усилению брожения (при добавлении до 30 % крахмала), а так же получению хлеба высокого объема, с более светлым мякишем, имеющим хорошую пористость.

Таблица 2 – Показатели качества гречневого хлеба с различным количеством крахмала

Наименование показателя	Количество крахмала					
	0	10	20	30	40	50
Масса, г	140	205	225	220	210	205
Объем, см <sup>3</sup>	230	495	520	600	600	600
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	1,64	2,41	2,34	2,72	2,85	2,92
Влажность, %	-	64,5	63,83	63,4	66,9	65,4
Кислотность, град	-	1,2	1,0	0,9	0,6	0,7
Пористость, %	-	36,04	38,32	62,41	63,97	66,51
Органолептическая оценка, балл	6,9	11,6	13,6	20,3	20,0	18,7

Из таблицы 2 видно, что наилучшим качеством обладает хлеб с заменой 30 % гречневой муки на крахмал. Однако, этот хлеб, как и остальные, имел большие трещины на

корочке и в целом не очень привлекательный внешний вид. Поэтому было решено провести серию пробных выпечек с добавлением различного количества улучшителя – ксантановой камеди.

При добавлении улучшителя тесто заметно загустевало, «затягивалось». На увеличение объема в процессе брожения и расстойки наличие ксантановой камеди не влияло. В процессе расстойки и выпечки крупные трещины на поверхности не образовывались.

Таблица 3 - Показатели качества гречневого хлеба с различным количеством ксантановой камеди

Наименование показателя	Количество камеди, %			
	0	0,1	0,2	0,3
Масса, г	220	220	235	245
Объем, см <sup>3</sup>	600	600	580	450
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,72	2,72	2,47	1,84
Влажность, %	63,70	64,95	65,80	66,40
Кислотность, град	0,9	0,9	1,0	0,9
Пористость, %	62,55	62,80	67,96	56,30
Органолептическая оценка, балл	20,4	22,0	21,2	19,8

По результатам исследований качества выпеченного хлеба выяснили, что наиболее привлекательным внешним видом и в целом, лучшими показателями качества обладает хлеб с добавлением 0,1% ксантановой камеди. Предлагаемая рецептура хлеба из гречневой муки представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Рецептура и режим приготовления теста для хлеба из гречневой муки

Наименование сырья и показатель процесса	Количество сырья, г
Мука гречневая	70,0
Крахмал	30,0
Дрожжи хлебопекарные прессованные	7,5
Соль поваренная пищевая	1,9
Сахар-песок	3,8
Яйцо	60,0
Маргарин столовый, с содержанием жира не менее 82%	5,0
Камедь ксантановая	0,48
Вода	200,0
Итого	378,28
Влажность, %	61,60
Температура, °С	30-35
Продолжительность брожения, мин	60

## КАЧЕСТВО ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЕЙ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧЕНЬЯ

Койвина Т. А. – студент, Козубаева Л. А. – к.т.н., доцент, Есин С.Б. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
(г. Барнаул)

Мучные кондитерские изделия занимают существенную долю потребляемой кондитерской продукции, и объём продаж их продолжает расти. Преобразования на рынке мучных кондитерских изделий, происходящие в последние годы, изменили традиционный подход к ассортименту продукции этой группы. Она относится к высококалорийной, что объясняется большим содержанием таких компонентов, как жир и углеводы, и достаточно низким, а в ряде случаев и полным отсутствием пищевых волокон, витаминов. Поэтому создание полезных, сбалансированных продуктов питания, богатых витаминами, микроэлементами, пищевыми волокнами и белками, – актуальная задача.

