

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Т.А. Никифорова

# РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ КРУПЯНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Монография

Рекомендовано к изданию Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург  
2015

УДК 664.786.86:664.788.4:664.788.3  
ББК 36.823  
Н 64

Рецензент – профессор, доктор технических наук В. С. Иунихина, заведующий кафедрой пищевых производств Международной промышленной академии

**Никифорова, Т.А.**

Н64 Рациональное использование вторичного сырья крупяных производств: монография / Т.А. Никифорова.; Оренбургский гос. ун – т. - Оренбург: ОГУ, 2015. – 139 с.

**ISBN 978-5-7410-1301-4**

В монографии рассматриваются вопросы рационального использования вторичного сырья зерноперерабатывающих предприятий. Детально освещены вопросы химического состава и биохимических свойств вторичного сырья крупяных производств. Показана роль ряда факторов, влияющих на процессы хранения вторичного сырья. Обсуждены возможные пути стабилизации качества вторичного сырья при хранении.

Приведены научно обоснованные технологические решения для реализации способов рационального использования вторичного сырья крупяных производств в различных отраслях промышленности.

Монография рассчитана на использование бакалаврами по направлению подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», магистрами по направлению подготовки 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья», аспирантами по направлению подготовки 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодовоовощной продукции и виноградарства», а также будет полезна для специалистов пищевой промышленности

УДК 664.786.86:664.788.4  
ББК 36.823

**ISBN 978-5-7410-1301-4**

© Никифорова Т.А., 2015  
© ОГУ, 2015

## Содержание

Предисловие.....	6
Глава 1 Комплексное исследование химического состава и биохимических свойств вторичного сырья крупяных производств.....	9
1.1 Химический состав просяной муки.....	9
1.2 Химический состав ячменной муки.....	10
1.3 Химический состав пшеничной муки.....	14
1.4 Химический состав гречневой муки.....	16
1.5 Химический состав овсяной муки.....	17
1.6 Химический состав гороховой муки.....	18
1.7 Белковый комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяной промышленности.....	19
1.7.1 Фракционный состав белков вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	19
1.7.2 Аминокислотный состав вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	21
1.7.2.1 Аминокислотный состав белков просяной муки.....	21
1.7.2.2 Аминокислотный состав белков овсяной муки.....	22
1.7.2.3 Аминокислотный состав гороховой муки.....	24
1.7.3 Биологическая оценка вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	25
1.8 Липидный комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	27
1.9 Стерины вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	37
1.10 Углеводный комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	39
1.11 Флавоноиды вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	42

1.12 Витаминный комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	43
1.13 Минеральный комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	47
1.14 Оценка безопасности вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.....	51
Глава 2 Исследование изменения показателей качества вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств при хранении.....	58
2.1 Оценка гигроскопических свойств вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств при хранении.....	58
2.2 Изменения липидного комплекса вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств при хранении.....	61
2.3 Изучение содержания антипитательных веществ во вторичном сырье крупяного производства.....	75
2.3.1 Влияние гранулирования гороховой мучки на активность ингибиторов трипсина.....	75
2.3.2 Влияние экструдирования гороховой мучки на активность ингибиторов трипсина.....	77
2.3.3 Влияние ИК-обработки гороховой мучки на активность ингибиторов трипсина.....	79
Глава 3 Исследование направлений рационального использования вторичного сырья крупяного производства.....	88
3.1 Исследование возможности использования гороховой мучки для производства мучных кондитерских изделий.....	88
3.1.1 Разработка схемы подготовки гороховой мучки для кондитерской промышленности.....	90
3.1.2 Применение гороховой мучки в производстве сахарного печенья....	92
3.1.3 Определение сроков хранения сахарного печенья, обогащенного гороховой мучкой.....	101

3.2 Исследование возможности использования гороховой мучки для производства растительного масла.....	102
3.3 Определение зоотехнической целесообразности и экономической эффективности использования ИК-обработанной гороховой мучки в рационе питания животных.....	104
3.4 Медико-биологическая оценка эффективности использования в питании сахарного печенья с добавлением гороховой мучки.....	111
Заключение.....	113
Список использованных источников.....	116

## Предисловие

В настоящее время особо актуальна идея создания безотходного производства, основанного на принципе наиболее полного использования сырья, включая отходы. Малоотходные и безотходные технологии позволяют максимально и комплексно извлекать все ценные компоненты сырья. Применяемые в перерабатывающей промышленности технологические процессы в большинстве своем многоотходные. Большинство отходов, образующихся при переработке зерна, являются вторичными сырьевыми ресурсами (ВСР), их переработка позволяет получить огромное количество ценнейших продуктов без вовлечения новых источников сырья. Так, ВСР и отходы зерноперерабатывающей промышленности ежегодно в РФ образуются в количестве около 5 млн. тонн.

Основные виды вторичных сырьевых ресурсов зерноперерабатывающей промышленности - зерновые отходы, мучка, лузга, зародыш и отруби. В основном вторичные сырьевые ресурсы идут на кормовые цели и только 15 % общего количества пшеничных отрубей используются в хлебопечении и как диетический продукт. К перспективным разработкам новых ресурсосберегающих технологий, экологически безвредных и безотходных технологических процессов для переработки вторичных сырьевых ресурсов в мукомольном производстве относится изготовление пшеничных отрубей и зародышевых хлопьев для лечебного питания в нативном состоянии. Пшеничные диетические отруби содержат пищевых волокон до 43 - 45 %, белка - до 16 %, витамины группы В, Е. Установлено, что многие болезни, в том числе и пищеварительной системы человека, вызваны использованием в питании рафинированных продуктов, обедненных пищевыми волокнами. В качестве натуральных источников пищевых волокон перспективно использование специально обработанных оболочек зерна пшеницы. Как следует из анализа, уровень использования

вторичных ресурсов зерноперерабатывающей промышленности, несмотря на проводимую работу, недостаточно высок.

В настоящее время из всего комплекса предприятий зерноперерабатывающей промышленности крупяное производство пока характеризуется низкой степенью использования вторичных сырьевых ресурсов. К вторичным сырьевым ресурсам крупяных предприятий относятся зерновые отходы, лузга, мучка.

В настоящее время в России работают 80 крупных крупозаводов производительностью 200-400 т/сутки.

Проблемой утилизации ВСР крупяной промышленности в настоящее время занимаются недостаточно. В научно-технической и патентной литературе отсутствуют научно обоснованные решения по разработке ресурсосберегающих технологий переработки вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.

Отсутствуют сведения о химическом составе и биохимических свойствах ВСР крупяной промышленности. Нет сведений, посвященных изучению ВСР как объекта хранения. Полностью отсутствуют данные о комплексной их переработке.

В монографии обобщены результаты исследований, касающихся разработки научно обоснованных решений, необходимых для реализации комплексной ресурсосберегающей технологии использования вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств.

Монография состоит из трех глав. Глава 1 посвящена комплексному исследованию химического состава и биохимических свойств вторичного сырья крупяных производств. Выявлены особенности химического состава ВСР, выражающиеся в высоком содержании белка, крахмала, жира, витаминов, минеральных веществ, флавоноидов. Проведенные исследования позволили определить возможные пути рационального использования вторичного сырья крупяных производств.

Глава 2 посвящена исследованию изменения качества ВСП крупяных производств при хранении и разработке рациональных режимов стабилизации их качества. Изучены пути стабилизации качества ВСП крупяных производств.

В главе 3 предлагается системный подход к разработке путей рационального использования вторичного сырья крупяного производства в различных отраслях промышленности.

Автор надеется, что данная работа заинтересует студентов, аспирантов и специалистов пищевой промышленности.



# **Глава 1 Комплексное исследование химического состава и биохимических свойств вторичного сырья крупяных производств**

## **1.1 Химический состав просяной мучки**

При переработке проса базисных кондиций согласно «Правилам организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях» должно быть получено не менее 65 % пшена. Остальную часть составляют отходы и побочные продукты, к которым относится мучка кормовая – 7,5 %, дробленка – 4 %, лузга – 15,5 %. Выход кормовой мучки на крупозаводах зависит от режимов работы вальцедековых станков.

С целью определения фактического выхода просяной мучки с каждой системы шелушения на Оренбургском крупозаводе был снят количественно-качественный баланс продуктов переработки зерна проса. Данные представлены в таблице 1. Полученные данные свидетельствуют о том, что выход мучки на Оренбургском крупозаводе несколько выше нормы выходов, указанных в правилах ведения технологического процесса на крупяных предприятиях.

Таблица 1 - Выход мучки по системам шелушения на Оренбургском крупозаводе

Система шелушения	Выход, %		
	1 линия	2 линия	3 линия
1	3,0	4,0	3,0
2	2,7	2,2	2,4
3	3,3	2,5	1,8
Всего:	9,0	8,7	7,2

Учитывая возможность дифференцированного подхода к использованию мучки с различных систем ее шелушения, был изучен химический состав ее отдельных фракций. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Химический состав просяной мучки, полученной с разных систем шелушения

Система шелушения	Массовая доля, %					
	влажность	белок	жир	крахмал	клетчатка	зольность
1	12,0	13,2	6,3	41,0	30,1	9,0
2	11,8	12,9	14,3	42,0	21,5	8,9
3	11,1	12,6	21,0	43,2	14,2	8,6

Согласно полученным данным, мучка, образующаяся в процессе переработки на различных системах шелушения, достаточно неоднородна по качеству. Существенные различия в химическом составе отмечены для мучки, выделенной с первой и последней систем шелушения. В мучке, полученной с первой системы шелушения, обнаружено большое количество клетчатки (30 %), что обусловлено наличием цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек. Мучка, полученная с третьей системы шелушения, характеризуется наибольшим количеством жира (21 %), что свидетельствует о присутствии основной массы зародыша. Различие в содержании крахмала, белка в мучке, полученной с различных систем шелушения незначительны.

## 1.2 Химический состав ячменной мучки

На Оренбургском комбинате хлебопродуктов разработана комплексная схема по производству ячневой и перловой круп. Схема представлена на рисунке 1.

При переработке зерна базисных кондиций выход перловой крупы составляет 8 %, ячневой 60 %. Ячмень в зерноочистительном отделении очищают путем однократного пропуска через сепаратор, в котором производят очистку зерна от крупных, мелких, легких примесей. На расसेве ЗРМ-4 отделяют мелкий ячмень, легкие примеси отделяют в аспираторе. Шелушение ячменя осуществляют путем последовательного пропуска через четыре обочные машины. Окружные скорости бичей 20-22 метра в секунду, уклон бичей 8 – 10 %, зазор между бичами и наждачной поверхностью 15-20 мм. Цветковые пленки после каждой шелушильной машины отделяют в

аспираторах. В результате обработки пенсак имеет в среднем следующие показатели качества: содержание шелушенных зерен 95-96,5 %, в том числе дробленых 4,2-4,5 %, мучки 0,3-0,5 %, лузги 0,6-1,1 %, содержание нешелушенных зерен 1,9-2,3 %.

Таким образом, полученный пенсак соответствует предъявляемым требованиям.

Перловую крупу получают в результате многократного шлифования пенсака в машинах А1-ЗШН-З. Окружная скорость дисков в машинах А1-ЗШН 20-22 м/с, длительность обработки зерна на каждой системе 30-40 с. Полученный продукт после четвертой системы шлифования направляют в рассев, где сортируют и отбирают крупу №1, которую после магнитного контроля направляют в закрома. В результате обработки получают значительное количество мучки, которую направляют на контроль. Контроль мучки осуществляют на ситах с отверстиями диаметром 2,2 и № 056.

Ячневая крупа в отличие от перловой, в среднем более мелкая и не столь тщательно обработанная. Пенсак перерабатывают путем четырехкратного его дробления в вальцовых станках. После каждой вальцовой системы продукт сортируют на рассевах и группируют по крупности. Крупные сходовые продукты после провеивания в аспираторах направляют последовательно с одной системы дробления на другую.

Крупный сход после четвертой системы измельчения после провеивания в аспираторах направляют на третью систему. Сортирование крупы осуществляют в рассевах. Крупу ячневую отбирают с рассегов сходом с сит с отверстиями размером диаметром 2,2, 2,0 и 1,5 мм. Преобладающей фракцией по крупности является сход с сит с отверстиями размером диаметром 1,5, то есть крупа ячневая №2. Крупу ячневую №3, полученную проходом сита с отверстиями диаметром 1,5мм и сходом с сита №063, не отбирают, а подсортировывают ее к крупе №2 в количестве, чтобы не нарушить выравненность крупы, которая по стандарту должна быть не менее 75 %. Мучку, отбираемую проходом сита №063, направляют на

контроль. Выход муки зависит от режимов работы шлифовальных и измельчающих систем. Выход крупы ячневой на Оренбургском комбинате хлебопродуктов при переработки зерна базисных кондиций составляет 60 %, выход крупы перловой составляет 8 %, выход муки составляет 18 %. С целью определения фактического выхода ячменной муки с каждой системы был снят количественно-качественный баланс продуктов переработки ячменя. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Выход муки по системам измельчения и шлифования на Оренбургском комбинате хлебопродуктов №3

Система	Выход, %				Итого
	1	2	3	4	
Вальцовая	3,5	3,7	3,4	2,9	16,5
Шлифовальная	2,1	2,0	2,4	2,2	8,7

Выход муки на вальцовых системах составляет 16,5 %, а на шлифовочных системах - 8,7 %.

Учитывая возможность дифференцированного использования ячменной муки, был изучен химический состав отдельных ее фракций, который представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Химический состав ячменной муки, полученной с различных систем измельчения при производстве ячневой крупы

Массовая доля, %						
Система	Влажность	Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
1	12,81	12,0	4,5	59,9	6,0	4,5
2	11,50	12,5	6,1	61,2	4,5	4,2
3	11,20	11,8	7,4	61,0	4,6	3,9
4	11,90	11,2	13,0	55,2	5,8	3,8

Полученные данные свидетельствуют, что мука обладает большой пищевой и биологической ценностью. На это указывает высокое содержание белка, жира, пищевых волокон. Химический состав муки, полученной с различных систем измельчения, неодинаков. Мука, полученная с последней системы измельчения, содержит больше жира (13 %) по сравнению с мукой, полученной с 1 системы измельчения (4,5 %).

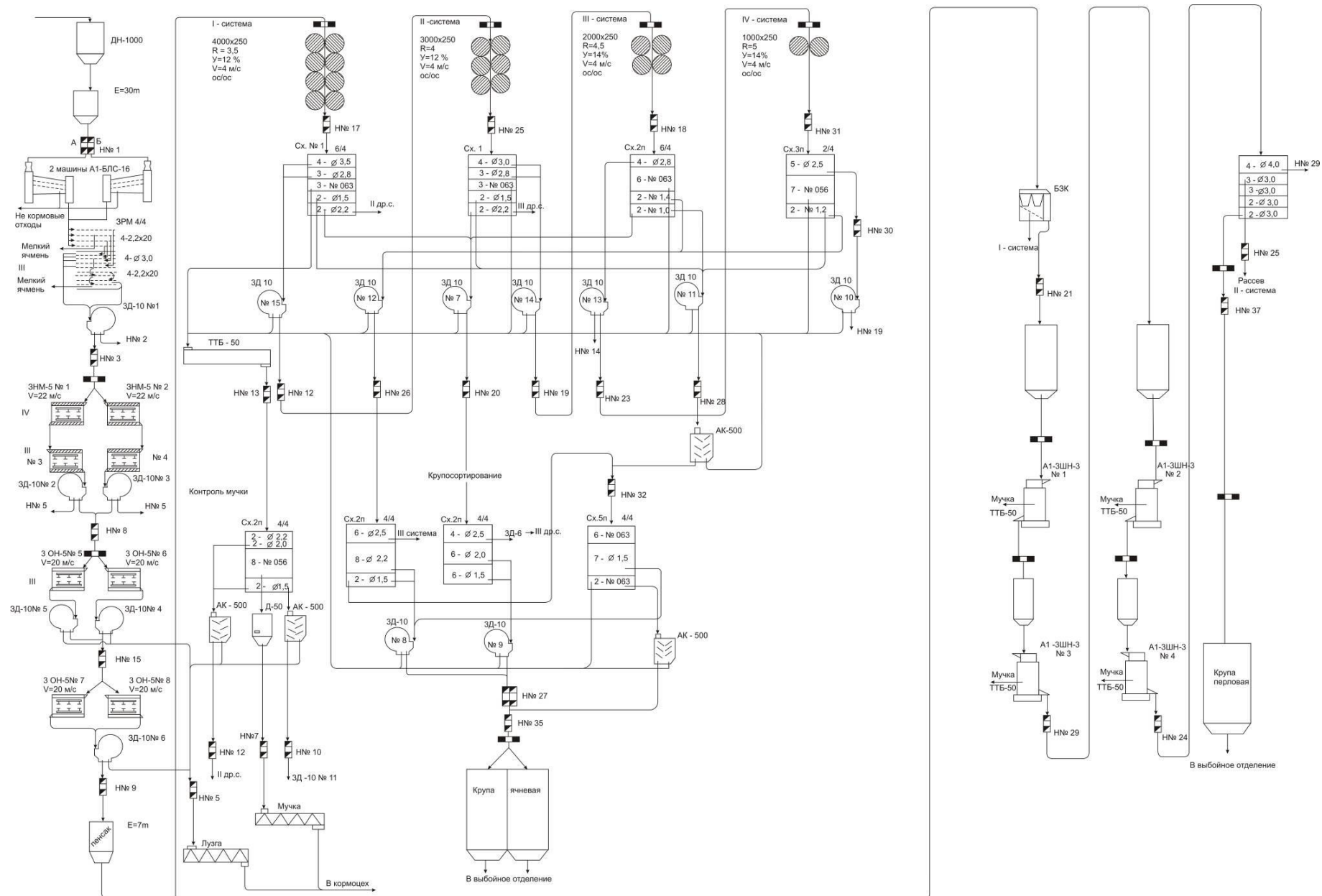


Рисунок 1 – Схема получения ячневой и перловой круп из ячменя

Высокое содержание жира объясняется тем, что в эту фракцию в процессе измельчения попадает основная доля зародыша.

Наиболее высокое содержание клетчатки находится в мучке, полученной с 1-ой системы измельчения.

По сравнению с ячневой крупой ячменная мучка содержит значительно больше белка (на 2 %), жира (на 6 %), клетчатки (на 4,8 %).

В ячменной мучке содержится значительно меньше крахмала (на 5 %) по сравнению с ячневой крупой.

Таким образом, проведенные исследования позволяют предположить возможность использования ячменной мучки в диетическом питании.

### **1.3 Химический состав пшеничной мучки**

Рациональная технология переработки зерна в крупу возможна лишь при комплексном изучении всех технологических процессов. Оренбургский комбинат хлебопродуктов № 3 крупу пшеничную Полтавскую вырабатывает из твердой и мягкой пшеницы.

Зерно от примесей очищают на воздушно-ситовых сепараторах А1-БИС12, отделяют мелкое зерно в расसेве ЗРМ-4, легкие примеси отделяют в аспираторе. Анализ технологической схемы свидетельствует, что из зерна не отделяют минеральную примесь, короткую примесь.

Важным этапом в подготовке зерна пшеницы является шелушение его в обоечных машинах с абразивным цилиндром. Окружная скорость бичей 16-14 м/с, уклон 10-8 %, зазор между кромкой бичей и абразивной поверхностью 20-25 мм.

После обоечных машин продукты шелушения обрабатывают в аспираторах ЗД-10.

В результате обработки зерно пшеницы имеет в среднем следующие показатели качества: влажность 12,0 - 13,0 %, содержание нешелушенных зерен 2,4-2,6 %, содержание шелушенных зерен 95-97 %, в том числе дробленых 4,62-4,75 %, мучки 0,2-0,4 %, лузги 0,9-1,2 %, зольность 1,81-1,95

%. Таким образом, получаемое после обработки зерно в зерноочистительном отделении отвечает предъявляемым требованиям.

Пшеничную крупу из подготовленного зерна получают в результате четырехкратного шлифования в машинах А1-ЗШН-3.

После обработки в машинах А1-ЗШН-3 продукт сортируют в расसेве, где отбирают крупу Полтавскую № 2. Продукт, получаемый сходом сита с отверстиями диаметром 3 мм, направляют в рассев 2 системы. В расसेве продукт сортируют, отбирают мучку, крупный продукт схода сита диаметром 3, 2,8, 2,2 мм направляют на измельчение на III систему.

Режим работы машин А1-ЗШН зависит от длительности обработки продукта.

На каждой системе длительность обработки составляет 15-25 с., окружная скорость дисков равна 16-18 м/с.

Мучку, получаемую с просеивающих машин, циклонов, после машин А1-ЗШН направляют на контроль мучки. Содержание частиц ядра в мучке не должно превышать 5 %. При переработке зерна базисных кондиций выход крупы составляет 63 %. Выход мучки составляет 30 %.

Для определения фактических выходов пшеничной мучки с каждой системы шлифования был снят количественно-качественный баланс побочных продуктов переработки зерна пшеницы. Результаты представлены в таблице 5. Анализ полученных результатов показывает, что выход мучки на Оренбургском комбинате хлебопродуктов соответствует нормам выходов, указанных в правилах ведения технологического процесса на крупяных предприятиях.

Таблица 5 – Выход пшеничной мучки по системам шлифования на Оренбургском комбинате хлебопродуктов № 3

Пшеничная мучка	Система шлифования			
	1	2	3	4
Выход, %	8,0	7,6	8,2	5,9

С целью выбора перспективных потоков пшеничной мучки был исследован химический состав отдельных ее фракций, полученных после четырех систем шлифования. Химический состав представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Химический состав пшеничной мучки, полученной с различных систем, %

Система	Влажность	Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
1	11,6	12,1	4,2	60,0	6,9	4,8
2	11,4	13,2	4,1	61,5	5,6	4,0
3	11,0	13,0	8,1	61,0	3,7	3,0
4	10,6	13,4	7,9	59,8	4,5	3,5

Изучение отдельных потоков пшеничной мучки, полученной с различных систем технологического процесса, показало высокое содержание белка, крахмала, жира в ней.

Содержание жира в пшеничной мучке, полученной с различных систем, существенно отличается. Мучка, полученная с 3 и 4 систем, содержит значительно больше жира (7,9 -8,1 %), чем мучка, полученная с первых двух систем (4,1-4,2 %).

Достаточно высокое содержание клетчатки (4,5-6,9 %) во всех фракциях мучки. Полученные данные свидетельствуют о высокой пищевой ценности пшеничной мучки.

#### **1.4 Химический состав гречневой мучки**

В литературе имеется достаточно много данных касающихся химического состава зерна гречихи [38,113]. Побочные продукты переработки зерна гречихи в крупу, в частности, гречневая мучка не изучена. В связи с этим были определены основные показатели химического состава гречневой мучки, отобранной на Сорочинском комбинате хлебопродуктов. Мучку отбирали с контрольного посева. Химический состав представлен в таблице 7.



Таблица 7 - Химический состав гречневой мучки

Продукт	Влажность, %	В % на сухое вещество				
		Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
Мучка	13,0	30,6	7,5	27,5	14,2	7,0
Зерно	13,5	13,6	2,9	59,7	8,1	1,5

Анализ полученных данных свидетельствует, что гречневая мучка имеет неспецифичный химический состав, обладает высокой биологической ценностью. Она содержит 30 % белка, что почти в 2,5 раза выше, чем в целом зерне. Гречневая мучка содержит достаточно много жира (7,5 %), клетчатки (14,2 %).

### 1.5 Химического состав овсяной мучки

Химический состав зерна овса изучен довольно подробно [102, 103, 113]. В тоже время в научной литературе имеются незначительные сведения, касающиеся химического состава овсяной мучки. Большая часть этих исследований относится к 50–70 годам. С тех пор появились новые сорта овса, были усовершенствованы технологические схемы его переработки, появилось новое оборудование.

В связи с этим, были проведены исследования химического состава побочных продуктов переработки овса, отобранных на Челябинском комбинате хлебопродуктов № 1. Результаты исследования представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Химический состав зерна овса и продуктов его переработки

Продукт	Массовая доля, %					
	Влажность	Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
Зерно овса	12,0	13,0	7,8	50,5	10,2	2,9
Крупа овсяная	12,2	10,5	5,9	52,7	6,8	2,4
Овсяная мучка (1 система)	12,5	25,9	7,9	27,5	18,3	4,8
Овсяная мучка (2 система)	11,4	10,8	14,8	43,2	13,1	3,4

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что овсяная мука по своему химическому составу существенно отличается от зерна овса и овсяной крупы. По содержанию белка мука, отобранная с первой системы шелушения, превосходит зерно овса в 2,0 раза, крупу овсяную - в 2,5 раза.

В процессе шелушения, вероятно, в муку с первой системы попадает значительное количество цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек, что обуславливает высокое содержание клетчатки (18,3 %).

Овсяная мука, отобранная со второй системы, богата липидами, количество которых больше в 1,9 раза, чем в целом зерне и в 2,5 раза, чем в крупе овсяной.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высокой пищевой ценности овсяной муки.

## **1.6 Химический состав гороховой муки**

Российскими и зарубежными учеными довольно подробно изучен химический состав зерна гороха. В то же время в научной литературе встречается незначительное количество информации, касающейся побочных продуктов переработки гороха в крупу, в частности гороховой муки. Основная часть сведений относится к 1950-1970 годам.

В настоящее время технология переработки гороха в крупу значительно усовершенствовалась и, как следствие, изменилось применяемое оборудование и технологические параметры.

Принимая это во внимание были проведены исследования химического состава гороховой муки. В качестве объекта исследования использовали гороховую муку, полученную при переработки в крупу гороха сортов Альфа, Орлус и Орловчанин 2. Результаты исследований представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Химический состав зерна гороха и продуктов его переработки

Продукт	Массовая доля, %				
	Белок	Липиды	Крахмал	Пищевые волокна	Зола
Зерно гороха	22,8	2,6	49,8	8,3	2,8
Горох лущеный	20,4	1,2	50,7	7,6	2,6
Гороховая мучка (1 система)	20,2	11,2	35,1	14,2	4,5
Гороховая мучка (2 система)	25,5	14,1	33,6	9,2	3,1

Анализ экспериментальных данных показал, что от первой ко второй системе шелушения возрастает количество белка с 20,20 % до 25,50 % и липидов с 11,20 % до 14,20 %, а также уменьшается содержание клетчатки с 14,20 % до 9,20 %.

Горох по своему анатомическому строению резко отличается от зерна хлебных злаков. Главное отличие состоит в том, что у гороха отсутствует зародыш, нет эндосперма и алевронового слоя. Зерно состоит из двух семядолей и ростка, которые покрыты семенной оболочкой и таким образом всё семя гороха представляет собой крупный зародыш [26].

Известно, что анатомические части гороха не однородны по химическому составу. В результате переработки гороха в крупу в побочные продукты попадает большая часть ростка и семенной оболочки. Вероятно, это и обуславливает различие в химическом составе зерна гороха и побочных продуктов его переработки.

Таким образом, принимая во внимание полученные результаты можно отметить высокую пищевую ценность гороховой мучки.

## **1.7 Белковый комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяной промышленности**

### **1.7.1 Фракционный состав белков вторичных сырьевых ресурсов крупяной промышленности**

Изучен фракционный состав белков просяной мучки, представлен в таблице 10.

Преобладающими фракциями белков просяной мучки являются водорастворимые и солерастворимые белки.

Таблица 10 – Фракционный состав белков просяной мучки

Наименование материала	Фракции белков, % на сухое вещество			
	Водорастворимые+ солерастворимые	Спирторастворимые	Щелочерастворимые	Остаток
Исходный образец просяной мучки	65,23	9,16	15,93	9,27

Изучение образцов овсяной мучки, отобранной на Челябинском комбинате хлебопродуктов, показало, что содержание белка в ней колеблется от 10,8 % до 25,9 %.

Белки являются незаменимым и дефицитным компонентом пищи. Известно, что соотношение белковых фракций играет большую роль при оценке пищевой ценности белка [ 84, 102, 103].

Исследовали фракционный состав белков зерна овса и овсяной мучки, полученной с разных систем шелушения. Результаты исследования представлены в таблице 11.

Преобладающей фракцией белков овсяной мучки являются водорастворимые альбумины. Сумма альбуминов и глобулинов в овсяной мучке с 1 системы составляет 66 %, в то время как сумма этих фракций в целом зерне составляет 38 %. В наименьшей степени в овсяной мучке представлена фракция щелочерастворимых глютелинов.

Таблица 11 – Фракционный состав белков зерна овса и овсяной мучки, полученной с разных систем шелушения

Продукт	Фракции белка, % от суммы фракций				
	альбумины	глобулины	проламины	глютелины	нерастворимый остаток
1	2	3	4	5	6
Зерно овса	14,6	23,4	24,1	32,3	5,6
Овсяная мучка (1 система)	40,0	26,0	21,0	11,0	2,0

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
Овсяная мучка (2 система)	36,8	23,7	19,1	17,3	3,1

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что фракционный состав белков овсяной мучки существенно отличается от состава белков зерна овса.

#### 1.7.2 Аминокислотный состав вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств

##### 1.7.2.1 Аминокислотный состав белков просяной мучки

Одним из показателей, определяющих биологическую ценность зерна проса и продуктов его переработки, является аминокислотный состав белков. Анализ аминокислотного состава отдельных фракций мучки показал, что белки просяной мучки содержат все незаменимые аминокислоты. Данные представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Аминокислотный состав просяной мучки (г/кг сухого продукта)

Аминокислота	Зерно проса	Система шелушения		
		1	2	3
1	2	3	4	5
Аспарагиновая	6,93	8,51	7,32	8,11
Треонин *	3,10	4,86	3,99	3,43
Серин	6,08	6,14	4,98	5,17
Глютаминовая	12,64	13,64	10,55	11,05
Пролин	2,80	2,90	2,86	2,91
Глицин	2,46	4,97	3,80	4,13
Аланин	7,82	6,79	5,80	6,28
Цистин	1,13	1,0	0,90	1,10
Валин *	3,51	4,52	3,54	3,52
Метионин *	3,20	3,32	3,42	3,80
Изолейцин *	2,74	3,15	2,19	2,20
Лейцин *	11,07	9,46	7,94	8,24
Тирозин	4,20	3,90	2,75	3,03
Фенилаланин*	5,31	5,16	3,67	3,62

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5
Гистидин	2,49	1,86	1,96	2,45
Лизин *	2,31	4,27	4,46	4,80
Аргинин	3,32	5,18	6,10	6,84
Сумма незаменимых кислот	28,5	34,74	28,61	29,61
Сумма аминокислот	81,11	89,11	75,63	80,68

По сумме незаменимых аминокислот просяная мука превосходит зерно проса.

#### 1.7.2.2 Аминокислотный состав белков овсяной муки

Важнейшим показателем, определяющим биологическую ценность побочных продуктов переработки овса, является аминокислотный состав белков.

