

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова  
Кафедра технологии переработки и стандартизации

А.М. Саидов,  
К.Ф. Шайхетдинова, Ж.Е. Балгужинова

**ИССЛЕДОВАНИЕ МУКОМОЛЬНЫХ И ХЛЕБОПЕКАРНЫХ  
СВОЙСТВ НОВОГО ВИДА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ  
ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ**

Монография

Костанай, 2022

**УДК 664.641.1**

**ББК 36.822**

**С 14**

**Автор:**

Саидов Анзор Мусаевич, старший преподаватель кафедры технологии переработки и стандартизации, магистр экономических наук.

Шайхетдинова Карина Фаритовна, кондитер ИП «Dostar Kostanay»

Балгужинова Жулдызай Ерденбековна, преподаватель специальных дисциплин КГКП «Костанайский политехнический высший колледж»

**Рецензенты:**

Хасенов Уралбай Байзакович – к.т.н., старший преподаватель кафедры технологии переработки и стандартизации Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова

Есеева Гайния Калимжановна – к.с.-х.н., доцент кафедры стандартизации и пищевой технологии Костанайского инженерно-экономического университета имени М.Дулатова

Черкасов Юрий Борисович – к.т.н., старший преподаватель Костанайского инженерно-экономического университета имени М.Дулатова

Саидов А.М., Шайхетдинова К.Ф., Балгужинова Ж.Е.

С 14 «Исследование мукомольных и хлебопекарных свойств нового вида пшеничной муки повышенной пищевой ценности»: Монография. – Костанай: КРУ имени А. Байтурсынова, 2022. – 56 с.

В данной научной работе исследованы способы повышения пищевой ценности пшеничной муки. Дано обоснование использования тонкоизмельченных отрубей для повышения пищевой ценности пшеничной муки. Исследованы мукомольные и хлебопекарные свойства нового вида муки повышенной пищевой ценности. Разработана рецептура песочного печенья на основе нового вида муки повышенной пищевой ценности.

Монография рассчитана для преподавателей и студентов высших учебных заведений, а также для работников научно-исследовательских учреждений и специалистов пищевой промышленности.

УДК 664.641.1

ББК 36.822

Утверждено и рекомендовано к изданию Научно-техническим советом Костанайского регионального университета имени А. Байтурсынова, 31.03.2022 г., протокол № 3

ISBN 978-601-356-148-6

© Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова

© Саидов А.М., 2022

## Содержание

<b>Введение</b> .....	4
<b>1 Обзор литературы</b> .....	6
1.1 Строение зерна пшеницы и его химический состав.....	6
1.2 Структурно-механические свойства отдельных частей зерна.....	9
1.3 Специфика измельчения зерна в мукомольной промышленности....	13
1.4 Сравнительная оценка качества муки различных сортов.....	14
1.5 Повышение пищевой ценности пшеничной муки.....	15
1.6 Повышение пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения ее витаминно-минеральными смесями.....	17
1.7 Охрана труда и техника безопасности.....	19
<b>2 Экспериментальная часть</b> .....	27
2.1 Постановка структуры экспериментальных исследований.....	27
2.2 Объекты и методы исследования.....	28
2.3 Обоснование использования тонкоизмельченных отрубей для повышения пищевой ценности пшеничной муки.....	31
2.4 Исследование мукомольных и хлебопекарных свойств нового вида муки повышенной пищевой ценности.....	33
2.5 Разработка рецептур песочного печенья на основе нового вида муки повышенной пищевой ценности.....	38
2.6 Исследование показателей качества и пищевой ценности песочного печенья.....	40
2.7 Экономическое обоснование производства нового вида муки и печенья на ее основе.....	46
<b>Заключение</b> .....	54
<b>Список использованных источников</b> .....	55
Приложение А.....	58
Приложение Б.....	59
Приложение В.....	60

## Введение

Актуальным вопросом на сегодняшний день является удовлетворение потребностей населения страны пищевыми продуктами, повышение их качества, расширение производства изделий повышенной пищевой ценности, внедрение прогрессивных технологических схем в промышленность, а также рациональное и полное использование всех видов пищевого сырья. Это прежде всего относится к муке, как к сырью, которое применяется систематически для производства, хлеба, макарон и мучных кондитерских изделий. Повышение пищевой ценности муки будет способствовать укреплению здоровья потребителей, а для предприятий пищевой промышленности – это возможность расширить ассортимент и получить прибыль.

Решению вопросов увеличения пищевой и биологической ценности пшеничной муки посвящены труды Суворова И.В. «Разработка витаминно-минеральных смесей для обогащения пшеничной муки и хлебобулочных изделий», Белобовой Ю.А. «Разработка способов регулирования свойств и обогащения пшеничной муки на стадии ее производства», Кузнецовой Н.В. «Разработка технологического режима приготовления хлеба повышенной пищевой ценности из муки с тонкодиспергированными отрубями пшеницы», Дулаева В.Г. «Обогащение пшеничной хлебопекарной муки сухой клейковиной на мукомольных заводах», Тарасенко Л.Ю., Демчук А.П., Чумаченко Н.А. «Повышение биологической ценности хлеба за счет тонкодиспергированных отрубей».

Однако в настоящее время отсутствуют работы по созданию муки повышенной пищевой ценности из смесей сортовой муки с тонкодиспергированными отрубями.

Исходя из этого, целью монографии является научно-практическое обоснование получения муки повышенной пищевой ценности в условиях ИП «Dostar Kostanay».

Для достижения цели в работе были поставлены следующие задачи:

- Анализ строения зерна пшеницы
- Изучение существующих способов повышения пищевой ценности пшеничной муки;
- Обоснование использования тонкоизмельченных отрубей для повышения пищевой ценности муки;
- Изыскание оптимального режима и оборудования для диспергирования пшеничных отрубей;
- Исследование технологических особенностей муки нового вида.

Объектами исследования являлись: мука товарная пшеничная высшего сорта; мука пшеничная I сорта; мука пшеничная II сорта; мука пшеничная обойная; отруби пшеничные; мука нового вида.

При выполнении работы использовались стандартные органолептические, физико-химические методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

Научная новизна работы заключается в том, что обоснована целесообразность использования тонкодиспергированных отрубей для составления смесей из пшеничной муки. Впервые в городе Костанай проведены исследования по получению муки повышенной пищевой ценности и улучшенного качества из смесей сортовой муки с тонкоизмельченными отрубями с сохранением в ней всех биологически ценных веществ, заключенных в целом зерне пшеницы:

-Проведено тонкое диспергирование отрубей на лабораторной установке ударно-стирающего типа;

- Проведено исследование технологических свойств нового вида муки с отрубями, подвергнутыми тонкому диспергированию;

-Проведена апробация нового вида муки, повышенной пищевой ценности.

Практическая значимость проекта состоит в том, что результаты исследования будут способствовать повышению пищевой и биологической ценности пшеничной муки. ИП «Dostar Kostanay» проявляет не поддельный интерес к разработанной технологии тонкого измельчения отрубей для получения муки повышенной пищевой ценности и улучшенного качества.

По материалам монографии была опубликована статья в Научном журнале «Механика и технологии» Таразского государственного университета имени М.Х.Дулати (Шайхетдинова К.Ф., Саидов А.М. Повышение пищевой ценности пшеничной муки.-№1, 2020 г – с.98).

# 1 Обзор литературы

## 1.1 Строение зерна пшеницы и его химический состав

Зерно пшеницы состоит из плодовой и семенной оболочек, алейронового слоя, эндосперма и зародыша. Относительное содержание составных частей зерна пшеницы следующее: эндосперм 77-80%, плодовые и семенные оболочки 5,5-8,0%, алейроновый слой 6-10%, зародыш 1,5-3,0%. Размеры клеток плодовой оболочки в среднем 80-300 мкм на 25-30 мкм, толщина стенок 4-10 мкм, семенной оболочки 100-150 мкм на 15-20 мкм. Клетки алейронового слоя представляют многоугольники и сильно различаются по своему поперечнику от 25 до 75 мкм. Стенки клеток умеренной толщины от 6 до 8 мкм.

Эндосперм состоит из различных типов клеток, различающихся по форме, размеру и месту расположения в зерне. Периферические продолговатые клетки эндосперма, примыкающие к алейроновому слою, имеют величину 128-200 мкм на 40-60 мкм, центральные клетки весьма неодинаковы по размеру и форме и в среднем составляют 70-140 мкм на 70-120 мкм. У большинства клеток толщина оболочек 3 мкм, однако вблизи алейронового слоя она достигает 4 мкм, вблизи бороздок - 7 мкм (II). Крахмал представлен, главным образом в виде сферических зерен, диаметр которых достигает 50 мкм. Зародыш состоит в основном из двух частей, зародышевой оси и щитка, которые тесно примыкают к эндосперму.[1]

### *Химический состав морфологических частей зерна*

Биологическая ценность любого продукта из злаков, которая обусловлена его химическим составом, определяется содержанием в нем необходимых организму человека пищевых веществ, и в первую очередь белков, незаменимых аминокислот, углеводов, жиров, витаминов, минеральных и балластных веществ. Анатомические части зерна имеют различный химический состав, данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Строение и химический состав зерна

Части зерна	Масса, %	Содержание, % сухого веса					
		зола	крахмала	клетчатки	белка	жира	сахара
Эндосперм	82	0,4	80	0,1	14,0	0,7	2,3
Алейроновый слой	7	4,8	4,2	3,1	3,9	3,3	3,3
Плодовые и семенные оболочки	8	4,8	4,2	3,1	3,9	3,3	3,3
Зародыш	3	4,8	4,2	3,1	3,9	3,3	3,3

На продольном разрезе зерна пшеницы под микроскопом хорошо различимы бородка, плодовая и семенная оболочки, алейроновый слой, эндосперм, зародыш, в соответствии с рисунком 1.

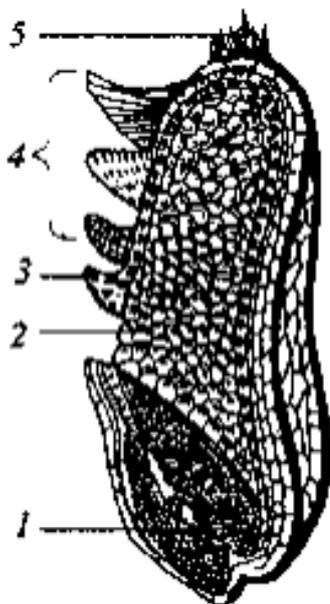


Рисунок 1 – Строение зерна пшеницы

*1 - зародыш; 2 - эндосперм; 3 - алейроновый слой; 4 - плодовая и семенная оболочки; 5 - бородка*

**Плодовые и семенные оболочки** отличаются высоким содержанием клетчатки и гемицеллюлозы. Минеральные вещества в плодовой и семенной оболочках составляют до 24% от массы. Белковые вещества находятся в незначительных количествах, примерно от 2,5 до 6,0%. Из витаминов в оболочках присутствуют в основном пиридоксин (В6) - 12% и пантотеновая кислота (В3) - 9% (от общего содержания в зерне)

**Алейроновый слой** имеет своеобразный химический состав. Общее содержание белковых веществ в клетках алейронового слоя, по данным некоторых авторов доходит до 30%, наличие жира также довольно велико - до 10%. Углеводы в основном представлены клетчаткой (до 6%), целлюлозой (до 5,6%) и пентозанами (до 26%). [2]

Ди- и трисахариды составляют 5-8% массы клеток. Биологически активные вещества широко представлены в данном слое. Так тиамин содержится 62% от общего количества в зерне, рибофлавин - 37%, ниацин - 82%, пиридоксин - 61%, пантотеновой кислоты - 41%. В алейроновом слое много фосфора. Более, чем на 1/3, алейроновые гранулы состоят из фитина (кальций-магниевые соли инозитфосфорной кислоты). Под действием фитазы (оптимум действия рН = 5,8), находящейся в зерне пшеницы, от фитина отщепляется фосфорная кислота и соли кальция, которые используются организмом человека в обмене веществ.

**Эндосперм** преимущественно состоит из крахмала, количество которого доходит до 75-80% от массы. В состав белковых веществ в основном входят глиадин и глютеин. По направлению к центру эндосперма содержание белка и золы снижается. Из всех витаминов больше всего в эндосперме находится ниацин (до 12%), рибофлавин (до 32%) и пантотеновой кислоты (до 43%) от общего содержания в зерне. Минеральных веществ немного, они в основном представлены калием и фосфором.[3]

**Зародыш**, являясь зачатком будущего растения, сосредотачивает в своем составе много белков, Сахаров, липидов и минеральных солей. Его характеризует достаточно высокое количество биологически активных веществ - витаминов и ферментов. В зародыше от 17,7 до 35% белка, который включает в основном альбумин и глобулин. Липидов в среднем около 10%. Минеральные вещества составляют 3,9-6,4% и представлены в основном калием, фосфором, магнием, железом. Весьма интересен состав углеводов зародыша, так, например, содержание редуцирующих сахаров доходит до 3,5%, сахарозы - до 14,6%, рафинозы до 6,9%.

В зародыше сосредоточено около 60% витаминов целого зерна пшеницы, которые в основном представлены В1 В2, В3, РР и группы Е - соответственно 6,2; 1,45; 2,5; 7,5; и 15,8 мг %. Основными источниками витаминов группы "В" являются крупяные культуры. Часто бывает недостаточно витаминов группы Е (γ-токоферолов), так как содержание этого витамина в обычных продуктах мало. Токоферолы оцениваются как одни из весьма активных веществ, тормозящих развитие столь распространенного в настоящее время заболевания - атеросклероза и являются веществом, стимулирующим работу нервной системы. Поскольку при прорастании зерна именно из зародыша образуется новое растение, в его состав входят разнообразные ферменты, которые выполняют важную роль в обмене веществ. [4]

Таким образом краткое рассмотрение химического состава отдельных морфологических частей зерна позволяет сделать заключение о неравномерном распределении отдельных элементов в самом зерне. Это относится прежде всего к одному из важнейших и дефицитных компонентов зерна - белку. Наибольшим количеством белка отличается так называемый субалейроновый слой эндосперма, который содержит 53% белка. Самым высоким содержанием белка отличаются периферийные части зерна, значительно меньше его в центральной части эндосперма.

Известно, что белки эндосперма, оболочек, алейронового слоя и зародыша различаются по аминокислотному составу. Наиболее дефицитные в белковом балансе незаменимые аминокислоты - лизин, треонин и триптофан, а также валин, гистидин, аргинин, сосредоточены в зародыше и алейроновом слое. Глутаминовой кислоты и пролина больше в эндосперме.

Весьма неравномерно распределены витамины в отдельных анатомических частях зерна. Эндосперм содержит значительную долю рибофлавина (В2) - 32% и пантотеновой кислоты (В3) - 43%. В алейроновом

слое приблизительно 80% ниацина (РР) и 60% пиридоксина (В6) от общего содержания в зерне.

Около 90% от общего количества тиамин представлено в щитке зародыша и в алейроновом слое. Кроме того, зародыш и его щиток являются носителями ценнейшего витамина Е. [5] Таким образом можно отметить, что периферийные части зерна отличаются большим количеством витаминов, чем его центральная часть эндосперм.

Весьма важными регуляторами многих физиологических процессов в организме человека являются микро-и макроэлементы. Следует отметить, что зерно богато фосфором, калием, магнием, серой. В зерне больше всего минеральных веществ приходится на периферийные слои; алейроновый слой (61%), оболочки (7%) и зародыш со щитком (12%), меньшая на эндосперм (20%), в силу чего его зольность минимальная. В среднем зольность отдельных частей пшеничного зерна (в % к сухой массе) такова: зерно целиком 1,81, эндосперм 0,32, зародыш 4,51, оболочки с алейроновым слоем 9,22.[6]

Для получения муки повышенной пищевой ценности необходимо чтобы она содержала бы морфологические части зерна, в том числе наиболее ценные по химическому составу периферийные слои и зародыш, которые необходимо тонко измельчить. Однако специфический химический состав анатомических частей зерна будет влиять на их структурно-механические свойства. Это обстоятельство необходимо иметь ввиду при проведении исследований.

## **1.2 Структурно-механические свойства отдельных частей зерна**

Зерно пшеницы является сложным конгломератом различных веществ и соединений. В связи со своеобразным химическим составом отдельных частей зерна и физико-химическими связями тех соединений, из которых главным образом состоят, они проявляют различные структурно-механические свойства.