Пшеничные отруби – ценный и недорогой источник пищевых волокон, белков, минеральных веществ и витаминов. В отрубях пищевые волокна содержатся в больших количествах, чем во всех других растительных продуктах. Пищевые волокна не перевариваются и не всасываются в желудочно-кишечном тракте человека. Они хорошо адсорбируют воду, желчные кислоты, уменьшают содержание холестерина в крови, уменьшают содержание липидов в организме. Особенностью пищевых волокон зерновых культур является наличие в них фитиновой кислоты, которая обладает уникальной способностью связывать и выводить из организма многие радионуклиды, яды и токсичные вещества. Белок пшеничных отрубей имеет полный набор незаменимых аминокислот. Пшеничные отруби богаты витаминами Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>7</sub>, РР, В<sub>9</sub> и В<sub>6</sub>. Отруби характеризуются богатым минеральным составом: высокие массовые доли таких жизненно важных макро- и микроэлементов, как калий, кальций, фосфор, магний, сера, алюминий, железо, марганец, медь и цинк.

В связи с выше перечисленным, на кафедре «Технология хранения и переработки зерна» Алтайского государственного технического университета имени И. И. Ползунова был проведён анализ качества пшеничных отрубей разной крупности и на его основе разработана рецептура сахарного печенья с отрубями.

Качество отрубей анализировали по следующим показателям: водопоглотительная способность (ВПС) и гранулометрический состав. Для определения ВПС отрубей сначала замешивали тесто из 50 г муки и воды и измеряли с помощью бюретки количество воды, необходимое для получения теста нужной консистенции. Затем заменяли часть муки отрубями в следующем количестве: 0,5%, 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, 6 %, 7 %, 8 %, 9 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 %, 40 %, 45 % и 50 % отрубей к массе муки в тесте и также определяли количество воды, необходимое для замеса теста. Расчёт ВПС вели по формуле:

$$\hat{A}\tilde{N} = \frac{G_a \times 100}{50},$$

где ВПС – водопоглотительная способность отрубей, %;

G<sub>в</sub> – количество воды, необходимое для замеса теста, мл.

Результаты определения ВПС представлены на рисунке 1.

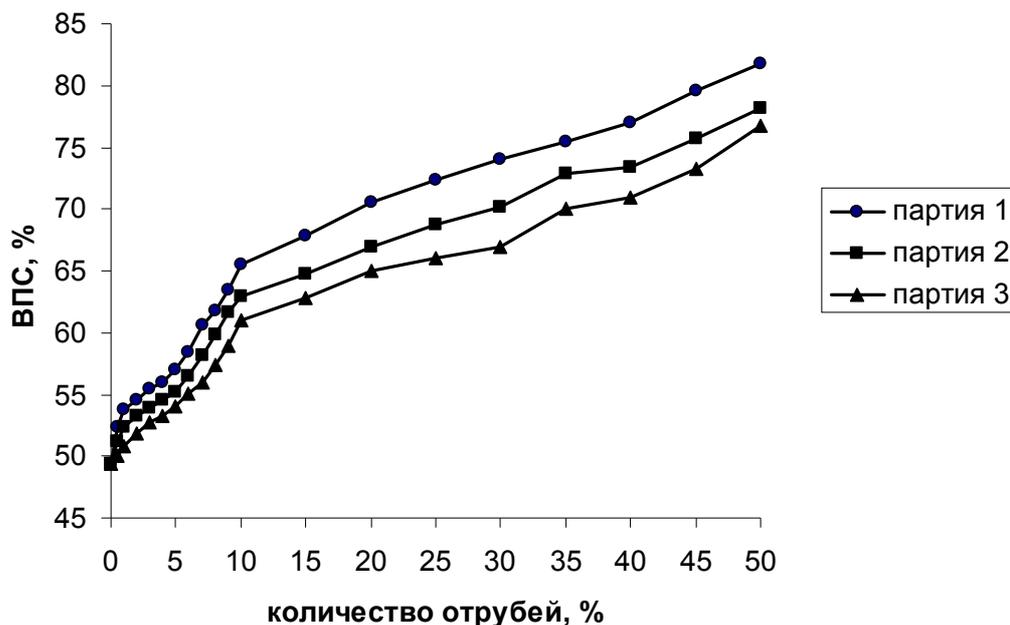
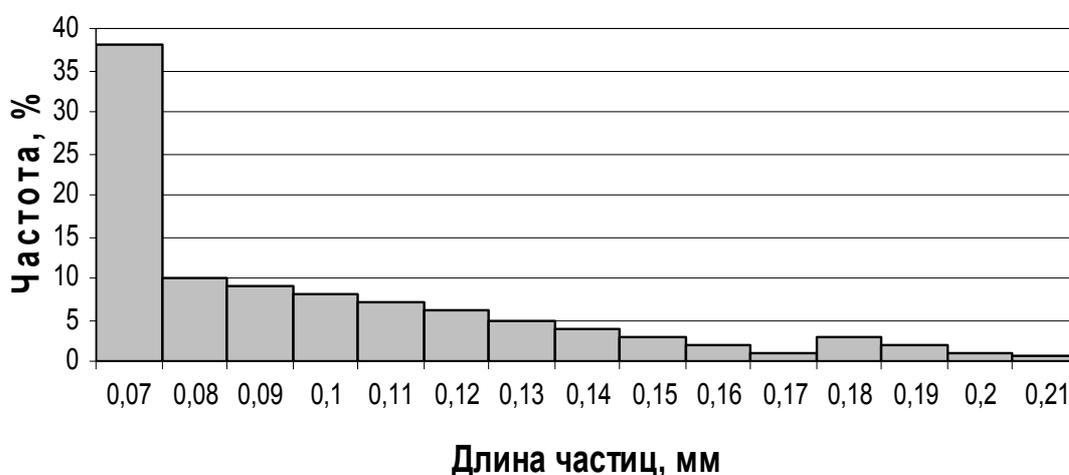