Результаты исследования аминокислотного состава овсяной муки, полученной с центрофугала, зерна овса и пшеничной муки 1 сорта приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Аминокислотный состав зерна овса, овсяной муки и пшеничной муки 1 сорта, мг/100 г продукта

Наименование аминокислоты	Зерно овса	Овсяная мука	Пшеничная мука 1 сорт
Аспарагиновая кислота	1250	2896	402
Треонин	470	956	309
Серин	676	1000	450
Глутаминовая кислота + пролин	3240	2878	4242
Глицин + аланин	1510	2867	729
Цистеин	420	1244	243
Метионин	486	1987	164
Изолейцин	450	648	541
Лейцин	802	1221	810
Тирозин	875	2989	302
Фенилаланин	724	1712	568
Гистидин	458	1490	226
Лизин	710	1987	259
Аргинин	886	2002	493
Общее содержание аминокислот	12957	25877	9738

По сумме незаменимых аминокислот овсяная мучка превосходит зерно овса и пшеничную муку 1 сорта. Обращает на себя внимание, повышенное по сравнению с белками зерна овса и белками пшеничной мукой 1 сорта содержание в мучке аргинина в 2,2 и в 4,1 раза соответственно. Также отличительной особенностью аминокислотного состава овсяной мучки является высокое содержание лизина, дефицитного для зерновых культур и продуктов их переработки. По количеству лизина овсяная мучка превосходит зерно овса в 2,8 раза, а пшеничную муку 1 сорта - в 7,7 раза.

Для оценки биологической ценности белков овсяной мучки рассчитывали аминокислотный скор относительно куриного белка («идеальный белок»). Результаты расчета представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Аминокислотный скор овсяной мучки

Незаменимая аминокислота	Идеальный белок		Овсяная мучка	
	Содержание АК, мг в 1 г белка	Скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ	Содержание АК, мг в 1 г белка	Скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ
Изолейцин	40,0	100	16,7	41,8
Лейцин	70,0	100	31,6	45,1
Лизин	55,0	100	51,4	93,5
Метионин+ цистеин	35,0	100	83,5	238,5
Фенилаланин + тирозин	60,0	100	119,0	198,3
Треонин	40,0	100	24,7	61,8

Сравнительная оценка аминокислотного сора овсяной мучки относительно сора «идеального белка» показала, что образцы мучки обладают высокой биологической ценностью. Лимитирующей аминокислотой является изолейцин (скор 41,8 %).

### 1.7.2.3 Аминокислотный состав гороховой мучки

Белки являются наиболее важным компонентом пищи. Их значение определяется не только и не столько способностью обеспечивать калорийность, но и их незаменимостью другими веществами.

В белках семян гороха отсутствует проламиновая фракция. Альбумины, глобулины, и глютелины зернобобовых значительно отличаются по содержанию в них аминокислот, поэтому возможно, что аминокислотный состав гороховой мучки будет отличаться от зерна [86].

Были проведены исследования аминокислотного состава зерна гороха и гороховой мучки. Полученные результаты аминокислотного состава представлены таблице 15.

Таблица 15 - Содержание аминокислот в гороховой мучке и горохе

Наименование аминокислоты	Концентрация аминокислоты, мг/100 г продукта	
	Гороховая мучка	Горох
1	2	3
Аспарагиновая кислота	3068	2816
Треонин	990	950
Серин	1556	1330
Глутаминовая кислота	4760	4321
Пролин +глицин	1789	1744
Аланин	1012	962
Цистеин	1824	840
Метионин	1688	505
Изолейцин + лейцин	1897	2628
Тирозин	1015	987
Фенилаланин	1167	1056
Гистидин	1984	1039
Лизин	1786	1612
Аргинин	954	1681
Общее содержание аминокислот	25490	22476

По сумме незаменимых аминокислот гороховая мучка превосходит целое зерно гороха. Так, гороховая мучка по содержанию аспарагиновой



кислоты превышает зерно гороха в 1,8 раза, по содержанию цистеина в 2,2 раза, метионина – 3,3 раз.

Для выяснения способности гороховой мучки удовлетворить потребность организма в незаменимых аминокислотах необходимо оценить качество содержащегося в ней белка. Была исследована биологическая ценность гороховой мучки. Для этого рассчитывали аминокислотный скор гороховой мучки. Результаты расчета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Аминокислотный скор гороховой мучки

Незаменимая аминокислота	Идеальный белок		Гороховая мучка	
	Содержание АК, мг в 1 г белка	Скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ	Содержание АК, мг в 1 г белка	Скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ
Изолейцин+лейцин	110,0	100	48,4	44,0
Лизин	55,0	100	45,5	82,7
Метионин + цистеин	35,0	100	89,6	256,0
Фенилаланин + тирозин	60,0	100	55,6	92,7
Треонин	40,0	100	25,3	63,25

В ходе эксперимента установлено, что лимитирующими аминокислотами являются изолейцин и лейцин (скор 44,0 %).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о высокой биологической ценности гороховой мучки.

### 1.7.3 Биологическая оценка вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств

Наиболее полное представление о биологической ценности белка можно получить с помощью биологических методов в опытах над лабораторными животными.

Биологическую оценку овсяной мучки проводили в «Оренбургском аграрном университете» в комплексной аналитической лаборатории

факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, по методике, рекомендованной ФАО/ВОЗ и Институтом питания РАМН.

В эксперименте участвовало две группы крыс-отъемышей линии «Вистар». Первая группа (экспериментальная) получала корм, в котором в качестве источника белка была овсяная мука, вторая (контрольная) - в виде белка куриного яйца. Продолжительность исследования составляла 28 суток.

Изменения росто-весовых показателей в период кормления животных представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Росто-весовые показатели опытных животных

Показатели	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Исходная масса тела, г	70±0,4	70±0,5
Масса тела в конце опыта, г	134±1,2	128±1,3
Привес за весь период откорма, г	64±1,4	58±1,1
Суточный привес, г	2,3±0,1	2,0±0,1
Белок, потребленный за весь период эксперимента, г	62±0,5	56±0,4
Количество белка потребленного за сутки, г	2,2±0,2	2,0±0,1

Исследования росто-весовых показателей опытных животных выявили различия в поедаемости корма, обуславливающие непропорциональное накопление белка в их организме и прирост массы тела.

С целью получения объективного представления о перевариваемости и усвояемости белков овсяной муки анализировали особенности азотистого баланса опытных животных. Результаты исследования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Азотистый баланс опытных животных

Показатели	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Поступление азота с пищей, г/сут	0,352	0,320
Потери азота, г/сут:		
- с мочой;	0,054	0,050
- с калом	0,070	0,037
Баланс азота, г/сут	0,228	0,233

Очевидно, что у обеих групп животных азотистый баланс положительный, который свидетельствует о процессах роста тканей. Потери азота с экскрементами для группы, рацион питания которой включал овсяную муку, составляют 35,2 %, а для контрольной группы - 27,2 %.

Данные полученные в процессе исследования роста-весовых показателей и азотистого баланса животных легли в основу оценки биологической ценности белков овсяной муки, приведенных в таблице 19.

Таблица 19 – Биологическая оценка овсяной муки в экспериментах на опытных животных

Показатели	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Коэффициент эффективности белка	1,39±0,04	1,60±0,03
Коэффициент усвояемости белка, %	80,11±1,02	89,40±0,50
Биологическая эффективность, %	83,97±0,93	87,00±0,56
Чистая утилизация белка	67,27±0,05	77,78±0,07

Результаты исследований, проведенных на опытных животных, свидетельствуют о высокой биологической эффективности, усвояемости и утилизации белков овсяной муки.

## **1.8 Липидный комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств**

Питательная ценность зерна и продуктов его переработки зависит от состояния липидного комплекса. Изучены наиболее важные показатели: кислотное число, групповой и жирнокислотный состав липидов муки с разных систем шелушения. Кислотное число липидов просяной муки, выделенной с различных систем шелушения, изменяется незначительно: от 9,0 мг КОН на первой системе шелушения до 9,8 мг КОН – на последней.

Для более подробной характеристики липидов просяной муки был проведен анализ группового состава липидов методом тонкослойной хроматографии. Полученные данные представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Групповой состав липидов просяной мучки, выделенной с разных систем шелушения

Система шелу- шения	Основные фракции (% от суммы фракций)					
	Полярные липиды+ моноацил- глицерины	Диацил- глице- рины	Свобод- ные жирные кислоты	Триацил- глицери- ны	Эфиры сте- ролов	Угле- водо- роды
1	1,8	2,67	6,82	86,86	0,80	1,05
2	1,85	2,74	7,40	86,03	0,76	1,22
3	1,98	2,76	7,87	85,13	1,0	1,26

Основной фракцией липидов просяной мучки являются триацилглицерины. Сравнительная оценка группового состава липидов просяной мучки, полученной с различных систем шелушения, показывает, что при переходе от первой к последней системе несколько снижается содержание триацилглицеринов и увеличивается содержание свободных жирных кислот, что соответствует изменению кислотного числа в отдельных фракциях мучки.

Анализ литературных данных показал, что сведений о липидах ячменной мучки нет. В связи с отсутствием данных нами было проведено исследование фракционного состава липидов ячменной мучки. Результаты исследований представлены в таблице 21, где показано процентное содержание различных фракций в составе липидов исследуемой мучки.

Основной фракцией липидов ячменной мучки является триацилглицерины.

Сравнительная оценка группового состава липидов ячменной мучки, полученной с различных систем, показывает, что при переходе от первой к последней системе существенных отличий в групповом составе липидов не наблюдается.

Таблица 21 - Групповой состав липидов ячменной мучки, полученной с различных систем

Сис- тема	Полярные липиды+ моноацил- глицерины	Диацил глице- рины	Триацил глице- рины	Свободные жирные кислоты	Стерины	Эфиры стеринов
1	2	3	4	5	6	7
1	4,4	0,1	84,9	7,0	2,2	1,4
2	4,3	0,2	84,7	6,9	2,0	1,9
3	4,2	0,1	85,2	6,7	2,1	1,7
4	4,5	0,2	84,7	6,8	2,5	1,3

Был изучен групповой состав липидов пшеничной мучки, который представлен в таблице 22.

Таблица 22 - Групповой состав липидов пшеничной мучки

Система	Основные фракции, % от суммы фракций						
	Полярные липиды+ фосфолипиды	Моноацилглицерины	Диацилглицерины	Триацилглицерины	Свободные жирные кислоты	Стерины	Эфиры стерин
3	4,8	1,1	2,1	80,8	8,2	1,5	1,5
4	5,0	0,9	2,3	80,4	8,4	1,4	1,6

Основной фракцией липидов пшеничной мучки являются триацилглицерины.

Существенного отличия в групповом составе липидов пшеничной мучки, полученной с различных систем нет.

Учитывая высокое содержание жира в гречневой мучке, были изучены основные характеристики липидного комплекса: кислотное число, групповой состав и жирнокислотный состав. Кислотное число липидов свежеработанной гречневой мучки 6-7мг КОН.

Изучен групповой состав липидов гречневой мучки. Полученные данные представлены в таблице 23.

Таблица 23 - Групповой состав липидов гречневой муки

Продукт	Основные фракции (%от суммы фракций)						
	Полярные липиды	Моноацилглицерины	Триацилглицерины	Жирные кислоты	Стерины	Эфиры стерин	Углеводороды
Гречневая мука	1,6	0,2	88,5	1,7	3,0	4,8	0,2

Основной фракцией липидов гречневой муки являются триацилглицерины.

Овсяная мука содержит значительное количество жира от 7,9 % до 14,8 %. Анализ научной литературы показал, что сведения о липидах овсяной муки ограничиваются лишь их содержанием [140, 141].

В связи с чем, был изучен фракционный состав липидов овсяной муки, полученной с разных систем шелушения. Результаты исследований представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Групповой состав липидов овсяной муки, отобранной с разных систем шелушения

Система шелушения	Основные фракции, % от суммы фракции				
	Полярные липиды + фосфолипиды	Триацил-глицериды	Свободные жирные кислоты	Стерины	Эфиры стерин
1 система	0,35	84,32	13,98	0,70	0,65
2 система	0,40	83,70	14,52	0,68	0,70

Преобладающей фракцией липидов овсяной муки являются триацилглицериды (83,7–84,2 %). Количество полярных липидов и фосфолипидов в овсяной муке незначительно (0,35–0,40 %). Содержание стерин в муке находится в пределах от 0,68 % до 0,70 %.

Результаты исследований показали, что существенных отличий в групповом составе липидов овсяной муки, отобранной с различных потоков шелушения нет.

Были проведены подробные исследования липидного комплекса гороховой муки. Результаты исследования группового состава липидов показали, что основной фракцией являются триацилглицерины. Данные представлены в таблице 25. Существенных отличий в групповом составе липидов гороховой муки, отобранной с различных систем шелушения, не выявлено.

Таблица 25 - Групповой состав липидов гороховой муки

Основные фракции, % от суммы фракции	Продукт	
	Гороховая мука (1 система шелушения)	Гороховая мука (2 система шелушения)
Полярные липиды + фосфолипиды	0,34	0,37
Триацилглицерины	82,12	82,09
Свободные жирные кислоты	14,98	15,02
Стерины	1,70	1,68
Эфиры стерин	0,86	0,84

Биологическая эффективность липидов определяется качественным и количественным составом жирных кислот. Жирные кислоты липидов просяной муки представлены: пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой. Данные сведены в таблицу 26. Жирнокислотный состав липидов просяной муки носит ненасыщенный характер, сумма ненасыщенных жирных кислот составляет 90-92 %.

Таблица 26 – Жирнокислотный состав липидов просяной муки, выделенной с различных систем шелушения

Жирная кислота (% от суммы)	Система шелушения		
	1	2	3
C <sub>16:0</sub>	7,9	6,8	7,0
C <sub>18:0</sub>	1,2	1,0	0,8
C <sub>18:1</sub>	22,8	20,8	21,4
C <sub>18:2</sub>	67,4	70,9	70,1
C <sub>18:3</sub>	0,7	0,5	0,7
Сумма насыщенных кислот	9,1	7,8	7,8
Сумма ненасыщенных кислот	90,9	92,2	92,2

Главным представителем насыщенных жирных кислот липидов просяной мучки является линолевая кислота, обладающая высокой биологической активностью. На ее долю приходится 67-70 % от суммы всех кислот. Самый высокий уровень содержания линолевой кислоты отмечен для мучки, полученной с третьей системы шелушения.

Состав и содержание основных жирных кислот липидов ячменной мучки представлены в таблице 27.

Жирные кислоты ячменной мучки представлены, в основном, пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой кислотами.

Жирнокислотный состав липидов ячменной мучки носит ненасыщенный характер, сумма ненасыщенных жирных кислот составляет 75 – 76 %. Главным представителем ненасыщенных жирных кислот является линолевая кислота, обладающая высокой биологической активностью. Анализ жирнокислотного состава липидов ячменной мучки, полученной с различных систем показал, что существенного отличия в составе жирных кислот нет.

Таблица 27 - Жирнокислотный состав липидов ячменной мучки, выделенной с различных систем

Жирная кислота, в % от суммы	Система			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
C <sub>12:0</sub>	0,06	0,06	0,05	0,05
C <sub>14:0</sub>	0,60	0,60	0,60	0,45
C <sub>15:0</sub>	0,06	0,6	0,03	0,05
C <sub>15:1</sub>	0,02	0,2	0,03	0,03
C <sub>16:0</sub>	20	20,50	21,0	20,00
C <sub>16:1</sub>	0,14	0,10	0,18	0,15
C <sub>16:1/9-цис</sub>	0,44	0,10	0,49	0,46
C <sub>17:0</sub>	0,36	0,40	0,35	0,38
C <sub>17:1</sub>	0,04	0,08	0,04	0,04
C <sub>18:0</sub>	2,0	2,10	2,05	2,45
C <sub>18:1/9цис</sub>	16,04	15,98	16,00	16,15
C <sub>18:1/11-транс</sub>	0,80	0,75	0,72	0,85



Продолжение таблицы 27

1	2	3	4	5
C <sub>18:2</sub>	53,69	53,00	52,8	53,12
C <sub>18:3(ω-3)</sub>	3,99	4,20	4,1	4,15
C <sub>20:0</sub>	0,26	0,31	0,30	0,25
C <sub>20:1</sub>	0,80	0,75	0,72	0,85
C <sub>22:0</sub>	0,28	0,25	0,20	0,18
C <sub>22:1</sub>	0,40	0,46	0,34	0,39
Сумма насыщенных кислот	23,62	24,30	24,58	23,81
Сумма ненасыщенных кислот	76,38	75,70	75,42	76,19

Пшеничная мука имеет сложный жирнокислотный состав, который представлен в таблице 28.

Таблица 28- Жирнокислотный состав липидов пшеничной муки

Жирная кислота,% от суммы	Система шлифования	
	3	4
C <sub>12:0</sub>	0,32	0,33
C <sub>14:0</sub>	0,33	0,35
C <sub>15:0</sub>	0,16	0,16
C <sub>15:1</sub>	0,09	0,07
C <sub>16:0</sub>	21,83	22,01
C <sub>16:1</sub>	0,13	0,11
C <sub>16:1(9-цис)</sub>	0,32	0,30
C <sub>17:0</sub>	0,11	0,10
C <sub>17:1</sub>	0,03	0,03
C <sub>18:0</sub>	1,15	1,17
C <sub>18:1(9-цис)</sub>	16,44	16,02
C <sub>18:1(11-транс)</sub>	0,96	0,94
C <sub>18:2(i)</sub>	0,08	0,07
C <sub>18:2</sub>	53,29	53,72
C <sub>18:3(ω-6)</sub>	0,06	0,07
C <sub>18:3(ω-3)</sub>	3,55	3,50
C <sub>20:0</sub>	0,18	0,10
C <sub>20:1</sub>	0,42	0,40
C <sub>22:0</sub>	0,09	0,08
C <sub>22:1</sub>	0,46	0,47
Сумма насыщенных кислот	24,17	24,30
Сумма ненасыщенных кислот	75,83	75,70

Жирнокислотный состав липидов пшеничной муки носит ненасыщенный характер. Главным представителем ненасыщенных жирных кислот пшеничной муки является линолевая кислота, ее содержание составляет 53 %.

Изучен жирнокислотный состав липидов гречневой муки. Гречневая мука имеет сложный жирнокислотный состав. Жирные кислоты липидов гречневой муки представлены биологически ценными кислотами: линолевой и линоленовой. Данные сведены в таблицу 29.

Таблица 29 - Жирнокислотный состав липидов гречневой муки

Жирная кислота	Содержание, % от суммы
C <sub>12:0</sub>	0,10
C <sub>14:0</sub>	0,72
C <sub>14:1</sub>	0,02
C <sub>15:0</sub>	0,14
C <sub>15:1</sub>	0,03
C <sub>16:0</sub>	20,24
C <sub>16:1</sub>	0,20
C <sub>16:1(9-цис)</sub>	0,82
C <sub>17:0</sub>	0,09
C <sub>17:1</sub>	0,05
C <sub>18:0</sub>	2,03
C <sub>18:1(9-цис)</sub>	31,37
C <sub>18:1(11-транс)</sub>	1,69
C <sub>18:2</sub>	34,17
C <sub>18:3(ω-3)</sub>	2,09
C <sub>20:0</sub>	1,27
C <sub>20:1</sub>	2,56
C <sub>22:0</sub>	1,46
C <sub>22:1</sub>	0,95
Сумма насыщенных кислот	26,05
Сумма ненасыщенных кислот	73,95

Жирнокислотный состав липидов гречневой муки носит ненасыщенный характер. Сумма ненасыщенных жирных кислот составляет

73,95 %. Главным представителем жирных кислот является линолевая кислота. На ее долю приходится 34 % от суммы всех кислот.

С целью определения биологической эффективности был изучен жирнокислотный состав липидов овсяной муки, полученной с различных потоков. Жирнокислотный состав приведен в таблице 30.

Таблица 30 – Жирнокислотный состав липидов овсяной муки

Жирная кислота, % от суммы	Система шелушения	
	1 система	2 система
C <sub>8:0</sub> (каприловая)	0,10	0,08
C <sub>12:0</sub> (лауриновая)	0,04	0,04
C <sub>14:0</sub> (миристиновая)	0,27	0,20
C <sub>15:0</sub> (пентадекановая)	0,02	0,03
C <sub>15:1</sub> (пентадеценовая)	0,03	0,05
C <sub>16:0</sub> (пальмитиновая)	16,48	16,10
C <sub>16:1</sub> (гексадеценовая)	1,02	1,04
C <sub>16:1</sub> (9-цис) (пальмитолеиновая)	0,28	0,31
C <sub>16:2</sub> (ω-9) (гексадекадиеновая)	0,12	0,12
C <sub>17:0</sub> (маргариновая)	0,06	0,08
C <sub>17:1</sub> (10-цис) (гептадекановая)	0,03	0,04
C <sub>18:0</sub> (стеариновая)	2,04	2,26
C <sub>18:1</sub> (9-цис) (олеиновая)	35,60	35,72
C <sub>18:1</sub> (11-транс) (вакценовая)	1,10	1,18
C <sub>18:2</sub> (i) (изо-октадекадиеновая)	0,35	0,31
C <sub>18:2</sub> (линолевая)	39,02	38,84
C <sub>18:3</sub> (ω-3) (α-линоленовая)	0,33	0,42
C <sub>18:3</sub> (ω-6) (γ-линоленовая)	1,97	2,01
C <sub>20:0</sub> (арахиновая)	0,25	0,22
C <sub>20:1</sub> (гондиновая)	0,83	0,86
C <sub>22:0</sub> (бегеновая)	0,04	0,03
C <sub>22:1</sub> (эруковая)	0,09	0,07
Сумма насыщенных кислот	19,70	19,03
Сумма ненасыщенных кислот	80,30	80,97

По результатам эксперимента установили, что жирнокислотный состав липидов овсяной муки, полученной с различных систем, существенно не отличается.

Жирнокислотный состав овсяной муки состоит на 80,30–80,97 % из ненасыщенных жирных кислот. Насыщенные жирные кислоты, не

обладающие физиологической активностью и играющие роль запасного энергетического вещества, представлены в основном пальмитиновой кислотой (16,10–16,48 %).

Основным представителем мононенасыщенных жирных кислот является олеиновая кислота (35,60–35,72 %), усиливающая синергизм линолевой кислоты.

Линолевая кислота является главным представителем диеновых ненасыщенных жирных кислот, количество которой в мучке с первой системы составляет 39,02 %. Она обладает высокой физиологической активностью, обеспечивает нормальное функционирование и рост кожных покровов, проницаемость капилляров [140].

Соотношение полиненасыщенных жирных кислот  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 составляет в мучке 1:5–1:6, что является оптимальным. Также в овсяной мучке была идентифицирована малоизученная  $\omega$ -9 кислота. Указанные кислоты проявляют мощные антиоксидантные свойства и способствуют снижению артериального давления, предотвращению тромбообразования, повышению устойчивости организма к инфекционным заболеваниям, нормализации психоэмоционального состояния, процессов памяти, работы желез внутренней секреции [140, 141].

Состав и содержание жирных кислот липидов гороховой мучки представлены в таблице 31.

Таблица 31 - Жирнокислотный состав липидов гороховой мучки, отобранной с различных систем

Название жирной кислоты	Индекс жирной кислоты	Содержание, %	
		1 система	2 система
1	2	3	4
Миристиновая	C <sub>14:0</sub>	0,54	0,50
Пентадекановая	C <sub>15:0</sub>	0,22	0,18
Пентадеценовая	C <sub>15:1</sub>	0,07	0,06
Пальмитиновая	C <sub>16:0</sub>	17,08	17,09
Гексадеценовая	C <sub>16:1</sub>	0,11	0,13
Пальмитолеиновая	C <sub>16:1</sub> 9-цис	0,24	0,22
Маргариновая	C <sub>17:0</sub>	0,17	0,19

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4
Стеариновая	C <sub>18:0</sub>	3,59	3,61
Олеиновая	C <sub>18:1</sub> 9-цис	31,29	31,31
Вакценовая	C <sub>18:1</sub> 11-транс	0,45	0,47
Изо-октадекадиеновая	C <sub>18:2i</sub>	0,16	0,17
Линолевая	C <sub>18:2</sub>	36,84	36,85
α- линоленовая	C <sub>18:3</sub> ω-3	8,16	8,13
Арахидиновая	C <sub>20:0</sub>	0,37	0,35
Гондоиновая	C <sub>20:1</sub>	0,27	0,29
Бегеновая	C <sub>22:0</sub>	0,08	0,07
Эруковая	C <sub>22:1</sub>	0,36	0,38
Сумма ненасыщенных кислот		77,95	78,01
Сумма насыщенных кислот		22,05	21,99

Жирные кислоты гороховой муки представлены, в основном, пальмитиновой, стеариновой, олеиновой и линолевой.

Жирнокислотный состав липидов гороховой муки носит ненасыщенный характер, сумма ненасыщенных жирных кислот в среднем составляет 78 %.

Анализ жирнокислотного состава липидов гороховой муки, полученной с различных систем, показал, что существенного отличия в составе жирных кислот нет.

### 1.9 Стерины вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств

Фитостерины - вещества стероидной природы, являются составной частью неомыляемой фракции растительных липидов. Растительные стеринны обладают высокой биологической активностью. Организм человека не может синтезировать эти вещества, они должны поступать в организм с едой, причем суточная доза этих веществ относительно велика [61, 139, 143].

К настоящему времени сведения о содержании и составе стериннов овсяной муки отсутствуют. Поэтому определение качественного и количественного состава стериннов овсяной муки представляет

значительный интерес. Результаты исследования стерина овсяной муки, отобранной с центрифугала, представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Содержание и состав стерина в овсяной муке

Стерины	Содержание стерина, % от суммы
Холестерин	5,64
Кампастерин	7,86
Стигмастерин	11,54
$\beta$ -ситостерин	66,16
$\Delta$ -5-авенастерин	3,54
$\Delta$ -7-авенастерин	5,26

В ходе работ установили, что среди стерина овсяной муки преобладает  $\beta$ -ситостерин (66,16 % от суммы), характеризующийся наиболее высокой биологической активностью. Он проявляет гипохолестеринемическое действие, снижая абсорбцию холестерина в кишечнике. Стигмастерин присутствует в овсяной муке в количестве 11,54 % от суммы и обладает эстрогенной, противоопухолевой, противогрибковой и бактериостатической активностью. Содержание холестерина в липидах овсяной муки незначительно.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о высокой биологической активности стерина овсяной муки, проявляющих иммуномодулирующие, онкопротекторные, гипогликемические, антиоксидантные эффекты в организме человека [60].

Стерины - строительный материал для образования стероидных гормонов, витаминов группы D, желчных кислот, а главное они являются структурными элементами для образования клеточных оболочек [140]. Организм человека не способен синтезировать стерины, поэтому эти вещества должны поступать с пищей [59].

В литературе встречается мало сведений о стеринах гороха и продуктах его переработки в виду трудности их извлечения и идентификации. Стерины обладают провитаминными свойствами, поэтому определение качественного и количественного состава стерина гороховой муки представляет определенный интерес. Экспериментальные данные представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Содержание и состав стерина в гороховой мучке

Стерины	Содержание стерина, %
Холестерин	2,95
Кампастерин	11,83
Стигмастерин	4,66
$\beta$ -ситостерин	73,21
$\beta$ -амирин	7,35

В ходе работы было установлено, что на долю  $\beta$ -ситостерина приходится 73,21 % от общего содержания стерина в гороховой мучке.

По данным многих исследователей, ситостерин вызывает понижение холестерина плазмы, ингибируя адсорбцию как эндогенного, так и экзогенного холестерина стенками кишечника [140, 141].

В гороховой мучке помимо  $\beta$ -ситостерина присутствует  $\beta$ -амирин (7,35 %), обладающий антиоксидантными свойствами. Содержание холестерина в гороховой мучке не значительно.

Таким образом, можно сделать вывод о высокой биологической активности стерина гороховой мучки, участвующих в нормализации жирового и холестеринового обмена.

#### **1.10 Углеводный комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств**

В зерне пшеницы, как и в других злаковых культурах, углеводы составляют основную часть химического состава.

Побочные продукты переработки пшеницы содержат частицы оболочек, эндосперма, зародыша.

Как показали исследования, углеводный комплекс пшеничной мучки представлен в основном крахмалом. Данные сведены в таблицу 34.

Таблица 34 – Содержание полисахаридов в побочных продуктах переработки пшеницы, %

Показатели	Системы			
	1	2	3	4
Крахмал	60,0	58,2	60,8	56,8
Клетчатка	5,9	5,6	3,3	4,5

Анализ пшеничной мучки, полученной с контрольного отсева показал, что в ней в среднем содержится 6,2 % сахаров. Сахара представлены в основном олигосахарами: сахароза - 51,2 %, рафиноза - 36,3 %. В побочных продуктах переработки пшеницы в крупу содержится глюкоза - 6,2 %, фруктоза - 3,2 %, галактоза - 0,3 %, манноза – 2,8 %.

В зерне овса углеводы составляют основную часть химического состава. Побочные продукты переработки овса содержат частицы оболочек, эндосперма, зародыша. Углеводный комплекс целого зерна и основных продуктов его переработки изучен достаточно широко, в то же время достоверные данные об углеводах побочных продуктов переработки овса отсутствуют. Изучение углеводного комплекса овсяной мучки, отобранной с различных потоков, показало, что содержание крахмала в мучке составляет 29,5–44,2 %.

Анализ овсяной мучки, полученной с центрофугала, позволил установить, что в ней содержится 1,2 % сахаров. Сахара представлены моносахаридами и полисахаридами. В овсяной мучке простые сахара состоят из глюкозы (8,4 %) и галактозы (10,8%), сложные сахара включают сахарозу (48,0 %) и рафинозу (32,8 %).

Помимо крахмала и сахаров в овсяной мучке содержатся пищевые волокна, представленные клетчаткой, левулезанами и гемицеллюлозой, входящими в состав семенных оболочек, клеточных стенок и попадающими в мучку в процессе переработки зерна в крупу.

Основное преимущество клетчатки овсяной мучки заключается в том, что она представлена в основном растворимым полисахаридом -  $\beta$ -глюканом. В овсяной мучке с первой системы содержание  $\beta$ -глюканов составляет 15%,



что в 3,0 раза больше содержания  $\beta$ -глюканов в целом зерне. Наличие в овсяной мучке растворимой клетчатки обуславливает вязкость овсяных отваров. Известно, что  $\beta$ -глюканы обладают ярко выраженными иммуномодулирующими и радиопротекторными свойствами [41, 142, 143].

Экспериментальными данными показано, что в овсяной мучке присутствуют в количестве 1,1 % левулезаны - сложные полисахариды, состоящие из остатков левулезы (фруктозы). В овсяной мучке содержатся гемицеллюлозы. Количество водорастворимых пентозанов в отдельных образцах овсяной мучки составляло 5 %, что, вероятно, объясняется наличием в составе мучки периферийных частей зерна.

В зерне гороха углеводы представлены главным образом крахмалом, однако его содержится меньше, чем в зерне злаковых культур. При переработке гороха в крупу в побочные продукты попадают ростки и оболочечные частицы, которые согласно анализу литературы, также содержат в себе углеводы. В связи с этим, был изучен углеводный состав гороховой мучки.

Основным углеводом гороховой мучки является крахмал. Его содержание составляет 37,1-37,4 %.

Было исследовано содержание сахаров в гороховой мучке. Результаты исследований содержания сахаров в гороховой мучке представлены в таблице 35.