Прочность различных тканей зерна объясняется прочностью их физико-химических связей и измеряется величиной механической энергии, необходимой для их разрушения, или напряжением разрушения связи. [7]

Наибольшей энергией обладает ионная связь. Эта химическая связь придает материалам эластичность, пластичность, большую подвижность системам. Химические связи, которые действуют на более близком расстоянии - ковалентная и водородная придают материалам хрупкие свойства.

Основными видами химических связей у соединений зерна являются, как известно пептидные, дисульфидные, водородные (у белков) глюкозидные ковалентные, водородные (у углеводов), эфирные (у жиров) и ионные (у минеральных солей). Основными структурными компонентами оболочек являются целлюлоза и гемицеллюлоза, которые в значительных количествах содержатся и в алейроновом слое.

Целлюлоза - это полимерное соединение с высокой молекулярной массой, молекулы которой как бы "сшиты" в пачки и слои многочисленными поперечными водородными связями, придающими структуре клетчатки большую прочность. Однако, наличие этих связей лишает целлюлозу эластичности, в сухом состоянии они придают ей жесткость и хрупкость. Клетчатка обладает высокой водопоглощительной способностью, и при набухании в воде теряет хрупкость и приобретает пластичность.[8]

Содержание гемицеллюлоз - пентозанов и гексозанов в зерне пшеницы составляет 7-9% при чем подавляющая их часть содержится в оболочках и алейроновом слое. Они выполняют роль наполнителя структурной сетки стенок клеток ткани, состоящей из наиболее прочного соединения целлюлозы. Увеличение количества целлюлозы в оболочках клеток и ее молекулярной массы сопровождается повышением прочности тканей. [9]

Прочность оболочек определяется расположением молекул и их длиной. Сопротивление их разрыву в направлении длины зерна значительно больше, чем в направлении малой оси. С увеличением влажности зерна прочность оболочек уменьшается, а упругость возрастает. Упругие свойства и повышенная сопротивляемость дроблению вызывается ослаблением межмолекулярных сил сцепления и, по-видимому, уменьшением водородных связей. Хрупкость оболочек приводит к их тонкому размельчению. Если технологу не выгодно попадание оболочек в муку, необходимо усилить сопротивляемость оболочек измельчению за счет повышения их влажности.

Оболочки зерна, будучи в сухом состоянии (влажность 8-10%), отличаются значительной хрупкостью. При увлажнении же оболочек их эластичность увеличивается. Усиление эластичности оболочек в результате искусственного повышения влажности имеет свои положительные стороны. Выражается это в том, что более эластичные оболочки труднее поддаются размельчению, и не крошатся при дроблении зерна. В результате, если это необходимо, мука не засоряется мелкими частицами отрубей, получают более ценные для животноводства крупные отруби. Отрицательная сторона усиления эластичности оболочек характеризуется резким повышением удельной величины работы, затрачиваемой на дробление оболочек там, где они принимают большое участие как объект дробления.[10]

Клетки алейронового слоя имеют оболочки значительной толщины, отличающиеся хрупкостью. Однако, при обычных схемах помола значительное количество алейронового слоя прочно связано с остатками семенной и плодовой оболочек, и как материал повышенной прочности он менее разрушается, чем клетки эндосперма, поэтому, представляет собой крупные частицы, отсеиваемые с отрубями. Клетки алейронового слоя, попадающие в муку, чаще остаются неразрушенными и поэтому только в малой части усваиваются организмом человека.

Эндосперм в основном состоит из природных биополимеров - крахмала и белков. Ткани эндосперма зерна пшеницы имеют мучнистую или частично стекловидную структуру.

Мучнистый эндосперм состоит из большого количества мелких зерен крахмала с тонкими прослойками белка. В стекловидном эндосперме зерна крахмала окружены толстыми аморфными прослойками белков.

Разрушающее усилие на растяжение для эндосперма стекловидного зерна составляет больше чем для мучнистого, это объясняется наличием более слабых связей между молекулами полимеров в мучнистом эндосперме.[11]

Белки с точки зрения современной протеинологии являются высокомолекулярными веществами, первичная структура которых образована полипептидными цепочками, построенными из различных аминокислот, соединенных между собой пептидными связями, которые характеризуются высокой энергией связи и разрушаются только при длительном гидролизе серной или соляной кислотой или под действием протеолитических ферментов. Наличие значительного количества межмолекулярных водородных связей в глобулярных белках делает их достаточно жесткими полимерами. Для изменения их форм необходима значительная энергия.[12]

Крахмал является природным биополимером, состоящим из остатков сахара - глюкозы ( $C_6H_{10}O_5$ ) состоит из амилозы, в которой количество остатков глюкозы составляет 400-1000, и амилопектина, содержащего до 1500 и более глюкозных остатков. Амилоза образует линейную форму молекул и содержание ее в зерне крахмала 20-25%, амилопектин представляет ветвящуюся форму молекул.

Молекулы крахмала в зернах объединяются большим количеством водородных связей, поэтому сухие зерна крахмала обладают значительной хрупкостью - легко разрушаются в упругой области деформаций при механическом воздействии.

В эндосперме при его увлажнении происходит сложный комплекс явлений, источником своего происхождения имеющих причины не только механического, но и биохимического порядка, приводящие к ослаблению сопротивления эндосперма воздействию внешних сил. Если влажность эндосперма выходит за пределы 14-15%, то вместо разрыхления начинают развиваться явления "комкования". Разрушение при помоле клеток эндосперма объясняется низкой прочностью содержимого клеток. Наиболее трудно измельчить клетки центральной части эндосперма.

Зародыш содержит значительные количества жира и сахара. Жиры представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и ряда жирных кислот. Молекула жира имеет "вилочную" форму, все концевые группы атомов являются неполярными, подобные молекулы связаны слабыми дисперсионными силами. Жиры имеют полярные концевые группы молекул, способные взаимодействовать и достаточно прочно связываться с углеводами и белками зерна.

Во время размола зародыш и большая часть щитка подвергаются расплющиванию. При обычном помоле пшеничной муки сплюснутый во время измельчения зерна зародыш удаляется отсеиванием.[13]

Таким образом, зерно представляет резко выраженное анизотропное тело: отдельные части зерна, имея своеобразную структуру, физические и химические свойства, обладают различными механическими свойствами. Зерно - это твердое коллоидное капиллярно-пористое тело, построенное из веществ различного характера.

Крахмал и клетчатка имеют кристаллическую структуру, белковые вещества проявляют свойства более аморфных структур. Поскольку крахмала в зерне больше, то рентгенографический анализ зерна пшеницы показывает преобладание в нем кристаллической структуры. [14]

Прочность зерна зависит не только от прочности отдельных частей, но и от их взаимодействия, конфигурации и взаиморасположения. Механические свойства зерна могут значительно изменяться в зависимости от различных факторов.

Важнейший из них - влажность зерна. Увлажнение ослабляет жесткость "каркаса" и сопротивляемость на сжатие "наполнителя". Сухое зерно ведет себя как хрупкое тело, влажное - как более пластическое тело. На возможность разрушения зерна при помоле оказывает влияние и температура. Твердость оболочек и эндосперма с понижением температуры увеличивается, а зерна в целом уменьшается, оно становится более хрупким. [15]

Под сопротивляемостью зерна измельчению, указанной в формуле (1), понимают работу разрушения, приходящуюся на единицу вновь образованной поверхности:

$$P=A/\Phi \quad (1)$$

где  $P$  – сопротивляемость зерна измельчению;

$A$  - работа разрушения;

$\Phi$  - вновь образованная поверхность.

На величину разрушения наиболее сильно влияет влажность. Влажное зерно целесообразно разрушать давлением (статически), сухое же - ударом (динамически). Однако если в полимерах зерна находится много пластификаторов, то при сжатии материал расплющивается, но не разрушается. Для разрушения подобных материалов необходима деформация растяжения, которая обеспечивает разрыв этих структур на мелкие частички. [16]

Процесс измельчения зерна можно разделить на два этапа: фазу предразрушения (подготовки к помолу), фазу разрушения (размол).

Процесс измельчения зерна тесно связан с теорией упругости, которая дает простые закономерности лишь для идеального изотропного тела.

Зерно же представляет резко выраженное анизотропное тело; в связи с этим весьма сложным является выбор оптимального способа измельчения зерна, при котором все его составные части и особенно периферийные будут измельчены до разрушения клеток, составляющих их.

### 1.3 Специфика измельчения зерна в мукомольной промышленности

Ввиду того, что зерно является анизотропным телом, при его размоле в мукомольной промышленности возникают значительные трудности. Деформации сжатия и сдвига способствуют измельчению эндосперма, в то время как отрубистые оболочки не разрушаются под воздействием этих усилий.

Вальцевый помол, складывается из двух процессов - драного и размольного. Драной процесс позволяет более полно отделить чистый эндосперм от оболочек. После прохода через вальцы продукты помола разделяются на отсевах на несколько фракций различной дисперсности, наиболее крупная состоит из отрубей. Технология производства муки совершенствовалась, однако основная цель оставалась прежней - получить муку наивысшей очистки, свободной от оболочек, максимальной белизны. С точки зрения гигиены питания, чем больше зерно освобождено от зародыша и периферийных слоев и измельчено, тем меньше в муке биологически активных компонентов (витаминов, микроэлементов и др.) и клетчатки. [17]

В результате такого помола зерна высшие сорта по своему составу приближаются к эндосперму, небольшая часть периферийных слоев зерна попадает в муку второго сорта, а отруби содержат оболочки, зародыш, алейроновый слой и частицы эндосперма.

На предприятиях мукомольной промышленности применяются молотковые дробилки и вальцевые станки. Эти машины для производства муки без отбора отрубей не рекомендуются, так как они не могут обеспечить получение однородного по крупноте продукта. В последние годы в литературе описано большое количество способов измельчения целого зерна пшеницы. Одни из них предполагают весьма сложное аппаратное оформление процесса, другие предусматривают проведение размолы при повышенных или очень низких температурах. Кроме того, в целом ряде помолов удаляются отдельные морфологические части зерна, в особенности периферийные. Степень дисперсности муки весьма разнообразна, как правило, преобладает грубый помол. [18]

Твердые материалы, используемые в разнообразных технологических процессах, должны подвергаться тонкому измельчению, так как это позволяет, в одних случаях проводить, а в других и ускорять технологические процессы.

Измельчение материалов может происходить при ударном воздействии на вещество, при растирании, скалывании и в результате большого давления. Иногда применяется различное сочетание способов дезагрегации. При выборе способа измельчения учитывают, как физические свойства материалов, так и начальную величину дисперсности частиц материалов. Разрушение вязких материалов происходит быстро и легко при растирании, хрупких - при скалывании. [19]

Применяемые в некоторых отраслях промышленности шаровые мельницы и другие обычные типы измельчителей не могут давать тонкого помола и обладают существенным недостатком - 99% энергии идет не на образование высокой дисперсии, а на нагрев.

Все удары доводят до предельной деформации, а превращаются в тепло. Для осуществления эффективного измельчения до частиц размером меньше 50 мкм, как показали исследования в области - физико-химической механики, необходимо использовать колебательные (вибрационные) воздействия. Эти воздействия ведут к разрушению крупинки измельчаемого материала по наиболее слабым местам - дефектам разного рода, развивающимся в его структуре. Этот принцип применен в специальной машине - дезинтеграторе, позволяющем получить весьма тонкий помол.

#### **1.4 Сравнительная оценка качества муки различных сортов**

Показатели качества муки различных сортов (химический и гранулометрический состав, цвет и др.) зависят от того, какие анатомические части зерновки и в каких соотношениях в нее включены. Кроме того, некоторые свойства муки будут зависеть от степени механического воздействия измельчающих машин.

В современном хлебопечении используется мука различных сортов, которая по своему химическому составу значительно беднее целого зерна, так как при производстве сортовой муки ценные в пищевом отношении части зерна, богатые белком и витаминами - алейроновый слой и зародыш, в основном, удаляются. Мука в этом случае состоит из достаточно тонко диспергированного эндосперма.

Высокопитательные части зерна (алеироновый слой и зародыш) обладают тем недостатком, что имеют толстые клеточные оболочки из целлюлозы и гемицеллюлозы, которые практически не расщепляются ферментами, выделяемыми пищеварительными органами человека. Поэтому мука, содержащая эти части зерна (разового помола или мука обойная), незначительно повышает пищевую ценность хлеба из-за плохой усвояемости этих частей. [20]

Из пшеничных сортов наиболее полноценной по химическому составу является обойная мука, однако, целое зерно отличается более высоким содержанием белка, незаменимой аминокислоты лизина, а также содержанием витаминов и минеральных веществ. Такое различие объясняется тем, что при обработке зерна теряются некоторые морфологические части зерна, содержащие биологически ценные вещества.

Чтобы сохранить в муке большинство питательных веществ зерна, надо создать оптимальные условия его обработки. Очевидно, что мука, полученная из целого зерна при оптимальных условиях измельчения будет отличаться повышенным содержанием питательных компонентов. [21]

При выработке муки из зерна происходят значительные потери минеральных веществ. Существенно уменьшается содержание витаминов по мере снижения выхода пшеничной муки. Имеющиеся данные говорят о значительном снижении количества витаминов группы "В" при выработке муки высоких сортов.

Установлено, что с повышением выхода муки, возрастает доля фосфора в форме фитиновых соединений. Так в отрубях 90-97% фосфора находится в виде фитинового фосфора. Фитиновые соединения снижают усвоение организмом человека кальция и железа, фитиновая кислота образует с различными металлами нерастворимые соли. Однако, в периферийных частях зерна и особенно зародыше наиболее высоко содержание фитазы, которая снижает содержание фитатов. [22]

Степень измельчения муки - один из важнейших показателей ее технологических свойств. Характеризовать гранулометрический состав можно ситовым анализом, по удельной поверхности муки. Преимуществом показателя удельной поверхности муки является его тесная связь со степенью повреждения зерен крахмала в процессе помола.

Повышенным содержанием питательных компонентов должна отличаться мука из целого тонкодиспергированного зерна пшеницы, в сравнении с существующими сортами пшеничной муки.

В связи с этим весьма важным является вопрос о поиске оптимального режима измельчения зерна. Из всего изложенного напрашивается вывод, что наиболее рационально явилось бы получение нового вида муки с достаточно тонко диспергированным эндоспермом, но что особенно важно с таким измельчением периферийных частей зерна, которое обеспечивало расщепление их толстых клеточных оболочек, что способствовало бы их усвоению организмом человека.

### **1.5 Повышение пищевой ценности пшеничной муки**

Мука, является основным сырьем для производства многих пищевых продуктов. Однако, пищевая ценность муки недостаточна ввиду того, что она содержит невысокие количества белка, витаминов, минеральных и балластных веществ.

Повысить пищевую ценность муки можно путем обогащения ее витаминами и минералами. За счет обогащения повышается уровень питательных веществ или происходит добавление питательных веществ, изначально не содержащихся в продуктах питания. Обогащение замещает или добавляет необходимые витамины и минеральные вещества.

Пшеничная мука теряет многие питательные элементы в процессе помола, в соответствии с рисунком 2.