Рисунок 1 – ВПС смеси муки и отрубей

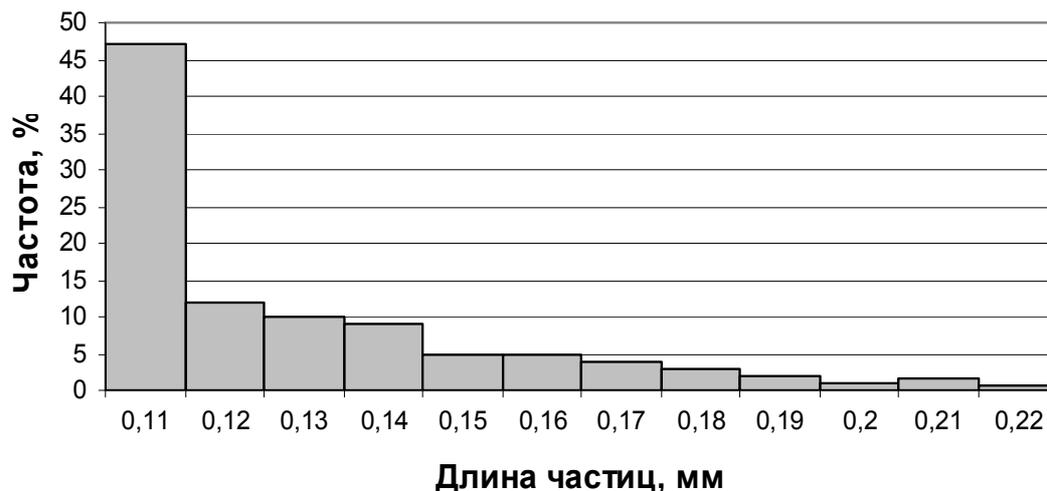
Как видно из графиков, значение ВПС смеси муки и отрубей выше ВПС муки. При этом с увеличением процентного содержания отрубей в смеси увеличивается и ВПС. При добавлении к муке отрубей в количестве 0,5 % ВПС отрубей партии 1 повышается в большей степени, чем ВПС отрубей партии 2 и 3. Это можно объяснить тем, что отруби партии 1, как самые мелкие, имеют большую поверхность соприкосновения с водой, больше капилляров и пор.

Гранулометрический состав отрубей исследовали с помощью компьютерной программы Corel PHOTO PAINT X3. Результаты исследования представлены на рисунке 2.