Таблица 35 – Содержания сахаров гороховой мучке

Продукт	Сахара, %		
	Сахароза	Раффиноза	Стахиоза
Гороховая мучка	0,50	0,70	2,56

Основным сахаром гороховой мучки является невосстанавливающий тетрасахарид стахиоза (2,56 %). В гороховой мучке кроме стахиозы содержатся дисахарид сахароза (0,5 %) и трисахарид раффиноза (0,7 %).

тличительной особенностью раффинозы и стахиозы является то, что они не повышают уровень глюкозы в крови и не стимулируют образование инсулина.

### **1.11 Флавоноиды вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств**

Флавоноиды - наиболее многочисленная группа как водорастворимых, так и липофильных фенольных соединений. Изучение флавоноидов представляет большой практический интерес, так как они могут выступать в качестве биологических модификаторов реакций и мощных антиоксидантов [114, 115].

Результаты исследования содержания флавоноидов в овсяной мучке представлены в таблице 36.

Таблица 36 – Содержание и состав флавоноидов в овсяной мучке

Флавоноиды	Содержание флавоноидов, мг/г
Апигенин	0,02
Гиперозид	0,01
Рутин	0,02

Как показали исследования, овсяная мучка содержит флавоноид рутин, обладающий Р-витаминной активностью и оказывающий положительное влияние на сосудистый тонус. Помимо этого овсяная мучка содержит апигенин и гиперозид, проявляющие антиоксидантные свойства.

Таким образом, методом тонкослойной хроматографии удалось установить, что в овсяной мучке содержатся представители различных классов флавоноидов.

Флавоноиды играют важную роль в растительном метаболизме и очень широко распространены в высших растениях. Высокое их содержание отмечается в бобовых, в том числе и горохе [21].

В зарубежной литературе имеются сведения о высоком содержании флавоноидов в ростке зерна гороха. Анализ технологии переработки гороха в крупу показывает, что при шелушении зерна большая часть ростка попадает

в мучку. В связи с этим представилось интересным определить содержание флавоноидов в гороховой мучке.

Методом тонкослойной хроматографии в гороховой мучке были выделены рутин, гиперозид и витексин. Данные по содержанию флавоноидов в гороховой мучке представлены в таблице 37.

Таблица 37 - Содержание флавоноидов в гороховой мучке

Флавоноиды	Содержание флавоноидов, %
Рутин	0,43
Гиперозид	0,04
Витексин	0,03

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что гороховая мучка является источником важных для организма фитофлавоноидов.

### **1.12 Витаминный комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств**

Среди биологически активных веществ, содержащихся в зерне проса и продуктах его переработки, существенную роль играют витамины и каротиноиды. В процессе шелушения и шлифования крупяных культур большая часть витаминов переходит в побочные продукты, в основном в мучку [65, 66].

Нами было изучено содержание витаминов группы В (В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, РР), Е и каротиноидов во фракциях мучки, выделяемых с различных систем шелушения. Как показывают результаты исследований, просяная мучка содержит витамины группы В, жирорастворимые витамины Е и каротиноиды. Результаты даны в таблице 38.

Более высокое содержание витаминов отмечено в мучке, полученной со 2-ой и 3-ей систем шелушения.

В литературных данных имеются сведения о наличии витаминов в ячмене и продуктах его переработки - ячневой и перловой крупах [65].

Таблица 38 - Содержание витаминов в просяной мучке, мг %

Система шелушения	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP	E	Каротиноиды
1	0,66	0,35	1,49	3,75	0,26
2	0,70	0,40	1,60	4,75	0,60
3	0,69	0,41	1,59	4,75	0,88
ПРОСО	0,29	0,09	1,10	0,66	0,24

Данных о наличии витаминов в ячменной мучке нет. Поэтому представлялось целесообразным провести исследования по содержанию витаминов в ячменной мучке. Результаты исследования представлены в таблице 39.

Таблица 39 - Содержание витаминов в ячменной мучке, полученной с различных систем, мг/%

Система	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP	E	Каротиноиды
1	2	3	4	5	6
1	0,45	0,45	6,12	3,15	0,18
2	0,55	0,50	6,10	3,50	0,22
3	0,60	0,55	6,78	3,82	0,31
4	0,50	0,40	6,88	4,22	0,28
Целое зерно ячменя	0,28	0,11	3,88	2,50	0,11
Ячневая крупа	0,24	0,10	2,6	1,80	-

Анализ полученных данных свидетельствует, что по содержанию витамина B<sub>1</sub>, мучка превосходит зерно ячменя почти в 2 раза, витамина B<sub>2</sub> почти в 4 раза, витамина PP почти в 2 раза. Содержание витамина E также значительно выше в мучке, чем в зерне ячменя.

Значительно превосходит ячменная мучка по содержанию витаминов ячневую крупу.

Особой закономерности в изменении витаминов в мучке, выделенной с различных систем, не выявлено.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что ячменная мучка богата содержанием витаминов B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, E.

В литературе имеются сведения о содержании витаминов в зародыше пшеницы, отрубях, в зерне. Литературных данных, касающихся содержания витаминов в побочных продуктах переработки пшеницы в крупу, не найдено. Поэтому были проведены исследования по содержанию витаминов в пшеничной муке. С целью выбора перспективных потоков по содержанию витаминов их содержание определяли в муке после каждой системы шлифования. Результаты исследования представлены в таблице 40.

Таблица 40 – Содержание витаминов в пшеничной муке, полученной с шлифовочных систем, мг/ %

Система	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP	E	Каротиноиды
1	0,44	0,32	2,91	2,88	0,50
2	0,66	0,34	3,42	5,15	0,58
3	0,60	0,36	2,81	4,25	0,56
4	0,42	0,29	2,23	4,11	0,48
Зерно	0,38	0,11	1,70	2,1	0,42

Анализ полученных результатов свидетельствует, что пшеничная мука по содержанию витаминов превосходит целое зерно пшеницы. Так, содержание витамина B<sub>2</sub> в пшеничной муке в три раза выше содержания его в зерне. Содержание в муке витамина B<sub>1</sub> в 1,5 раза выше, чем в зерне. По содержанию витамина PP отдельные фракции муки превосходят зерно более чем в 1,5 раза.

Полученные результаты исследований показывают высокое содержание витаминов группы B, каротиноидов в пшеничной муке, что свидетельствует о перспективности использования пшеничной муки для обогащения пищевых продуктов витаминами. Особой закономерности в изменении содержания витаминов в зависимости от систем шлифования не обнаружено.

Данных о содержании витаминов в гречневой муке нет. Поэтому были проведены исследования по содержанию витаминов в гречневой муке. Данные отображены в таблице 41.

Таблица 41 - Содержание витаминов в гречневой мучке, мг/%

Продукт	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	РР	Е	Каротиноиды
Гречневая мучка	0,40	0,31	6,88	4,12	0,15
Зерно гречихи	0,28	0,22	4,20	0,60	0,10

Проведенные исследования показывают, что в гречневой мучке содержится витамина В<sub>1</sub> в 1,6 раза больше, чем в зерне, витамина В<sub>2</sub> в 1,3 раза больше, чем в зерне, витамина РР в 1,6 раза больше чем в зерне, витамина Е почти в 7 раз больше, чем в зерне.

Изучением содержания витаминов в овсе и продуктах его переработки занимались как отечественные, так и зарубежные ученые [65, 67, 86, 87, 102].

Однако сведений о наличии витаминов в овсяной мучке нет. Поэтому было целесообразно исследовать содержание витаминов в овсяной мучке. Результаты исследований представлены в таблице 42.

Таблица 42 – Содержание витаминов в зерне овса и продуктах его переработки

Продукт	Витамины, мг/100 г					
	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>6</sub>	РР	Е	каротиноиды
Зерно овса	0,38	0,19	0,39	1,83	2,70	0,05
Крупа овсяная	0,27	0,12	0,30	1,06	1,42	-
Овсяная мучка (1 система)	0,45	0,43	0,72	4,80	4,90	0,30
Овсяная мучка (2 система)	0,47	0,39	0,70	4,54	4,93	0,32

По результатам исследований было установлено, что овсяная мучка по содержанию витаминов богаче зерна овса и продуктов его переработки. По содержанию витамина В<sub>1</sub> овсяная мучка превосходит зерно овса в 1,2 раза, крупу овсяную в 1,7 раза. В овсяной мучке содержится в 2,3 раза больше витамина В<sub>2</sub>, чем в зерне и в 3,6 раза больше, чем в крупе овсяной. Было выявлено, что овсяная мучка в 6,4 раза богаче зерна овса по количеству каротиноидов. Овсяная мучка выгодно отличается и по содержанию витаминов В<sub>6</sub>, РР и Е, по сравнению с зерном овса и основными продуктами его переработки.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что различий в распределении витаминов в овсяной мучке, отобранной с различных систем, не выявлено.

В связи с большим удельным весом продуктов из зернобобовых в питании людей, содержание витаминов в зерне гороха и продуктах его переработки имеет важное значение.

Проведено исследование содержания витаминов группы В, токоферола и каротиноидов в гороховой мучке. Результаты представлены в таблице 43.

Таблица 43 – Витаминный комплекс гороха и продуктов его переработки

Продукт	Витамины, мг/100 г					
	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>6</sub>	РР	Е	Каротиноиды
Зерно гороха	0,78	0,21	0,28	2,72	5,41	0,01
Горох лущеный	0,72	0,18	0,24	2,30	4,20	-
Гороховая мучка (1 система)	1,44	0,28	0,60	6,20	8,14	0,40
Гороховая мучка (2 система)	1,42	0,31	0,57	6,10	7,90	0,36

При сопоставлении полученных данных по содержанию витаминов в гороховой мучке, целом зерне гороха и горохе лущеном, прежде всего, обращает на себя внимание высокое содержание в них витамина Е, витамина В<sub>1</sub> и витамина РР. По содержанию каротиноидов гороховая мучка значительно превышает целое зерно гороха.

Так, по содержанию витамина В<sub>1</sub> гороховая мучка превышает зерно гороха в 1,8 раза, витамина В<sub>6</sub> в 2 раза, витамина РР в 3 раза.

Особой закономерности в изменении витаминов в мучке, выделенной с различных систем, не выявлено.

Таким образом, гороховая мучка, по количеству витаминов превосходит зерно и крупу.

### **1.13 Минеральный комплекс вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств**

Минеральные вещества играют значительную роль в питании человека. Минеральные вещества выполняют разнообразные функции в организме человека. Как структурный компонент они обеспечивают построение

опорных тканей скелета и поддержания необходимой осмотической среды клеток крови, в которых протекают все обменные процессы [102].

Из литературы известно, что минеральные вещества распределяются неравномерно по анатомическим частям зерновки [85,86].

Так, содержание кальция, фосфора, калия, магния, цинка, железа, меди возрастает от центра к периферии зерна.

В работе проведены исследования по содержанию минерального состава ячменной мучки. Результаты исследования приведены в таблице 44.

Анализ представленных данных свидетельствует, что ячменная мучка превосходит целое зерно ячменя по содержанию минеральных веществ.

Минеральный состав ячменной мучки показывает высокую пищевую ценность данного продукта. Так, по содержанию железа ячменная мучка превосходит зерно ячменя почти в 1,5 раза, по содержанию марганца ячменная мучка превосходит зерно ячменя более чем в 4 раза.

Таблица 44 - Минеральный состав ячменной мучки, отобранной с различных систем, мг/кг

Система	K	Na	Ca	Fe	Mn	Mg
1	5620	480	791	85	184	2320
2	5125	420	780	76	162	2310
3	5235	495	775	94	170	2415
4	4995	498	788	82	180	2405
Зерно ячменя	4230	380	595	56	41	940
Ячневая крупа	3205	190	481	49	35	380

Содержание минеральных веществ в зерне злаков и их распределение по анатомическим частям зерна представляет интерес, как в оценке питательных свойств, так и с точки зрения технологии переработки зерна и оценки качества продуктов переработки. Известно, минеральные вещества в зерне сосредоточены в основном в алейроновом слое, зародыше и при переработке в крупу они попадают в побочные продукты. Анализ литературных источников показывает, что сведений, касающихся



минерального состава побочных продуктов переработки пшеницы в крупу, не обнаружено.

В работе проведены исследования минерального состава пшеничной муки. Результаты исследования представлены в таблице 45.

Таблица 45 – Минеральный состав пшеничной муки, полученной с шлифовочных систем, мг/кг

Показатели	Система				Зерно
	1	2	3	4	
Na	123,1	126,2	123,2	121,8	190,0
K	4120	4030	3950	4002	3100
Mg	3530	3690	3600	3850	1010
Cu	5,23	6,12	5,88	4,95	4,25
Zn	32,00	29,16	29,85	33,00	28,13
Co	0,10	0,09	0,09	0,06	0,06
Ni	0,68	0,51	0,65	0,60	0,41
Mn	61,0	62,0	49,2	39,5	32,40
Ca	669,0	595	580	585	570
Fe	93,2	101,3	98,8	95,4	55,0

Анализ минерального состава пшеничной муки свидетельствует, что пшеничная мука превосходит целое зерно пшеницы по содержанию минеральных веществ.

Минеральный состав пшеничной муки указывает на ее высокую пищевую ценность. Так, по содержанию железа, марганца она превосходит целое зерно в три раза.

Значительно выше содержание Ca, K в муке по сравнению с зерном.

Изучен минеральный состав гречневой муки и представлен в таблице 46.

Таблица 46 - Минеральный состав гречневой муки, мг/кг

Минеральные элементы								
Продукт	K	Ca	P	Zn	Cu	Mg	Fe	Co
Мука	11200	3400	7800	59	10,6	38,8	90,0	0,19
Зерно	4100	510	3100	48	9,6	32,2	65,0	0,17

Полученные данные свидетельствуют, что по содержанию калия мука превосходит зерно в 2,7 раза, по содержанию кальция мука превосходит

зерно в 6,6 раза, по содержанию фосфора мучка превосходит зерно в 2,5 раза. Значительно больше в мучке содержится железа, чем в зерне.

В связи с этим были проведены исследования минерального состава овсяной мучки, отобранной с разных систем шелушения. Результаты исследования представлены в таблице 47.

Таблица 47 – Минеральный состав зерна овса и продуктов его переработки

Продукт	Минеральные вещества, мг/100 г										
	Макроэлементы					Микроэлементы					
	К	Ca	Mg	Na	P	Fe	Co	Mn	Cu	Ni	Zn
Зерно овса	410,0	112,0	150,0	50,0	375,0	19,1	0,3	70,5	2,5	1,6	36,1
Крупа овсяная	370,0	63,0	138,0	46,0	338,0	8,2	0,1	48,2	1,8	0,9	24,3
Овсяная мучка (1 система)	547,0	145,0	189,0	54,0	484,0	63,7	0,4	157,0	3,5	1,5	31,2
Овсяная мучка (2 система)	536,0	155,0	193,0	58,0	496,0	58,3	0,5	162,0	3,6	1,4	35,7

Анализ полученных данных показал, что овсяная мучка превосходит зерно овса по содержанию дефицитного для всех зерновых продуктов кальция в 1,4 раза, калия - в 1,3 раза, фосфора - в 1,3 раза, железа - в 3,3 раза, марганца - в 2,3 раза. На основании полученных данных можно сделать вывод о высокой пищевой ценности овсяной мучки.

Содержание минеральных элементов в зерне гороха и продуктах его переработки зависит от видовой принадлежности семян, а также от почвенно-климатических условий произрастания и сортовых особенностей [7].

Были проведены исследования по содержанию минеральных веществ в гороховой мучке, отобранной с разных систем шелушения. Результаты эксперимента представлены в таблице 48.

Таблица 48 - Минеральный состав зерна гороха и продуктов его переработки

Продукт	Минеральные вещества, мг/100 г					
	К	Ca	Mn	P	Fe	Zn
Зерно гороха	785	98	27,7	290	9,2	30,5
Горох лущеный	731	89	17,0	226	7	28,7
Гороховая мучка (1 система)	1010	124	106	288	11	29,6
Гороховая мучка (2 система)	996	131	110	268	10,4	31,8

Общее количество золы в исследуемых образцах мучки составило 3,1–4,5 %.

Минеральный состав гороховой мучки свидетельствует о высокой пищевой ценности данного продукта. Заметны различия по содержанию минеральных веществ в зерне гороха, крупе и гороховой мучке. Так, по содержанию калия гороховая мучка превосходит зерно в 1,3 раза, по содержанию марганца в 4 раза, по содержанию кальция в 1,3 раза, соответственно. По сравнению с целым зерном гороха значительно больше в гороховой мучке содержится железа.

#### **1.14 Оценка безопасности вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств**

В связи с перспективой возможности использования ячменной мучки, как сырья для производства продуктов питания, исследовали содержание пестицидов, тяжелых металлов, микотоксинов и радионуклидов в ней. Для анализа исследовали мучку, полученную с контрольного посева.

Результаты сведены в таблицу 49. Исследования показали, что в исследуемых образцах ячменной мучки отсутствуют даже следы хлорорганических соединений.

Хлорорганические пестициды отличаются тем, что обладают кумулятивными свойствами, то есть накапливаются в организме. Так, ДДТ сохраняется в земле 10-12 лет.

Особой патогенностью для организма человека обладают тяжелые металлы. Тяжелые металлы на клеточном уровне могут вызывать дефицит жизненно важных метаболитов, нарушать структуру клеточных мембран. Все это вызывает дисфункцию органов.

Хронические отравления происходят при продолжительном, кумулятивном воздействии химических веществ.

Результат исследования тяжелых металлов в сырье показал, что содержание кадмия, цинка, меди значительно ниже уровня ПДК.

На Тоцком полигоне Оренбургской области проводились испытания ядерного оружия в результате, которого выпадали радиоактивные осадки.

Долгоживущие радионуклиды, у которых период распада 30 лет и более, в настоящее время еще находятся в почве. К таким радионуклидам относят цезий-137 и стронций-90 по своим свойствам аналогичные, соответственно, натрию и кальцию, и поэтому легко переходящие в растения.

Таблица 49 - Характеристика санитарно-гигиенического состояния ячменной мучки, мг/кг

Показатели	ПДК, мг/кг	Содержание $\bar{X}$ , мг/кг
1	2	3
Пестициды		
ДДТ и его метаболиты	0,02	не обнаружено
ГХЦГ и изомеры	0,5	не обнаружено
Микотоксины		
Афлатоксин В1	0,005	не обнаружено
Дезоксиниваленол	1,0	не обнаружено
Зеараленон	0,2	не обнаружено
Т-2 токсин	0,1	не обнаружено
Токсичные элементы		
Свинец	0,05	не обнаружено
Кадмий	0,1	0,018
Мышьяк	0,2	не обнаружено
Ртуть	0,03	не обнаружено
Медь	10	4,3
Цинк	50	28,3
Радионуклиды		
Cs-137(Бк\кг)	60	16.2
Sr-90(Бк\кг)	30	2.2

Проведенные нами исследования по содержанию радионуклидов в ячменной мучке позволяют сделать вывод о том, что содержание цезия-137 и стронция-90 в продукте значительно ниже ПДК.

Микотоксины, вырабатываемые грибами в процессе жизнедеятельности, наносят ущерб здоровью людей. Более 25 % мирового урожая заражено одним или более видами микотоксинов. Так как рост грибов и образование микотоксинов тесно связано с экологическими

факторами, то становится почти невозможным избежать попадания грибов в продукт.

Так, зеараленон представляет собой эстроген и вызывает нарушения в репродуктивной сфере.

Афлатоксин В<sub>1</sub> является сильным канцерогеном. Оказывает патогенное действие на почки, нарушает водно-солевой баланс в организме.

Дезоксиниваленол является также сильным канцерогеном, влияет на свертываемость крови, нарушает биосинтез белка, нарушает энергетический обмен.

Учитывая вышеизложенное, в работе проведены исследования по содержанию микотоксинов в ячменной муке. В результате проведенных исследований установлено, что ячменная мука не содержит микотоксинов.

Итак, оценка безопасности ячменной муки показала, что она соответствует требованиям Сан ПиН 2.3.2. 1078-01-20.

Базируясь на действующих гигиенических требованиях к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, нами исследовано содержание пестицидов, тяжелых металлов, микотоксинов, радионуклидов в пшеничной муке.

Оценку безопасности пшеничной муки проводили в испытательной лаборатории государственного центра агрохимической службы «Оренбургский».

В результате эксперимента обнаружено, что в исследуемых образцах отсутствуют даже следы хлорорганических соединений.

Исследования последних лет убедительно показывают отрицательное влияние неконтролируемых загрязнений пищевых продуктов микроэлементами, способными оказывать токсическое действие на организм человека. Результаты исследований тяжелых металлов в сырье показывают, что их содержание в пшеничной муке значительно ниже значений ПДК.

Было определено содержание радионуклидов в пшеничной муке.

Результаты испытаний показывают, что содержание цезия-137, стронция-90, значительно ниже уровня ПДК.

Учитывая высокую токсичность вторичных метаболитов микроскопических грибов, были проведены испытания по содержанию афлатоксина В<sub>1</sub>, дезоксиниваленола, зеараленона, Т-2 токсина.

Как показали исследования, пшеничная мука не содержит указанных микотоксинов. Оценка безопасности пшеничной муки показала, что она соответствует требованиям СанПин 2.3.2. 1078-01. Данные указаны в таблице 50.

Таблица 50 – Оценка безопасности пшеничной муки

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	По НД	При испытаниях
1	3	4
Пестициды, мг/кг:		
ГХЦГ и изомеры	0,5	0
ДДТ и его метаболиты	0,02	0
Этилмеркурхлорид	Не допускается	0
Гексахлорбензол	0,01	0
2,4 – Д аминная соль	Не допускается	0
Микотоксины, мг/кг:		
Афлатоксин В <sub>1</sub>	0,005	0
Дезоксиниваленол	0,7	0
Зеараленон	0,2	0
Т-2 токсин	0,1	0
Радионуклиды, Бк/кг:	60	3,2
Цезий – 137		
Стронций – 90	30	Менее 4,6
Токсичные элементы, мг/кг:		
Свинец	0,5	0,23
Кадмий	0,1	0,02
Ртуть	0,03	0,0014
Мышьяк	0,2	0,01

В связи с перспективой возможности использования гречневой муки, как сырья для пищевой промышленности, исследовали содержание пестицидов, тяжелых металлов, микотоксинов и радионуклидов в ней. Для анализа использовали муку, полученную с контрольного посева.

Результаты исследований показали, что в исследуемых образцах гречневой муки отсутствуют даже следы хлорорганических соединений. Данные сведены в таблицу 51.

Таблица 51- Характеристика санитарно-гигиенического состояния гречневой муки

Показатели	ПДК,мг/кг	Содержание , мг/кг
Пестициды: ГХЦГ и изомеры	0,5	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	0,02	Не обнаружено
Этилмеркурхлорид	Не допускается	Не обнаружено
2,4 Д-аминная соль	Не допускается	Не обнаружено
Микотоксины:		
Афлатоксин В <sub>1</sub>	0,005	Не обнаружено
Дезоксиниваленол	0,7	Не обнаружено
Зеараленон	1,0	Не обнаружено
Т-2 токсин	0,1	Не обнаружено
Радионуклиды, Бк/кг:		
Цезий-137	50	Менее 12,6
Стронций-90	30	Менее 3,1
Содержание токсичных элементов:		
Свинец	0,5	0,3
Кадмий	0,1	0,022
Ртуть	0,03	Не обнаружено
Мышьяк	0,2	Не обнаружено

Результаты исследования токсичных элементов в гречневой муке показывают, что сырье по содержанию свинца, кадмия, ртути, мышьяка соответствует нормам, установленным СанПиН 2.3.2.1078-01.

Однако следует отметить, что в зерне и продуктах его переработки, к сожалению, идет медленное накопление свинца, кадмия. Были проведены исследования по содержанию радионуклидов в гречневой муке. Полученные результаты показывают, что содержание цезия-137 и стронция-90 в продукте значительно ниже ПДК.

Исследовано содержание микотоксинов в гречневой мучке. Как показали исследования, в гречневой мучке не обнаружены микотоксины.

Возможность использования овсяной мучки в качестве сырья для производства продуктов питания обуславливает необходимость проведения комплексной оценки ее санитарно-гигиенического состояния. Результаты исследования представлены в таблице 52.

Таблица 52 – Характеристика санитарно-гигиенического состояния овсяной мучки

Наименование показателя	Значение показателя по нормативной документации	Значение показателя при испытаниях
1	2	3
Токсичные элементы, мг/кг:		
Свинец	0,5	0,16
Кадмий	0,1	0,015
Ртуть	0,03	0,0014
Мышьяк	0,2	0,01
Радионуклиды, Бк/кг:		
Цезий-137	60	Менее 5,0
Стронций-90	30	Менее 2,7
Микотоксины, мг/кг:		
Афлатоксин В <sub>1</sub>	0,005	Не обнаружено
Дезоксиниваленол	0,7	Не обнаружено
Зеараленон	0,2	Не обнаружено
Т-2 токсин	0,1	Не обнаружено
Пестициды, мг/кг:		
ГХЦГ и изомеры	0,5	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	0,02	Не обнаружено
Этилмеркурхлорид	Не допускается	Не обнаружено
2,4 Д-аминная соль	Не допускается	Не обнаружено

Полученные результаты исследования показывают, что содержание токсичных элементов и радионуклидов в овсяной мучке значительно ниже предельно допустимой концентрации. По результатам эксперимента было установлено, что в овсяной мучке микотоксины и пестициды не содержатся.

Таким образом, проведенная оценка основных показателей безопасности овсяной мучки показала, что они соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.



Проведены исследования комплексной оценки санитарно гигиенического состояния гороховой мучки. Результаты исследований представлены в таблице 53.

Таблица 53 - Характеристика санитарно-гигиенического состояния гороховой мучки

Наименование показателя	Значение показателя по нормативной документации	Значение показателя при испытаниях
1	2	3
Токсичные элементы, мг/кг:		
Свинец	0,35	0,250
Кадмий	0,07	0,034
Ртуть	0,015	Не обнаружено
Мышьяк	0,15	Не обнаружено
Радионуклиды, Бк/кг:		
Цезий-137	40	Менее 19,6
Стронций-90	20	Менее 7,4
Микотоксины, мг/кг:		
Афлатоксин В1	0,005	Не обнаружено
Дезоксиниваленол	0,7	Не обнаружено
Зеараленон	0,2	Не обнаружено
Т-2 токсин	0,1	Не обнаружено
Охратоксин	0,005	Не обнаружено
Пестициды, мг/кг:		
ГХЦГ и изомеры	0,5	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	0,02	Не обнаружено
Гексахлорбензол	0,01	Не обнаружено
Ртутьорганические пестициды	Не допускается	Не обнаружено
2,4-Д кислота, ее соли, эфиры	Не допускается	Не обнаружено

Экспериментальные данные показывают, что содержание токсичных элементов и радионуклидов не превышает нормативных значений предельно допустимых концентраций. Пестицидов и микотоксинов в гороховой мучке не обнаружено.

Показатели безопасности гороховой мучки соответствуют требованиям СанПин 2.3.2. 1078-01.

## **Глава 2 Исследование изменения показателей качества вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств при хранении**

### **2.1 Оценка гигроскопических свойств вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств при хранении**

Рациональная утилизация пшеничной муки должна предусматривать подготовку ее к хранению. Для обоснования режимов и сроков хранения большую роль играет знание ее гигроскопических свойств.

Для изучения гигроскопических свойств использовали свежеработанную пшеничную муку влажностью 14 % и подсушенную – 6 %.

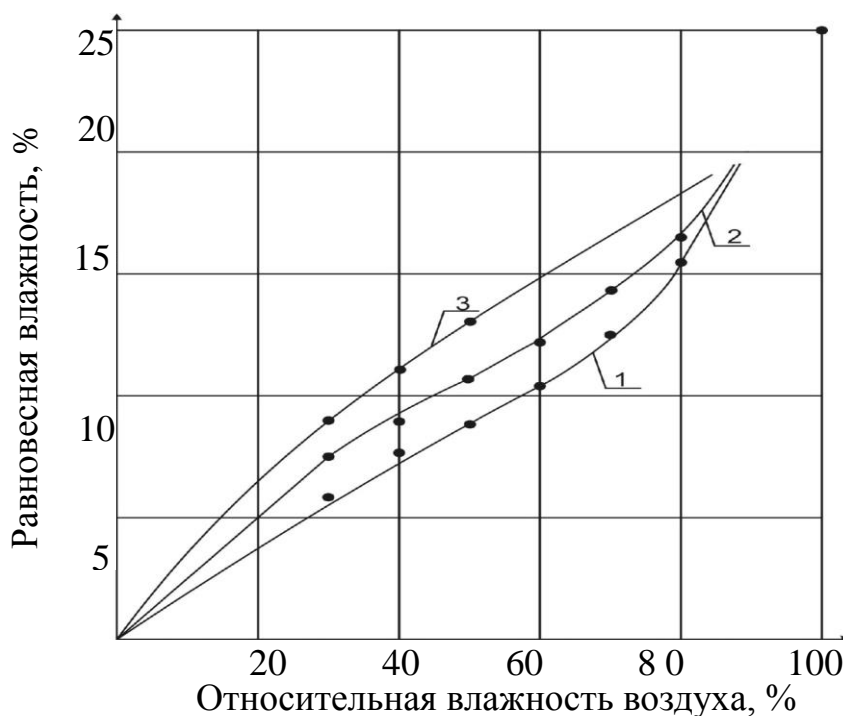
Для исследования использовали растворы серной кислоты различной концентрации, соответствующие относительной влажности воздуха от 30 % до 100 %.

Таблица 54 - Исследование гигроскопических свойств пшеничной муки

Относительная влажность воздуха, %	Равновесная влажность, %	
	Исходная влажность, %	
	6,0	14,0
30	6,9	7,6
40	7,8	8,8
50	9,0	10,4
60	10,2	12,9
70	13,1	14,9
80	15,2	16,0
100	25,0	25,3

Как показали исследования, изотермы сорбции и десорбции пшеничной муки идентичны всем зерновым культурам. Величина равновесной влажности зерна пшеницы значительно больше этой величины для пшеничной муки. Результаты представлены на рисунке 2.

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что пшеничная мука обладает способностью сорбировать влагу из воздуха.



1 – изотерма сорбции пшеничной муки; 2 – изотерма десорбции пшеничной муки; 3 – изотерма сорбции зерна пшеницы.