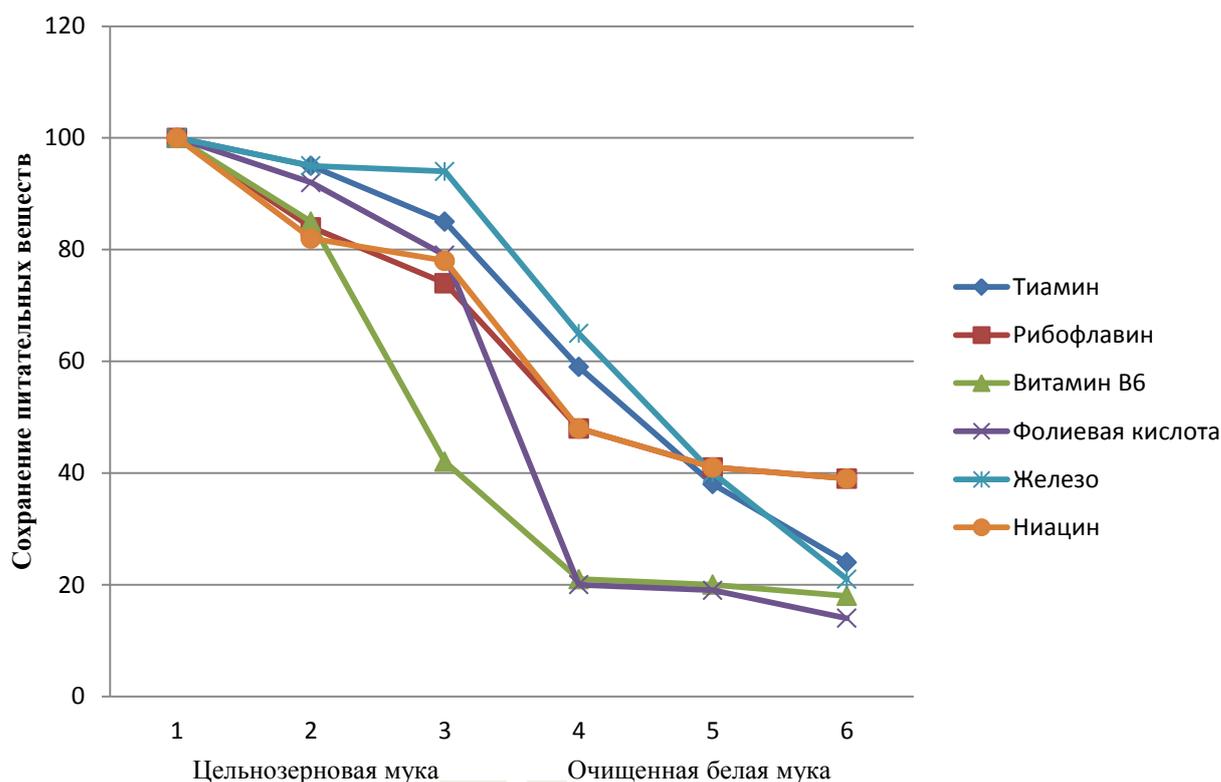


Рисунок 2 - Содержание питательных веществ в цельнозерновой и обычной муке

86 стран мира имеют мандаты по обогащению пшеничной муки витаминами и минералами. Это рентабельное вмешательство в области общественного здравоохранения в основном используется для предотвращения анемии от дефицита питательных веществ и тяжелых врожденных дефектов мозга и спинного мозга вследствие недостаточного количества фолиевой кислоты.

Анемия может быть тяжелым заболеванием, поскольку она мешает выполнять ежедневные задачи в жизни. Анемия уменьшает производительность, препятствует физическому и умственному развитию у детей, и способствует материнской смертности. В местах, где мука производится в промышленных масштабах, ее можно легко обогащать железом и другими нутриентами, дефициты которых вызывают анемию.[23]

Однако, следует отметить, что обогащение муки таким образом требует дополнительных материальных затрат. В связи с этим при решении проблемы повышения пищевой ценности муки может быть выбрано и другое направление, при котором наиболее полно используются биологически ценные вещества, содержащиеся в целом зерне пшеницы.

Как известно, биологически ценные вещества распределены неравномерно в различных морфологических частях зерна. Периферийные слои зерна (оболочки, алейроновый слой, зародыш) содержат больше белка, витаминов, минеральных и балластных веществ, чем эндосперм.

Современная мукомольная промышленность при производстве сортовой муки использует в основном центральную часть зерна-эндосперм, а периферийные части зерна попадают в отруби. В муке пшеничной обойной содержатся практически все части зерна, однако, это мука грубого помола и поэтому большая часть биологически ценных веществ, сосредоточенных в грубых оболочках клеток, не усваивается организмом человека. В связи с этим появилась необходимость приготовления муки специального сорта с тонким измельчением всех частей зерна. Сложность тонкого диспергирования целого зерна пшеницы обусловлена неоднородностью механических свойств разных анатомических частей зерна. [24]

Сложность тонкого диспергирования целого зерна пшеницы обусловлена неоднородностью механических свойств разных анатомических частей зерна. Разработаны многочисленные способы помола целого зерна пшеницы, но они предусматривают весьма сложное аппаратное оформление процесса, размол зерна осуществляется при высоких или очень низких (криогенных) температурах. При этом преобладает мука грубого помола.

Для измельчения зерна необходим комплекс различных механических воздействий, а во многих конструкциях мельниц используется преимущественно один из способов воздействия.

В связи с этим основной целью дипломной работы явилось изучение и разработка технологии производства муки повышенной пищевой ценности и улучшенного качества из смесей пшеничной сортовой муки с тонкодиспергированными отрубями. Это позволит вырабатывать муку, которая по всем показателям качества и пищевой ценности будет лучше обычной пшеничной муки и в то же время не будет возлагать на предприятие особых финансовых затрат.

Решение проблемы более полного использования зерна не могло быть осуществлено без дополнительных исследований структурных элементов поверхностных слоев зерновки, которые при традиционном помолу образуют отруби. В работе мы должны доказать принципиальную возможность тонкого измельчения этих морфологических частей зерна с целью получения муки повышенной пищевой ценности.

## **1.6 Повышение пищевой ценности пшеничной муки путем обогащения ее витаминно-минеральными смесями**

Обычно к решению задачи повышения пищевой ценности продуктов подходят со стороны включения в рецептуру изделий различных видов традиционного и нетрадиционного сырья биологически ценного по своему химическому составу.

Наиболее популярными в этом отношении стали такие обогатители как цельное и сухое молоко, сыворотка, соевая и гороховая мука, белковые изоляты из семян масличных культур. Кроме того, разработаны и применяются

рекомендации по витаминизации муки. Все эти добавки, если они применяются в достаточных количествах, делают мучные изделия более сбалансированным прежде всего по белку, аминокислотному составу, витаминам, макро-и микроэлементам, т.е. эссенциальным факторам питания.[25]

Одним из распространенных способов повышения пищевой ценности муки является способ обогащения ее микронутриентами - использование специальных витаминно-минеральных смесей (ВМС), содержащих железо и витамины группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, фолиевую кислоту). Являясь составной частью гемоглобина, железо принимает активное участие в важнейших биохимических процессах кроветворения, переноса кислорода кровью из легких в ткани, биологического окисления, обеспечивающего организм энергией. [26]

Источником этого микроэлемента является пища как животного, так и растительного происхождения. Учитывая, что основными продуктами питания населения являются продукты растительного происхождения, в состав которых железо входит в трехвалентной форме, неусваиваемой организмом человека, дефицит этого микроэлемента в питании неизбежен.

Кроме того, широко распространены дефициты тех микронутриентов, которые участвуют в процессах усвоения железа и перехода его из трехвалентного состояния в двухвалентное состояние: витаминов С, Е, В<sub>12</sub>, В<sub>6</sub>, фолиевой кислоты, микроэлемента селена. [27]

Учитывая, что в кишечнике всасывается не более 10% железа, поступающего с пищей, рекомендуемая норма его потребления составляет для мужчин 10 мг в сутки, для женщин детородного возраста 18-20 мг, для беременных и кормящих женщин потребность в этом микроэлементе еще выше (25-27 мг).

Получить требуемое количество хорошо усвояемого железа с обычным рационом возможно только при использовании обогащенных этим микронутриентом продуктов питания. Поэтому расширение производства продуктов массового потребления (мука, хлебобулочные изделия), обогащенных железом и другими микронутриентами является актуальным.

ВМС представляют собой сухие порошкообразные продукты, содержащие железо, поливитаминный премикс, аскорбиновую кислоту, в качестве носителя - пшеничную муку или мальтодекстрин.

На сегодняшний день актуальна технология поэтапного разведения используемых добавок, которая гарантирует равномерное распределение микронутриентов по всей массе продукта.

Процедура процесса поэтапного обогащения муки ВМС представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 - Этапы процесса обогащения

Добавление в пшеничную муку витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР и фолиевой кислотой в сочетании с различными соединениями железа повышает пищевую ценность продуктов, однако при обогащении пшеничной муки биологически активными компонентами, большую роль играют физико-химические свойства обогащающих добавок, прежде всего металлов переменной валентности, способных активизировать окислительные процессы, приводящие к ухудшению качества муки.

Также использование ВМС ведет к достаточно существенным финансовым затратам, что отрицательно сказывается на желании производителей повышать пищевую ценность муки таким образом.

### 1.7 Охрана труда и техника безопасности

Охрана труда и техника безопасности на предприятии включают в себя комплекс мер, целью которых является обеспечение безопасности и сохранение здоровья работников, занятых исполнением своих трудовых обязанностей. Основные нормативные требования по этому направлению приведены в Трудовом кодексе. Также действует целый ряд специализированных нормативных актов отраслевого и межотраслевого характера. [36]

Охрана труда организации изучает актуальные вопросы производственной санитарии и травматизма, основные пожарно-технические сведения и общие правила пожарной безопасности на предприятиях пищевой промышленности, специфические особенности производства и требования безопасности при эксплуатации основного и вспомогательного технологического оборудования.

Компания ИП «Dostar Kostanay» заботится об охране труда и технике безопасности. На предприятии в соответствии с действующими нормами устроены бытовые помещения и устройства: гардеробные, умывальные, уборные, т.д.

Охрана труда и техника безопасности на предприятии – это, прежде всего, зона ответственности работодателя и соответствующих служб организации.

Работодатель разрабатывает внутреннюю нормативную документацию, проводит инструктажи и проверки знаний в соответствии с требованиями законодательства, информирует работников обо всех обстоятельствах, от которых зависит безопасность на производстве. [37]

Также работодатель обязан создать для работников безопасные условия труда. Для этой цели предусматривается он выполняет комплекс требований:

- использование оборудования и конструкций, соответствующих требованиям стандартов и другой нормативной документации;
- соблюдение сроков периодических ремонтов и обслуживания оборудования;
- соблюдение требований пожарной и электробезопасности при оснащении производственных и офисных помещений;
- установка необходимых защитных приспособлений и конструкций;
- обеспечение достаточной освещенности, вентиляции, поддержание оптимального температурного режима на рабочих местах;
- своевременное устранение пыли и отходов производства;
- обеспечение работников спецодеждой и спецобувью, а также другими средствами индивидуальной защиты в соответствии со спецификой производства;
- обеспечение работников актуальными инструкциями по ТБ, наглядными материалами;
- создание на рабочих местах и в производственных помещениях всех необходимых систем сигнализации, размещение знаков безопасности и т.д. [38]

Одной из приоритетных задач охраны труда и техники безопасности является поддержание рабочих мест и производственных помещений в безопасном состоянии. Для этой цели предъявляются следующие требования:

- каждый работник, независимо от должности и места работы, несет ответственность за поддержания порядка на своем рабочем месте;
- необходимо своевременно убирать мусор и содержать рабочее место в чистоте;
- проходы, коридоры, пути эвакуации должны оставаться свободными;

-прокладка кабелей в пределах рабочих мест должна выполняться с соблюдением требований электробезопасности;

-при разливе или рассыпании каких-либо веществ на рабочем месте или в производственных помещениях уборка должна быть произведена немедленно.

#### *Требования техники безопасности к работникам предприятия*

Обеспечение безопасности труда невозможно без непосредственного участия самих сотрудников. Значительная часть аварий и несчастных случаев на производстве происходит из-за нарушений, допускаемых работниками.

Все работники, независимо от должности обязаны:

-знать особенности технологического процесса на своем рабочем месте;

-знать и соблюдать все действующие требования по безопасной эксплуатации оборудования на своем рабочем месте;

-обладать в полном объеме знаниями в рамках инструктажей по охране труда;

-носить принятую на предприятии униформу, спецодежду, использовать средства индивидуальной защиты;

-соблюдать требования техники безопасности, действующие в производственном подразделении;

-знать и соблюдать требования, которые предписываются знаками безопасности, установленным на рабочем месте;

-соблюдать требования пожарной безопасности и электробезопасности.

В свою очередь производительность и результаты труда во многом зависят от санитарно-гигиенических условий. Созданы все материальные и санитарно-гигиенические условия труда для работников предприятия. Ежедневно проводится влажная уборка, еженедельно генеральная.

Метеорологические условия в производственных помещениях оказывают большое влияние на здоровье и работоспособность человека. Поэтому созданы оптимальные микроклиматические условия.

Для оздоровления воздушной среды производственных помещений и создания нормальных условий труда предусмотрено вентилирование воздуха, то есть приток, вытяжка.

Промышленная вентиляция - одно из самых мощных средств оздоровления условий труда, повышения его безопасности и производительности. Роль вентиляции не ограничивается только санитарно-гигиеническим значением, она имеет и большое технологическое, противопожарное и взрывобезопасное значение.

Немаловажную роль в организации работы человека имеет освещение помещений. На производстве освещение помещений обеспечивает достаточную и равномерную освещенность рабочих мест и безопасность труда.

Для защиты рабочего от неблагоприятных воздействий внешней среды (механических, химических и термических) на предприятии применяют средства индивидуальной защиты - спецодежду, спецобувь. Пожарная профилактика - это комплекс инженерно-технических и организационных

мероприятий, направленных на обеспечение противопожарной защиты объектов отрасли.

Основными задачами пожарной профилактики являются разработка и осуществление мероприятий, направленных на устранение причин, которые могут вызвать пожар; на ограничение распространения возможных пожаров; на создание условий для безопасной эвакуации людей и имущества в случае пожара; на обеспечение успешного тушения возникших пожаров.

На некоторых стенах вывешены инструкции и схемы по технике безопасности и охране труда, санитарно-гигиенические заметки и памятки, а также инструкции и пояснения для работы с определенным оборудованием. У управляющего, эксперта службы безопасности труда можно спросить об образце производственного контроля. Для улучшения охраны труда внедряются современные технологии и безопасное оборудование.

Производственный контроль проводится в соответствии с требованиями техники безопасности и охраны труда. Сотрудники, занятые на работах с вредными условиями труда, получают дополнительные средства за вредность. Обоснованность каждого случая компенсаций основывается на законодательстве и итогах аттестации рабочих мест.

Свод практических правил Комитета по безопасности и гигиене труда: описывает трехэтапный подход к контролю ручного управления рисками:

1. Определите все опасности, связанные с ручным трудом, взглянув на:
  - действия / позы;
  - нагрузка;
  - рабочая среда и планировка;
  - организация работы; и
  - навыки и опыт работников.
2. Оцените риск, связанный с опасностями.
3. Определите и используйте соответствующие меры контроля.

Опасность при работе оборудования могут представлять операции обдирки, резания, дробления, истирания, измельчения или обрезания. Защита персонала может представлять собой ограждения или средства отключения, которые отключают энергию от всех источников перед выполнением операций по эксплуатации, уходу или регулированию оборудования, рабочие должны быть обучены соответствующим приемам работы на оборудовании. Особую опасность представляют машины, используемые для помола и транспортирования продуктов. При работе пневматических систем и шаровых затворов возможна ампутация пальцев или рук. При выполнении профилактических операций или очистки оборудование следует отключить. Оборудование должно иметь ограждение, а персонал должен быть обучен работе на соответствующем оборудовании. При работе технологических систем с автоматическими механическими движущимися частями возможны серьезные травмы, в особенности пальцев и рук. Котлы находятся в горячем состоянии, их работа сопровождается шумом, часто используется пар под

давлением. Опасность могут представлять движущие части штампов экструдеров, а также движущиеся с высокой скоростью ножи.

При работе с блендерами и мешалками возможны серьезные травмы, причем наиболее опасно работать в зазоре между лезвиями при выполнении очистки. Для снижения риска оборудование должно быть отключено, необходимо вывешивать предупреждающие знаки. Режущее полотно или водяные ножи могут стать причиной рваных ран, наиболее опасными являются работы замены этих деталей и их регулированию. В экстремальных условиях дополнительную опасность обжечься или быть раздавленным может представлять другое технологическое оборудование - вальцовое, формующие механизмы, нагреватели, сушки и бродильное оборудование. При выполнении операций вручную или при открывании мешков можно порезаться или получить ушиб. [39]

Пожары и взрывы могут разрушить оборудование по обработке зерна, нанести травмы или привести к смерти рабочих и других, работающих поблизости лиц. Для взрыва необходимы кислород (воздух), топливо (зерно, пыль), источник воспламенения достаточной энергии действующий в течение определенного времени (искра, пламя или горячая поверхность) и замкнутый объем (для образования ударной волны). Обычно при взрыве на производствах по переработке зерна происходит не один, а серия взрывов. В результате первичного небольшого и локального взрыва в помещении может образоваться пыль в концентрации достаточной для возникновения вторичного взрыва большей мощности. Нижний предел концентрации зерновой пыли составляет приблизительно 20,000 мг/м<sup>3</sup>.