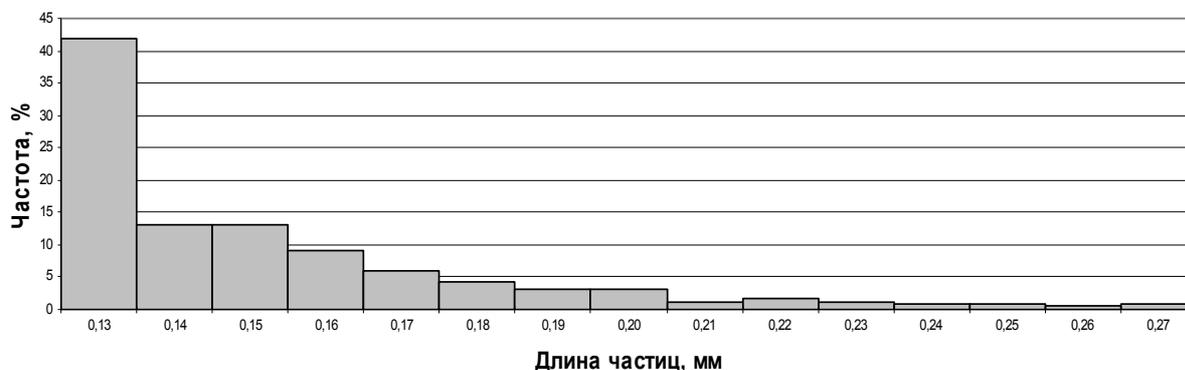
а



б



в



Как следует из гистограмм, среди отрубей партии 1 наиболее часто встречаются частицы длиной 0,07 мм. В партии 2 наибольшую частоту распространения, равную 47 %, имеют частицы отрубей длиной 0,11 мм. Большинство частиц отрубей третьей партии (42 %) представлено частицами длиной от 0,13 до 0,14 мм.

Таким образом, отруби первой партии имеют меньшую крупность и большую ВПС. Поэтому далее были проведены выпечки сахарного печенья с добавлением данных отрубей. При этом часть муки в рецептуре была заменена на отруби в количестве 3%, 5%, 10% и 15%. Готовое печенье анализировали по органолептическим и физико-химическим показателям качества. Результаты анализа качества печенья представлены в таблице 1.

На основании данных таблицы 1 можно сделать вывод о том, что при добавлении в печенье отрубей показатели его качества изменялись. При добавлении 3% и 5% отрубей вместо муки органолептическая оценка печенья снизилась, однако категория качества осталась прежней. Печенье с 10% отрубей имело практически такую же балльную оценку, как и контрольный образец печенья – 19,2 балла. При замене 15% муки отрубями органолептическая оценка уменьшилась.

Влажность печенья при добавлении 3% отрубей уменьшилась по сравнению с контролем на 0,6%. Повышение количества отрубей в тесте привело к снижению влажности готового печенья, и при добавлении 15% отрубей влажность печенья уменьшилась по сравнению с контролем уже на 1,7%.

Намокаемость печенья при дозировке отрубей в количестве 3% и 5% увеличилась по сравнению с контролем соответственно на 6% и 10%. Наибольшее значение намокаемости

наблюдалось при замене муки 10% отрубей. При замене муки 15% отрубей намокаемость печеня стала ниже, чем у контрольного образца.

Таблица 1 – Оценка качества сахарного печеня

Показатель	Количество добавленных отрубей, %				
	0 (контроль)	3	5	10	15
Органолептическая оценка качества по 20-ти балльной шкале					
Общая оценка, балл	19,7	18,4	18,4	19,2	15,9
Категория качества	отличное	отличное	отличное	отличное	хорошее
Физико-химические показатели качества					
Влажность, %	6,5	5,9	5,7	5,3	4,8
Намокаемость, %	199	205	209	213	197
Щёлочность, град	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4

Щёлочность печеня с увеличением дозировки отрубей уменьшалась незначительно.