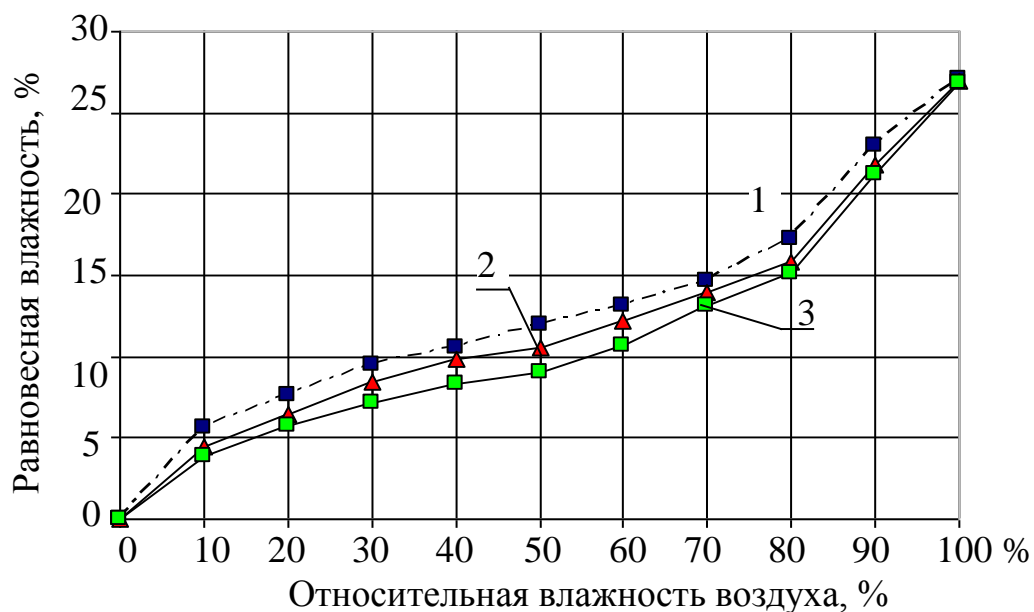
Рисунок 2 - Изотермы сорбции и десорбции пшеничной муки

Важнейшее значение в разработке способов и режимов хранения овсяной муки играют ее сорбционные свойства. Влагообмен между мукой и окружающей средой складывается из процессов поглощения влаги из окружающей среды и передачи ее в окружающую среду [4].

Для обоснования режимов подготовки и хранения овсяной муки, исследовали ее гигроскопические свойства путем определения равновесной влажности. Данные о равновесной влажности овсяной муки получены экспериментальным путем и представлены на рисунке 3.

Следует отметить, что равновесная влажность овсяной муки ниже влажности целого зерна. Обладая большей поверхностью, мука способна интенсивнее и в большем объеме поглощать влагу из воздуха. Кривая десорбции овсяной муки располагается на графике выше кривой сорбции, что указывает на явление сорбционного гистерезиса. Так, максимальное

расхождение в равновесной влажности между этими кривыми для овсяной муки составляет 1,6 %.



1- кривая сорбции зерна овса; 2 – кривая десорбции овсяной муки; 3 – кривая сорбции овсяной муки.

Рисунок 3 – Гигроскопические свойства овсяной муки

Таким образом, установлено, что овсяная мука способна поглощать влагу из окружающего воздуха.

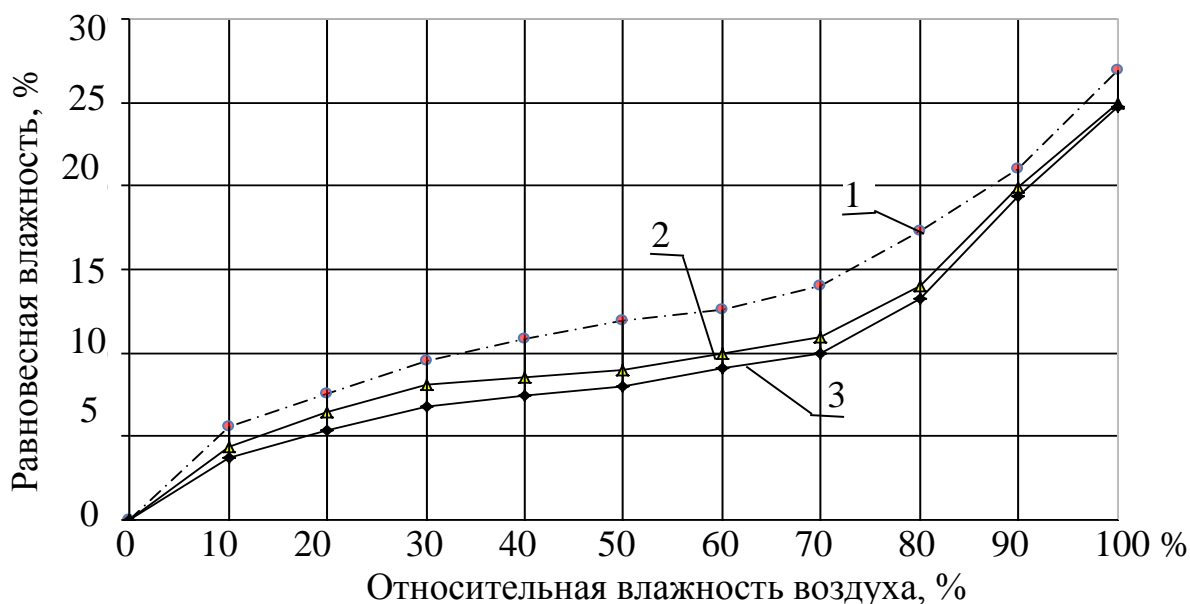
Анализ литературных данных показал, что анатомические части зерна гороха обладают различной гигроскопичностью, что обусловлено особенностью их строения и химического состава [4,7].

Горох по своему анатомическому строению отличается от зерна хлебных злаков. Главное отличие состоит в том, что у гороха отсутствует зародыш, нет эндосперма и алейронового слоя. При переработке гороха в крупу в процессе шелушения в муку попадает большая часть ростка и частично семенная оболочка.

В связи с вышеизложенным представилось целесообразным изучить гигроскопические свойства гороховой муки.

Экспериментальные данные о равновесной влажности гороховой муки представлены на рисунке 4.

Как видно из рисунка для гороховой муки характерно явление сорбционного гистерезиса. Величина равновесной влажности гороховой муки меньше равновесной влажности зерна гороха, что, вероятно, можно объяснить меньшим содержанием в ней гидрофильных коллоидов.



1- кривая сорбции зерна гороха; 2 – кривая десорбции гороховой муки; 3 – кривая сорбции гороховой муки.

Рисунок 4 – Гигроскопические свойства гороховой муки

Таким образом, гороховая мука - гигроскопичный продукт, способный при хранении сорбировать влагу из воздуха.

## 2.2 Изменения липидного комплекса вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств при хранении

Учитывая высокое содержание жира в просяной муке, представлялось целесообразным оценить стойкость данного продукта при хранении. Одной из наиболее изменяющихся характеристик липидного комплекса при хранении муки является кислотное число. Оно было принято за основу в качестве показателя, определяющего изменение липидного комплекса. При хранении просяной муки наблюдается резкое увеличение кислотного числа: за два месяца хранения оно возросло почти в двадцать раз. Для более подробной характеристики процессов, протекающих в липидах просяной

мучки при хранении, был изучен групповой состав. В таблице 55 даны все сведения по групповому составу.

Таблица 55 – Изменение группового состава липидов просяной мучки при хранении

Продолжительность хранения, месяца	Кислотное число, мг КОН	Основные фракции (% от суммы фракций)					
		Полярные липиды+ моноацил-глицерины	Диацилглицерины	Свободные жирные кислоты	Триацилглицерины	Эфиры стеролов	Углеводороды
Исходная мучка	8	1,95	2,74	9,20	84,13	0,76	1,22
1	117	0,97	1,63	72,39	23,03	0,34	1,63
2	156	4,46	4,74	78,50	10,75	0,69	0,84

Хранение просяной мучки сопровождается снижением фракции триацилглицеринов: за два месяца хранения их содержание снизилось с 84,13 % до 10,75 %, а содержание свободных жирных кислот возросло с 9,20 % до 78,50 %.

Общий жирнокислотный состав липидов просяной мучки в процессе хранения не изменился. Результаты представлены в таблице 56.

Таблица 56 – Жирнокислотный состав липидов просяной мучки при хранении

Жирная кислота (% от суммы)	Хранение в месяцах		
	Исходная мучка	1	2
C <sub>16:0</sub>	5,88	5,97	5,72
C <sub>18:0</sub>	0,90	1,19	0,92
C <sub>18:1</sub>	22,5	22,43	20,96
C <sub>18:2</sub>	69,15	69,55	71,03
C <sub>18:3</sub>	1,50	0,83	1,34
Сумма насыщенных кислот	6,78	7,16	6,64
Сумма ненасыщенных кислот	93,15	92,82	93,33

Исследована стойкость ячменной мучки при хранении. Свежевыработанная мучка имеет исходное значение кислотного числа 6-10 мг КОН. Мучку отбирали с Оренбургского комбината хлебопродуктов № 3. Средний образец формировали из мучки, отбираемой в течение дня ежечасно. На хранение были заложены образцы ячменной мучки с различной влажностью. Образцы хранили в тканевых мешочках в термостате. Из данных таблицы 57 видно, что при всех режимах хранения наблюдается рост кислотного числа.

Таблица 57 - Изменение кислотного числа жира ячменной мучки при различных условиях хранения

№ образца	Исходная влажность, %	Тем-ра, °С.	Продолжительность хранения, сутки						
			0	3	5	7	10	30	60
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10,0	0	7,81	8,35	15,65	20,25	40,28	60,24	95,20
2	12,5	0	8,50	9,02	16,01	24,15	48,32	68,05	108,15
3	14,5	0	9,52	10,28	16,50	27,18	49,15	75,07	128,22
1	10,0	20	7,81	8,90	17,35	23,15	55,11	80,70	115,64
2	12,5	20	8,50	9,32	18,18	24,22	59,26	89,29	121,29
3	14,5	20	9,52	10,81	19,01	27,85	62,13	92,30	142,51
1	10,0	30	7,81	9,28	20,11	28,11	62,17	95,42	118,02
2	12,5	30	8,50	10,15	19,88	30,12	69,15	108,05	125,22
3	14,5	30	9,52	12,35	21,95	35,14	71,18	119,16	152,65

Так, в мучке влажностью 10 % при температуре 20 °С кислотное число за 2 месяца возросло в 14 раз, а с влажностью 14,5 % - в 15 раз. В мучке с влажностью 10 % при хранении при температуре 30 °С кислотное число за 2 месяца хранения возросло в 15 раз, а при влажности 14,5 % и температуре 30 °С возросло в 16 раз. Несколько медленнее наблюдается рост кислотного числа жира ячменной мучки при пониженной температуре, но полностью его не останавливает. В результате проведенных исследований было установлено, что мучка с кислотным числом жира 25 мг КОН имеет горьковатый вкус. Для более подробной характеристики процессов, происходящих в липидах ячменной мучки, было изучено изменение

группового состава липидов при хранении мучки. Данные представлены в таблице 58.

Таблица 58 - Изменение группового состава липидов ячменной мучки при хранении

Продолжительность хранения, месяцы	Основные фракции (% от суммы фракций)						
	Полярные липиды	Моноацилглицерины	Диацилглицерины	Триацилглицерины	Жирные кислоты	Стерины	Эфиры стерина
1	2	3	4	5	6	7	8
Исходная мучка	4,0	0,1	0,1	82,9	8,1	2,5	2,3
1	2,5	0,1	0,1	23,0	70,6	1,9	1,8
2	2,9	0,1	0,2	16,3	76,8	1,7	2,0

Хранение ячменной мучки сопровождается снижением фракций триацилглицеринов. За два месяца хранения их содержание снизилось с 82 % до 16 %. Несколько снизилось фракция полярных липидов. За 2 месяца хранения содержание жирных кислот возросло с 8 % до 76 %. Общий жирнокислотный состав липидов ячменной мучки в процессе хранения не изменился. Результаты сведены в таблицу 59.

Таблица 59 - Жирнокислотный состав липидов ячменной мучки в процессе хранения

Жирные кислоты, % от суммы	Хранение, в месяцах		
	Исходная мучка	1	2
1	2	3	4
C <sub>12:0</sub>	0,06	0,05	0,05
C <sub>14:0</sub>	0,06	0,06	0,06
C <sub>15:0</sub>	0,06	0,06	0,06
C <sub>15:1</sub>	0,02	0,02	0,02
C <sub>16:0</sub>	19,98	19,88	19,57
C <sub>16:1</sub>	0,23	0,20	0,15
C <sub>16:1/9</sub> цис	0,44	0,47	0,95



Продолжение таблицы 59

1	2	3	4
C <sub>17:0</sub>	0,35	0,33	0,33
C <sub>17:1</sub>	0,04	0,05	0,04
C <sub>18:0</sub>	2,10	2,00	1,78
C <sub>18:1/9</sub> цис	16,40	16,31	15,44
C <sub>18:1/11</sub> транс	0,80	0,85	0,73
C <sub>18:2</sub>	53,70	54,11	54,82
C <sub>18:3/ ω - 3</sub>	4,00	4,00	4,55
C <sub>20:0</sub>	0,25	0,28	0,33
C <sub>20:1</sub>	0,86	0,78	0,90
C <sub>22:0</sub>	0,28	0,35	0,31
C <sub>22:1</sub>	0,37	0,20	0,31
Сумма насыщенных кислот	23,14	23,01	22,49
Сумма ненасыщенных кислот	76,86	76,99	77,51

Кислотное число жира свежесыгранной пшеничной муки составляет 6-8 мг КОН. Как правило, низкое кислотное число (6 мг КОН) имеет мука при переработке свежесобранного зерна.

Для исследований на хранение были взяты образцы свежесыгранной пшеничной муки. Хранение осуществляли при различной температуре 0, 20, 30 °С и различной влажности муки (рисунки 5,6,7,8).

Хранение муки при 0 °С несколько замедляет рост кислотного числа липидов, но не останавливает. Кислотное число липидов пшеничной муки за два месяца хранения возросло с 10 до 80 мг КОН при влажности муки 11 %, а при влажности муки 14,5 % рост кислотного числа был более значителен, с 10 до 125 мг КОН за два месяца хранения.

При более высоких температурах 20, 30 °С кислотное число росло еще более значительно. Так, при температуре 30 °С кислотное число возросло с 10 (влажность муки 11 %) до 101 мг КОН, а при влажности муки 14,5 % кислотное число возросло с 10 мг до 162 мг КОН за два месяца хранения.

Учитывая, что на значительной территории России зимняя температура достигает минус 20 °С и ниже, представлялось целесообразным провести

исследования по хранению муки в замороженном состоянии при температуре минус 18 °С.

Как показали исследования, кислотное число липидов пшеничной муки при хранении в течение двух месяцев не изменялось.

При хранении муки довольно быстро появляется горький вкус. Так кислотное число жира 25-28 мг КОН является предельным, при более высоком значении этого показателя мука имеет горьковатый вкус.

Проведенные исследования показали, что пшеничная мука при хранении  $t$  20, 0°С не изменяет своих органолептических показателей в течение 5-6 дней, а при  $t$  30°С в течение 3-4 дней.

На рост кислотного числа липидов пшеничной муки влияет влажность продукта, температура хранения.

Оптимальными условиями хранения являются: низкая влажность 10-11 %, пониженная температура хранения от 0 °С до -18°С.

Для более подробной характеристики процессов, происходящих при хранении пшеничной муки был изучен групповой состав липидов. Для исследования была использована мука после 3 и 4 систем. Результаты представлены в таблице 60.

Таблица 60- Групповой состав липидов пшеничной муки при хранении

Продолжительность хранения месяцы	Основные фракции, % от суммы						
	Полярные липиды+ фосфолипиды	Моноацилглицерины	Диацилглицерины	Триацилглицерины	Свободные жирные кислоты	Стерины	Эфиры стеринов
Исходная мука	4,7	0,1	0,2	80,1	11,9	1,5	1,5
1	3,5	0,1	0,1	71,6	21,4	1,7	1,6
2	3,2	0,2	0,2	31,2	61,9	1,7	1,6

Хранение пшеничной муки сопровождается снижением фракции триацилглицериновс 80,1 % до 31,2 % и увеличением фракции свободных жирных кислот с 11,9 % до 61,9 %.

Исследовано изменение жирнокислотного состава пшеничной муки при хранении. Результаты исследований приведены в таблице 61.

Таблица 61- Жирнокислотный состав липидов пшеничной муки при хранении

Жирная кислота, (% от суммы)	Хранение, месяцы		
	Исходная мука	1	2
C <sub>12:0</sub>	0,35	0,34	0,34
C <sub>14:0</sub>	0,35	0,39	0,38
C <sub>15:0</sub>	0,16	0,17	0,17
C <sub>15:1</sub>	0,09	0,08	0,08
C <sub>16:0</sub>	21,94	22,16	22,08
C <sub>16:1</sub>	0,13	0,12	0,14
C <sub>16:1(9-цис)</sub>	0,30	0,34	0,29
C <sub>17:0</sub>	0,11	0,11	0,10
C <sub>17:1</sub>	0,03	0,03	0,03
C <sub>18:0</sub>	1,19	1,18	1,15
C <sub>18:1(9-цис)</sub>	16,50	14,94	15,72
C <sub>18:1(11-транс)</sub>	0,96	0,94	0,80
C <sub>18:2(i)</sub>	0,08	0,07	0,07
C <sub>18:2</sub>	53,42	54,72	54,00
C <sub>18:3(ω -6)</sub>	0,06	0,04	0,05
C <sub>18:3(ω -3)</sub>	3,40	3,38	3,51
C <sub>20:0</sub>	0,10	0,08	0,09
C <sub>20:1</sub>	0,38	0,35	0,41
C <sub>22:0</sub>	0,09	0,09	0,08
C <sub>22:1</sub>	0,36	0,47	0,51
Сумма насыщенных кислот	24,29	24,52	24,39
Сумма ненасыщенных кислот	75,71	75,48	75,61

Анализ полученных данных свидетельствует, что жирнокислотный состав липидов пшеничной муки в процессе хранения не изменился.

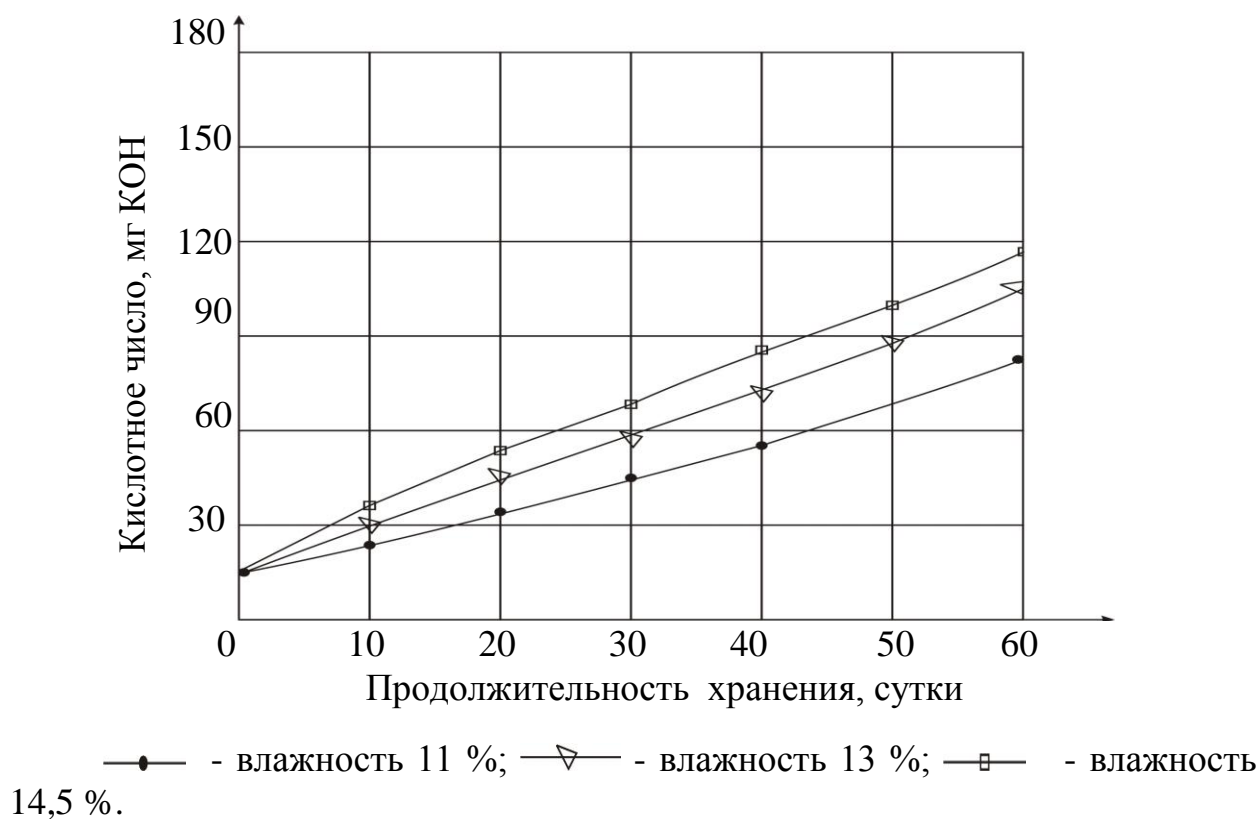


Рисунок 5 – Изменение кислотного числа липидов пшеничной муки при различных условиях хранения (хранение при  $t=0\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

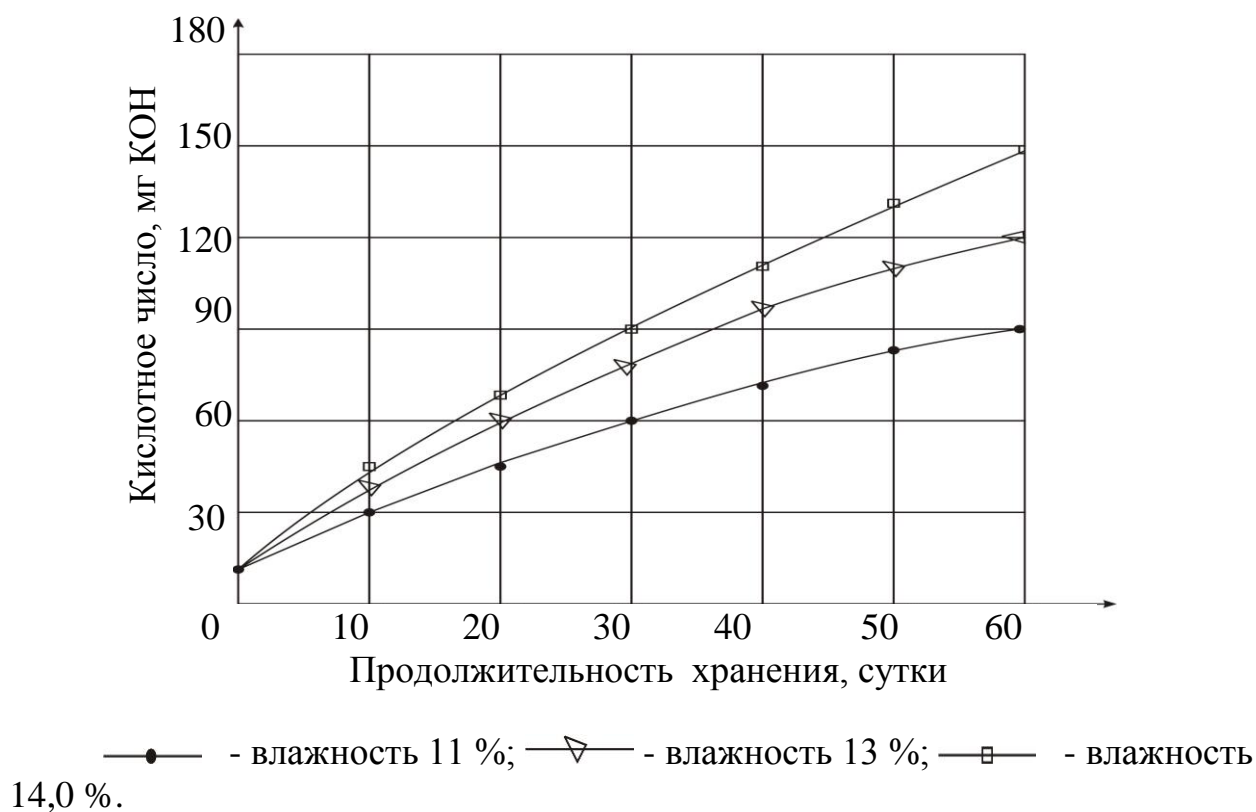


Рисунок 6 – Изменение кислотного числа липидов пшеничной муки при различных условиях хранения (хранение при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

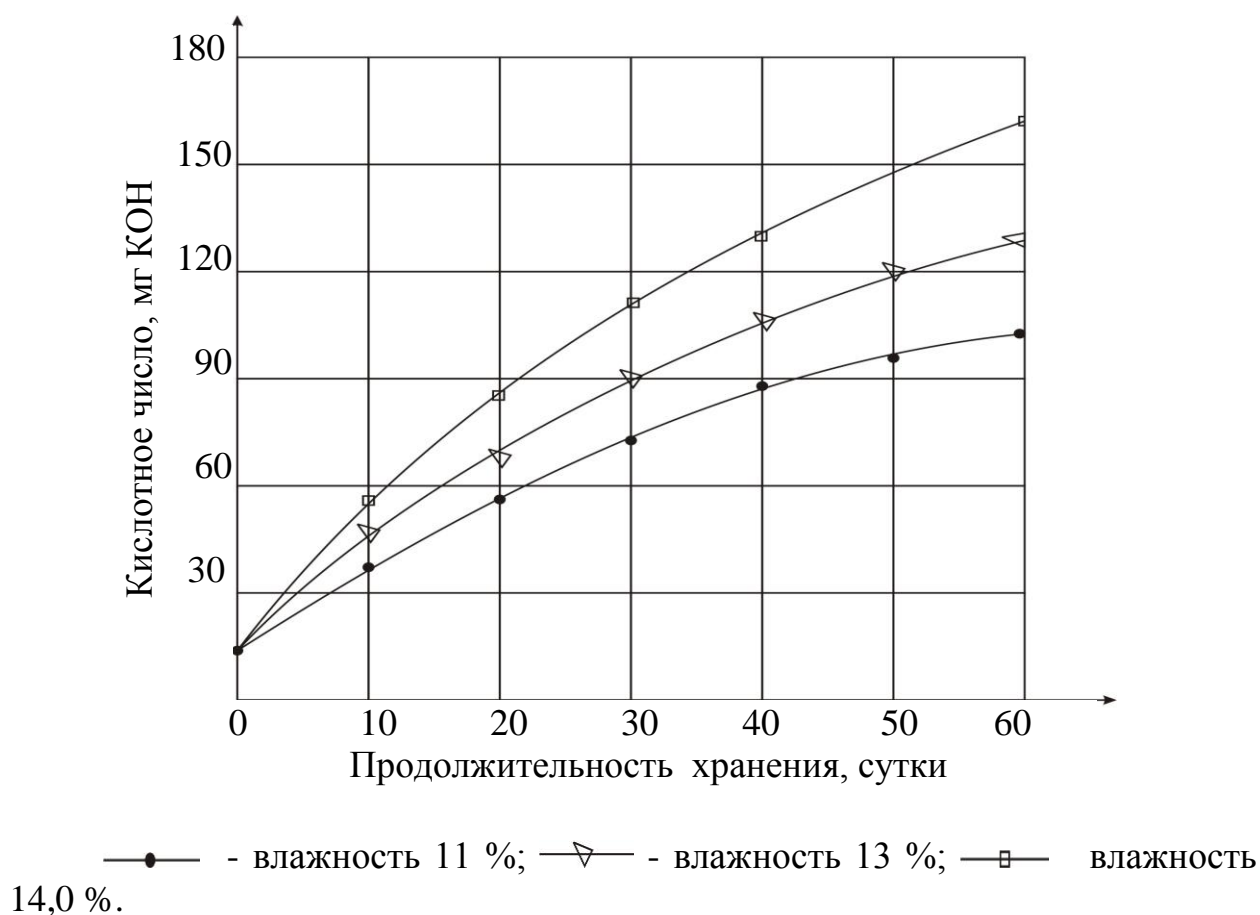


Рисунок 7 – Изменение кислотного числа липидов пшеничной муки при различных условиях хранения (хранение при  $t=30\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

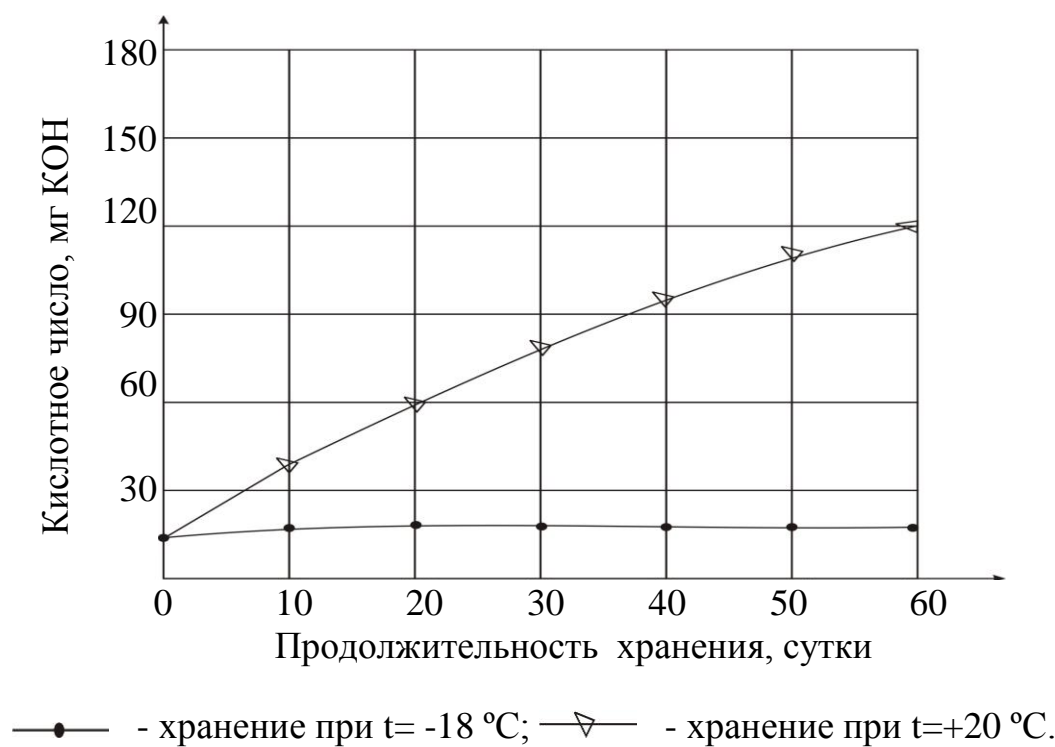


Рисунок 8 – Изменение кислотного числа липидов пшеничной муки при различных условиях хранения (влажность муки 13 %)

Стабильность липидного комплекса в процессе хранения существенно влияет на показатель биологической эффективности овсяной муки. Принимая во внимание высокое содержание липидов в овсяной муке, исследовали стойкость данного продукта в процессе хранения.

Наиболее подверженным изменениям при хранении показателем липидного комплекса овсяной муки является кислотное число. Для исследования данного показателя использовали свежесыгранную овсяную муку с Челябинского комбината хлебопродуктов № 1.

На хранение закладывались образцы муки с влажностью 12,5 %. Температура хранения составляла от минус 18 °С до плюс 30 °С, продолжительность хранения - 60 суток. Результаты исследования представлены на рисунке 9.