Устранение опасности возникновения пожара и взрыва можно предусмотреть на стадии проектирования заводов за счет уменьшения объемов замкнутых помещений (кроме бункеров, емкостей и силосов); за счет контроля образования пыли в воздухе и ее накопления на полах и поверхности оборудования (герметизация линии перемещения продукта, использование вытяжной вентиляции, контроль за состоянием помещения, использование добавок, например пищевого минерального масла или воды); за счет противозрывных мер (системы гашения пожара и подавления взрыва, вентиляция).

При перемещении зерна может образовываться пыль. Несмотря на то, что зерновая пыль просто раздражает органы дыхания, пыль от необработанного зерна может содержать плесень и другие компоненты, которые могут вызывать жар и астматические аллергические реакции у чувствительных лиц. Следует избегать длительного вдыхания пыли. Обычно при необходимости пользуются респираторами. Максимальное количество пыли образуется на разгрузочно-погрузочных работах или на операциях очистки. Результаты отдельных исследований показывают на изменение функции легких под воздействием вдыхания пыли. Согласно рекомендациям конференции государственных врачей по промышленной гигиене Америки пороговое значение концентрации при воздействии зерновой пыли составляет 4 мг/м<sup>3</sup> в случае пшеницы. [40]

Шум представляет общую проблему на всех зерноперерабатывающих производствах. Уровень шума в большинстве случаев изменяется в пределах от 83 до 95 дБ, но может превышать 100 дБ. К относительному уменьшению уровня шума приводит очистка используемого оборудования.

Для удобства очистки и с антиинсектицидными целями в большинстве случаев полы и стены изготавливают из цемента, плитки или нержавеющей стали. Большинство рабочих передвигаются по помещениям и не задерживаются в зонах повышенного шума. В этих условиях значительно снижается воздействие шума, но для уменьшения уровня шума до допустимых значений следует пользоваться средствами защиты слуха. [41]

При выполнении работ в замкнутых объемах, например в бункерах, емкостях или в силосах также существует опасность для здоровья и физическая. Наибольшую опасность представляет низкая концентрация кислорода. Низкое содержание кислорода в плотно закрытых бункерах, емкостях и силосах может быть вызвано присутствием инертного газа (азота и двуокиси углерода для подавления заражения сельскохозяйственными вредителями) или биологическим воздействием (плесени в зерне и подавления насекомых). Перед тем как войти в бункер, емкость или силос следует проверить содержание кислорода в указанных замкнутых объемах. Если содержание кислорода ниже 19,5%, указанные объемы следует проветрить. Кроме этого, следует проверить, когда проводили последнюю обработку пестицидами этих объемов, а также наличие в них других токсичных веществ.

В замкнутых объемах существует опасность засасывания и удерживания в массе зерна за счет конструктивных особенностей (наклонные внутрь стенки и захват расположенным внутри оборудованием). Не следует находиться в бункерах, силосах или емкостях во время выгрузки зерна. Смертельные и несчастные случаи можно предотвратить с помощью отключения энергии или блокировки всего оборудования, а также обеспечивая подачу пригодного для дыхания воздуха и гарантируя, что при выполнении работ внутри сооружений указанного типа рабочие носят спасательные пояса с тросом. До выполнения работ следует проверить воздух в указанных сооружениях на наличие горючих газов, паров или токсичных веществ, на содержание кислорода. Рабочие не должны входить в бункеры, силосы или емкости под образовавшиеся перемишки или в зоны зависания материала на стенках. В этом случае рабочие могут быть погребены под обрушившимся материалом.[42]

Перед приемом на работу персонал должны пройти медицинское обследование на предмет выявления предрасположенности к аллергии, а также для проверки функции печени, почек и легких. Могут потребоваться специальные осмотры рабочих, выполнявших обработку пестицидами, и персонала, пользующегося защитными респираторами. Для оценки потери слуха необходимы соответствующие измерения. Состояние организма контролируют в условиях последующего наблюдения.

Борьба с вредителями хлебных запасов (клещи, бабочки, жуки, зерновки, грызуны) имеет огромное значение для сохранения количества и качества запасов зернопродуктов и зерна. Вредители служат также источниками различных заболеваний людей и животных. Для уничтожения вредителей используют сильнодействующие ядовитые вещества и другие химикаты (газовая и влажная дезинсекция, дератизация). Во время работы с ядохимикатами, а также с зерном и зернопродуктами, подвергавшимися газации, необходимо строго соблюдать меры безопасности, исключающие возможность отравления людей. К работам с ядохимикатами допускаются специально обученные лица не моложе 18 лет после прохождения медицинского осмотра.

Те, кто работает с ядовитыми веществами, должны пользоваться специальной одеждой и обувью, применять индивидуальные средства защиты органов дыхания (противогазы различных марок — в зависимости от вида работ и применяемых отравляющих веществ).[43]

Газовую дезинсекцию разрешается проводить в помещениях, техническое состояние которых дает возможность обеспечить надежную их герметизацию. Руководитель дезинсекционных работ до их начала проверяет качество очистки помещения и надежность герметизации.

При работах с применением дихлорэтана, бромистого метила, металлилхлорида удаленность объекта, подлежащего газации, от производственных, вспомогательных и подсобных помещений, эксплуатируемых железнодорожных путей должна составлять не менее 30 м, а от жилых помещений — не менее чем 50 м.

В непосредственной близости от места проведения работ, связанных с применением ядовитых веществ, располагают умывальник с теплой водой и мылом, запасные комплекты спецбелья, спецодежды, спецобуви и противогазы. Проведение работ по дезинсекции в ночное время запрещено.

Газацию помещений проводят механизированным способом, так как этот способ, в отличие от ручного, исключает необходимость нахождения людей во время газации в парах отравляющих веществ.

Во время газации складов баллоны устанавливают на насыпи зерна равномерно и с таким расчетом, чтобы при их открывании и выходе из помещения дезинсекторы не попадали в зону факела распыла фумиганта. После начала газации (через 30-60 мин) проверяют надежность герметизации помещения индикаторной горелкой. При утечке газа необходима дополнительная герметизация.

При газации помещений зерноперерабатывающих предприятий, наряду с герметизацией и очисткой помещений, все оборудование, в том числе аспирационное, необходимо подготовить для работы на холостом ходу, чтобы ускорить процесс дегазации. Коридоры, проходы и лестницы освобождают от посторонних предметов. Часть окон и дверей в помещении приспособливают для открытия их снаружи (для завершения дегазации).[44]

Все предприятия, подвергавшиеся газовой дезинсекции, должны быть полностью дегазованы до сдачи их в эксплуатацию. Время дегазации зависит от применяемых отравляющих веществ.

При дегазации крупных предприятий проветривание их помещений следует производить постепенно, чтобы не допустить выхода в атмосферу одновременно большой массы газа, опасной для здоровья и жизни людей.

Ввод в эксплуатацию предприятий, подвергавшихся газовой дезинсекции, допуск в указанные помещения рабочих разрешается только после заключения специальной комиссии, в которую входит представитель санитарного надзора. Сдача объектов, подвергавшихся обеззараживанию бромистым метилом, разрешается только после проведения контрольных анализов на содержание остаточного фумиганта в воздухе. Следует иметь в виду, что запрещается перемещать зерно и продукцию, подвергавшиеся газации, до исчезновения в них запаха фумиганта, а при применении бромистого метила — до истечения срока проветривания и лишь после химической проверки полноты дегазации.

Приготовление и раскладывание отравленных приманок проводят только специалисты по борьбе с вредителями хлебных запасов.[45]

Отравленные приманки готовят в специальных помещениях, которые имеют хорошую вентиляцию, или на открытом воздухе. Допуск посторонних лиц к этим работам запрещен. Приманки-яды выдаются только определенным лицам.

## 2 Экспериментальная часть

### 2.1 Постановка структуры экспериментальных исследований

Согласно плану эксперимента, необходимо было изучить особенности смешивания сортовой муки с тонкодиспергированными отрубями в различных пропорциях, выявить возможности их использования в производстве муки. Схема экспериментальных исследований представлена на рисунке 4.



Рисунок 4- Схема проведения исследований

При выполнении работы выбрана определенная последовательность проведения основных этапов исследований.

На первом этапе исследования, были определены объекты и методы исследований, возможность их использования в технологии производства муки, обоснование использования тонкоизмельченных отрубей для повышения пищевой ценности пшеничной муки, разработка технологии производства муки повышенной пищевой ценности.

Второй этап выполнения дипломной работы посвящен исследованию мукомольных и хлебопекарных свойств муки, разработке рецептур песочного печенья на основе муки повышенной ценности, исследование показателей качества и пищевой ценности печенья и анализ экономической эффективности производства нового вида муки и песочного печенья на ее основе.

## **2.2 Объекты и методы исследования**

Для решения задач, поставленных в настоящей работе, экспериментальные исследования выполнялись на ИП «DostarKostanay».

Объектами исследования являлись:

Мука товарная пшеничная высшего сорта. При проведении исследований в лабораторных условиях использовали 1 пробу.

Мука пшеничная I сорта. При проведении исследований в лабораторных условиях использовали 2 пробы, из них в производственных условиях 1 пробу (№ 2), для составления смеси муки с отрубями.

Мука пшеничная 2 сорта. При проведении исследований в лабораторных условиях использовали 2 пробы, из них в производственных условиях 1 пробу (№ 5) для составления смеси муки с отрубями.

Мука пшеничная обойная. При проведении исследований в лабораторных условиях использовали 2 пробы.

Отруби пшеничные. Исходные и тонкоизмельченные при проведении исследований в лабораторных условиях использовали 2 пробы, в производственных условиях 1 пробу.

Мука нового вида. При проведении исследований в лабораторных условиях использовали 3 пробы:

- проба №8 (НВ1) – смесь сортовой муки с тонкодиспергированными отрубями в соотношении 80:5:15;
- проба №9 (НВ2) – смесь сортовой муки с тонкодиспергированными отрубями в соотношении 75:10:15;
- проба №10 (НВ3) – мука из тонкодиспергированного целого зерна пшеницы.

Методы исследования.

При выполнении работы использовались стандартные методы исследования и определяли следующие показатели: органолептические и физико-химические.

Все пробы применявшейся пшеничной муки сортовой, пшеничной обойной и нового вида анализировали по следующим показателям: влажность по ГОСТ 9404-88; кислотность по ГОСТ 27493-87; зольность, количество и качество клейковины (по содержанию и способности сырой клейковины оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия на приборе ИДК-1М) по ГОСТ 27839-88; белизну по ГОСТ 26361-84; содержание сырой клейковины в муке определяли стандартным методом по ГОСТ 9404-60.

Качество сырой клейковины характеризовали величиной сжатия на приборе ИДК-I и растяжимостью над линейкой.

Характеристика проб муки, применявшейся в исследованиях, представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика проб пшеничной муки

№ проб муки	Сорт	Показатели качества						
		Влажность, %	Кислотность, град.	Газообразующая способность, см <sup>3</sup> , CO <sub>2</sub>	Автолитическая активность, % на СВ	Содержание сырой клейковины, ;	Качество сырой клейковины	
							ИДК ед.прибора	Растяжимость
1	в/с	12,8	2,5	1320	26,0	28,0	72	17,0
2	1с.	14,3	2,8	1430	28,0	36,0	78	16,0
3	1с.	13,6	2,9	1560	29,0	32,2	70	16,0
4	2с.	12,2	4,5	1550	29,0	28,0	70	19,0
5	2с.	13,7	4,4	1480	30,0	29,1	65	12,0
6	Обой.	14,0	4,9	1185	32,0	25,5	72	11,0
7	Обой.	11,9	4,9	1220	32,0	26,2	75	12,5
8	НВ1	10,5	4,7	1500	32,0	31,2	75	14,0
9	НВ2	11,6	4,5	1465	34,0	29,9	69	12,0
10	НВ3	12,2	4,8	1430	31,6	69	15,0	34,0

Примечание: Под условным обозначением «НВ» подразумевается новый вид муки. Пробы 8-9-смеси сортовой муки с тонкоизмельченными отрубями, 10 – мука из тонкодиспергированного целого зерна пшеницы.

### Отруби пшеничные

Все пробы применявшихся отрубей пшеничных анализировали по следующим показателям: влажность, зольность, которые определяли в соответствии с ГОСТ 7169-66.

Показатели качества проб отрубей пшеницы, используемых в работе, представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Характеристика отрубей пшеничных

№ проб отрубей	Показатели качества	
	Влажность, %	Зольность, %
1	12,9	4,2
2	11,9	4,9
3	14,5	5,0

Все используемые в исследованиях отруби пшеничные соответствовали требованиям ГОСТ 7169-66.

В задачу входило получение муки из всех тонкодиспергированных морфологических частей зерна, в том числе оболочек с алейроновым слоем и зародыша, отличающихся высокой биологической ценностью.

При грубом дроблении затрудняется их усвоение организмом человека из-за наличия толстостенных клеточных оболочек. Для выполнения этой задачи необходимы специальные измельчители. (Приложение А)

Основным недостатком существующего оборудования для измельчения зерна является то, что в каждой из конструкций преимущественно используется какой-то один из способов воздействия, в то время как для измельчения разнородного по своей структуре и физико-механическим свойствам материала, каким является целое зерно, необходим комплекс различных измельчающих воздействий. Таким образом, если создать оптимальные условия для диспергирования отрубей пшеницы, то можно получить муку, которая будет выгодно отличаться повышенным содержанием питательных компонентов, от существующих сортов пшеничной муки, вырабатываемых в настоящее время мукомольной промышленностью.

В связи с этим весьма интересно получить новый вид муки на основе товарных сортов с добавлением тонкодиспергированных отрубей. По своему химическому составу такая мука будет равноценна целому зерну пшеницы. В силу этих причин отруби были подвержены измельчению на лабораторной бисерной мельнице Русса М-Серии, с "пальцевым" типом ротора (см. Рисунок 5). Русса, лидер в производстве лабораторного оборудования для диспергирования и измельчения. Специальная конструкция мельницы позволяет использовать бисер до 0,1 мм и получать продукт более тонкого помола. Встроенная система охлаждения обеспечивает стабильную температуру в размольной камере.



Рисунок 5 - Бисерная мельница Russa M с "пальцевым" типом ротора

После измельчения отруби перемешали с товарной мукой. Макроэлементы, входящие в состав отрубей, становятся доступными для усвоения человеческим организмом, что, следовательно, повышает пищевую ценность продуктов, изготовленных с добавкой таких отрубей.

Проведенные испытания показывают возможность установки промышленной дробилки на мельнице для тонкого диспергирования отрубей в объемах, необходимых для промышленного освоения. Таким образом, установлена принципиальная возможность получения тонкодиспергированной муки с химическим составом целого зерна пшеницы, и показана возможность выработки нового вида муки в объемах, необходимых для практического использования в промышленности.

Очередной задачей стало изучение хлебопекарных свойств нового вида муки повышенной пищевой ценности.

### **2.3 Обоснование использования тонкоизмельченных отрубей для повышения пищевой ценности пшеничной муки**

К решению проблемы повышения пищевой ценности можно подойти с другой стороны, поставив перед собой задачу - бережно перенести в хлеб все биологически ценные вещества, заключенные в целом зерне пшеницы.

Добавление к пшеничной муке сортовых помолов тонкоизмельченных отрубей, позволит получить продукт, близкий по химическому составу к целому зерну.

Зерно пшеницы, в своем изначальном виде содержит большое количество балластных веществ. Под балластными веществами понимают комплекс из целлюлозы, гемицеллюлозы, пектинов, пентозанов и лигнинов, обладающий

водопоглотительной, ионообменной, абсорбционной, буферной и набухающей способностью и оказывающий положительное влияние на процесс пищеварения и выведения из организма конечных продуктов метаболизма и вредных веществ, поступающих в него. [28]

При изучении свойств различных растительных волокон отмечено, что волокна зернового происхождения обладают наиболее благоприятным действием. В состав пшеничных отрубей входят около 50% пищевых волокон, которые оказывают благоприятный физиологический эффект. В пшеничных отрубях содержатся пищевые волокна в количестве 57,67%, лигноцеллюлоза - 25,4%, гемицеллюлоза - 26,31%, пектин 3,13%.