Таким образом, проведённые выпечки показали, что наилучшее качество имело печенье, приготовленное с заменой 10 % муки мелкими отрубями. Дальнейшее увеличение дозировки отрубей в тесте при производстве печеня является нецелесообразным.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКОВ МУКИ НА ЗАО ЗПК «БАРНАУЛЬСКАЯ МЕЛЬНИЦА»

Шестакова О.С. – студент, Гондаренко Н.А. – к.т.н. доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Современная отечественная мукомольная промышленность принадлежит к числу социально значимых отраслей агропромышленного комплекса. Вырабатываемые из муки хлеб, хлебобулочные и макаронные изделия жизненно необходимы всем в любом возрасте. Существующие перерабатывающие предприятия агропромышленного комплекса России стабильно обеспечивают население продуктами питания. К таким предприятиям относятся мукомольные заводы, производящие различные сорта и типы муки.

Практика показывает, что современная мукомольная промышленность может производить около тридцати видов муки, отличающихся по содержанию белка, крахмала, зольности, белизне и другим показателям. Потребители очень часто делают заказ на виды муки специального назначения, а для этого необходимо определить основные показатели качества муки по системам размольного процесса, а потом уже сформировать общий выход муки по сортам.

Во всех случаях предприятия мукомольной промышленности должны стремиться максимально, удовлетворять требованиям промышленности, перерабатывающей муку, по ее качеству, составу и технологическому достоинству.

Завершающий этап технологического процесса размола зерна – это формирование сортов муки. При формировании отдельных сортов муки учитывают химический состав и биохимические особенности потоков муки, получаемых при поэтапном размоле зерна. При

этом берут в расчет: соотношение зон крахмалистого ядра эндосперма; содержание отрубянистых частиц; требования, предъявляемые к каждому сорту стандартом.

Потребители часто требуют поставлять муку с определенными показателями качества: с повышенным содержанием клейковины и белка, с определенной крупностью и кислотностью с требуемым числом падения.

В связи с этим, была поставлена задача определения показателей качества потоков муки на ЗАО ЗПК «Барнаульская мельница».

Для исследования были отобраны образцы муки со всех систем, а также готовая продукция и зерно. В пробах муки определяли влажность, количество и качество клейковины, зольность, белизна, крупность, крахмал, белок и число падения. Определение качества проводилось по методикам, приведенным в соответствующих стандартах. Показатели качества зерна, поступающего на первую драную систему, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества зерна пшеницы

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя	
		Поступающего в подготовительное отделение	Поступающего в размольное отделение
Натура	г/л	798	802
Стекловидность	%	48	48
Сорная примесь	%	1,5	1,0
Зерновая примесь	%	2,8	1,8
Массовая доля влаги	%	14,5	15,5
Массовая доля золы	%	1,79	1,76
Массовая доля клейковины	%	24,5	24,6
Качество клейковины	ед.пр.ИДК / группа	75 / I	75 / I
Массовая доля крахмала	%	66,2	66,2
Число падения	с	355	360
Массовая доля белка	%	13,6	13,6

Как видно из таблицы 1, качество зерна соответствует требованиям, рекомендуемым Правилами организации и ведения технологических процессов на мукомольных заводах.

Технологическая схема размола зерна включает в себя: пять драных систем, причем III и IV драные делятся на крупные и мелкие системы, четыре шлифовочные системы, одиннадцать размольных систем, три сортировочные системы, четыре системы пересева, двенадцать ситовечных систем, контроль готовой продукции.

Результаты определения показателей качества потоков муки на драных системах, отобранных на ЗАО ЗПК «Барнаульская мельница» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества потоков муки на драных системах