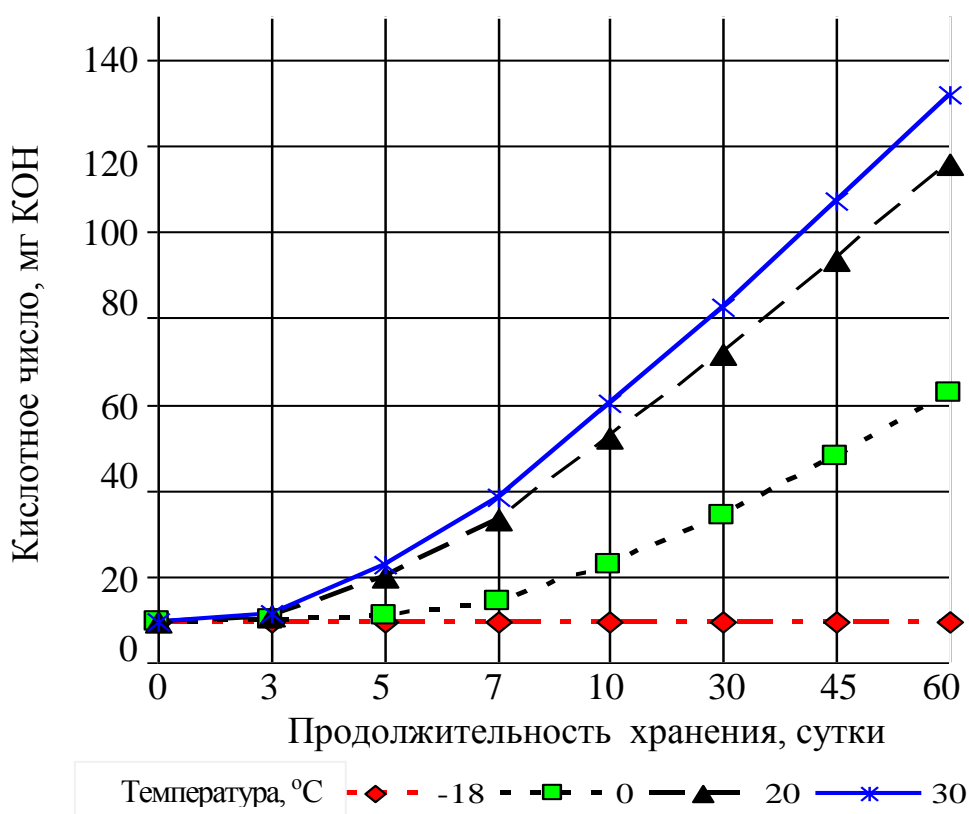


Рисунок 9 – Влияние температуры хранения на кислотное число овсяной муки

Исходно кислотное число овсяной муки составляло 9,4 мг КОН. В результате исследования было установлено, что кислотное число овсяной

мучки, хранившейся при температуре минус 18 °С в течение 60 суток, не изменилось, а при температуре 0 °С возросло в 6,4 раза. Хранение мучки при температуре 20 и 30 °С приводит к интенсивному росту кислотного числа, соответственно в 12,0 раза и в 14,0 раза. Продолжительность хранения овсяной мучки, при которой кислотное число не растет и не требуется стабилизация качества, составляет 3–5 суток.

Предельная величина кислотного числа липидов, выше которой происходит ухудшение органолептических свойств с появлением вкуса горечи, составляет 20 мг КОН.

С целью получения более подробного представления о процессах, протекающих в липидах овсяной мучки, изучали изменение группового состава при хранении. Данные сведены в таблицу 62.

Таблица 62 – Изменение группового состава липидов овсяной мучки при хранении

Продолжительность хранения, сут.	Основные фракции, % от суммы фракции				
	Полярные липиды + фосфолипиды	Триацил-глицериды	Свободные жирные кислоты	Стерины	Эфиры стерина
0	0,4	83,9	14,4	0,7	0,6
30	0,5	47,3	50,7	0,5	1,0
60	1,6	29,6	67,2	0,4	1,2

Результаты исследования показали, что самые значительные изменения происходят в содержании фракций триацилглицеридов и свободных жирных кислот.

Хранение мучки при высокой температуре вызывает интенсивный гидролиз глицеридов, вследствие чего возрастает количество свободных жирных кислот. Так за два месяца хранения количество триацилглицеридов снизилось в 2,8 раза, а количество свободных жирных кислот выросло в 4,7 раза.

Содержание полярных липидов и фосфолипидов, при хранении незначительно увеличивается. Также наблюдается рост эфиров стерина в 2,0 раза, что, вероятно, связано с процессом этерификации стерина, количество которых в процессе хранения овсяной муки снижается [145, 148].

Было изучено изменение жирнокислотного состава овсяной муки при хранении. Результаты представлены в таблице 63.

Таблица 63 – Изменение жирнокислотного состава липидов овсяной муки при хранении

Жирная кислота, % от суммы	Продолжительность хранения, сут.		
	0	30	60
C <sub>8:0</sub> (каприловая)	0,10	0,10	0,09
C <sub>12:0</sub> (лауриновая)	0,04	0,04	0,04
C <sub>14:0</sub> (миристиновая)	0,27	0,27	0,26
C <sub>15:0</sub> (пентодекановая)	0,02	0,02	0,02
C <sub>15:1</sub> (пентодеценовая)	0,03	0,03	0,03
C <sub>16:0</sub> (пальмитиновая)	16,48	16,89	17,24
C <sub>16:1</sub> (гексадеценовая)	1,02	0,95	0,77
C <sub>16:1</sub> (9-цис) (пальмитолеиновая)	0,28	0,33	0,52
C <sub>16:2</sub> (ω-9) (гексадекадиеновая)	0,12	0,16	0,21
C <sub>17:0</sub> (маргариновая)	0,06	0,09	0,13
C <sub>17:1</sub> (10-цис) (гептадекановая)	0,03	0,03	0,03
C <sub>18:0</sub> (стеариновая)	2,04	2,05	2,02
C <sub>18:1</sub> (9-цис) (олеиновая)	35,60	35,30	35,03
C <sub>18:1</sub> (11-транс) (вакценовая)	1,10	1,13	1,18
C <sub>18:2</sub> (i) (изо-октадекадиеновая)	0,35	0,35	0,36
C <sub>18:2</sub> (линолевая)	39,02	38,76	38,43
C <sub>18:3</sub> (ω-3) (α-линоленовая)	0,33	0,31	0,37
C <sub>18:3</sub> (ω-6) (γ-линоленовая)	1,90	1,92	1,98
C <sub>20:0</sub> (арахиновая)	0,25	0,32	0,28
C <sub>20:1</sub> (гондиновая)	0,83	0,76	0,85
C <sub>22:0</sub> (бегеновая)	0,04	0,09	0,05
C <sub>22:1</sub> (эруковая)	0,09	0,10	0,11
Сумма насыщенных кислот	19,30	19,87	20,13
Сумма ненасыщенных кислот	80,70	80,13	79,87

Полученные результаты свидетельствуют о том, что жирнокислотный состав липидов овсяной муки при хранении не изменился.



Были проведены исследования по изучению изменения кислотного числа липидов гороховой мучки в процессе хранения.

Практика хранения зернобобовых культур и продуктов их переработки показывает, что важнейшими факторами, влияющими на процесс хранения, являются влажность и температура [104].

Для исследования влияния данных факторов на качество гороховой мучки на Плешановском крупноцехе были отобраны свежесыроданные образцы гороховой мучки трех сортов гороха урожая 2009 года. После отбора проб определяли влажность, содержание липидов, а также кислотное число. Результаты эксперимента представлены в таблице 64.

Таблица 64 – Исходное качество средних образцов гороховой мучки

Сорт перерабатываемого гороха	Влажность, %	Липиды, %	Кислотное число, мл 0,01н КОН
Орлус	11,0	14,1	7,2
Орловчанин 2	10,7	11,8	7,4
Альфа	12,1	9,1	7,2

В лабораторных условиях на хранение были заложены средние образцы свежесыроданной гороховой мучки различной влажности (9, 11, 12,5 %). Влажность 9 % получали подсушиванием теплым воздухом, имеющим более низкую исходную влажность.

Одной из наиболее изменяющихся характеристик липидного комплекса при хранении является кислотное число жира.

Как показали результаты исследований, свежесыроданная гороховая мучка имеет исходное значение кислотного числа жира 7,2-7,4 мг КОН. Наблюдения за изменениями показателей гидролиза и окисления липидов гороховой мучки осуществляли на протяжении 3 месяцев.

Установлено, что исходная влажность гороховой мучки несущественно влияет на показатель кислотного числа липидов. Так, за 90 суток хранения при температуре 20 °С в образце гороховой мучки с влажностью 9 %

кислотное число возросло до 40 мг КОН, а в образце с исходной влажностью 12,5 % до 42 мг КОН.

Одним из способов хранения, который получил распространение в нашей стране, является хранение сельскохозяйственной продукции при пониженной температуре [12].

В ходе эксперимента было исследовано влияние температурных режимов на рост кислотного числа в гороховой мучке. Результаты эксперимента представлены на рисунке 10.

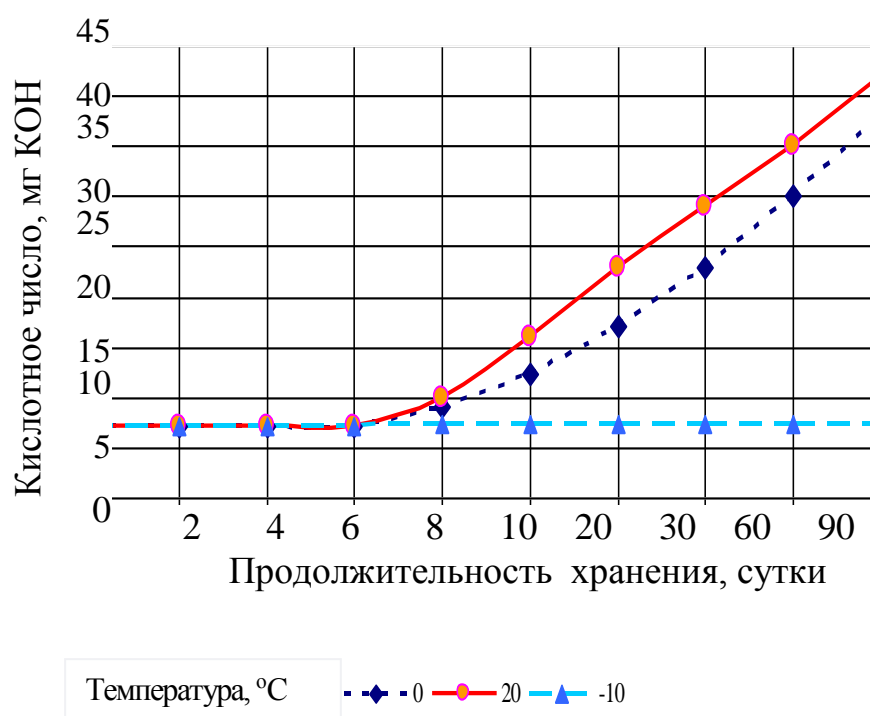


Рисунок 10– Изменение кислотного числа гороховой мучки при различной температуре хранения

Исследования показали, что предельная величина кислотного числа липидов гороховой мучки, выше которой происходит ухудшение органолептических свойств с появлением вкуса горечи, составляет 25 мг КОН.

Как видно из графика за 20 суток хранения гороховой мучки кислотное число не превышает предельной величины и не требует стабилизации качества. Кислотное число гороховой мучки, хранившейся при

-10 °С в течении 90 суток, не изменилось, а при температуре 0 °С возросло в 5,3 раза.

В ходе эксперимента было установлено, что гороховая мучка обладает продолжительным сроком хранения по сравнению с другими вторичными продуктами переработки крупяных производств. Безопасный срок хранения гороховой мучки составляет 20-25 суток.

Таким образом, рост продуктов гидролиза в гороховой мучке, может быть объяснен рядом причин:

- действием фермента липазы;
- действием ферментов, вырабатываемых плесневой и бактериальной микрофлорой.

## **2.3 Изучение содержания антипитательных веществ во вторичном сырье крупяного производства**

### **2.3.1 Влияние гранулирования гороховой мучки на активность ингибиторов трипсина**

Для изучения влияния процесса гранулирования на активность ингибиторов трипсина в цехе по производству комбикормов предприятия ЗАО «Орский хлеб» (г. Орск) были проведены производственные опыты, в ходе которых на установке для гранулирования Б6-ДГВ А получены образцы гранул гороховой мучки. В процессе испытаний использовали матрицы с размером отверстий 12,7 мм. Режимы обработки: давление пара  $2 \cdot 10^5$  Па, при  $T=140$  °С. Температура гранул на выходе из пресса 80-85 °С.

В ходе опыта исследовали активность ингибиторов трипсина гранулированной гороховой мучки. Установлено, что гранулирование гороховой мучки снижает активность ингибиторов трипсина до 2,7-2,9 мг/г.

Проведенные исследования показали, что данный вид обработки позволяет стабилизировать качество гороховой мучки. Так, за три месяца

хранения кислотное число гранулированной гороховой муки изменилось с 7,2 до 23,2 мг КОН. Результаты отражены на рисунке 11.

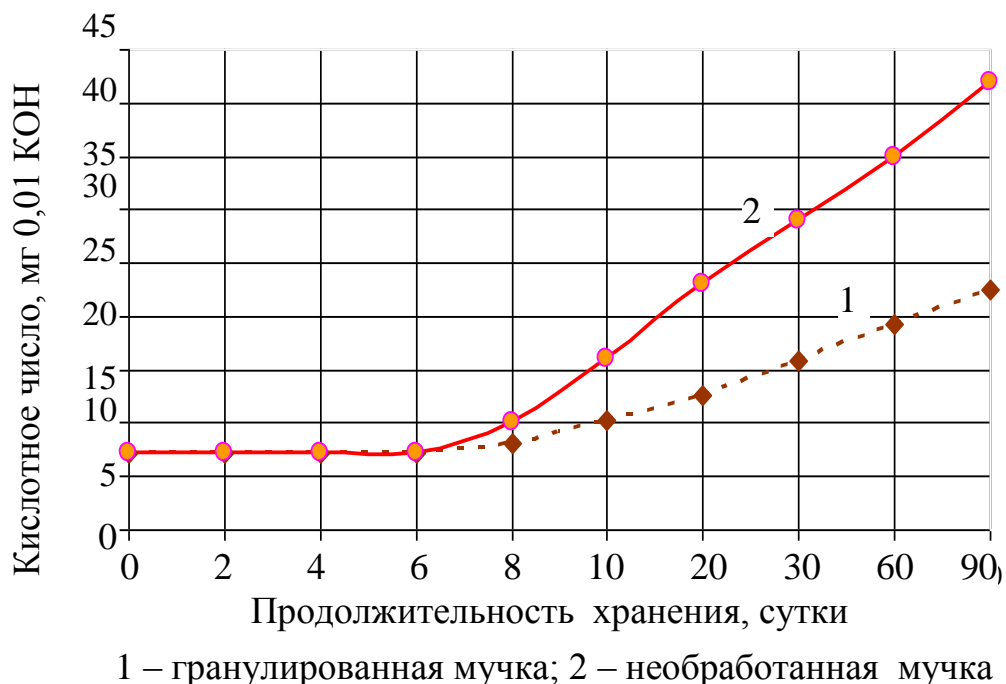


Рисунок 11 – Изменение кислотного числа гранулированной гороховой муки при хранении

Известно, что тепловая обработка снижает содержание питательных веществ в продукте, вызывает потерю витаминов и приводит к нежелательным изменениям белков и липидов [115, 149].

Исследовано изменение фракционного состава белков гранулированной гороховой муки. Результаты отражены на рисунке 12.

В ходе опыта установлено, что гранулирование гороховой муки приводит к изменению фракционного состава белков. Так, содержание альбуминов снизилось на 10,0 %, глобулинов - на 7,9 %.

Кроме того, гранулирование гороховой муки приводит к снижению содержания витаминов:  $B_1$  - на 24,0 %,  $B_2$  - на 13,4 %,  $B_6$  - на 18,3 %, PP - на 10,4 %, E - на 7,1 %, каротиноидов - на 6,3 %.

Гранулирование приводит к существенному снижению обсемененности гороховой муки микроорганизмами. Как показали исследования, за три месяца хранения гранулированной муки количество плесневых грибов выросло

с 3 до 6 КОЕ/г, количество КМАФАнМ изменилось с 3 до  $0,42 \times 10^2$  КОЕ/г, а количество дрожжей выросло с 7 до 16 КОЕ/г.

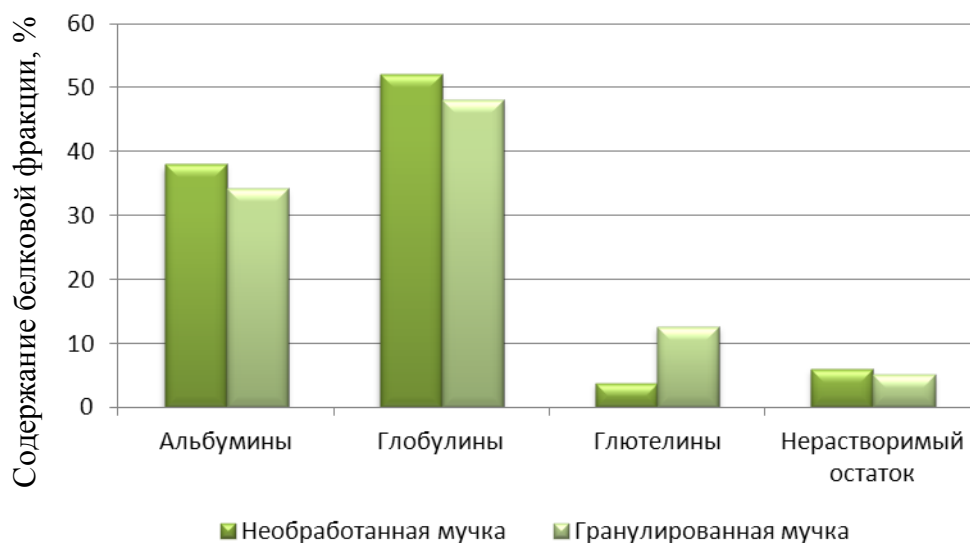


Рисунок 12 - Влияние гранулирования на изменение белкового состава гороховой мучки

Таким образом, установлено, что гранулирование гороховой мучки снижает активность ингибиторов трипсина, а также позволяет стабилизировать ее качество при хранении.

### 2.3.2 Влияние экструдирования гороховой мучки на активность ингибиторов трипсина

Проведено исследование влияние экструдирования гороховой мучки на активность ингибиторов трипсина.

Для экструдирования использовали лабораторный экструдер. Перед экструдированием гороховую мучку увлажняли до влажности 14-16 %. Затем мучку экструдировали при температуре 140 °С с частотой вращения шнека 93 об/мин. После обработки гороховую мучку охлаждали и определяли активность ингибиторов трипсина. Результаты эксперимента свидетельствовали о снижении активности ингибиторов трипсина до 1,7-2,1 мг/г. Установлено, что экструдирование гороховой мучки также

позволяет стабилизировать ее качество при хранении. Результаты исследования представлены на рисунке 13.

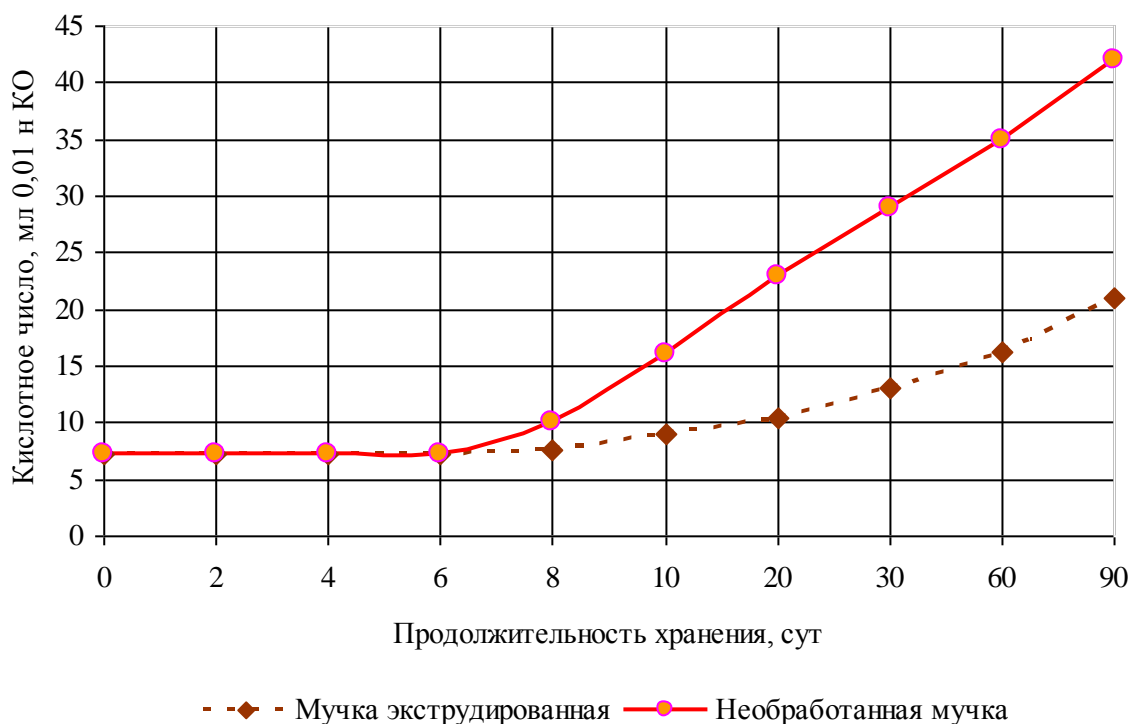


Рисунок 13 - Изменение кислотного числа экструдированной гороховой муки при хранении

Кислотное число экструдированной гороховой муки за три месяца хранения изменилось с 7,2 до 20,8 мг КОН.

Исследован фракционный состав белков гороховой муки, подвергнутой экструзионной обработке. Результаты представлены на рисунке 14.

Как показали исследования, экструзионная обработка гороховой муки вызывает изменения фракционного состава белков. Так, содержание альбуминов снизилось на 11,3 %, глобулинов - на 10,3 %. Содержание спирторастворимой фракции увеличилось по сравнению с исходным значением в 3,86 раза.

Было исследовано влияние данного вида обработки на изменения содержания витаминов в гороховой муке. Установлено, что экструдирование гороховой муки приводит к снижению содержания витаминов: В<sub>1</sub> - на 2,0 %, В<sub>2</sub> - на 10,4 %, В<sub>6</sub> - на 13,2 %, РР - на 11,2 %, Е - на 6,8 %, каротиноидов - на 9,2 %.



Рисунок 14 - Влияние экструзионной обработки на содержание белковых фракций гороховой муки

Установлено, что экструдирование приводит к существенному снижению обсемененности гороховой муки микроорганизмами. Как показали исследования, за три месяца хранения экструдированной муки количество плесневых грибов выросло с 2 до 5 КОЕ/г, количество КМАФАнМ изменилось с 2 до  $0,51 \times 10^2$  КОЕ/г, а количество дрожжей выросло с 8 до 14 КОЕ/г.

Таким образом, экструзионная обработка способствует снижению активности ингибитора трипсина, а также позволяет стабилизировать качество гороховой муки при хранении.

### 2.3.3 Влияние ИК-обработки гороховой муки на активность ингибиторов трипсина

Известен способ обработки зерна гороха ИК-излучением, позволяющий существенно снизить активность ингибитора трипсина [10].

Было исследовано влияние ИК-обработки гороховой муки на активность ингибиторов трипсина.

Обработку ИК-излучением осуществляли на лабораторной установке, в которой использовали лампы КГТ 220-1000 с плотностью лучистого потока 36 кВт/м<sup>2</sup>. Продолжительность обработки составляла от 50 до 90 секунд, конечная температура обработки от 80 до 160 °С. Экспериментальным путем было установлено, что для эффективной обработки толщина слоя гороховой мучки не должна превышать 5 мм.

Было исследовано влияние исходной влажности на скорость нагрева гороховой мучки. Для этого в ходе эксперимента использовали пробы различной влажности (W=9 %, W=11 %, W=13 %, W=15 %).

Из литературных данных известно, что скорость нагрева и соответственно мощность подаваемой энергии являются основными факторами, влияющими на изменение, происходящие в зерновом сырье [26].

Кинетика нагрева гороховой мучки в зависимости от исходной влажности представлена на рисунке 15.

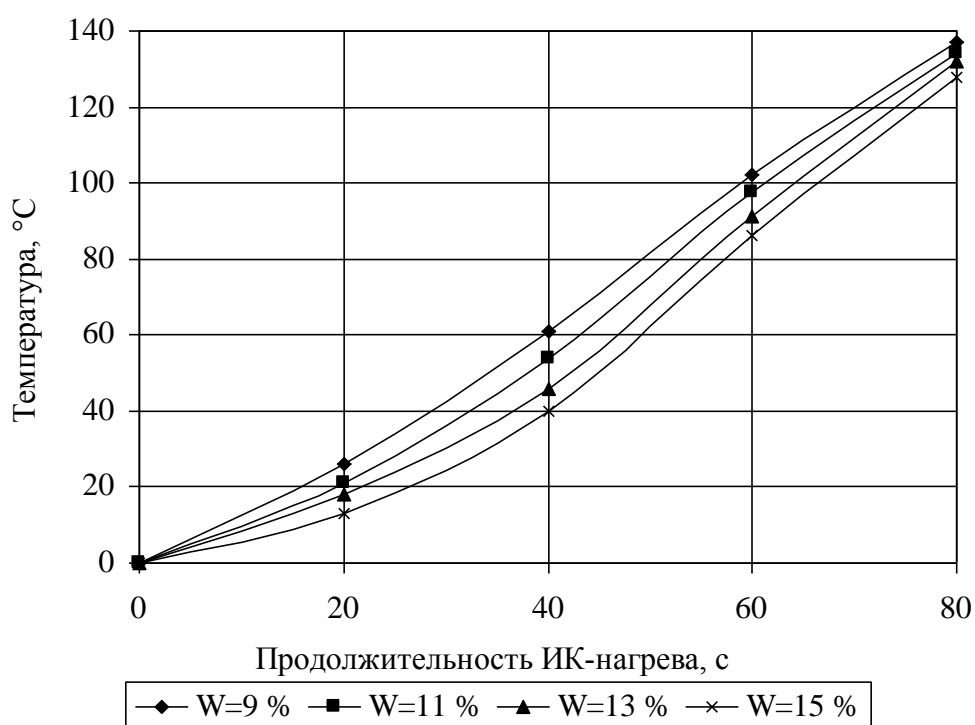


Рисунок 15 – Кинетика нагрева гороховой мучки на ИК-установке в зависимости от исходной влажности.



Анализ данных показал, что с увеличением влажности гороховой мучки возрастает время ИК-обработки, которое необходимо для получения соответствующей температуры нагрева.

Были проведены исследования по установлению оптимальных режимом ИК-обработки для гороховой мучки, а также зависимости режима обработки от исходной влажности сырья.

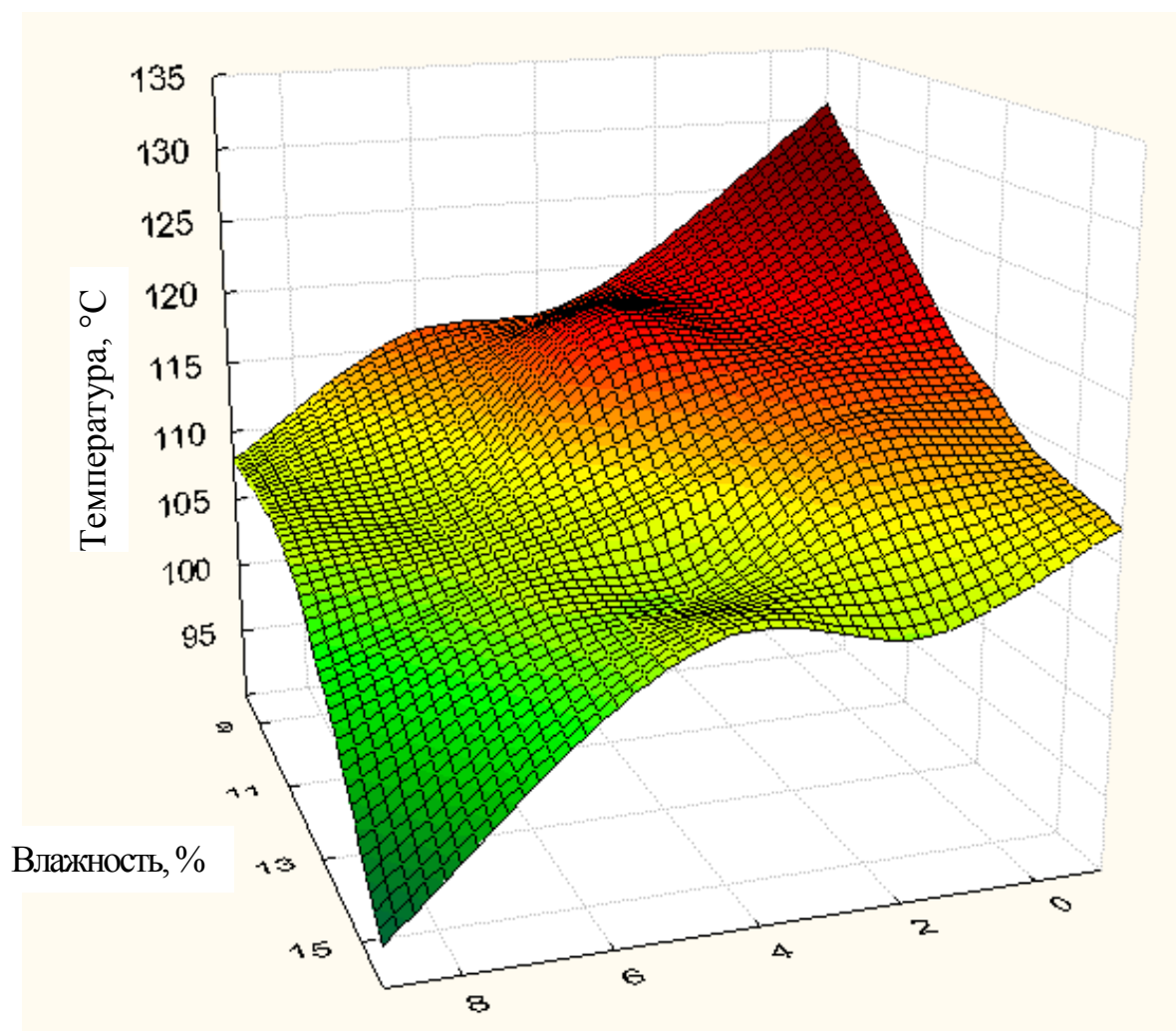
Как видно из представленных данных гороховая мучка с низкой влажностью 9 % за 70 секунд достигает температуру на уровне 115-120 °С, достаточной для инактивации ингибиторов трипсина. Образцы с более высокой влажностью за указанный промежуток времени прогреваются до температуры 102-110 °С. Кроме того при дальнейшей обработке верхний слой начинает обгорать.

Свежевыработанная гороховая мучка имеет влажность 11-11,5 %. Это означает, что в сырье с такой влажностью практически отсутствует свободная влага. Были проведены исследования по искусственному увеличению количества свободной влаги и его влиянию на температуру сырья при ИК нагреве. Для этого на поверхность слоя гороховой мучки распыляли воду в количестве 2, 4, 6, 8 %. Результаты представлены в таблице 65.