Питание населения промышленно-развитых стран характеризуется недостаточным потреблением растительных волокон, что ведет к так называемым "болезням цивилизации", как сахарный диабет, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца. Уменьшение в рационе питания балластных веществ является одним из основных факторов риска.

Установлено, что оптимальная доза сырой клетчатки для здорового взрослого человека лежит в пределах от 12 до 24 г/день. Пищевые волокна оказывают огромное значение в системе мероприятий по профилактике целого ряда заболеваний.

Клетчатка действует эффективно в лечении диабета, снижая уровень глюкозы наряду с инсулиновой терапией. Введение пектина в пищу уменьшает уровень холестерина в крови и увеличивает выделение желчных кислот. В целом волокнистые компоненты весьма полезны, в частности, из-за перистальтического эффекта, водоудерживающей способности и создания условия для развития полезной микрофлоры кишечника. Рекомендуются потребление хлеба из муки 100%-го помола, содержащего балласт, или хлеба с отрубями, для снижения уровня холестерина в крови и предупреждения гастроэнтерологических и эндокринных заболеваний. Употребление хлеба с повышенным содержанием клетчатки позволяет в значительной мере снизить вес у людей, страдающих ожирением.[29]

Волокна являются антиканцерогенными компонентами пищи, так как связывают канцерогенные вещества и снижают их вредоносное воздействие на организм. Рекомендуется в условиях питания маловолокнистыми рационами добавлять в пищу 1-4 десертные ложки отрубей.

В наших исследованиях мы поставили целью получить муку повышенной пищевой ценности и улучшенного качества из целого зерна пшеницы, а также из смесей пшеничной сортовой муки с отрубями.

Это достигнуто тонким диспергированием всех морфологических частей зерна, в том числе и трудно диспергируемых наружных слоев (алейронового, оболочек, зародыша) до размеров частиц муки, которые должны быть меньше величины их клеток. Особенно важно тонкое измельчение грубых клеток оболочек, состоящих из целлюлозы и гемицеллюлозы и практически не усваиваемых организмом человека в целом предварительно неразрушенном состоянии. Разрушение клеток периферийных слоев позволяет высвободить их

содержимое, богатое белковыми веществами, незаменимыми аминокислотами и, прежде всего, недостающим в эндосперме лизином, витаминами группы "В" и, что особенно важно токоферолами, минеральными соединениями, а также балластными веществами.

Производство новых сортов муки повышенной биологической ценности и улучшенного качества позволит более рационально использовать зерновые ресурсы.

#### **2.4 Исследование мукомольных и хлебопекарных свойств нового вида муки повышенной пищевой ценности**

Мука нового вида содержит в своем составе все тонкоизмельченные морфологические части зерна. Естественно, что она будет отличаться от существующих сортов муки химическим составом и технологическими свойствами. Было проведено исследование технологических свойств муки нового вида.

При выборе рационального состава муки и тонкоизмельченных отрубей руководствовались близостью его химического состава к целому зерну пшеницы, а также качеством выпеченных изделий. К целому зерну по химическому составу наиболее близки смеси пшеничной муки в соотношениях:

- 1 сорт (80%), 2 сорт (5%), тонкоизмельченные отруби (15%) (проба №8) новый вид 1;

- 1 сорт (75%), 2 сорт (10%), тонкоизмельченные отруби (15%) (проба №9) новый вид 2.

При проведении технологических процессов немаловажное значение имеет дисперсионный состав муки. В настоящее время дисперсность муки разных сортов определяют по величине схода и прохода через сита определенных номеров, установленные ГОСТом для испытываемого сорта муки.

Гранулометрический состав муки был characterized при помощи специальных наборов сит с отверстиями различного размера с последующим ручным досеиванием муки.

Ниже приведена характеристика качества муки нового вида (пробы 8,9) в сравнении с мукой пшеничной 2 сорта (пробы №4, 5) и обойной (пробы № 6, 7).

При оценке технологических свойств муки обращают внимание на ее зольность, которая определяет сорт муки, а также содержание в ней минеральных веществ.

Как было отмечено ранее, микро-и макроэлементы распределены в зерне неравномерно: больше всего они содержатся в периферийных частях зерна (до 8-9%) и меньше всего в эндосперме (около 0,4%). Поэтому, чем выше выход муки, тем выше и ее зольность. Данные, полученные нами при оценке различных сортов муки по показателю зольности, представлены на рисунке 6.

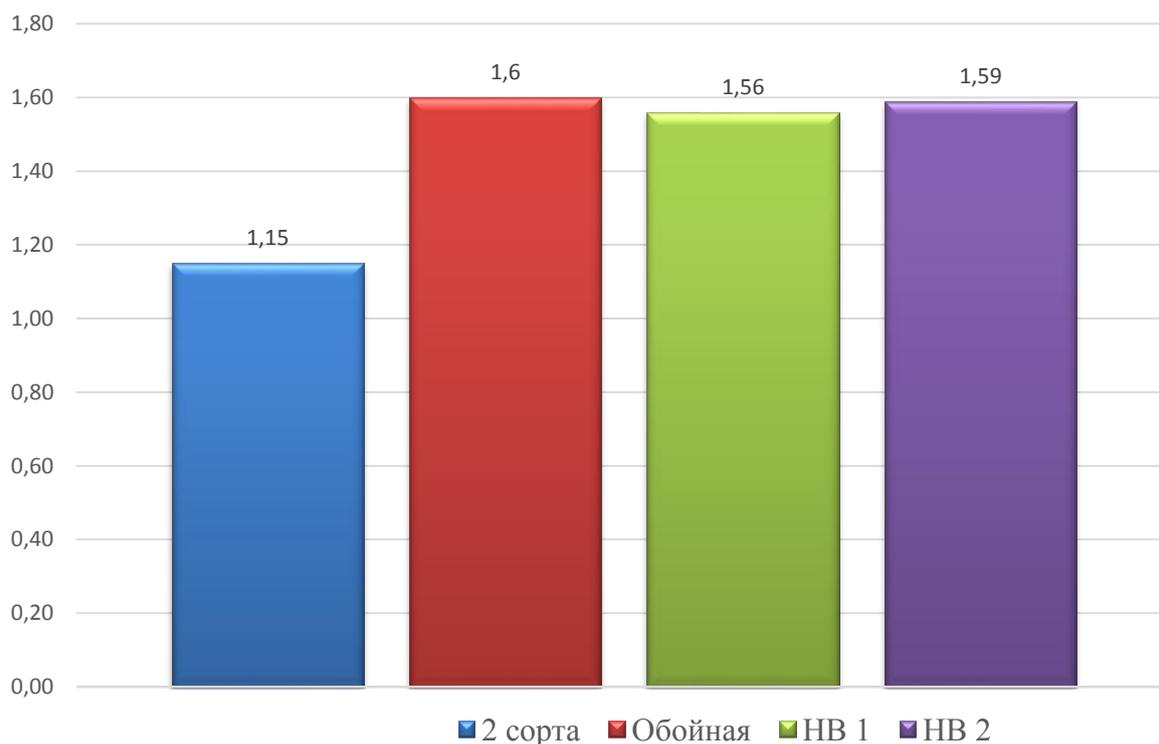


Рисунок 6 - Сравнительная характеристика муки разных помолов и ее фракций по показателю зольности

Мука нового вида имеет общую зольность, близкую к муке пшеничной обойной. Однако, зольность различных фракций такой муки в сравнении с пшеничной обойной мукой подтверждает значительно более тонкое измельчение периферийных частичек зерна. Так, например, зольность схода с сита (размер ячеек 70 мкм) у нового вида муки 1,35%, и - 1,8%, а у пшеничной обойной 0,69. Это показывает, что в муке нового вида имеются периферийные частицы с размером около 70 мкм. Анализ зольности обойной муки по фракциям показывает, что все периферийные частички имеют размер более 160 мкм. Изучение зольности отдельных фракций нового вида муки вполне определенно подтверждает тонкий размол периферийных слоев зерновки, в смесях сортовой муки с тонкоизмельченными отрубями.

Мука нового вида имеет более высокий показатель удельной поверхности по сравнению с другими приведенными образцами. Это свидетельствует о ее более высокой степени дисперсности, а также о большем повреждении крахмала, показано на рисунке 7.

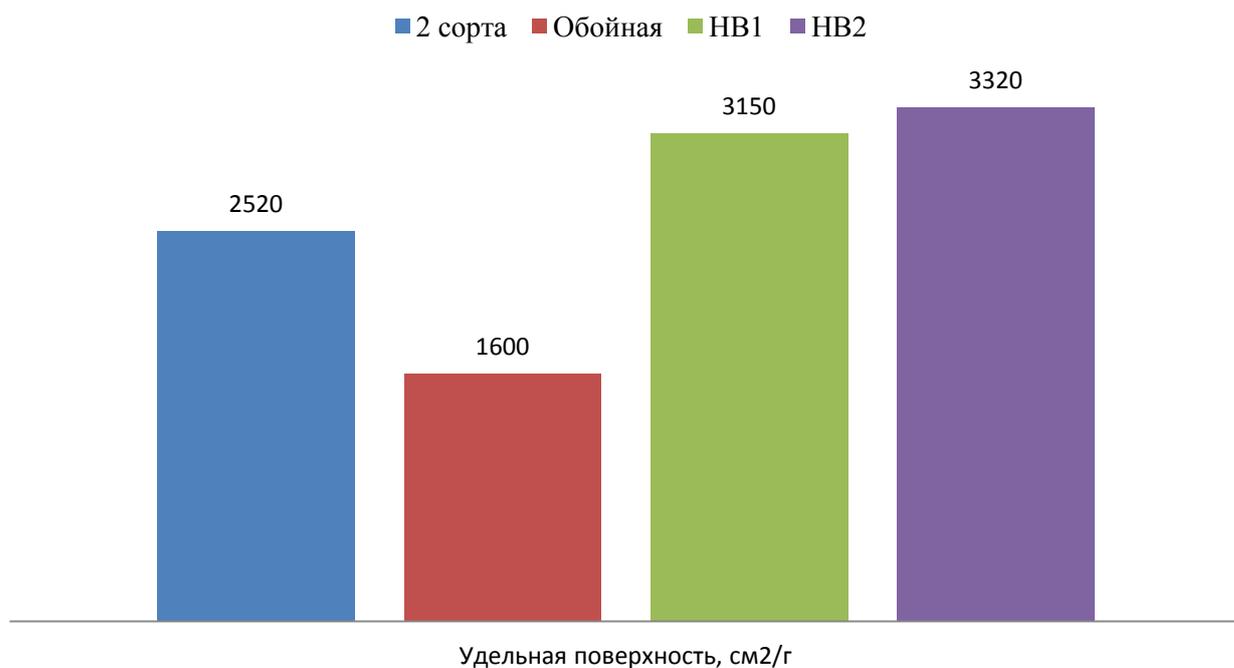


Рисунок 7 – Сравнительная характеристика удельной поверхности муки

Мука нового вида отличается повышенной водопоглотительной способностью. (см. Рисунок 8) ВПС зависит от ряда факторов: степени дисперсности муки, содержания в муке механически поврежденных зерен крахмала, качества клейковины.

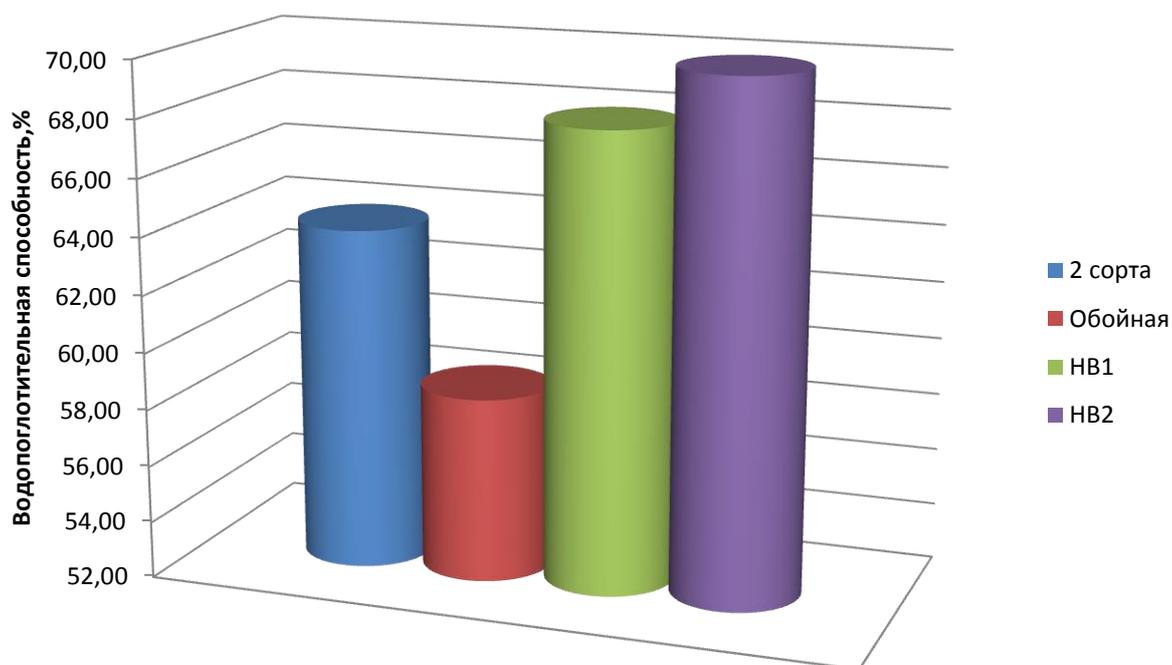


Рисунок 8 – Сравнительная характеристика водопоглотительной способности муки

Качественные показатели клейковины у сравниваемых образцов муки весьма близки. (см. Рисунок 9) Поэтому повышение ВПС нового вида муки обусловлено наличием в ней большого количества тонкоизмельченных отрубистых частичек и значительным повреждением крахмала, для более полного набухания этих коллоидов необходимо большее количество воды.

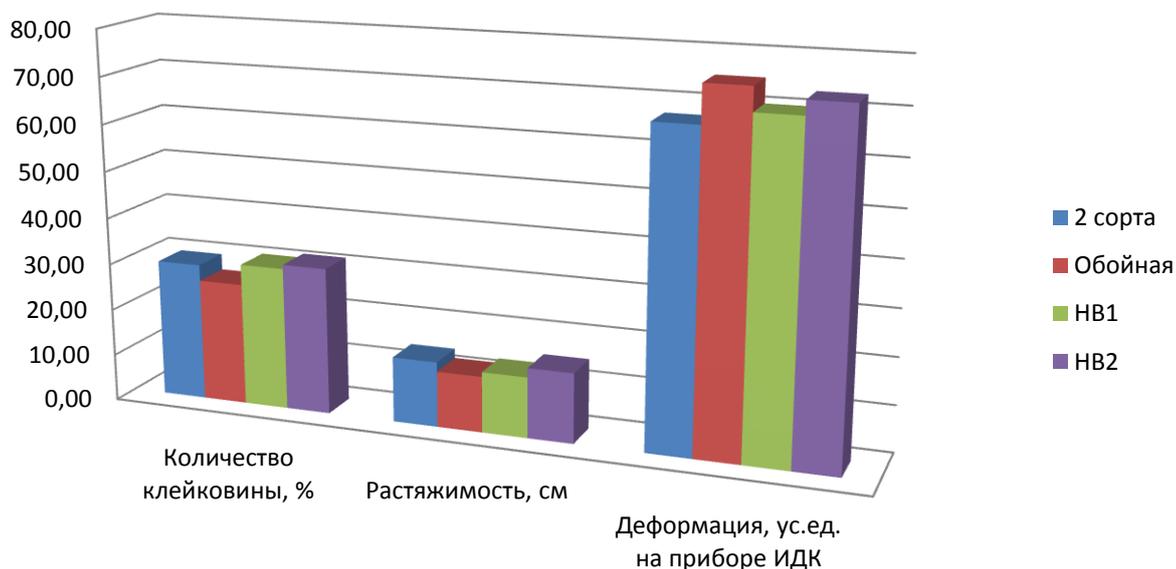


Рисунок 9 – Сравнительная характеристика клейковины

По показателям газообразующей и газодерживающей способности мука нового вида занимает промежуточное положение по сравнению с пшеничной мукой 2 сорта и обойной, рисунок 10.