Система, сорт муки	Массовая доля, %					Число падения, с	Белизна, ед. пр.	Белок, %	Крупность сход/проход, %
	влаги	золы	крахмала	Клейковины					
					ИДК/гр. кач.				
Сорт. 1 с. А 1 пр., первый	14,8	0,66	77,7	32,0	75/1	340	48	12,7	0,40/82,3
Сорт. 1 с. Б 2 пр., высший	14,9	0,55	82,0	32,6	75/1	331	54	12,3	0,80/99,2
Сорт. 2 с. А 1 пр., первый	15,0	0,53	75,3	27,6	65/1	356	54	12,2	0,50/85,1
Сорт. 2 с. Б 2 пр., высший	15,0	0,54	80,5	28,0	65/1	333	54	12,0	0,60/99,4
Сорт. 3, 1 пр., первый	14,8	0,75	78,3	31,0	75/1	356	46	12,6	0,40/85,2
пересев 1-2, второй	13,4	1,23	65,5	28,0	90/1 I	342	24	13,3	0,80/81,0
пересев 3-4, 1 пр., второй	13,0	1,25	62,2	28,0	90/1 I	312	23	13,5	0,90/81,1
III др.кр., первый	14,6	0,72	72,0	33,0	85/1 I	369	43	12,4	0,40/83,2
III др.м., первый	14,4	0,75	71,5	34,0	90/1 I	355	41	12,5	0,70/83,3
IV др.кр., первый	14,2	0,75	70,5	34,8	90/1 I	359	39	12,6	0,50/82,4
IV др.м. 1 пр., первый	14,6	0,74	64,6	34,8	90/1 I	336	38	12,3	0,60/82,3
IV др.м. 2 пр., второй	13,0	1,21	65,4	-	-	336	6	13,4	0,50/81,0
V др.с., второй	12,8	1,23	64,9	-	-	327	4	13,4	0,60/81,2

Пшеничная хлебопекарная мука высшего, первого и второго сорта используется предприятием для производства основных хлебобулочных изделий.

Показатели качества муки можно использовать для производства песочного теста (поток муки третьей, четвертой и пятой драных систем).

Для получения теста для хлебобулочных изделий, которое будет замораживаться, а также для производства хлебобулочных изделий с длительным процессом тестоведения необходима мука высшего сорта с массовой долей клейковины от 32 % до 34 %, массовой долей золы от 0,51 % до 0,63 %, числом падения от 300 до 400 секунд. Удовлетворить эти требования сможет смесь потоков муки, получаемых с первой сортировочной системы первый проход и первой сортировочной системы второй проход.

Для получения вафлей необходима мука первого сорта с массовой долей клейковины от 28 % до 32 %, качество II группа. На мукомольном заводе такую муку можно сформировать из потоков муки, получаемых на пятой, шестой, седьмой размольной системе, а также из муки высшего и первого сорта.

Неиспользованные потоки муки формируют для выпечки хлеба.

Данные определения показателей качества потоков муки на размольных системах представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели качества потоков муки на размольных системах

Система, сорт муки	Массовая доля, %					Число падения, с	Белизна, ед. пр.	Белок, %	Крупность сход/проход, %
	влаги	зола	крахмала	Клейковины					
				%	ИДК/гр. кач.				
1 шл.с., высший	14,8	0,50	81,8	28,2	55/I	398	60	12,0	0,40/99,6
2 шл.с., высший	15,0	0,52	81,8	28,4	55/I	388	62	12,0	0,50/99,5
3 шл.с., высший	14,9	0,52	81,5	27,8	60/I	354	54	12,1	0,40/96,6
4 шл.с., высший	14,7	0,54	81,3	29,0	55/I	370	57	12,2	0,60/99,4
1 р.с., высший	14,8	0,55	79,9	30,0	75/I	383	57	12,4	0,30/99,7
2 р.с., высший	14,5	0,54	79,5	26,0	65/I	411	58	12,0	0,40/99,6
3 р.с., высший	14,9	0,55	79,2	29,0	70/I	412	56	12,2	0,50/99,5
4 р.с., первый	14,6	0,63	78,6	29,0	75/I	390	52	12,3	0,40/82,5
5 р.с., первый	14,4	0,74	79,3	28,0	85/II	367	44	12,6	0,50/82,4
6 р.с., первый	14,7	0,75	77,5	29,6	80/II	334	37	12,8	0,30/82,6
7 р.с., первый	14,4	0,75	76,7	30,0	80/II	340	34	13,0	0,60/82,5
8 р.с.-9р.с., второй	13,0	1,20	62,3	28,0	85/II	286	7	13,5	0,70/78,4
10 р.с., второй	12,8	0,96	64,6	19,0	90/II	291	19	13,4	0,50/78,2
11 р.с., второй	12,6	1,22	65,4	18,0	85/II	285	20	13,6	0,40/78,3
Мука в/с	14,9	0,54	81,3	28	75/I	366	53	12,2	0,60/99,4
Мука 1 с	14,7	0,75	72,2	30	85/II	344	37	12,6	0,70/82,2
Мука 2 с	12,8	1,25	65,1	28	90/II	289	28	13,5	0,60/81,2