Таблица 65 - Влияние влажности гороховой мучки на изменения температуры при ИК-обработке (обработка в течение 70 секунд)

Количество поверхностной воды, %	Температура сырья при ИК-нагреве, °С			
	W=9%	W=11%	W=13%	W=15%
Без нанесения	125	120	115	112
2	120	118	115	110
4	118	118	111	108
6	114	110	118	106
8	110	108	105	100

На основании полученных данных построена поверхность отклика на рисунке 16.



Количество поверхностной воды, %

Рисунок 16 - Влияние влажности гороховой мучки на изменение температуры при ИК – обработке

При обработке результатов эксперимента по определению влияния влажности гороховой мучки на изменение температуры при ИК – обработке получено уравнение:

$$F(X_1, X_2) = 0,540 + 11,954X_1 - 1,475X_2$$

Известно, что ингибитор трипсина семян гороха выдерживает прогрев при температуре 100 °С в течение 15 минут без снижения активности [43].

В ходе эксперимента была исследовано изменение активности ингибиторов трипсина в зависимости от исходной влажности гороховой мучки и режимов ИК обработки.

Изменения активности ингибиторов в зависимости от исходной влажности гороховой мучки и режимов ИК-нагрева представлены в таблице 66.

Таблица 66 – Изменение активности ингибиторов трипсина в зависимости от исходной влажности гороховой мучки и режимов ИК обработки

Продолжительность ИК-обработки, с	Активность ингибиторов трипсина, мг/г			
	W=9%	W=11%	W=13%	W=15%
Без обработки	3,86	3,86	3,86	3,86
50	3,72	3,70	3,76	3,72
60	3,41	3,24	3,32	3,30
70	2,10	2,45	2,84	2,14
80	1,45	1,60	1,54	1,64

На основании полученных данных построена поверхность отклика рисунке 17.

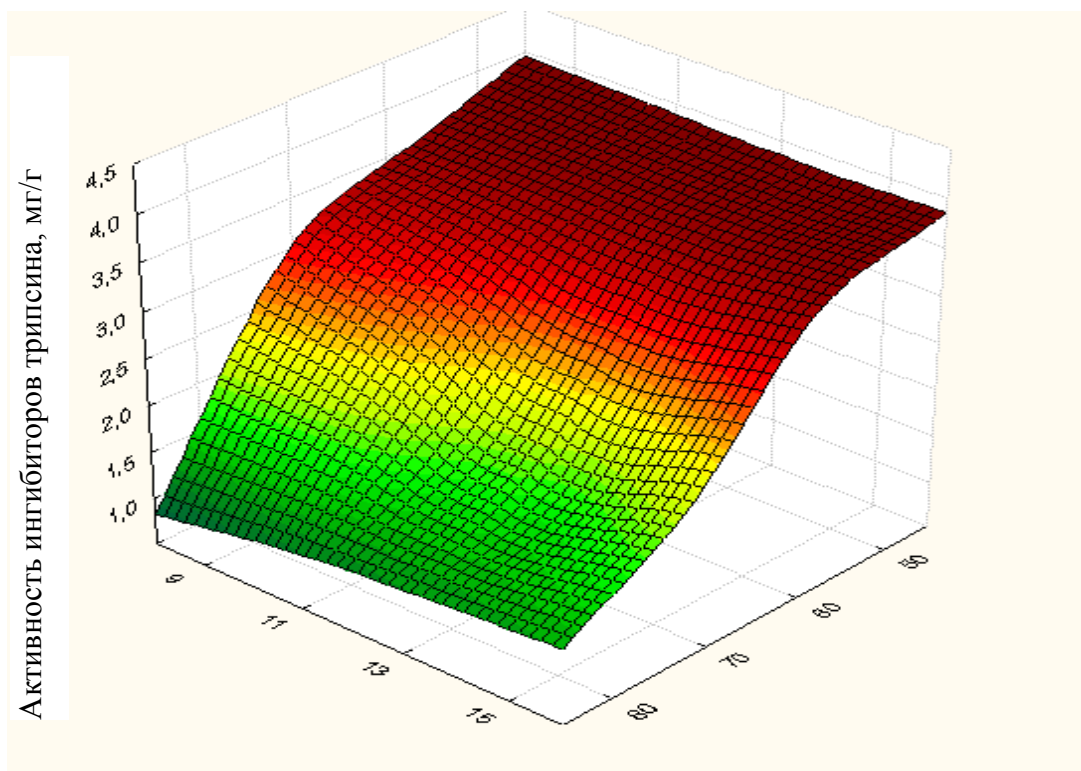


Рисунок 17 - Изменение активности ингибиторов трипсина в зависимости от исходной влажности гороховой мучки и режимов ИК обработки

При анализе результатов эксперимента по определению влияния ИК-обработки на изменение активности ингибиторов трипсина в гороховой мучке получено уравнение:

$$F(X_1, X_2) = 12,540 + 14,954X_1 - 1,275X_2$$

На основании полученных данных установлено, что с увеличением продолжительности ИК-обработки активность ингибиторов трипсина гороховой мучки падает. Однако, существенное снижение отмечается при режиме нагрева свыше 80 секунд. Вместе с тем, при таком режиме обработки происходит обгорание верхних слоев гороховой мучки.

Следовательно, только ИК-обработкой проблему снижения активности ингибиторов трипсина не решить. Поэтому далее рассматривали вариант с последующим темперированием ИК-обработанной гороховой мучки в теплоизоляционном бункере. Результаты эксперимента представлены в таблице 67.

Полученные данные свидетельствуют о том, что дополнительное темперирование ИК-обработанной гороховой мучки в течение определенного времени позволяет снизить уровень остаточной активности ингибиторов трипсина.

Установлено, что в образцах, прошедших ИК-обработку в течение 70 секунд, за 10 минут темперирования активность ингибиторов трипсина снизилась до 0,05-0,07 мг/г продукта по сравнению с исходным значением, а в течение 60 секунд ИК-обработки и темперировании 10 минут до 0,11-0,13 мг/г.

На основании экспериментальных данных построена поверхность отклика на рисунке 18.

Наибольший эффект достигается при обработке ИК-излучением в течение 70 секунд и последующим темперированием в течении 10 минут.

При обработке результатов эксперимента по оценке влияния темперирования на активность ингибиторов трипсина в ИК-обработанной гороховой мучке с различной влажностью получено следующее уравнение:

$$F(X_1, X_2) = 13,980 + 7,831X_1 - 0,558X_2$$

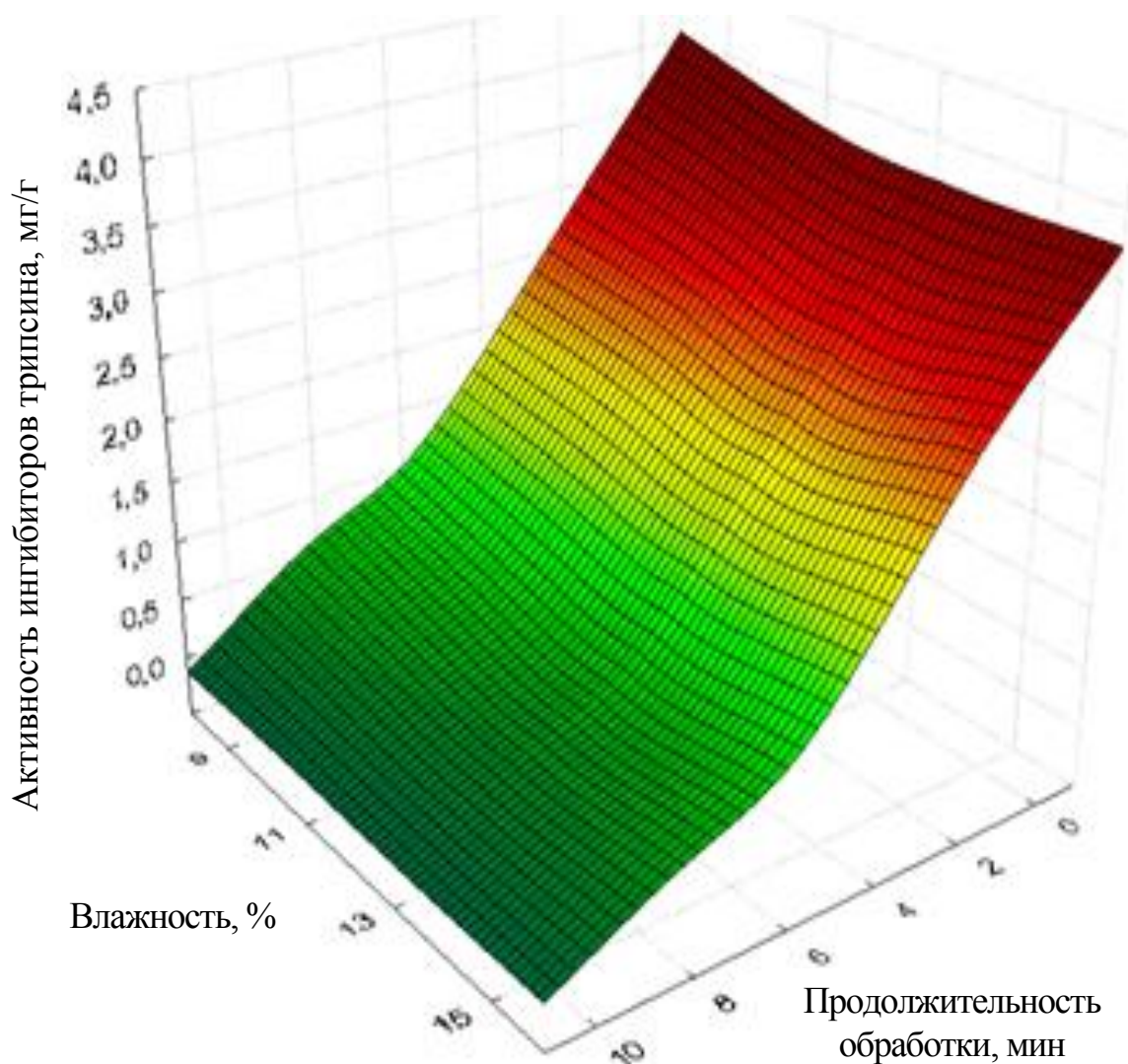


Рисунок 18- Влияние темперирования на активность ингибиторов трипсина в ИК-обработанной гороховой мучке с различной влажностью

Кислотное число липидов гороховой мучки, обработанной ИК-излучением, за три месяца хранения составило 18,6 мг КОН.

Было проведено исследование влияние ИК-обработки с последующим темперированием на растворимость белков гороховой мучки и результаты отражены на рисунке 20.

На основании данных, представленным на рисунке 12 установлено, что снижение альбуминовой и глобулиновой фракций гороховой мучки составило 2,3 и 3,4 % соответственно.

Таблица 67 – Влияние процесса и времени темперирования на показатель активности ингибиторов трипсина

Время темперирования, мин	Активность ингибиторов трипсина, мг/г							
	Время ИК-нагрева 70 секунд				Время ИК-нагрева 60 секунд			
	W=9%	W=11%	W=13%	W=15%	W=9%	W=11%	W=13%	W=15%
Без темперирования	3,41	3,24	3,32	3,30	3,72	3,70	3,76	3,72
2	2,54	2,52	2,49	2,50	2,61	2,53	2,45	2,48
4	1,62	1,60	1,63	1,66	1,69	1,58	1,56	1,55
6	0,80	0,79	0,82	0,81	0,87	0,84	0,86	0,88
8	0,44	0,41	0,47	0,42	0,41	0,38	0,41	0,37
10	0,07	0,05	0,07	0,06	0,13	0,11	0,12	0,13

Было изучено влияние ИК-обработки на рост кислотного числа гороховой мучки.

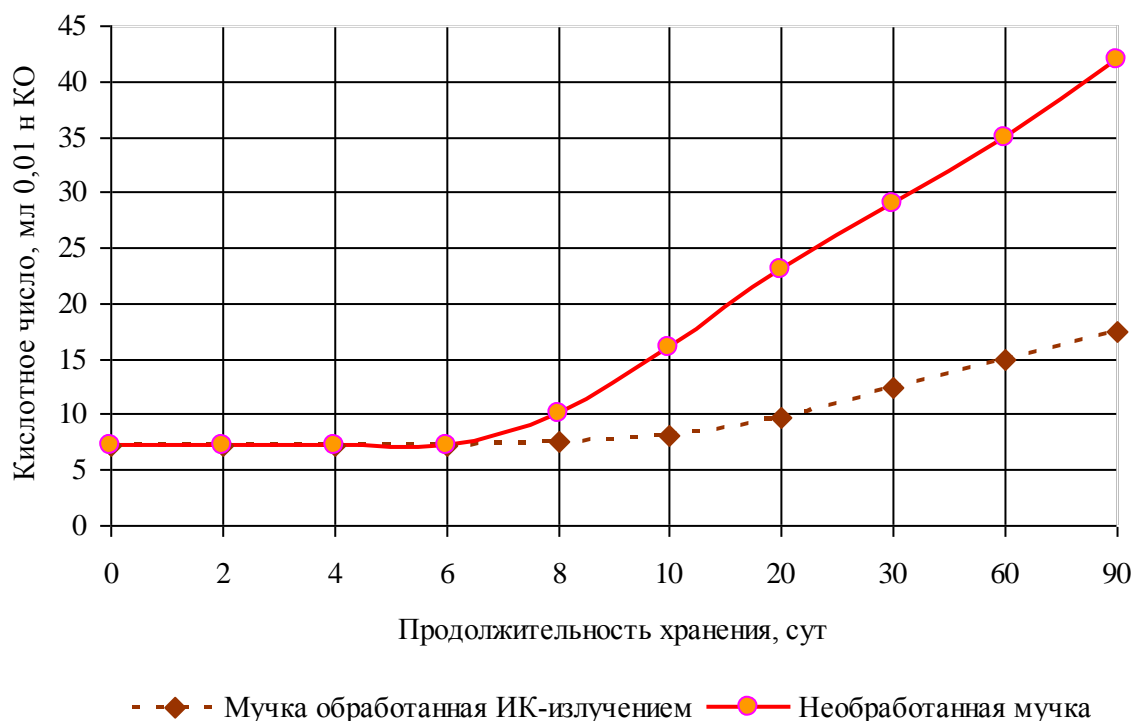


Рисунок 19 – Изменение кислотного числа ИК обработанной гороховой мучки при хранении

Данный способ обработки способствует большей сохранности витаминов. Потери витаминов после ИК-обработки гороховой мучки с последующим темперированием: В<sub>1</sub> - 5,6 %, В<sub>2</sub> - 2,9 %, В<sub>6</sub> - 4,1 %, РР - 3,2 %, Е - 1,7 %, каротиноидов- 1,6 %.

Основываясь на результаты полученных данных можно сделать вывод о том, что ИК-обработка гороховой мучки с последующим темперированием является эффективным способом снижения уровня активности ингибиторов трипсина, поскольку незначительно изменяет фракционный состав белка и содержание витаминов. Кроме того, данный вид обработки гороховой мучки приводит к снижению роста кислотного числа.

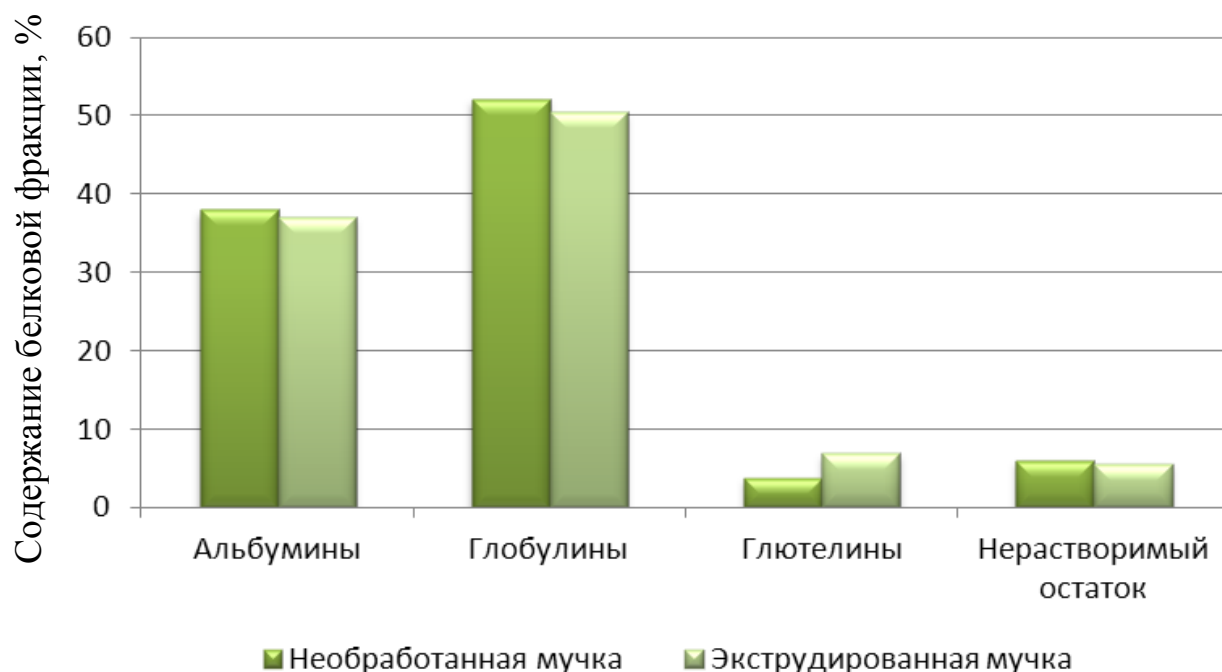


Рисунок 20 - Влияние ИК-обработки гороховой муки с последующим темперированием на содержание белковых фракций гороховой муки

ИК-обработка гороховой муки с последующим темперированием приводит к существенному снижению обсемененности микроорганизмами в ней. Как показали исследования, за три месяца хранения ИК-обработанной муки количество плесневых грибов выросло с 2 до 4 КОЕ/г, количество КМАФАнМ изменилось с 3 до 12 КОЕ/г, а количество дрожжей выросло с 6 до 10 КОЕ/г.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить высокую эффективность ИК-обработки гороховой муки с последующим темперированием в теплоизоляционном бункере, как способа снижения активности ингибиторов трипсина, позволяющего приостановить рост кислотного числа липидов, обеспечить наиболее полное сохранение пищевой ценности гороховой муки и ее микробиологическую чистоту.



## **Глава 3 Исследование направлений рационального использования вторичного сырья крупяного производства**

### **3.1 Исследование возможности использования гороховой мучки для производства мучных кондитерских изделий**

Объем российского рынка мучных кондитерских изделий – около 1 млн. т, из которых импортная продукция составляет примерно 7 % рынка. Среднедушевое потребление печенья в России, по экспертной оценке, составляет 4,5 кг в год. Жесткие реалии конкуренции на рынке заставляют производителей идти по пути расширения ассортимента и создания новой продукции. Поэтому большинство крупных хлебозаводов и кондитерских фабрик занимаются обновлением производства, созданием новых продуктов, путем включения в рецептуру нетрадиционного сырья [144].

НИИ питания РАМН, а также другими научно-исследовательскими учреждениями и ВУЗами проводятся регулярные массовые исследования, свидетельствующие о недостаточном потреблении незаменимых нутриентов (ПМЖК, аминокислот, витаминов, минеральных веществ, флавоноидов, стерина и т.д.) практически у всех групп населения и во все времена.

При выборе продуктов питания, подлежащих обогащению руководствуются следующим требованиям:

- продукт должен потребляться регулярно и быть универсальным;
- продукт должен производиться промышленным путем;
- ежедневное потребление не должно сильно варьироваться;
- добавка не должна иметь основные свойства обогащаемого продукта [61].

Как показали результаты исследований, гороховая мучка является ценнейшим источником белка, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, стерина, а также флавоноидов и может быть использована для обогащения мучных кондитерских изделий.

### 3.1.1 Разработка схемы подготовки гороховой мучки для кондитерской промышленности

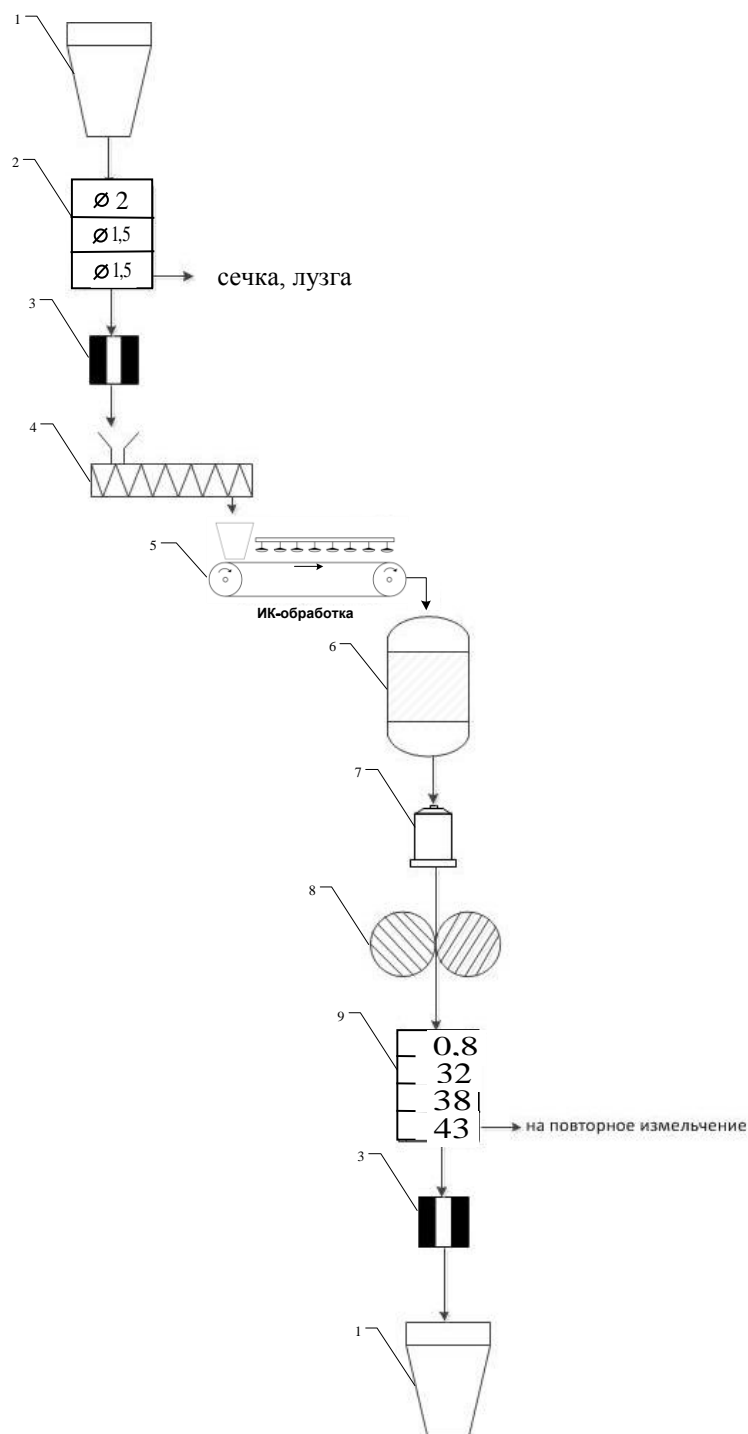
Проведенные исследования химического состава гороховой мучки показали ряд преимуществ ее по сравнению с пшеничной мукой 1 сорта, что предопределяет целесообразность применения ее как дополнительного ингредиента при приготовлении мучных кондитерских изделий функционального и профилактического назначения.

В связи с этим возникает необходимость к установлению определенных требований к исходным свойствам гороховой мучки.

Проведены исследования гранулометрического состава гороховой мучки. Как показали исследования, размер частиц гороховой мучки находится в пределах от 160 до 800 мкм. Полученные в результате исследований данные свидетельствовали о целесообразности применения гороховой мучки при производстве печенья с гранулометрическим составом от 40 до 60 мкм. В связи с чем, была разработана машинно-аппаратурная схема подготовки гороховой мучки и подобраны параметры технологического оборудования, Схема приведена на рисунке 21.

Согласно разработанной схеме подготовки гороховую мучку просеивают на расसेве А1-БРУ и контролируют металломагнитные примеси на магнитном сепараторе У1-БМЗ. После чего мучку подвергают ИК-обработке с последующим темперированием в теплоизоляционном бункере. Обработанная гороховая подается в охладительную колонку, затем проходит через магнитный сепаратор и размалывается в вальцовом станке А1-БЗН.

Размалывание осуществлялось при следующих параметрах: окружная скорость вальцов 6 м/с, дифференциал скоростей 2,5, уклон рифлей 12%, взаиморасположение рифлей «спинка по спинке». Просеивание гороховой мучки осуществляют в расसेве ЗРШ4-4М. Полученная мучка также контролируется по металломагнитным примесям на магнитном сепараторе У1-БМЗ.



1 – бункер, 2 – рассев А1-БРУ, 3 – магнитный сепаратор У1-БМЗ, 4 – дозатор, 5 – ИК-установка, 6 – термостатический бункер, 7 – охлаждающая колонка, 8 – вальцовый станок А1-БЗН, 9 – рассев ЗРШ-4-4М.

Рисунок 21 – Рекомендуемая машинно-аппаратурная схема подготовки гороховой муки для использования ее в кондитерской промышленности

### 3.1.2 Применение гороховой мучки в производстве сахарного печенья

Известно, что сахарное печенье пользуется большим спросом среди потребителей разных возрастных категорий. Высокое содержание сахара и жира, а также низкое содержание физиологически активных веществ в сахарном печенье свидетельствует о необходимости корректировки химического состава в направлении увеличения содержания витаминов, пищевых волокон, минеральных веществ при одновременном снижении энергетической ценности. В связи с высокой пищевой и биологическая ценность гороховой мучки была исследована возможность использования ее при производстве сахарного печенья

В качестве основы для создания нового вида печенья была использована традиционная рецептура печенья «Чайное». Этот вид кондитерского изделия изготавливают из муки первого сорта. Печенье имеет круглую, квадратную или прямоугольную форму. Выпускается весовым и в расфасовке. В 1 кг находится не менее 75 штук круглой и квадратной формы, и не менее 70 штук прямоугольной формы. Влажность ( $5 \pm 1,5$ ) %.

Формирование потребительских свойств сахарного печенья проводили с учетом зависимости основных технологических показателей от количества вводимых добавок.

Рецептура печенья представлена в таблице 68.

Таблица 68 – Рецептура сахарного печенья для пробной выпечки

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, г	
		в натуре	в сухих веществах
1	2	3	4
Мука пшеничная 1 с	85,50	200,00	171,00
Мучка гороховая	89,00	-	-
Крахмал	87,00	14,80	12,88
Пудра сахарная	99,85	67,00	66,90
Инвертный сироп	70,00	9,00	6,30
Маргарин	84,00	35,00	99,40

Продолжение таблицы 68

1	2	3	4
Меланж	27,00	6,00	1,62
Соль	96,50	1,48	1,42
Сода	50,00	1,48	0,74
Аммоний	-	0,2	-
Эссенция	-	0,6	-
Итого:	-	335,56	290,26
Выход:	-	300,96	285,90

В опытных образцах сахарного печенья пшеничную муку в стандартной рецептуре («Чайное») частично заменяли гороховой мукой, подвергнутой ИК-обработке с последующим темперированием. Дозировку гороховой муки варьировали в интервале от 5 % до 30 %. Технологический режим выпечки сахарного печенья с гороховой мукой представлены в таблице 69.

Таблица 69 – Технологический режим выпечки сахарного печенья с гороховой мукой

Наименование технологического параметра	Значение параметра
Влажность теста, %	17,5
Продолжительность выпечки, мин	6
Температура, °С	220

В качестве основных критериев оценки качества печенья нами были выбраны органолептические показатели и физико-химические показатели качества.

С целью определения оптимальной дозировки гороховой муки и качественных показателей сахарного печенья проводили пробные лабораторные выпечки по стандартной методике.

После выпечки и охлаждения печенья проводилась оценка готового продукта по органолептическим показателям качества, для чего была разработана 5-балльная шкала, учитывающая коэффициенты значимости отдельных показателей.

По результатам проведенных исследований были построены лепестковые диаграммы вкусового профиля образцов печенья, рисунок 22.

Графическое отображение лепестковой диаграммы позволило наглядно представить характеристики продукта, также определить сравнительное положение всех оцениваемых образцов печенья и отклонение органолептических показателей по отношению к контрольному образцу без добавки гороховой муки. Лучшим по вкусовым качествам оказалось печенье с 25 % гороховой муки.

Для сравнительной характеристики образцов были исследованы следующие физико-химические показатели качества сахарного печенья: влажность, щелочность и намокаемость.

Результаты эксперимента представлены на рисунке 23.