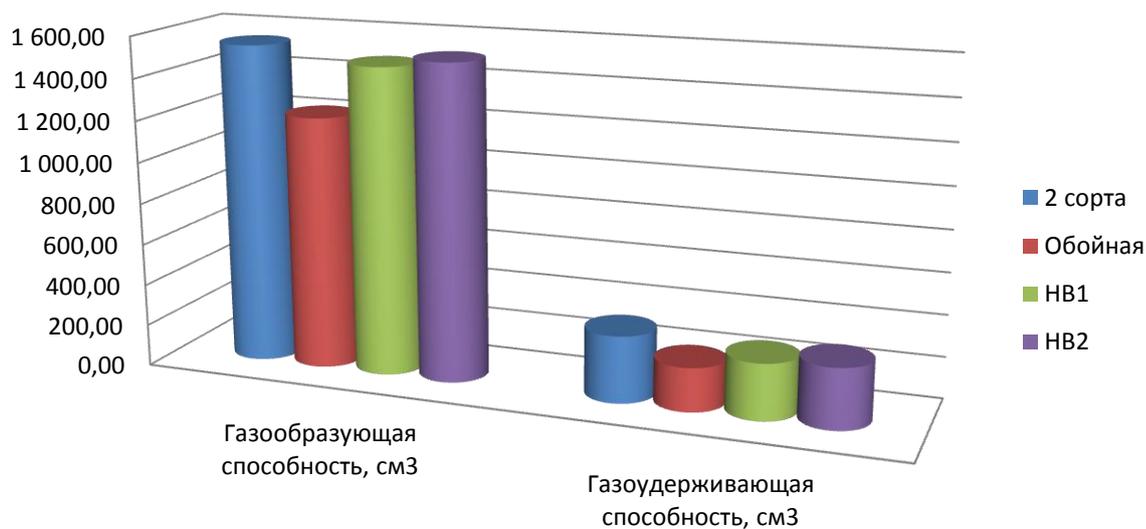


Рисунок 10 – Сравнительная характеристика газообразующей и газодерживающей способности муки

Важное значение при оценке хлебопекарных свойств пшеничной муки имеют показатели автолитической активности муки (см. Рисунок 11) и ее сахарообразующей способности. Эти показатели зависят от активности ферментов и податливости крахмала их действию.

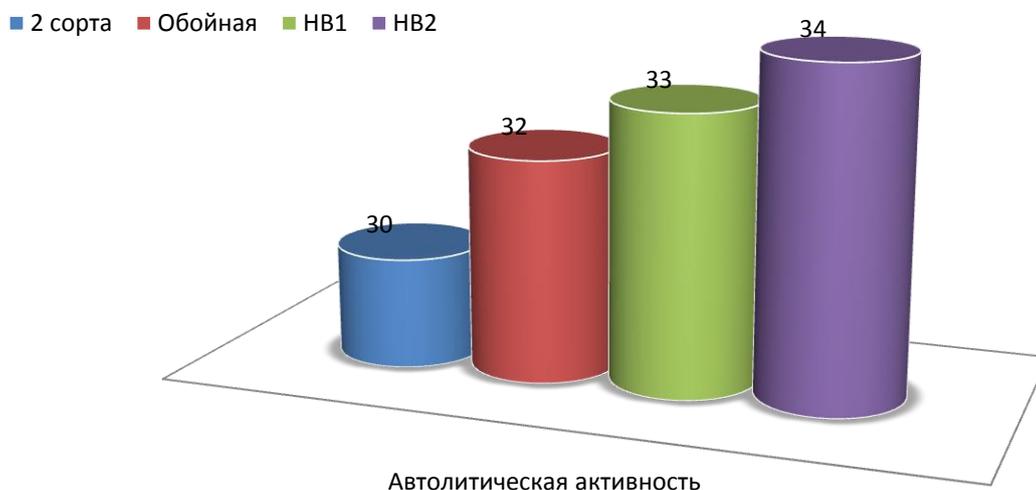


Рисунок 11 – Сравнительная характеристика автолитической активности муки

Многочисленными исследованиями показано, что в муке из нормального не проросшего зерна сахарообразующая способность обусловлена увеличением количества поврежденных зерен крахмала. (см. Рисунок 12)

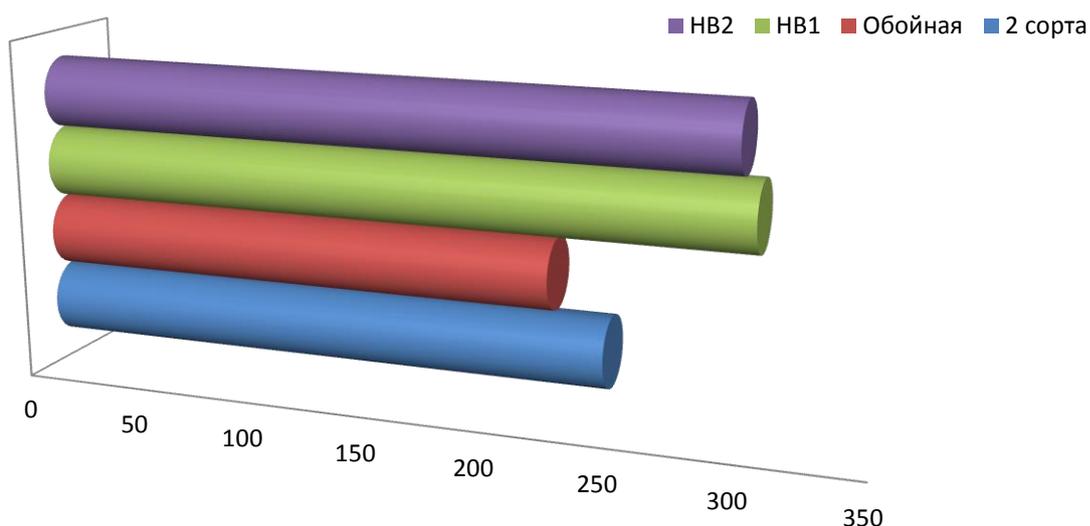


Рисунок 12 – Сравнительная характеристика сахарообразующей способности муки

Цвет муки нового вида несколько темнее, чем муки пшеничной 2 сорта, показано на рисунке 13. Это объясняется более высоким содержанием периферийных частиц зерна, но более светлый, чем у муки обойной, так как отражательная способность муки с высокой дисперсностью выше, чем у муки грубого помола. (см. Приложение Б)

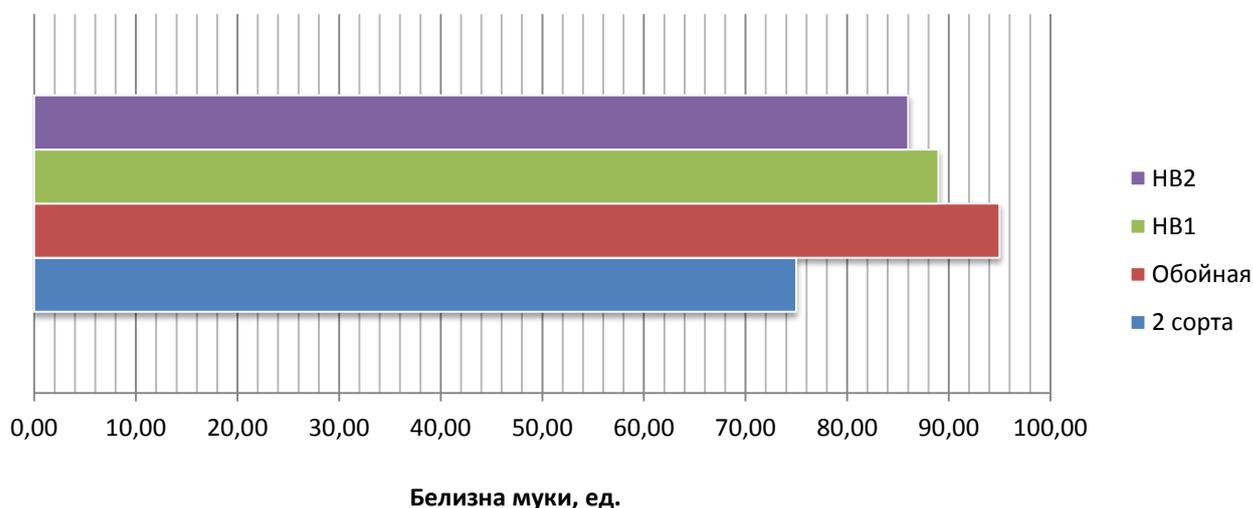


Рисунок 13 – Сравнительная характеристика белизны муки

Органолептическая оценка муки при ее хранении показала, что она не меняет свой цвет и запах, признаков прогорклости обнаружено не было.

### **2.5 Разработка рецептур песочного печенья на основе нового вида муки повышенной пищевой ценности**

Основной задачей дипломной работы является исследование мукомольных и хлебопекарных свойств пшеничной муки повышенной пищевой ценности. Для более детального изучения свойств муки нового вида в хлебопечении является ее апробация. Однако, изготовленные на ее основе продукты, могут быть обогащены дополнительно.

Анализ структуры ассортимента, объемов производства и уровня потребления мучной кондитерской продукции населением РК позволяет рассматривать в качестве функциональных продуктов песочное печенье.

Использование этих изделий в качестве объекта обогащения создает реальные условия, обеспечивающие регулярное потребление источников дефицитных микронутриентов всеми категориями населения. Обогащение продуктов этой группы пищевыми волокнами, минеральными веществами и другими физиологически функциональными ингредиентами позволяет повысить их пищевую ценность и полезность для здоровья.

В соответствии с вышеизложенным, исследования, направленные на разработку рецептур песочного печенья функционального назначения, в том

числе печенья с добавлением сырья растительного происхождения, с высокой пищевой ценностью, доступных по цене потребителю, являются весьма актуальными.

Для увеличения полезных свойств важно выбрать ингредиенты, которые положительно воздействуют на здоровье человека. В качестве обогащающего сырья были выбраны манная крупа и укроп.

Манная крупа обволакивает слизистые желудка и кишечника, не вызывает спазмов и легко усваивается. Это немаловажно для многих людей, страдающих нарушением пищеварения. Являясь профилактикой заболевания пищевода, служит отличным ингредиентом для продуктов функционального питания.

Также, в ней содержатся важнейшие витамины группы В, РР, калий, железо. Витамин В1 необходим для нервной системы, он стимулирует работу головного мозга. А в синтезе нервных клеток участвует витамин В2. Также этот витамин облегчает усвоение железа, стимулирует созревание красных клеток крови - эритроцитов. При дефиците витаминов группы В возможны дерматиты и повреждения слизистых оболочек.[30]

Укроп – одна из самых часто встречающихся трав на нашем столе. Укроп очень богат различными органическими соединениями: монотерпенами (лимонен, карвон и анетофуран) и флавоноидами (виценин и кемпферол). Что касается витаминов и минералов, то укроп содержит большое количество витамина А и С, а также фолиевой кислоты, железа и марганца. Укроп обладает антимикробной активностью и выраженными противовоспалительными свойствами. Эфирные масла, содержащиеся в укропе, улучшают пищеварение. Присутствующие в укропе флавоноиды и комплекс витаминов группы В, оказывают успокаивающие и снотворное воздействие на организм. [31]

Были проведены исследования качества песочного печенья с различной дозировкой муки нового вида, манной крупы и сахара-песка. Исследования показали, что мука нового вида пробы №9 имеет более грубую структуру. В рецептурах потребовалось увеличение дозировки таких связывающих ингредиентов, как сливочное масло и яйца. Для снижения калорийности продукта уменьшена норма вложения сахара-песка от первоначальной закладки базовой рецептуры.

На стадии приготовления были сформированы рецептуры с дозировкой манной крупы 20% и сахара-песка 40-50% от первоначальной закладки.

Были составлены рецептуры песочного печенья (см. Таблицу 4) на основе:

- пшеничной муки нового вида (НВ1);
- пшеничной муки нового вида (НВ2);
- пшеничной муки нового вида (НВ1) с добавлением манной крупы;
- пшеничной муки нового вида (НВ2) с добавлением манной крупы;
- пшеничной муки нового вида (НВ1) с добавлением укропа;
- пшеничной муки нового вида (НВ2) с добавлением укропа.

Таблица 4 - Рецептúra песочного печенья из пшеничной муки нового вида повышенной пищевой ценности

Ингредиент, г	Базовое	Печенье классическое		Печенье с манной крупой		Печенье соленое с укропом	
		проба №8	проба №9	проба №8	проба №9	проба №8	проба №9
Мука	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Манка				200	200		
Укроп						100	100
Масло сл.	500	500	530	500	530	250	250
Масло раст.						200	200
Сметана						200	200
Яйца	190	200	210	250	260		
Сахар	600	250	250	300	300	50	50
Разрыхлитель	30	30	30	30	30	40	40
Соль	10	10	10	10	10	15	15
Ванилин	6	6	6				

## 2.6 Исследование показателей качества и пищевой ценности песочного печенья

Были проведены исследования качества приготовленного песочного печенья на основе пшеничной муки нового вида повышенной пищевой ценности, обогащенного манной крупой и укропом.

При отсадке печенья использовалась вырубка диаметром 50 мм. При оценке качества печенья нормировались диаметр, толщина печенья. При отсадке диаметр составлял 50 мм, толщина 15 мм.

На стадии приготовления, для сравнения качества, использовалась различная дозировка сахара и манной крупы. Результаты органолептической оценки показали, что образец с дозировкой манной крупы 20% и сахара-песка

40-50% от первоначальной закладки имел наилучшие показатели.

Исследование органолептических показателей печенья показали, что в результате сниженного количества сахара в рецептуре структура печенья стала более хрупкой и рассыпчатой, что было отмечено дегустаторами как положительный эффект.

*Классическое песочное печенье на основе муки нового вида*

Структура отлично пропеченная, с хорошей хрупкостью.

Цвет у печенья равномерный, соответствующий данному наименованию, заметны крупинки сахара. Печенье на основе муки НВ2 было несколько темнее, так как она содержит в своем составе большее соотношение муки 2 сорта, что говорит о большем содержании периферийных частей зерна.

Форма правильная, но имеются трещины. У печенья на основе муки НВ2 трещин заметно больше. (см. Рисунок 14)

Вид в изломе соответствует требованиям, пропечённый, без следов непромеса, с равномерной пористостью.

Запах и вкус соответствуют данному виду печенья, очень приятные, не сильно сладкие, ясно выраженные.



Рисунок 14 – Классическое песочное печенье на основе муки НВ1 и НВ2

*Песочное печенье на основе муки нового вида с добавлением манной крупы.* (см. Рисунок 15)

Структура отлично пропеченная, тонкостенная.

Цвет светлее, чем у классического печенья, за счет добавления 20% манной крупы. Печенье на основе муки НВ2 также было несколько темнее.

Форма правильная. У печенья на основе муки НВ2 имеется несколько небольших трещин.

Вид в изломе пропеченный, с равномерной пористостью, без следов непромеса, без пустот.

Запах и вкус соответствуют данному виду печенья, очень приятные, ясно выраженные, в меру сладкие, манная крупа чувствуется очень слабо.



Рисунок 15 – Песочное печенье на основе муки НВ1 и НВ2 с добавлением манной крупы

*Песочное печенье на основе муки нового вида с добавлением укропа.*(Рисунок 16)

Структура пропеченная, хрупкая, несколько утолщенная.

Печенье на основе муки НВ1 также было светлее. Цвет равномерный, с вкраплениями укропа.

Форма соответствующая, одинаковые по размерам.

Вид в изломе пропеченный, без расслоения.

Запах и вкус соответствуют данному виду печенья, ясно выраженные, в меру соленое, укроп чувствуется хорошо.



Рисунок 16 – Песочное печенье на основе муки НВ1 и НВ2 с добавлением укропа

Результаты исследования показателей качества песочного печенья функционального назначения на основе муки повышенной пищевой ценности показаны в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты органолептической оценки песочного печенья

Наименование показателя	Песочное печенье на основе муки нового вида					
	Классическое		С манной крупой		Соленое с укропом	
	НВ1	НВ2	НВ1	НВ2	НВ1	НВ2
Структура (внешний вид)	Средняя оценка по 5-бальной системе					
	4	4	4	5	5	5
Цвет	5	5	5	5	4	4
Форма	4	4	5	5	5	5
Вид в разрезе (изломе)	5	5	5	5	3	3
Запах и вкус	5	5	5	4	4	4
Органолептические показатели	23	23	24	24	21	21

Измерен средний диаметр печенья-50 мм. Средняя толщина печенья составляет 10 мм. Отклонение от диаметра у нескольких порций печенья 1 мм. Отклонение от толщины 2 мм.