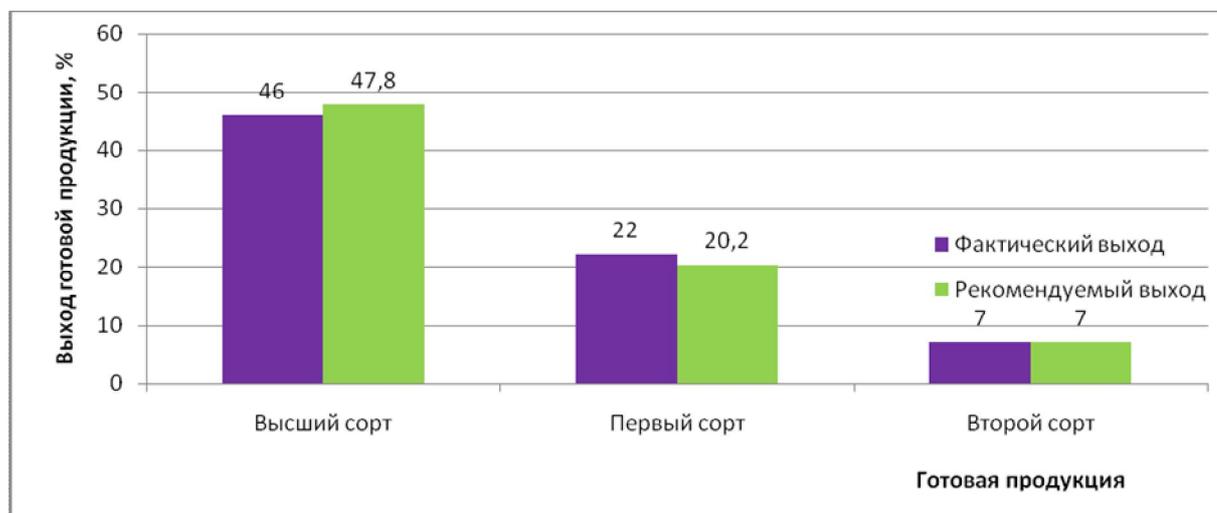
На основании проведенных исследований можно рекомендовать направлять в высший сорт поток муки, полученный на сортировки ( I , II драная система) 2 секции А первый проход размольной системы этот поток муки имеет зольность 0,53 % и количество клейковины 27,6 %. При добавление его в муку высшего сорта количество клейковины несколько уменьшится, но не будет ниже установленной для высшего сорта стандартом - 28,0 %. Произошло перераспределение выходов муки по сортам с увеличением высшего сорта и уменьшением первого сорта на 1,8 %. Качество муки высшего сорта не ухудшится, так как рекомендуемое качество муки соответствует требованиям ГОСТ Р 52189-2003.

Фактический и рекомендуемый выход муки представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Фактический и рекомендуемый выход готовой продукции

Выход	Высший сорт	Первый сорт	Второй сорт	Итого
Фактический выход	46	22	7	75
Рекомендуемый выход	47,8	20,2	7	75

На рисунке 1 представлена диаграмма фактического и рекомендуемого выхода готовой продукции.



#### Литература

- 1 Бутковский, В. А. Россия – зерновая держава / В. А. Бутковский. – М.: Пищепромиздат, 2003. – 508
- 2 Егоров, Г. А. Управление технологическими свойствами зерна / Л. А. Гафнер, В. А. Бутковский, А. М. Родюкова. – Изд.2-е, испр. и доп. – М. : Издательский комплекс МГУПП, 2005. – 292 с.
- 3 Кузнецова Л. С., Сиданова М. Ю. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. – М.: Мастерство, 2002г, - 320 стр