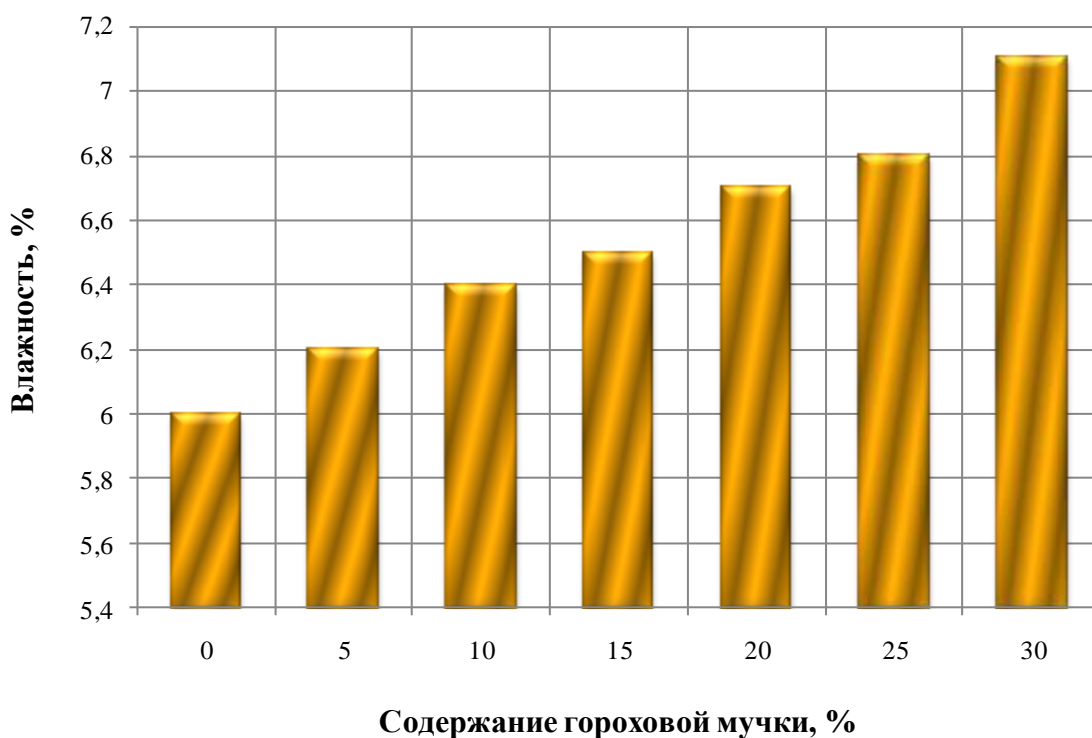


Рисунок 22 – Зависимость влажности сахарного печенья от содержания гороховой муки

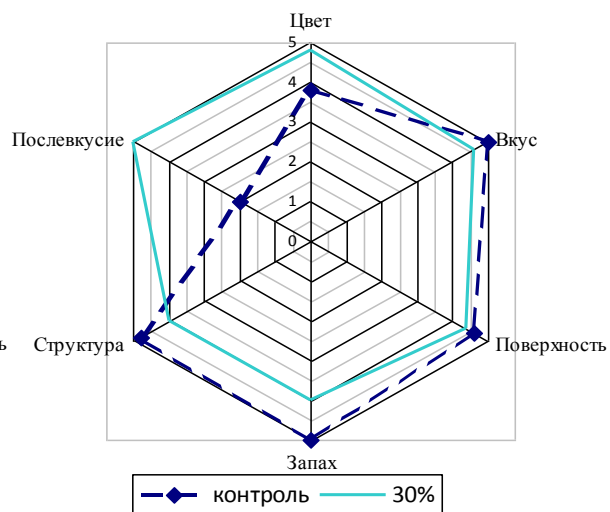
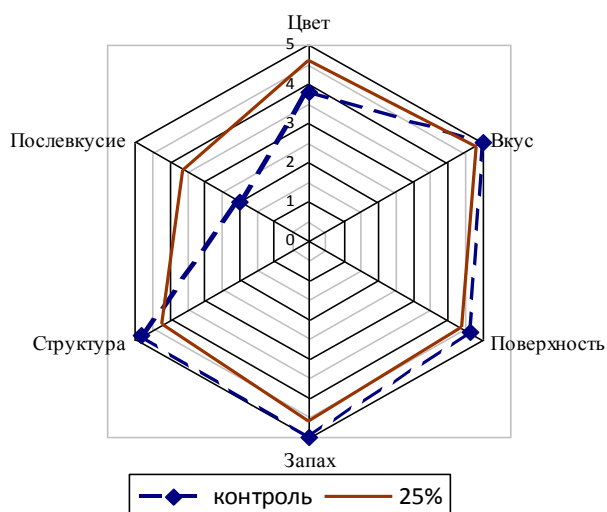
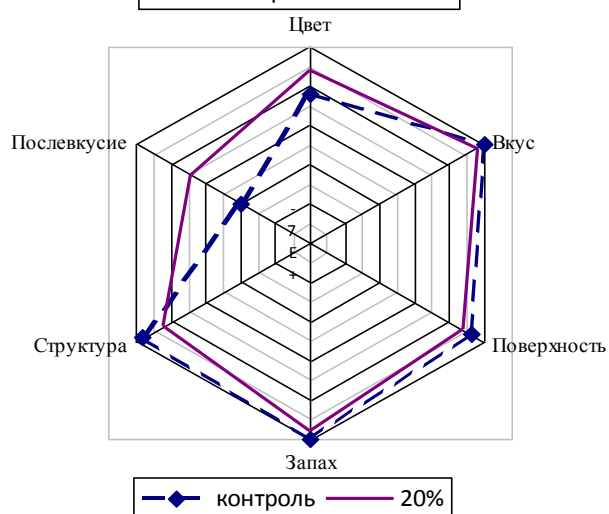
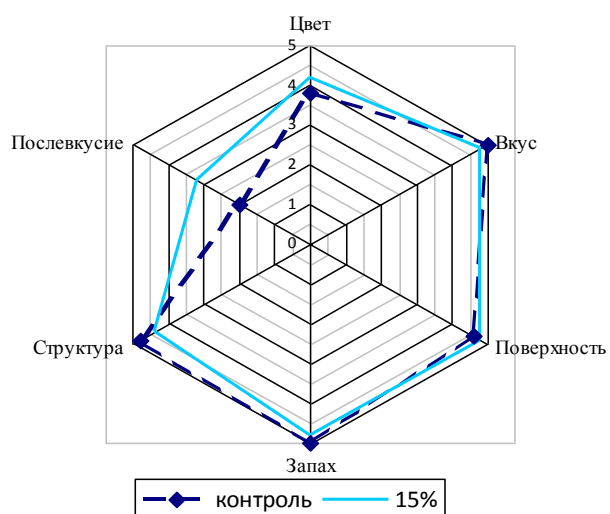
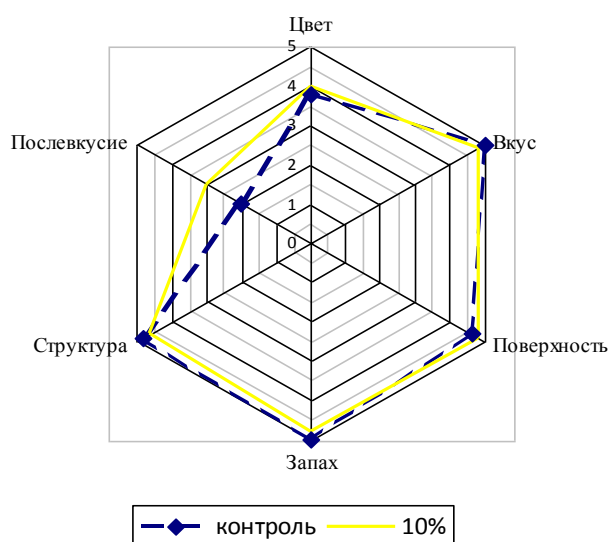
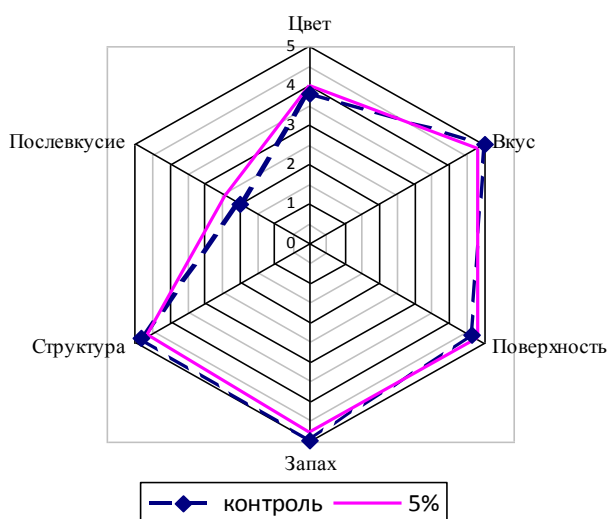


Рисунок 23 - Диаграммы вкусового профиля образцов печенья

Как показали исследования, с увеличением концентрации гороховой мучки возрастает влажность печенья с 6 % до 7,2 % .

Как известно, переизбыток щелочи сказывается на вкусовых характеристиках готового печенья, кроме того, степень щелочности некоторым образом влияет на разрыхленность готового печенья, поскольку эти понятия взаимосвязаны [101]. Исследовали щелочность сахарного печенья. Результаты представлены на рисунке 24.

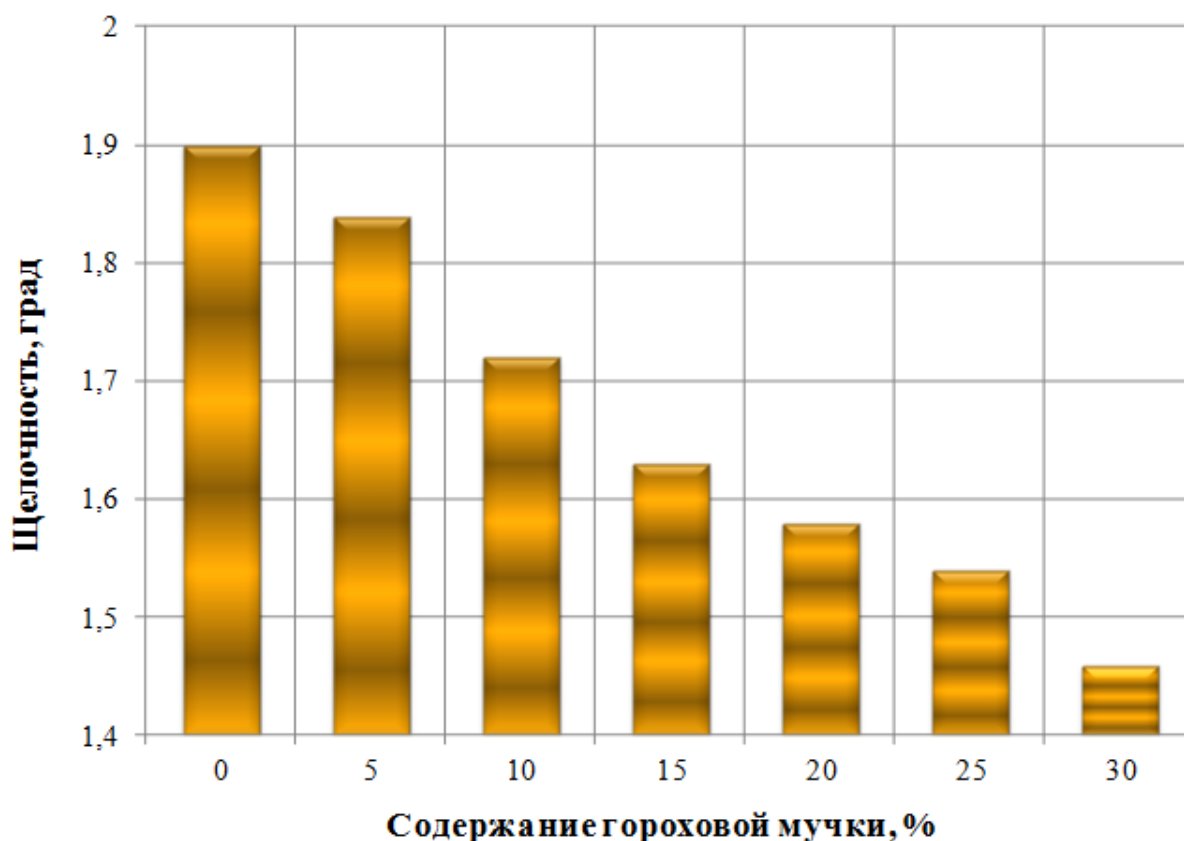


Рисунок 24 – Зависимость щелочности сахарного печенья от содержания гороховой мучки

Установлено, что щелочность печенья с увеличением концентрации гороховой мучки снижается. Вероятно, это обусловлено тем, что в состав липидного комплекса гороховой мучки входят свободные жирные кислоты. Таким образом, использование гороховой мучки в качестве компонента для производства печенья позволяет снизить щелочность готовой продукции.

Намокаемость оказывает большое влияние на потребительские свойства сахарного печенья. Высокий уровень намокаемости печенья свидетельствует о хорошей консистенции теста и делает печенье более воздушным и нежным. Печенье же с низкой намокаемостью будет плотным и



жестким. Зависимость содержания гороховой мучки в сахарном печенье и намокаемости представлена на рисунке 25.

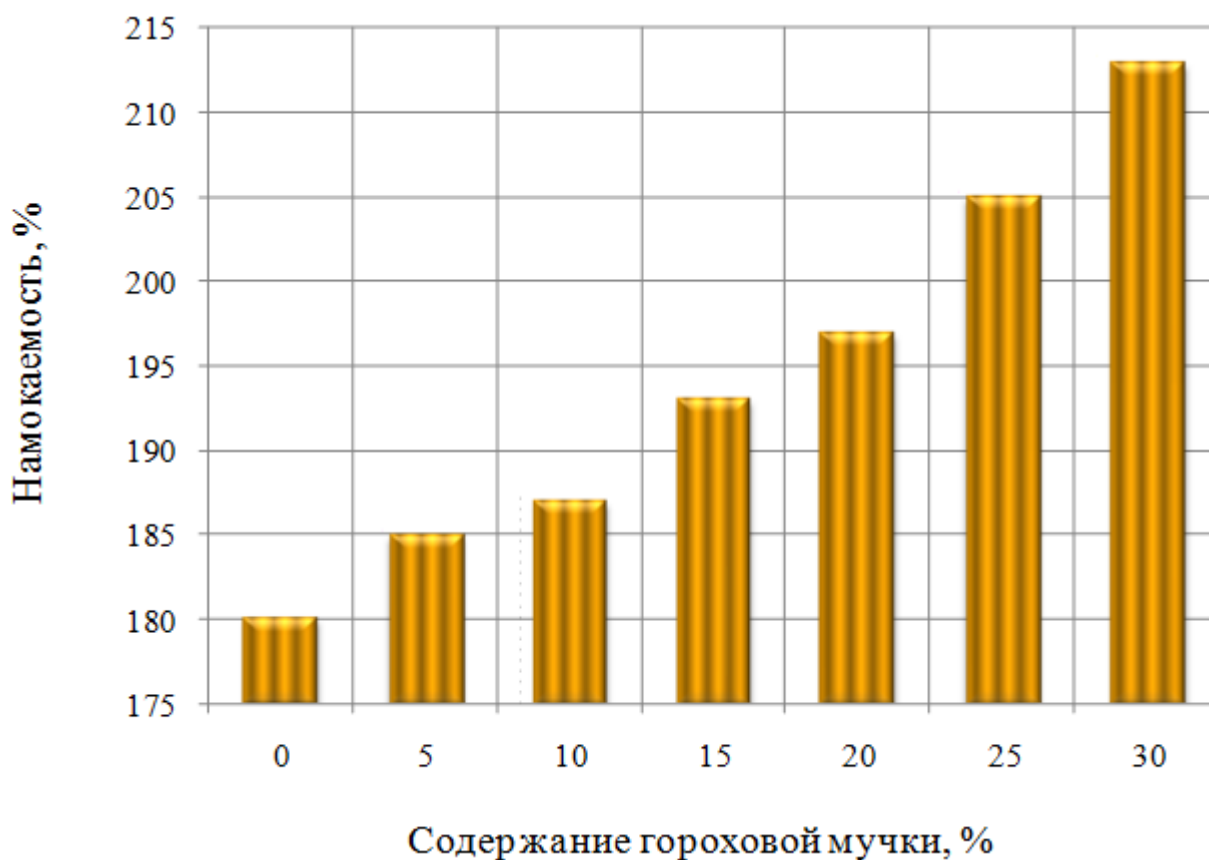


Рисунок 25 – Зависимость намокаемости сахарного печенья от количества гороховой мучки

На основе проведенных исследований можно сделать вывод о том, что добавление гороховой мучки в сахарное печенье приводит к увеличению его намокаемости.

В ходе исследований было установлено, что при снижении дозировки маргарина в рецептуре до 14 г на 100 г пшеничной муки такие физико-химические показатели как влажность, намокаемость, плотность и щелочность находились в пределах нормативных значений.

Физико-химические показатели сведены в таблицу 70.

Таблица 70 – Физико-химические показатели качества печенья с гороховой мукой в зависимости от содержания маргарина

Количество маргарина, г на 100 г муки	Массовая доля, %			Щелочность, %	Намокаемость, %	Зола, %
	Влага	Жир	Сахар			
14	4,8	10,3	21,0	1,3	184	0,8
15	5,0	11,7	21,0	1,3	188	0,8
16	5,6	12,1	21,0	1,4	193	0,8
17	6,0	13,1	21,0	1,4	198	0,8
18	6,8	13,9	21,0	1,5	205	0,8

Для установления оптимальной дозировки маргарина исследовали органолептические показатели качества печенья с гороховой мукой. Результаты представлены в таблице 71.

Таблица 71 – Органолептические показатели качества печенья с гороховой мукой в зависимости от содержания маргарина

Показатели качества печенья	Содержание жира в печенье, %				
	10,3	11,7	12,1	13,1	13,9
Состояние поверхности	Шероховатая	Гладкая, без вздутий и вкраплений крошек			
Форма	Правильная без вмятин				
Цвет	Светло-желтое				
Вкус	С незначительным бобовым привкусом				

Лучшим по вкусовым качествам было печенье, содержание жира в котором составляло 12,1 %.

На основании полученных данных была разработана рецептура на сахарное печенье «Богатырское» с использованием в качестве компонента гороховой муки в количестве 25 % от массы муки и содержанием жира 12,1 % .

Исследовали влияние гороховой муки на пищевую и энергетическую ценность сахарного печенья. В качестве контроля выступало сахарное печенье «Чайное», приготовленное из пшеничной муки 1 сорта без добавления муки.

Результаты представлены в таблице 73.

Таблица 72 - Рецепт на сахарное печенье «Богатырское» с добавлением гороховой муки

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг	
		На 1т. готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах
1	2	3	4
Мука пшеничная 1 сорта	85,50	498,39	426,12
Мучка гороховая	88,50	166,13	147,03
Крахмал	87,00	49,18	42,79
Пудра сахарная	99,85	222,63	222,30
Инвертный сироп	70,00	29,91	20,94
Маргарин	84,00	106,32	89,31
Меланж	27,00	19,94	5,38
Соль	96,50	4,92	4,75
Сода пищевая	50,00	4,92	2,46
Углеаммонийная соль	-	0,66	-
Эссенция	-	1,99	-
Итого	-	1104,97	961,08
Выход	95,60	1000,00	956,00

Анализ полученных результатов показал, что обогащение сахарного печенья гороховой мукой приводит к увеличению содержания в нем белка на 42,0 % и снижению калорийности на 4,1 %.

Замена 25 % пшеничной муки 1 сорта на гороховую муку способствует обогащению сахарного печенья витаминами группы В, токоферолами и каротиноидами. Содержание каротиноидов в сахарном печенье «Богатырское» по сравнению с контролем увеличилось в 3 раза, В<sub>6</sub> - в 1,4 раза, РР - в 3,5 раз.

Таблица 73 – Показатели пищевой и энергетической ценности сахарного печенья «Богатырское»

Наименование пищевых веществ	Суточная потребность	Содержание веществ в изделиях			
		Сахарное печенье «Чайное»		Печенье «Богатырское»	
		Содержание в 100 г	Степень удовлетворения, %	Содержание в 100 г	Степень удовлетворения, %
Белки, г	75,00	10,00	13,33	14,20	18,93
Жиры, г	83,00	13,50	16,27	12,10	14,58
Углеводы, г	365,00	68,70	18,82	62,20	17,04
Пищевые волокна, г	30,00	0,90	3,00	3,20	10,70
Минеральные вещества, мг					
- фосфор	1200,00	62,00	5,17	160,00	13,33
- магний	400,00	36,00	9,00	48,00	12
- железо	15,00	2,00	13,33	6,00	40
- кальций	800,00	18,00	2,25	51,00	6,38
- калий	3000,00	110,00	3,67	189,00	6,30
- натрий	4000,00	321,00	8,03	368,00	9,20
Витамины, мг					
- каротиноиды	0,60	0,02	3,33	0,06	10,00
- В <sub>1</sub>	1,50	-	-	0,27	18,00
- В <sub>2</sub>	2,00	-	-	0,06	3,00
- В <sub>6</sub>	2,00	-	-	0,14	7,00
- РР	15,00	0,14	0,93	0,49	3,26
- Е	20,00	-	-	1,80	9,00
Энергетическая ценность, ккал	2500	444,2	17,77	425,8	17,03

Установлено, что по сравнению с контрольным образцом содержание фосфора, магния, кальция и калия выросло в 2,6, 1,3, 3 и 1,7 раза соответственно. Количество железа в сахарном печенье «Богатырское» увеличилось в 3 раза, содержание натрия значительно не изменилось.

Таким образом, использование гороховой муки в качестве рецептурного компонента позволяет снизить содержание жира, а также повысить пищевую и биологическую ценность сахарного печенья.

### 3.1.3 Определение сроков хранения сахарного печенья, обогащенного гороховой мукой

Сахарное печенье относится к изделиям с низким содержанием влаги и длительным сроком хранения. Такие изделия характеризуются стабильностью по отношению к микробиологической порче, однако их органолептические показатели со временем могут измениться [157].

Для определения сроков хранения в течении 120 суток отслеживались изменения органолептических, физико-химических, микробиологических и токсикологических показателей.

По истечении 120 суток в сахарном печенье «Богатырское» не было отмечено значительного ухудшения органолептических показателей качества, отсутствовал привкус и запах прогорклого жира.

Изменение микробиологических показателей и токсикологических показателей печенья «Богатырское» в процессе хранения представлено в таблице 74.

В течение 120 суток хранения в печенье «Богатырское» отсутствует отрицательная динамика всего комплекса изучаемых показателей.

Принимая во внимания данные, представленные в работах Л.Е. Скокан, Н.Б. Кондратьева, Т.А. Духу, И.В. Куциной, А.В. Стриженко [42,57, 61,108,170], в которых показано, что в первые три месяца хранения в мучных кондитерских изделиях практически не изменяется состав жирных кислот и

содержание токоферолов, для сахарного печенья с добавлением гороховой муки «Богатырское» рекомендованы следующие сроки хранения: 90 суток при температуре (18±5) °С относительной влажности воздуха не выше 75 %.

Таблица 74 – Изменение микробиологических показателей и токсикологических показателей печенья «Богатырское» в процессе хранения

Наименование показателей	Норма по СанПин 2.3.2.1078-01	Продолжительность хранения, сутки		
		30	60	120
Микробиологические показатели				
КАМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $1 \times 10^4$	$3 \times 10^2$	$4 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
БГКП (колиформы), г	Не допускается в 0,1 г	Не обнаружено		
Патогенные, в том числе				
Сальмонеллы, г	Не допускаются в 25 г	Не обнаружено		
S.aureus	Не допускаются в 0,1 г	Не обнаружено		
Плесневые грибы, КОЕ/г	Не более 100	Не обнаружено		
Дрожжи, КОЕ/г	Не более 50	Не обнаружено		
Токсичные элементы, мг/кг				
Кадмий	Не более 0,1	Менее 0,001		
Ртуть	Не более 0,02	Менее 0,0001		
Свинец	Не более 0,5	Менее 0,11		
Мышьяк	Не более 0,3	Менее 0,001		
Микотоксины, мг/кг				
Дезоксиниваленол	Не более 0,7	Не обнаружено		
Афлотоксин В1	Не более 0,005	Менее 0,05		

### 3.2 Исследование возможности использования гороховой муки для производства растительного масла

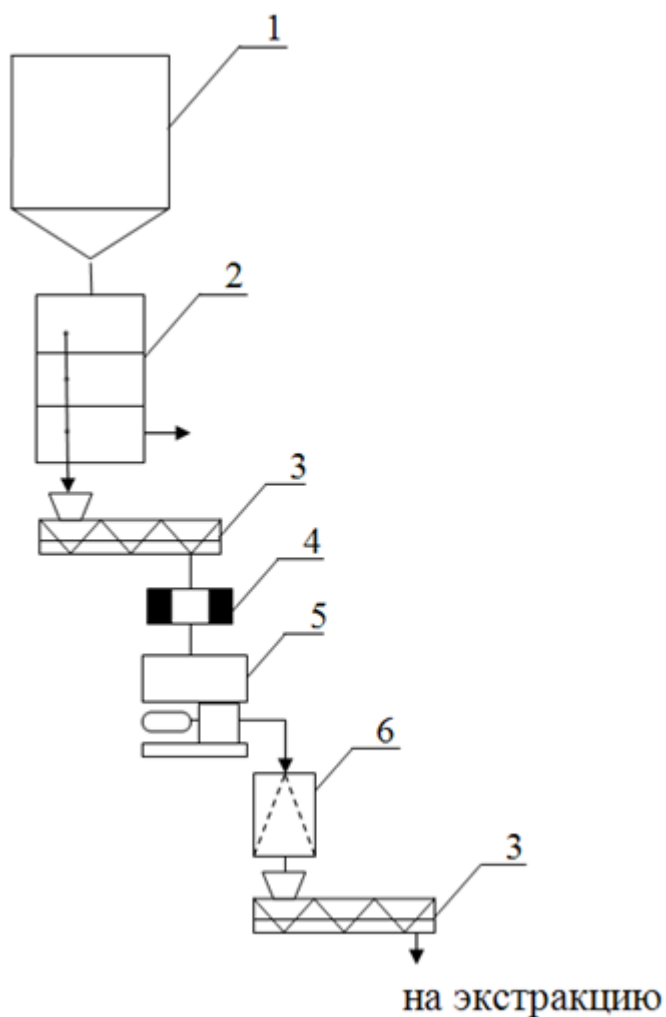
Исследования химического состава гороховой муки позволили установить высокое содержание в ней жира (12,0-14,1 %). Как известно, масло, извлекаемое из гороха, обладает лечебными свойствами. Однако его содержание в горохе незначительно (1,8-2,6 %).

Проведенные исследования липидного комплекса гороховой мучки позволили установить высокую биологическую эффективность и физиологическую активность масла гороховой мучки, которая обуславливается комплексным действием его компонентов.

В ходе эксперимента в гороховой мучке установлено содержание таких биологически активных веществ как, стерины, обладающие иммуномодулирующей и противоопухолевой активностью, полиненасыщенные жирные кислоты, оказывающие гипохолестеринемический эффект, токоферолы и каротиноиды, проявляющие антиоксидантные свойства, что позволяет судить о возможности ее применения в качестве сырья для производства растительного масла, которое может быть использовано как пищевой, медицинский и косметический продукт.

Исследованы физико-химические показатели качества масла гороховой мучки. Установлено, что свежеполученное масло гороховой мучки представляет собой прозрачную жидкость с выраженным бобовым запахом и имеет следующие физико-химические характеристики: плотность -  $0,921 \text{ г/см}^3$ ; цвет - светло-желтый; перекисное число -  $5,4\text{--}5,7 \text{ 1/2 O}_2 \text{ ммоль/кг}$ ; кислотное число -  $7,2\text{--}7,4 \text{ мг КОН}$ ; показатель преломления при  $20^\circ\text{C}$  -  $1,49$ ; число омыления -  $184\text{--}190 \text{ мг КОН}$ ; йодное число -  $124\text{--}126 \text{ \% йода}$ ; неомыляемая фракция -  $0,62 \text{ \%}$ .

Разработана технология подготовки гороховой мучки к экстракции масла. На основе серийно выпускаемого оборудования рекомендована машинно-аппаратурная схема подготовки гороховой мучки к экстракции масла и представлена на рисунке 26.



1 – бункер для мучки; 2 – рассев А1-БРУ; 3 – дозатор; 4 – магнитный сепаратор У1-БМЗ; 5 – гранулятор Б6-ДГВ А; 6 – охлаждающая колонка.

Рисунок 26 – Рекомендуемая схема подготовки гороховой мучки к экстракции масла

### 3.3 Определение зоотехнической целесообразности и экономической эффективности использования ИК-обработанной гороховой мучки в рационе питания животных

Одной из главных задач в увеличении продукции животноводства является увеличение продуктивности животных, что возможно при соответствующих условиях содержания и обеспечения животных необходимым количеством энергии и питательных веществ.



Однако общий уровень полноценности кормления животных в большинстве хозяйств остается недостаточно высоким. Чтобы удовлетворить эти потребности необходимо совершенствование систем кормления.

Снижение себестоимости животноводческой продукции и повышение ее конкурентоспособности в условиях рыночной экономики не сегодняшний день является актуальным. Добиться решения этой проблемы возможно при сокращении расходов кормов и использования для кормления животных различных технологических групп дешевых кормов.

В настоящее время Министерством Российской Федерации разработана и утверждена ведомственная целевая программа «Развитие свиноводства в Российской Федерации на период 2010-2015 года». Здесь особую актуальность приобретает поиск новых путей обеспечения животных кормовым белком растительного происхождения.

Существенными резервами для получения кормового протеина, минеральных добавок и биологически активных веществ в наши дни могут служить вторичные сырьевые ресурсы, полученные при переработке зернобобовых культур в крупу.

Совместно с Российским Государственным Аграрным Университетом—МСХА им. К.А. Тимирязева было изучено влияние добавления в комбикорма ИК-обработанной гороховой муки на рост и развитие поголовья свиней.

Гороховая мука в качестве компонента комбикормов используется довольно широко, однако наличие в ней ингибиторов трипсина и химотрипсина не позволяла вводить ее в рацион свиней более 15% по отношению к массе сухих компонентов комбикормов.

В ходе исследований удалось установить, что ИК-обработка гороховой муки в течение 70 секунд и темперирование в теплоизоляционном бункере в течение 10 минут значительно снижает активность ингибиторов трипсина (0,05-0,07 мг/г).

Целью данного исследования являлось определение зоотехнической целесообразности и экономической эффективности использования обработанной гороховой мучки в рационе питания поросят.

Научно-хозяйственный опыт был проведен на свиноферме «Заря» Рязанской области, г. Михайлов. Для этого были отобраны поросята-сосуны, аналоги по происхождению, возрасту и живой массе. Опыт проведен на двух группах поросят по 14 голов в каждой схеме. Результаты указаны в таблице 75.

Таблица 75 - Схема научно-хозяйственного опыта

Показатели	Группа	
	1	2
Количество поросят	14	14
Условия кормления		
Поросят-сосунов	ОР <sub>1</sub>	ОР <sub>2</sub>
Поросят 2-4 месяца	ОР <sub>1</sub>	ОР <sub>2</sub>

Первой группе поросят скармливали с 5-20 день жизни готовый комбикорм «Престартер», а с 21 по 60 день сбалансированный рацион за счет БВМД «Стартер». При кормлении второй группы в комбикорме, который получала первая группа, заменяли сою экструдированную, кукурузу, а также 5 % ячменя (для поросят до 2 месячного возраста) и сою экструдированную, кукурузу, 14,3 % ячменя (для поросят на дорастивании и откорме) на ИК-обработанную гороховую мучку. Состав и питательность рациона указан в для поросят до 2-х месячного возраста и на дорастивании в таблицах 76 и 77.