Особых различий между органолептическими показателями печенья на основе муки разных видов обнаружено не было. Трещины на поверхности появлялись как у печенья на основе муки нового вида 1, так и на печенье на основе муки нового вида 2.

Выбор реализации печенья из того или иного вида муки может быть основан на более выгодной цене или из личных предпочтений работодателя.

Ниже, в таблице 6, представлен пример расчета пищевой и энергетической ценности классического печенья на основе муки нового вида 1 пробы № 8.

Таблица 6 – Пищевая и энергетическая ценность классического песочного печенья на основе муки НВ1

Ингредиент	Масса, г	ккал	белки	жиры	углеводы
Мука 1 сорта	800	2648	84,8	10,4	540,8
Мука 2 сорта	50	162	5,8	0,9	32,4
Отруби	150	270	22,05	6,15	30,9
Масло сл.	500	3715	3,50	410	2,50
Яйца	200	302	25	21,5	2
Сахар	250	997,5	0	0	249,5
Разрыхлитель	30	18	0	0	4,8
Соль	10	0	0	0	0
Ванилин	6	351	0	0	87,6
Итого:	1996	8463,5	141,15	449	950,5

В 100г продукта содержится:

$8463,5 \cdot 100 / 1996 = 424$  ккал

$141,15 \cdot 100 / 1996 = 7,1$  г белков

$449 \cdot 100 / 1996 = 22,5$  г жиров

$950,5 \cdot 100 / 1996 = 47,6$  г углеводов

Вышеуказанным способом была рассчитана энергетическая и пищевая ценности классического песочного печенья на основе пшеничной муки нового вида 2. (см. Таблицу 7)

В 100г продукта содержится:

$8690 \cdot 100 / 2036 = 426,8$  ккал

$140,2 \cdot 100 / 2036 = 6,89$  г белков

$476,9 \cdot 100 / 2036 = 23,4$  г жиров

$946,74 \cdot 100 / 2036 = 46,5$  г углеводов

Таблица 7 – Пищевая и энергетическая ценность классического песочного печенья на основе муки НВ2

Ингредиент	Масса, г	ккал	белки	жиры	углеводы
Мука 1 сорта	750	2482,5	79,5	9,75	507
Мука 2 сорта	100	324	11,6	1,8	64,8
Отруби	150	270	22,05	6,15	30,9
Масло сл.	530	3937	3,71	435	2,65
Яйца	210	317	26,7	24,2	1,5
Сахар	250	997,5	0	0	249,5
Разрыхлитель	30	18	0	0	4,8
Соль	10	0	0	0	0
Ванилин	6	351	0	0	87,6
Итого:	2036	8690	140,2	476,9	946,74

Энергетическая и пищевая ценности песочного печенья на основе муки нового вида 2 с добавлением манной крупы рассчитаны в таблице 8.

Таблица 8 – Пищевая и энергетическая ценность песочного печенья на основе муки НВ2 с добавлением манной крупы

Ингредиент	Масса, г	ккал	белки	жиры	углеводы
Мука 1 сорта	750	2482,5	79,5	9,75	507
Мука 2 сорта	100	324	11,6	1,8	64,8
Отруби	150	270	22,05	6,15	30,9
Манная крупа	200	666	20,6	2	141,2
Масло сл.	530	3937	3,71	435	2,65
Яйца	260	408	33	30	1,8
Сахар	300	1197	0	0	299,4
Разрыхлитель	30	18	0	0	4,8
Соль	10	0	0	0	0
Итого:	2330	9282,5	167,12	484,7	1050,54

В 100г печенья с добавлением манной крупы содержится: 398,4 кКал, 7,2 г белков, 20,8 г жиров, 45,1 г углеводов.

Энергетическая и пищевая ценности песочного печенья на основе пшеничной муки нового вида 1 с добавлением манной крупы на 100 г продукта составляет: 395,2 ккал, 7,3 г белков, 19,5 г жиров, 46,3 г углеводов.

Вышеуказанным способом рассчитаны пищевая и энергетическая ценности песочного печенья на основе муки нового вида 2 с добавлением укропа в таблице 9.

Таблица 9 – Пищевая и энергетическая ценность песочного печенья на основе муки НВ2 с добавлением укропа.

Ингредиент	Масса, г	ккал	белки	жиры	углеводы
Мука 1 сорта	750	2482,5	79,5	9,75	507
Мука 2 сорта	100	324	11,6	1,8	64,8
Отруби	150	270	22,05	6,15	30,9
Укроп	100	43	3,5	1,1	4,9
Масло сл.	250	1857	1,75	205	1,25
Масло раст.	200	1798	0	199,8	0
Сметана	200	406	5	40	6,4
Сахар	50	199	0	0	49,9
Разрыхлитель	40	24	0	0	6,4
Соль	15	0	0	0	0
Итого:	1855	7403,5	118,4	463,6	671,5

В 100г печенья содержится: 399 ккал, 6,4 г белков, 25г жиров, 36,2 г углеводов.

В 100г печенья на основе муки НВ1 с добавлением укропа содержится: 395 ккал, 6,6 г белков, 23,6 г жиров, 37 г углеводов.

За счет снижения доли сахара в рецептуре песочного печенья была снижена энергетическая ценность продукта. Благодаря использованию муки нового вида, манной крупы и укропа была также дополнительно повышена пищевая ценность печенья, увеличен состав минеральных веществ и витаминов в нем.

## **2.7 Экономическое обоснование производства нового вида муки и печенья на ее основе**

Целью деятельности любого предприятия является получение прибыли. Прибыль является обобщающим показателем хозяйственной деятельности предприятия. Чтобы управлять прибылью, необходимо проводить объективный системный анализ формирования, распределения и использования прибыли, так как в этом показателе находят свое отражение уровень организации производства, эффективность использования ресурсов, экономические взаимоотношения между предприятием и государством, покупателями и поставщиками [34].

Самый ценный показатель развития предприятия – экономическая эффективность. Если все технологические процессы рассчитать правильно, подобрать грамотных специалистов, которые заботятся и болеют за производство, экономическая эффективность будет высокая.

Экономический эффект данного проекта заключается в увеличении сырьевых ресурсов за счет использования в пищевой промышленности отрубей, которые в настоящее время являются, главным образом компонентом комбикормов.

Экономическую эффективность производства муки с добавлением 15% тонкоизмельченных отрубей можно продемонстрировать на самом простом примере в сравнении с классической технологией мукомольного производства. Рассмотрим на примере двусортного помола пшеницы. Выход зернопродуктов: мука 1 сорта 80%, мука 2 сорта 5%, отруби 15%. (см. Таблицу 10)

Цена на пшеничную муку разных сортов и отруби за тонну составляет:

Первый сорт – 130 тыс.тенге;

Второй сорт – 100 тыс.тенге;

Отруби – 20 тыс. тенге.

Мощность предприятия – 500 т/с.

Таблица 10 – Экономический расчет производства муки НВ1 по классической технологии.

Показатели	Классическая технология		
	Мука 1 с	Мука 2 с	Отруби
Цена за тонну, тыс. тенге	130	100	20
Производительность, т/сут	400	25	75
Прибыль, тыс. тенге	52000	2500	1500

Классическая технология

Доход в сутки:  $400*130+25*100+75*20=56.000$  тыс. тенге

Доход в месяц:  $56000*30=1.680.000$  тыс. тенге

Технология муки НВ1

Себестоимость муки нового вида 1 составляет 109,3 тыс. тенге.

Рекомендуемая цена муки нового вида за тонну равна цене муки первого сорта - 130 тыс. тенге. (см. Таблицу 11)

Таблица 11 – Экономический расчет производства муки нового вида 1

Показатели	НВ1	Классическая технология
Цена за тонну, тыс. тенге	130	20-130
Производительность, т/сут	500	25-400
Прибыль, тыс. тенге	65000	56000
Выручка, тыс. тенге	9000	

Доход в сутки:  $500*130=65.000$  тыс. тенге

Доход в месяц:  $65.000*30=1.950.000$  тыс. тенге

### Прибыль от выработки муки НВ1

В день:  $65.000 - 56.000 = 9.000$  тыс. тенге

В месяц:  $9.000 * 30 = 270.000$  тыс. тенге

В таблице 12 представлен расчет экономической эффективности на примере двусортного помола пшеницы. Выход зернопродуктов: мука 1 сорта 75%, мука 2 сорта 10%, отруби 15%.

Таблица 12 – Экономический расчет производства муки НВ2 по классической технологии.

Показатели	Классическая технология		
	Мука 1 с	Мука 2 с	Отруби
Цена за тонну, тыс. тенге	130	100	20
Производительность, т/сут	375	50	75
Прибыль, тыс. тенге	48750	5000	1500

### Классическая технология

Доход в сутки:  $375 * 130 + 50 * 100 + 75 * 20 = 55.250$  тыс. тенге

Доход в месяц:  $55.250 * 30 = 1.657.500$  тыс. тенге

### Технология муки НВ2

Себестоимость пшеничной муки нового вида 2 будет ниже, так как в ней содержится больший процент муки 2 сорта, которая как известно, имеет цену ниже цены муки 1 сорта. Себестоимость муки НВ2 составляет 107,8 тыс. тенге. Рекомендуемая цена муки нового вида за тонну - 130 тыс. тенге. (см. Таблицу 13)

Таблица 13 – Экономический расчет производства муки нового вида 2

Показатели	НВ2	Классическая технология
Цена за тонну, тыс. тенге	130	20-130
Производительность, т/сут	500	50-375
Прибыль, тыс. тенге	65000	55250
Выручка, тыс. тенге	9750	

### Прибыль

В день:  $65.000 - 55.250 = 9.750$  тыс. тенге

В месяц:  $9.750 * 30 = 292.500$  тыс. тенге

Разницу дохода двух видов муки нового вида составляет:

В день:  $9.750 - 9.000 = 750$  тыс. тенге

В месяц:  $292.500 - 270.000 = 22.500$  тыс. тенге

Сравнив экономические показатели, можно сказать, что прибыль от реализации нового вида муки на основе тонкоизмельченных отрубей значительно выше. Данный проект весьма выгоден предприятию, так как выручка от продажи такой муки выше на 9 или 9,750 млн тенге, что обосновано выше и продемонстрировано на рисунке 17.



Рисунок – 17 Сравнение экономической выгоды производства муки по классической технологии и муки нового вида.

Пищевое производство является неизменно привлекательным для инвесторов. Это связано в первую очередь с тем, что спрос на продукты питания может видоизменяться, но никогда не уменьшится. Поэтому кажется целесообразным вкладывать деньги в организацию пищевого производства, позволяющего при небольшой докомплектации налаживать выпуск новых видов продукции за короткий срок. [35]

В полной мере это относится к кондитерским цехам и пекарням, выпускающим продукцию, пользующимся ежедневным спросом – булочки, пирожки, печенье и т.д.

В таблице 14 представлен расчет экономической эффективности производства функционального песочного печенья на основе муки нового вида по классической технологии.

Таблица 14 – Экономическая эффективность производства классического песочного печенья функционального назначения

Ингредиент	Масса, кг	Цена, тыс. тенге
1	2	3
Мука НВ	1000	130
Масло сл.	500	250
Яйца	200	5

1	2	3
Сахар	250	37
Разрыхлитель	30	1,5
Соль	10	0,3
Ванилин	6	0,2
Итого:	1996	424

Себестоимость производства песочного печенья за 1 кг составляет 212 тенге. Рекомендуемая цена за 1 кг продукта - 400 тенге.

Вышеуказанным способом был произведен расчет экономической эффективности производства функционального песочного печенья на основе муки нового вида с добавлением манной крупы и представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Экономическая эффективность производства песочного печенья с добавлением манной крупы функционального назначения

Ингредиент	Масса, кг	Цена, тыс. тенге
Мука НВ	1000	130
Манная крупа	200	20
Масло сл.	530	265
Яйца	260	6,2
Сахар	300	44
Разрыхлитель	30	1,5
Соль	10	0,3
Итого:	2330	467

Себестоимость производства песочного печенья за 1 кг составляет 200 тенге, рекомендуемая цена - 400 тенге.

В таблице 16 представлен расчет экономической эффективности производства функционального песочного печенья на основе муки нового вида с добавлением укропа.

Таблица 16 – Экономическая эффективность производства песочного печенья с добавлением укропа функционального назначения

Ингредиент	Масса, кг	Цена, тыс. тенге
Мука	1000	130
Укроп	100	60
Масло сл.	250	125
Масло раст.	200	40
Сметана	200	100
Сахар	50	199
Разрыхлитель	40	2
Соль	15	0,45
Итого:	1855	656,45

Себестоимость печенья на основе муки нового вида с укропом за 1 кг составляет 354 тенге, рекомендуемая цена -700 тенге.

Ниже представлено проведение анализа экономической эффективности производства песочного печенья на основе муки нового вида по розничной цене за 1 кг продукции – 400 тенге.

Произведем расчет оптовых цен за готовую продукцию по формуле (2). Оптовые цены определяются исходя из розничных.

$$Оц = Цр. т - Ск \quad (2)$$

$$Оц = 400 - 40 = 360 \text{ т. т.}$$

где Оц – оптовая цена

Цр.т.– цена розничной торговли за 1 тонну, тыс.тенге;

Ск – скидка от розничной цены. (9-10%)

Розничная цена за 1 тонну продукции определяется по формуле (3):

$$Цр. т. = Цр. кг * 1000 \quad (3)$$

$$Цр. т. = 360 * 1000 = 360 \text{ т. т.}$$

где Цр.т – розничная цена за 1 тонну, тыс.тенге

Цр.кг – розничная цена за 1 кг/тенге.

Суточная мощность  $Q = 0,1$  тонна

Производственная программа в натуральном выражении рассчитывается по формуле (4)

$$Пп = Q \times РП \quad (4)$$

$$Пп = 0,1 \times 350 = 35 \text{ т.}$$

где  $Пп$  - производственная программа, т/год;

$Q$  - суточная производительность, т/сутки;

$РП$  - рабочий период, сутки.

Далее по формуле (5) производим расчет стоимости товарной продукции

$$ТП = Пп \times Оц \quad (5)$$

$$ТП = 35 \times 360 = 12\,600 \text{ т.т.}$$

где  $ТП$  - стоимость товарной продукции, тыс. тенге

$Пп$  - производственная программа в натур. выражении, т /год

Стоимость сырья для производства песочного печенья 200 тг за 1 кг, следовательно, за 35 тонн в год, себестоимость будет составлять 7 000 000.

При расчете полной себестоимости производимой продукции необходимо учитывать затраты предприятия на транспортно-заготовительные расходы, электроэнергию и топливо, фонд заработной платы и прочие расходы. Которые для данного предприятия составляют в среднем 30%. С учетом этого полная себестоимость выпускаемой продукции по формуле (6), будет следующая:

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{сырья}} + \text{Прочие затраты} \quad (6)$$

$$C_{\text{полн}} = 7\,000\,000 + 2\,100\,000 = 9\,100\,000 \text{ т.}$$

Прибыль – доход, превышающий затраты, на определенную сумму. Прибыль предприятия определяется по формуле (7):

$$П = ТП - C_{\text{полн}} \quad (7)$$

$$П = 12\,600\,000 - 9\,100\,000 = 3\,500\,000 \text{ т.т.}$$

Чистая прибыль определяется по формуле (8):

$$Пч = П - (0,3 \times П) \quad (8)$$

$$Пч = 3\,500\,000 - (0,3 \times 3\,500\,000) = 2\,450\,000 \text{ т.}$$

Уровень рентабельности является показателем экономической эффективности производства, показывающим прибыльность производимой продукции и представляет собой отношения прибыли к себестоимости продукции.

Экономическая эффективность производства отображается рентабельностью продукции. Рентабельность определяют по формуле (9):

$$R = \frac{\text{Пч}}{\text{Сполн.}} * 100 \% \quad (9)$$

$$R = \frac{2\,450\,000}{9\,100\,000} * 100 \% = 26,9\%$$

Проведенный анализ экономической эффективности производства песочного печенья показал, что использование муки нового вида, позволяет не только получить продукцию функционального назначения, но и является рентабельным с экономической точки зрения.

## Заключение

В работе теоретически и экспериментально установлена возможность более рационального использования всех биологически ценных веществ целого зерна пшеницы или его отдельных морфологических частей - отрубистых оболочек и зародыша:

1. Изучено строение зерна пшеницы, структурно-механические свойства отдельных частей зерна, рассмотрена специфика измельчения зерна в мукомольной промышленности;

2. Исследованы существующие способы повышения пищевой ценности пшеничной муки;

3. Аргументировано использование тонкоизмельченных отрубей для повышения пищевой ценности пшеничной муки. Выбраны оптимальные смеси муки пшеничной сортовой с тонкодиспергированными отрубями, близкие по химическому составу к целому зерну пшеницы и позволяющие получить муку повышенной пищевой ценности.

4. Обосновано изыскание оптимального режима и оборудования для диспергирования пшеничных отрубей. Для производства муки нового вида, необходимо на мельницах установить диспергаторы, на которых отруби будут подвергнуты дополнительному тонкому помолу.

5. В лабораторных условиях ИП «DostarKostanay» получена мука нового вида, которая отличается от всех существующих сортов гранулометрическим и химическим составом и поэтому имеет отличительные технологические свойства и повышенную пищевую ценность. Изучение технологических свойств муки нового вида были проведены по основным показателям.

Экономический эффект данной работы заключается в увеличении сырьевых ресурсов за счет использования отрубей. Прибыль от реализации муки нового вида в сравнении с обычной сортовой мукой выше более чем на 9 миллионов.

Экспериментальные данные, полученные в научной работе позволяют утверждать, что компоненты, входящие в состав структурных элементов отрубей, подвергнутых тонкому измельчению, становятся доступными для усвоения организмом человека.

Добавление различных количеств тонкодиспергированных отрубей к пшеничной сортовой муке позволит получать муку нового вида, содержащую даже большее количество эссенциальных веществ, чем целое зерно.

В результате проведенных исследований обоснована целесообразность производства нового вида муки с повышенной пищевой ценностью на предприятии ИП «Dostar Kostanay», однако, сроки хранения муки нового вида, из-за большего содержания в ней жира должны быть ограничены.

## Список использованных источников

- 1 Аскарова, А. А. Совершенствование процессов первичной обработки и хранения зерна: [в механизированных складах и элеваторах] / А. А. Аскарова, А. Д. Аскаров // Аграрная наука. - 2010. - № 9. - С. 26-28. - Библиогр.: с. 27-28
- 2 Батурин А. К. Питание и здоровье: проблемы XXI века / А. К. Батурин, Г. И. Мендельсон // Пищевая промышленность. 2005. - № 5. - С. 27-29.
- 3 Бутковский В. А., Мерко А. К., Мельников Е. М. Технология зерноперерабатывающих производств. - М.: Колос, 2007. - 470 с.
- 4 Волгарев М.Н., Батурин А.К., Гаппаров М.М. Углеводы в питании населения. // Вопросы питания. 2012. - №2. - с. 3-6.
- 5 Гарбузова, Л. Новинка лечебный хлеб / Л. Гарбузова // Хлебопродукты. -2011. -№10. - С. 4-5.
- 6 Демский А. Б., Веденьев В. Ф. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов. - М.: ДеЛи принт, 2015. - 760 с.
- 7 Денисова Т.Б., Повышение качества муки. // Хлебопродукты. - 2005. - № 4. - С. 36-38.
- 8 Власов А.М. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий: справочник / А. М. Власов, 2003. - 176 с
- 9 Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции.
- 10 Драгилев А. И. Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное и кондитерское: учебник / А. И. Драгилев, В. М. Хромеенков, М. Е. Чернов. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2012. - 432 с.
- 11 Горлева А.,. Добавки и их лечебные свойства // Здравоохранение Казахстана. 2005. - № 7. - С.35-37.
- 12 Головань Ю.П., Ильинский Н.А. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий. - М: Пищевая промышленность. 2003 г.
- 13 Дулаев В.Г, Обогащение пшеничной хлебопекарной муки сухой клейковиной на мукомольных заводах.. // Хлебопродукты. - 2004. - № 10. - С. 32-34.
- 14 Казарян Р. В., Арутюнян Н. С. Повышение пищевой ценности пищевых продуктов / Пищевая промышленность. -2020. № 9. С. 27- 28.
- 15 Ларионов, Г. А. Практикум по технологии хранения, переработки и стандартизации зерна: учебное пособие / Г. А. Ларионов, П. В. Диомидов; Чуваш. Гос. с.-х. акад. - Чебоксары ЧГСХА, 2014. - 236 с.
- 16 Кулак В. Г., Максимчук Б. М. Технология производства муки. - М.: Агропромиздат, 2001. - 223 с.
- 17 Кутепова М.А. Товароведение пищевых продуктов / М.А. Кутепова, З.П. Матюхина. - М.: Высшая школа, 2013. - 158 с.
- 18 Лебедев Е. Н. Комплексное использование сырья в пищевой промышленности / Е. Н. Лебедев. М.: Легкая и пищевая промышленность, 2016.-245 с.
- 19 Мельник Б.Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна / Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Г.А. Вишняков. - М.: Агропромиздат, 2010- 367 с

- 20 Мостовой А. М., Жабин П. Е. Мельница без недостатков // Хлебопродукты. - 2005. - № 4, 5. - С. 41-43, 39-41.
- 21 Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). М.: Авваллон, 2012 - с.710.
- 22 Машарова Г.М. Технологический контроль на предприятиях по хранению и переработке зерна / Г.М. Машарова, Г.Т. Крамаренко. - М.: КолоС. - 2012. -307 с.
- 23 Рыбаков Н. А., Зелинский Г. С. Обогащение муки железом и витаминами // Хлебопродукты. - 2004. - № 11. - С. 7-8.
- 24 Мерко И. Т. Технология мукомольного и крупяного производства. - М.: Агропромиздат, 2005. - 24 с.
- 25 Сологуб А.М. Экономика, организация и планирование производства отрасли хлебопродуктов / А.М. Сологуб. - М.: Колос, 2011. - 270 с.
- 26 Егоров Г. А. Краткий курс мукомольного и крупяного производства. - М.: Хлебпродинформ, 2010. - 198 с
- 27 Емельянова Ф. Н. Организация переработки сельскохозяйственной продукции: учеб. пособие для вузов / Ф. Н. Емельянова, Н. К. Кириллов. - М.: ЭКМОС, 2010. - 384 с.
- 28 Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. - 548 с.
- 29 Покровский А. А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания // Вопр. питания.-2008.-№3.-С.25-39.
- 30 Трисвятский Л.А. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки/ Л.А. Трисвятский, Б.Е. Мельник. - М.: Колос, 2013. - 351 с.
- 31 Химический состав пищевых продуктов Текст.: справочник / И.М. Скурихин, В.Н. Тутельян. М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.
- 32 Цыганова, Т. Б. Новый вид сырья в технологии мучных продуктов лечебно-профилактического назначения Текст. / Т. Б. Цыганова, Н. С. Конотоп // Хлебопечение России. 2000. - №6. - с. 23
- 33 Чеботарев О. Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О. Н. Чеботарев, А. Ю. Шаззо, Я. Ф. Мартыненко. - М.: ИКЦ "МарТ"; Ростов н/Д: Издательский центр "МарТ", 2014. - 688 с.
- 34 Eastwood M. A., Mitchell W. D. Physical properties of fiber//Fiber in human nutrition.-New-York-London: Plenum Press.-2004.-P. 109-131.
- 35 Кузнецова Н.В., Разработка технологического режима приготовления хлеба повышенной пищевой ценности из муки с тонкодиспергированными отрубями пшеницы. / Кузнецова, Н.В. – Москва, 2014 г. – с. 11-17;
- 36 Шкапов Е.И., Совершенствование технологии диспергирования зерна для производства хлебобулочных изделий. / Алматы, 2012 г. с. 114-118;
- 37 Власов А.М. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий: справочник / А. М. Власов, 2017. – с. 176-184;

- 38 Дулаев В.Г., Обогащение пшеничной хлебопекарной муки сухой клейковиной на мукомольных заводах. / Хлебопродукты. - 2014. - № 10. - с. 32-
- 39 Суворов И.В., Разработка витаминно-минеральных смесей для обогащения пшеничной муки и хлебобулочных изделий. / Хлебопродукты. - 2004. - № 11. - С. 7-8.
- 40 Белобова Ю.А., Разработка способов регулирования свойств и обогащения пшеничной муки на стадии ее производства.// ДеЛи принт, 2003. - 237 с
- 41 Тарасенко Л.Ю., Демчук А.П., Чумаченко Н.А, Повышение биологической ценности хлеба за счет тонкодиспергированных отрубей. / Авваллон, 2011 - с.410.
- 42 Ю.М.Бурашников, А.С.Максимов, В.Н.Сысоев Производственная безопасность на предприятиях пищевых производств. Учебник. Изд. Центр «Академия», 2000г – с. 23-26
- 43 Практикум по оборудованию и автоматизации перерабатывающих производств: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 110305 "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" / Г. В. Шабурова [и др.], 2007. - 183 с.
- 44 Куликов В.Н. Оборудование предприятий элеваторной и зерноперерабатывающей промышленности / В.Н. Куликов, М.Е. Миловидов. М.: Агропромиздат, 2011. - 383 с
- 45 Гришин А.С. Полторак М.И. Комплексная механизация и автоматика производственных процессов на хлебозаводах, - М. Пищевая промышленность. 2006 г.

## Приложения

### Приложение А

#### Оборудование для диспергирования отрубей пшеницы

#### СОСТАВ И ЦЕНА ОБОРУДОВАНИЯ – УДАРНИК-33

№	Наименование	Кол-во	Цена, руб
1	Измельчитель-Дезинтегратор «Ударник 33»	1	380 930
2	Рама для дезинтегратора	1	13 890
3	Пусковая аппаратура	1	26 796
4	Бункер загрузочный с шиберной заслонкой	1	20 600
5	Бункер приемный с шиберной заслонкой	1	38 010
6	Фильтр рукавный	1	40 410
7	Комплект пальцев для Измельчителя	1	7 800
8	Комплект дисков с пальцами для Измельчителя	1	42 400
		ИТОГО	570 836

Характеристики	
Габаритные размеры в сборе, мм (Д*Ш*В)	1544*1702*3377
Габаритные размеры Измельчителя, мм (Д*Ш*В)	1395*947*890
Масса, кг	490
Частота вращения дисков, об/мин	3000
Направление вращения дисков	На встречу
Кол-во пальцев-бил, шт	72
Линейная скорость пальцев-бил, м/с	64
Максимальный исходный размер частиц, мм	15
Мощность двигателя на большом диске, кВт/380В	18,5
Мощность двигателя на малом диске, кВт/380В	15
Производительность, т/ч	До 5
Загрузка исходного материала	Сверху
Выгрузка измельченного материала	Снизу



Рисунок А1 – Измельчитель-дезинтегратор «Ударник – 33»

## Приложение Б

### Сравнение белизны муки нового вида

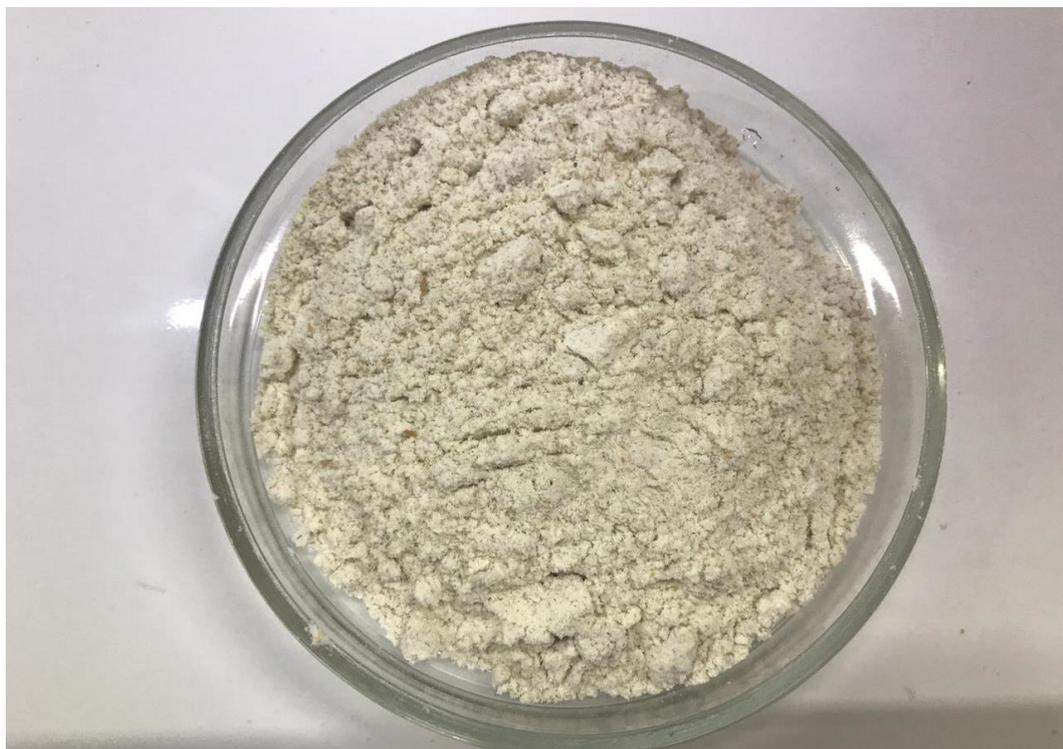


Рисунок Б1 – Образец муки нового вида 1 пробы № 8

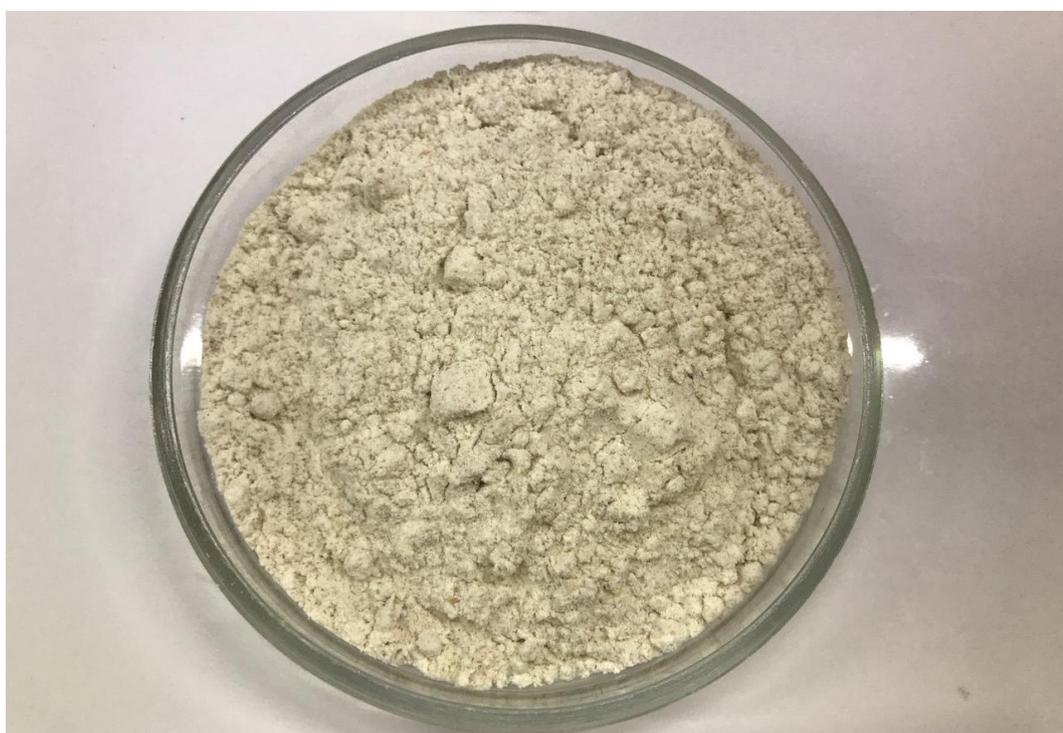


Рисунок Б2 – Образец муки нового вида 2 пробы № 9

## Приложение В

**Сравнение цвета образцов готового песочного печенья на основе пшеничной муки нового вида повышенной пищевой ценности**



Рисунок В1 – Образец измельченного печенья на основе муки НВ1



Рисунок В2 – Образец измельченного печенья на основе муки НВ2