Таблица 76 – Состав и питательность рациона для поросят до 2-х месячного возраста

Ингредиенты	Единицы измерения	Состав (ОР <sub>1</sub> )	Состав (ОР <sub>2</sub> )
1	2	3	4
Кукуруза	%	15,0	-
Соя экструдированная	%	5,0	-
Гороховая мучка	%	-	25
Делак	%	5,0	5,0
БМВД 1100	%	15,0	15,0
Ячмень	%	59,3	54,3
Соль	%	0,2	0,2
Мел	%	0,5	0,5

Продолжение таблицы 76

1	2	3	4
Содержится в 1 кг корма			
Обменной энергии	МДж	11,6	12,1
Сырого протеина	г	167,0	169,0
Переваримого протеина	г	133,3	142,7
Сырой клетчатки	г	40,9	44,1
Лизина	г	13,1	13,8
Метионина+ цистина	г	6,5	7,2
Кальция	г	11,0	12,3
Фосфора	г	9,0	9,7
Железа	мг	162,00	171,00
Меди	мг	151,00	149,00
Цинка	мг	150,00	156,00
Марганца	мг	72,00	82,00
Кобальта	мг	0,90	1,40
Йода	мг	0,40	0,50
Витамина			
А	тыс.МЕ	12,70	12,90
Д	тыс.МЕ	1,90	1,70
Е	мг	60,00	78,00
В <sub>1</sub>	мг	34,00	36,00
В <sub>2</sub>	мг	5,10	5,30
В <sub>3</sub>	мг	18,50	16,40
В <sub>4</sub>	мг	1205,00	1247,00
В <sub>5</sub>	мг	120,00	117,00
В <sub>12</sub>	мг	20,00	23,00

Таблица 77 – Состав и питательность рациона для поросят на дорастивании и откорме

Ингредиенты	Единицы измерения	Состав (ОР <sub>1</sub> )	Состав (ОР <sub>2</sub> )
1	2	3	4
Кукуруза	%	10,7	-
Ячмень	%	67,2	52,9
Гороховая мучка	%	-	35
Соя экструдированная	%	5,0	-
Жмых подсолнечный	%	10,5	10,5
ВМКС 1105	%	2,0	2,0
БМВД 1100	%	3,0	3,0
Дефторированный фосфат	%	1,0	1,0
Соль	%	0,3	0,3
Всего:	%	100	100

Продолжение таблицы 77

1	2	3	4
Содержится в 1 кг корма			
Обменной энергии	МДж	12,56	13,1
Сухого вещества	г	836	843
Сырого протеина	г	160,4	164,4
Переваримого протеина	г	122,0	142,1
Сырой клетчатки	г	60,1	63,2
Лизина	г	9,0	11,0
Метионина+ цистина	г	5,04	7,2
Поваренная соль	г	3,0	3,0
Кальция	г	8,3	8,9
Фосфора	г	6,3	6,7
Железа	мг	175,00	184,00
Меди	мг	86,00	91,00
Цинка	мг	95,00	97,00
Марганца	мг	48,00	53,00
Кобальта	мг	0,30	0,30
Йода	мг	0,50	0,60
Витамина			
А	тыс. МЕ	9,00	11,20
Д	тыс. МЕ	1,10	1,40
Е	мг	52,00	57,0
В <sub>1</sub>	мг	5,70	5,90
В <sub>2</sub>	мг	11,40	11,60
В <sub>3</sub>	мг	22,20	21,40
В <sub>4</sub>	мг	1231,00	1263,00
В <sub>5</sub>	мг	124,00	131,00
В <sub>12</sub>	мг	11,00	11,40

Условия содержания кормления животных соответствовали рекомендуемым нормам. Ветеринарно-профилактическое мероприятие проводилось независимо от условий опыта. Потребление корма за учетный период (каждые 14 дней) определяли путем суммирования массы заданного ежедневного количества корма за минусом остатка кормов. Поение поросят осуществляли вволю из автопоилок. Взвешивание поросят для определения интенсивности роста проводили индивидуально в начале и конце каждого периода выращивания.

Динамика изменения живой массы поросят 0-2 месяца, полученная в результате опыта по апробации рационов с использованием комбикормов с ИК-обработанной гороховой мукой, затраты кормов на единицу продукции приведены в таблицах 78 и 79.

Живая масса поросят при рождении была одинаковой во всех группах, однако в 21 дневном возрасте этот показатель уже имел различия между группами. Во второй группе живая масса поросят-сосунов в 21 день была выше контроля на 7,8 %. В двухмесячном возрасте различия по живой массе между контролем во второй группе составил 16,3 % (при высокой достоверности  $P \leq 0,001$ ).

Среднесуточный прирост живой массы за весь период опыта 0-2 месяца составил в первой группе 217,5 г, во второй 255, 8 г (на 17,6 % выше контроля).

Таблица 78 — Показатели выращивания поросят 0-2 месяца при использовании комбикормов с добавлением ИК-обработанной гороховой муки

Показатели	Группа	
	1	2
Живая масса при рождении 1 головы, кг	1,05±0,02	1,05±0,03
В % к контролю	100	100
Живая масса 1 головы в 21 день, кг	5,10±0,2	5,50±0,23
В % к контролю	100	107,8
Среднесуточный прирост за 21 день, г	193,0	212,0
В % к контролю	100	109,8
Живая масса 1 головы в 60 дней, кг	14,1±0,85	16,4±1,10
В % к контролю	100	116,3
Среднесуточный прирост за 2 месяца, г	217,5	255,8
В % к контролю	100	117,6
Сохранность поросят, %	87,8	94,7
Потреблено корма на 1 голову в сутки, г	0,466	0,477
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	2,14	1,86
В % к контролю	100	86,9

Экономическая эффективность использования комбикормов с ИК-обработанной гороховой мукой в рационах свиней за период 0-2 месяца представлена в таблице 80.

Изучение влияния использования комбикормов с ИК-обработанной гороховой мукой в рационах свиней показало, что валовой прирост живой массы в опытной группе был выше, за счёт чего снизилась себестоимость продукции и составила, соответственно: 73,0 рублей, что ниже контрольного

показателя на 11,1. На каждую выращенную голову получено дополнительной прибыли 324 рубля.

Таблица 79 — Показатели выращивания поросят 2-4 месяца при использовании комбикормов с добавлением ИК-обработанной гороховой муки

Показатели	Группа	
	1	2
Живая масса 1 головы в 60 дней, кг	14,1±0,85	16,4±1,10
Живая масса 1 головы в 120 день, кг	37,3±1,61	42,7±1,94
В % к контролю	100	114,5
Валовой прирост живой массы, кг	23,2	26,3
Среднесуточный прирост за период 60-120 дней месяца, г	393,2	446,0
В % к контролю	100	113,4
Сохранность поросят, %	100	100
Потреблено корма на 1 голову в сутки, г	1,71	1,68
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	4,35	3,77
В % к контролю	100	86,7

Таблица 80 — Экономическая эффективность использования комбикормов с ИК-обработанной гороховой мукой в рационах свиней за период 0-2 месяца

Показатели	Группа	
	1	2
Стоимость реализации 1 головы, р.	2820	3280
Стоимость потребленных кормов, р.	394	403
Всего затрат на корма, р.	394	416,53
Общехозяйственные и прочие затраты, р.	635	648
Итого затрат на 1 голову, р.	1029	1064,5
В % к контролю	100	103,4
Получено прибыли в расчете на 1 голову, р.	1791	2215,5
В % к контролю	100	118,1
Получено дополнительной прибыли на 1 голову, руб.	-	324
Себестоимость 1 кг прироста живой массы, р.	73,0	64,9
В % к контролю	100	88,9

Экономическая эффективность доращивания опытных свиней за период 2-4 месяца представлена в таблице 81. При доращивании свиней, в рацион которых входил комбикорм с ИК-обработанной гороховой мукой, установлено, что во второй группе получено прибыли в расчете на 1 голову

на 29,3 % больше, по сравнению с контролем. На каждую выращенную голову получено дополнительной прибыли 664 рубля.

Таким образом, использование ИК-обработанной гороховой мучки в качестве компонента комбикормов для свиней способствует снижению себестоимости животноводческой продукции и повышению ее конкурентоспособности на мировом рынке.

Таблица 81- Экономическая эффективность дорастивания опытных свиней за период 2-4 месяца представлена

Показатели	Группа	
	1	2
Стоимость реализации 1 головы, р.	4640	5260
Стоимость потребленных кормов, р.	909	892
Общехозяйственные и прочие затраты, р.	1466	1439
Итого затрат на 1 голову, р.	2375	2331
В % к контролю	100	98,1
Получено прибыли в расчете на 1 голову, р.	2265	2929
В % к контролю	100	129,3
Получено дополнительной прибыли, р.	-	664
Себестоимость 1 кг прироста живой массы, р.	102,4	88,4
В % к контролю	100	86,5

### **3.4 Медико-биологическая оценка эффективности использования в питании сахарного печенья с добавлением гороховой мучки**

Для обоснования эффективности использования сахарного печенья «Богатырское» в качестве продукта питания массового потребления в государственном учреждении здравоохранения «Оренбургский областной клинический психоневрологический госпиталь для ветеранов войн» были проведены комплексные исследования группы лиц, состоящей из 18 человек в возрасте от 43 до 67 лет.

Влияние исследуемых продуктов на протекание обменных процессов оценивали по изменению биохимических показателей крови, ТДФ и ФАД - эффектов до и после приема сахарного печенья «Богатырское».

Результаты клинических исследований свидетельствуют о том, что употребление сахарного печенья «Богатырское» не вызывает нарушений процессов метаболизма в организме здоровых людей, а также лиц пожилого возраста. Употребление печенья, обогащенного гороховой мукой, способствует стабилизации белкового, витаминного, минерального и липидного обмена, а также обмена азотсодержащих соединений.

Не выявлено нежелательных явлений и побочных эффектов у пациентов, принимавших сахарное печенье «Богатырское» в течение 12 недель.

Полученные результаты медико-биологической оценки эффективности использования в питании сахарного печенья с добавлением гороховой муки свидетельствовали о появлении положительной динамики в состоянии пациентов в послеоперационный период.

Таким образом, сахарное печенье «Богатырское» может быть рекомендовано в качестве продукта лечебно-профилактического назначения, как для массового питания, так и для питания лиц пожилого возраста, а также больных в послеоперационный период.



## Заключение

Обобщение экспериментальных и теоретических исследований позволили разработать научно-практические основы рационального использования вторичных сырьевых ресурсов крупяного производства. На основе всестороннего и комплексного исследования химического состава и биохимических свойств предложена ресурсосберегающая технология использования гороховой мучки.

Проведено комплексное исследование химического состава и биохимических свойств вторичных сырьевых ресурсов крупяных производств, включающего определение содержания белка, крахмала, жира, клетчатки, зольности, витаминов, минеральных веществ, флавоноидов, стерина, аминокислот. Установлено, что белковый комплекс вторичных сырьевых ресурсов более полноценен, чем белки целого зерна. Сумма альбуминов и глобулинов составляет в среднем 60 %.

Проведены комплексные исследования липидного комплекса вторичного сырья крупяных производств. Изучен количественный и качественный состав жирных кислот. Установлено, что липидный комплекс вторичного сырья широко представлен олеиновой, линолевой и  $\alpha$ -линоленовой жирными кислотами. Общая сумма ненасыщенных жирных кислот составляет 70-90 %.

Установлено, что основными сахарами вторичного сырья крупяных производств являются: невосстанавливающий тетрасахарид стахиоза (2,56 %), дисахарид сахароза (0,5%) и трисахарид рафиноза (0,7 %). Показано, что вторичное сырье крупяных производств является источником фенольных соединений. Так, установлено, что в ВСР содержатся представители различных классов флавоноидов: рутин, гиперозид, витексин.

Установлено, что по содержанию пестицидов, радионуклеидов, микотоксинов и токсических элементов ВСР соответствуют действующим

санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к безопасности сырья для производства продуктов питания.

Изучено изменение отдельных показателей липидного комплекса ВСР при хранении. Установлено, что при хранении ВСР наблюдается рост продуктов гидролиза, который является следствием действия фермента липазы, а также действием ферментов микрофлоры.

Установлено, что гороховая мука содержит в своем составе ингибиторы трипсина (3,86 мг/г). Обработка гороховой муки ИК-излучением (плотностью лучистого потока 36 кВт/м<sup>2</sup>) в течении 70 секунд с последующим темперированием в теплоизоляционном бункере в течении 10 минут приводит к снижению активности ингибиторов трипсина до 0,05-0,07 мг/г.

Научно обоснована возможность применения гороховой муки в кондитерском производстве. Разработана технология производства сахарного печенья «Богатырское» с добавлением гороховой муки. Обогащение печенья гороховой мукой приводит к увеличению белка в 1,42 раза, витамина В6 - в 1,4 раза, РР – в 3,5 раз, минеральных веществ: Р – в 2,6 раза, Mg – в 1,3 раза, Са – в 3 раза, К – в 1,7 раз, Fe – в 3 раза.

Установлена возможность использования гороховой муки в качестве сырья при производстве растительного масла. Выявлена высокая пищевая ценность и физиологическая активность масла гороховой муки. Разработана машинно-аппаратурная схема подготовки гороховой муки к экстракции масла.

Показано, что использование ИК-обработанной гороховой муки в качестве компонента комбикормов для животных способствует снижению себестоимости животноводческой продукции и повышению ее конкурентоспособности.

По результатам медико-биологических исследований установлено, что употребление сахарного печенья с добавлением гороховой муки «Богатырское» способствует улучшению биохимических показателей крови,

а также ТДФ и ФАД-эффектов у здоровых людей, а также лиц пожилого возраста и больных в послеоперационный период.

Промышленная апробация разработанных технологий подтвердила их целесообразность и перспективность для внедрения в производство.

## **Список использованных источников**

1. Абрамова, Е.П. Содержание ингибиторов протеиназ в семенах некоторых бобовых / Е.П. Абрамова, М.П. Черников // Вопросы питания. - 1984. - Т. 23. - №4. – С. 13-16.
2. Александровский, В. Опыты экстракции и прессования мельничных отходов / В. Александровский // Маслобойно-жировое дело. – 1931. - № 4. - С. 30-31.
3. Андреев, Н.Р. Структура, химический состав и технологические признаки основных видов крахмалосодержащего сырья / Н.Р. Андреев, В.Г. Карпов // Хранение и переработка сельхозсырья. - 1999. - №7. - С. 32-33.
4. Аниськин, В.И. Равновесная влажность зерна различных культур/ В.И. Аниськин, Г.С. Окунь, А.Г. Чижикиов. - М.: Изд-во техн. и экон. лит. по вопросам заготовок, 1962. – 58 с.
5. Антоний, А.К. Зернобобовые культуры на корм и семена / А.К. Антоний, А.П. Пылов – Л.: Колос, 1980. – 221с.
6. Арора, С.К. Химия и биохимия бобовых растений / С.К. Арора. - М.: Агропромиздат, 1986. – 335 с.
7. Артемова, Е.Н. Сапонины. Полезны и не токсичны / Е.Н.Артемова // Питание и общество. – 1999. - №5. - С. 21.
8. Артемова, Е.Н. Поверхностно активные свойства модельных систем, содержащих сапонины, в присутствии белков и пектинов / Е.Н. Артемова, В.С. Баранов // Пищевая технология. – 1997. - №4 – С. 23-24.
9. Афанасьев, В.А. Исследование тепловой обработки ячменя с применением ИК-нагрева при производстве комбикормов: автореф. дис. ...канд. техн. наук / В.А. Афанасьев. – М., 1979. – 195 с.
10. Бабаев, С.Д. Рациональная технология зародышевого продукта/ С.Д. Бабаев. – Бухара, 1994. – 9 с. - Деп. В ГФ НТИ ГКНТ РУЗ 12.04.1994, № 2061.

11. Бабаев, С.Д. Стабилизация зародышей пшеницы при хранении / С.Д. Бабаев. – Бухара, 1994.- 11 с. - Деп. В ГФ НТИ ГКНТ РУЗ 12.04.1994, № 2060.
12. Бабенко, П. П. Разработка технологии комплексной переработки зародышей пшеницы: автореф. дис. ... канд. техн. наук / П.П. Бабенко. – М., 1984. – 232 с.
13. Бабенко, П.П. Разработка технологии получения масла из зародышей пшеницы / П.П. Бабенко, А.Б. Вишняков, Е.В. Грузинов // Пищевая промышленность на рубеже третьего тысячелетия: тез. докл. науч.-практ. конф.— М., 2000. - Вып. 5. – С. 258.
14. Байхожаева, Б.У. Влияние различных способов технологической обработки на снижение токсичных веществ в зерновом сырье / Б.У. Байхожаева // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. – №4. – С. 105-107.
15. Бакал, С.С. Рациональные пути использования отходов крупозаводов/ С.С. Бакал. – М.: ЦИНТИ Госкомзага, 1969. – 69 с.
16. Бандюкова, В.А. Природные С-гликозиды флавоноидов / В.А. Бандюкова, В.А. Югин // Химия природных соединений. – 1979. - С. 5-24.
17. Батунер, Л.М. Математические методы в химической технике / Л.М. Батунер, М.Е. Позин. – М.: Мир, 1968. – 336 с.
18. Белова, С.М. Химический состав, рафинация и гидрогенизация масла проса: автореф. дис. ... канд. техн. наук/С.М. Белова. – М., 1969. – 30 с.
19. Бенкен, И.И. Антипитательные вещества белковой природы в семенах сои / И.И. Бенкен, Т.Б. Томилина // Бюлл. ВИР. – 1989. – Т.149. – С. 1-3.
20. Биохимия фенольных соединений / под ред. Дж. Харборна. – М.: Мир, 1968. – 238 с.
21. Блажей, А.Л. Фенольные соединения растительного происхождения / А. Л. Блажей, Л. Шутый. – М.: Мир, 1977. – 240 с.

22. Боровикова, Л.А. Товароведение продовольственных товаров / Л.А. Боровикова, В.А. Герасимова, А.М. Евдокимов. – М.: Экономика, 1988. – 352 с.
23. Братерский, Ф.Д. Ферменты зерна / Ф.Д. Братерский. – М.: Колос, 1994. – 256 с.
24. Бреди, А. Мономолекулярные слои / А. Бреди, А. Браун. – М.: ИздаТимпит, 1956. – 81 с.
25. Бутковский, В.А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства / В.А. Бутковский, Е.М. Мельников. – М.: Агропромиздат, 1989. – 462 с.
26. Вавилов, Н.Н. Бобовые культуры и проблемы растительного белка / Н.Н. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1996. – 184 с.
27. Валуева, Т.А. Белки-ингибиторы протеолитических ферментов у растений/ Т.А. Валуева, В.В. Мосолов // Прикладная биохимия и микробиология. – 1995. – Т.31. - №6. – С. 579-589.
28. Володин, В.И. Фракционный и аминокислотный состав высоко- и низкobelковых линий гороха / В.И. Володин, В.И. Маслова // Научные труды. – Орел, 1971. - Т.3. – С. 413-421.
29. Володин, В.И. Гетерогенность альбуминовых и глобулиновых фракций белков зернобобовых культур / В.И. Володин, О.И. Гуринович // Растительные белки и их биосинтез. – М., 1975. – С.122-126.
30. Володин, В.И. Неоднородность группировок белкового комплекса по аминокислотному составу и ее роль в селекции зернобобовых культур на качество / В.И. Володин // Биохимия в решение проблем сельскохозяйственного производства: тез. докл. биохим. конф. – Орел, 1981. – С. 24-25.
31. Володин, В.И. Качество белков семян зернобобовых культур с точки зрения аминокислотного состава / В.И. Володин // Биохимия в решении проблем сельскохозяйственного производства: тез. докл. биохим. конф. – Орел, 1981. – С. 31-32.

32. Володин, В.И. Биохимические аспекты управления белковым комплексом / В.И. Володин // Биохимия в решении проблем сельскохозяйственного производства: Тез. докл. биохим. конференции. – Орел, 1981. – С. 37-39.
33. Витюк, Л.А. Влияние состава сырья на физико-химические свойства экструдированных продуктов / Л.А. Витюк, В.Г. Карпов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1997. – Вып. 4. – С. 25-27.
34. Физико-химические свойства целлюлозы, полученной окислительно-органо-со- левентным способом из растительного сырья / А.В. Вураско, А.Р. Минакова, Н.Н. Гулемина, Б.Н. Дрикер // Мат. I межд. науч.-практ. интернет-конф. «Леса России в XXI веке». - Санкт-Петербург, 2009. – С. 127-131.
35. Гильманов, М.К. Методы очистки и изучения ферментов растений/ М. К. Гильманов. – М.: Мир, 1981. – 92 с.
36. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 224 с.
37. Гинзбург, М.Е. Технология крупяного производства / М.Е. Гинзбург. – М.: Заготиздат, 1940. – 346 с.
38. Голубев, В.Н. Основы пищевой химии / В.Н. Голубев. - М.: МГИЗИПП, 1997. – 224 с.
39. Гончаров, Н.П. Доместикация злаков Старого Света: поиск новых подходов для решения старой проблемы / Н.П. Гончаров, С.А. Глушков, В.К. Шумный // Синописис. – 2007. – Т. 68. - № 2. – С. 126-148.
40. Гордеев, А. В. Россия – зерновая держава / А.В. Гордеев, В.А. Бутковский. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 470 с.
41. Горняк, Т. Рациональный режим применения зародышевых хлопьев пшеницы в кондитерском производстве / Т. Горняк, А. Дорохович, А. Бондарь // Хлебопродукты. – 1988. - №2. – С. 36-39.

42. Гофман, Ю.Я. Ферменты протеолиза и их ингибиторы в медицинской практике. Прикладная биохимия и микробиология: в 11 т./ Ю.Я. Гофман. – М.: АСТ, 1975. - Т. 11 (вып. 5). - с. 777.
43. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования эксперимента / Ю.П. Грачев. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 198 с.
44. Грин, Н. Биология: пер. с англ. / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор; – М.: Мир, 1990. – 368 с.
45. Гринкевич, Н.И. Химический состав лекарственных растений/ Н.И. Гринкевич, Н.М. Сафронич– М.: Медицина, 1987. – Вып.1 – 336 с; Вып.2. – 400с.
46. Гуринович, О.И. Фитогемагглютелины семян зернобобовых культур/ О.И. Гуринович // Биохимия в решении проблем сельскохозяйственного производства: Тез. докл. биохим. Конф. – Орел, 1981. С. 26-28.
47. Даниленко, И.А. Аминокислотный состав кормов/ И.А. Даниленко // Вестник сельскохозяйственных наук. – 1962. – № 8. – С. 72-77.
48. Перспективные сорта-мутанты гороха и яровой вики / Г.А. Дебелый, О.И. Бежанидзе, Л.Б. Калинина, В.Н. Пташенчук //Химический мутагенез и создание сортов интенсивного типа. – 1977. - №3. – С. 23-33.
49. Дебелый, Г.А. Индуцированные мутанты в селекции гороха на белковость и аминокислотный состав/ Г.А. Дебелый, О.И. Бежанидзе, Г.Ф. Рыжков //Сб. научн. трудов «Селекция полевых культур на качество» НИИ с.х. центральных районов Нечерноземной зоны. – 1978. – Вып. 44. – С. 67-72.
50. Денисов, А.В. Распространение флавоноидов в некоторых семействах высших растений/ А.В. Денисов // Растительные ресурсы. - 1986. Т. 5 (Вып. 1). - С. 104.
51. Деканосидзе, Г.Е. Биологическая роль, распространение и химическое строение тритерпеновых гликозидов / Г.Е. Деканосидзе, В.Я. Чирва, Т.В. Сергиенко. – Тбилиси: Мецниереба, 1984. – 347 с.



52. Денщиков, М.Т. Отходы пищевой промышленности и их использование / М.Т. Денщиков. – М.: Пищепромиздат, 1983. – 616 с.
53. Дианова В.Г. Фракционирование компонентов соевых бобов/ В.Г. Дианова, В.Б. Толстогузов // Техника и технология. – 1988 - №11 – С. 36-37.
54. Диксон, М. Ферменты / М. Диксон, Э. Уэбб. – М.: Мир, 1982. – 1118 с.
55. Доронин, А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.В. Шендеров. – М.: Грантъ, 2002. – 294 с.
56. Драгилев, А.И. Производство мучных кондитерских изделий : учеб. пособие / А.И. Драгилев, Я.М. Сезанаев. – М.: ДеЛи, 2000. – 448 с.
57. Дубцов, Г.Г. Исследования липоксигеназной активности зерна различных видов и сортов пшеницы и установление ее технологической (хлебопекарной) значимости: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Г.Г. Дубцов. – М., 1971. – 23 с.
58. Дубцов Г.Г. Метод определения липоксигеназы пшеницы / Г.Г. Дубцов, М.П. Попов // Прикл. биох. и микробиол. – 1970. – Т.6. - №54. – С. 471-474.
59. Дубцов, Г.Г. Научные основы технологий мучных изделий для профилактического и лечебного питания: автореф. дис... д-ра техн. Наук / Г.Г. Дубцов. – М., 1995. – 57 с.
60. Дубцов, Г.Г. Применение пищевых добавок / Г.Г. Дубцов // Хлебопекарное и кондитерское производство. – 2002. – № 12. – С. 1-4.
61. Дудкин, М.С. Аминокислотный состав кормов / М.С. Дудкин, И.А. Даниленко // Вестник сельскохозяйственных наук. – 1962. – № 8. – С.72-77.
62. Дудкин М.С. Новые продукты питания / М.С. Дудкин, Л.Ф. Щелкунова. – М.: МАИК «Наука», 1998. – 304 с.
63. Дудкин М.С. Пищевые волокна / М.С. Дудкин, Н.К. Черно. – Киев: Урожай, 1988. – 325 с.

64. Егоров, Г.А. Технологические свойства зерна / Г.А. Егоров. – М.: Агропромиздат, 1985. – 333 с.
65. Егоров, Г.А. Технология муки, технология крупы / Г.А. Егоров. – М.: Колос, 2005. – 296 с.
66. Егоров, Г. А. Технология муки и крупы / Г.А. Егоров, Т.П. Петренко. – М.: МГУПП, 1999. – 334 с.
67. Технология муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров [и др.]. – М.: Колос, 1984. – 375 с.
68. Елькин, Н. Инфракрасные технологии в переработке зернового сырья при производстве продуктов питания / Н. Елькин, В. Кирдяшкин // Агробизнес и пищевая промышленность. – 2001. – №8. – С. 26-27.
69. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арсимович, Н.П. Яром. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
70. Жушман, А.И. Новое в технике и технологии производства пищевых продуктов экструдированным методом/ А.И. Жушман, В.Г. Карпов, Е.К. Коптелова. – М.: ЦНИИТЭИ Пищепром, 1991. – С. 36-39.
71. Жушман, А.И. Экструзионная обработка крахмала и крахмалсодержащего сырья / А.И. Жушман, В.Г. Карпов, В.Г. Костенко. – М.: ЦНИИТЭИ Пищепром, 1990. – С. 13-18.
72. Жислин, Я.М. Выработка муки и крупы в сельскохозяйственном мукомолье / Я.М. Жислин, А.К. Терещенко. – М.: Колос, 1969. – 231 с.
73. Жислин, Я.М. Технология и оборудование крупяного производства / Я.М. Жислин. – М.: Колос, 1981 – 208 с.
74. Зеленов, А.Н. Селекция гороха на высокую урожайность семян: авторефер. дис. ... д-ра техн. наук/ А.Н. Зеленов. – Брянск, 2001. – 50 с.
75. Свойства аморфного кремнезема, полученного из отходов переработки риса и овса/ Л.А. Земнухова, А.Г. Егоров, Г.А. Федорищева, Н.Н. Баринов // Неорганические материалы. – 2006. – Т. 42. – №1. – С. 27-32.

76. Зубченко, А.В. Технология кондитерского производства: учебник / А.В. Зубченко. – 2-е изд., перераб. - Воронеж, 2001. – 430 с.
77. Зубченко, А.В. Дисперсные системы кондитерского производства / А.В. Зубченко. – Воронеж, 1993. – 160 с.
78. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: учебник / А.В. Зубченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж, 2001. – 389 с.
79. Иванов, Н.Н. Биохимия культурных растений: в 8 т./ Н.Н. Иванов. - М.-Л.: ОГИЗ. Селхозгиз. – 1948. Т.8: Проблема растительных веществ. – 707 с.
80. Иванова, Т.Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров / Т.Н. Иванова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 288 с.
81. Ивашев-Мусатов, О.С. Теория вероятностей и математическая статистика / О. С. Ивашев-Мусатов. – М.: Наука, 1979. – 254 с.
82. Измайлова, В.Н. Структурообразование в белковых системах/ В.Н. Измайлова, П.А. Ребиндер. – М.: Наука, 1974. – 268 с.
83. Имбе, Б.С. Протеиновая полноценность некоторых зернобобовых/ Б.С. Имбе, Л.Е. Жукова // Физиолого-биохимические особенности зернобобовых культур. - 1973. – С. 135-138.
84. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки/ Е.Д. Казаков, В.Я. Кретович. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
85. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов/ Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.
86. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства/ Е.Д. Казаков. – М.: Колос, 1983. – 352 с.
87. Калашева, Н.А. Зернобобовые культуры / Н.А. Калашева, А.Г. Анисимова, Е.М. Азнаурьян // Пищевая промышленность.- 1997. - №8. - С. 34-35.
88. Краснова, Е. Выделение и анализ природных БАВ / Е. Краснова. – Томск: Томский ГУ, 1967. – 469с.

89. Квасенков, О.И. Новая технология экстрагирования растительных масел / О.И. Квасенков, В.А. Ломачинский // Научно-технический прогресс в перерабатывающих отраслях АПК: тез. докл. Междунар. конф. – М., 1995. – С. 78.
90. Кисилев, В.Е. Гречиха как источник флавоноидов / В.Е. Кисилев, В.Б. Коваленко, В.Г. Минаев. – М.: Наука, 1995. – 96 с.
93. Киселёва, С. Новые продукты лечебно-профилактического назначения / С. Киселёва, В. Скрыбин // Хлебопродукты. – 2007. – №10. – С. 43.
94. Кислухина, О.В. Выделение биологически активных липидов из низкомасличного сырья / О.В. Кислухина // Масложировая промышленность, 1989. – Вып. 1. – С. 10.
95. Строение и биологическая активность стероидных гликозидов спиростана и фуростана / П.К. Кинтя [и др]. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 142 с.
96. Кирвич, Б.А. Гумми вещества гороха и солода из него/ Б.А. Кирвич, В.Н. Ковешая // Пищевая промышленность. – 1993. - №9. - С. 24-26.
97. Клименко, В.Г. Белки семян зернобобовых растений В.Г. Клименко // Растительные белки и их биосинтез. – 1975. – С. 97-115.
98. Костромичева, А.П. Ингибиторы протеиназ семян зернобобовых растений, их выделение и некоторые свойства/ А.П. Костромичева // Бюлл. н.-т. информации ВНИИЗБК. – Орел, 1978. - №5. – С. 53-57.
99. Клочков, В. Масло из отходов, полученных при переработке проса в пшено / В. Клочков // Маслобойно-жировое дело. – 1930. – № 6. – С. 57.
100. Ковальская, Л.П. Общая технология пищевых производств/ Л.П. Ковальская. – М.: Колос, 1993. – 384 с.
101. Ковальская, Л.П. Технология пищевых производств/ Л.П. Ковальская, И.С. Шуб. – М.: Колос, 1997. – 497 с.

102. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н.П. Козьмина. – М.: Колос, 1976. – 375 с.
103. Козьмина, Н.П. Зерно / Н.П. Козьмина. – М.: Колос, 1969. – 368 с.
104. Козьмина, Е.П. Технологические свойства сортов крупяных культур / Е.П. Козьмина. – М.: Колос, 1981. – 176 с.
105. Колкунова, Г.К. Пути повышения качества зерна и зернопродуктов, улучшение ассортимента крупы, муки и хлеба / Г.К. Колкунова // Тез. докл. всес. науч. конф., г. Москва, 17-19 окт. 1989 г. – С. 132-133.
106. Копейковский, В.М. Изменение состава липидов при хранении рисовых отрубей / В.М. Копейковский, В.Л. Проскурина // Масло-жировая промышленность. – 1971. – № 2. – С. 4-6.
107. Коренев, В.Г. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / В.Г. Коренев, П.Н. Подгорный, С.И. Щербак. – М.: Колос, 1973. – 511 с.
108. Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий / С.Я. Корячкина, В.Я. Красников. – Орел: Труд, 1996 – 183 с.
109. Корчагин, В.И. Использование многокомпонентных порошкообразных полуфабрикатов в производстве хлебобулочных изделий / В.И. Корчагин, Г.О. Магомедов, А.И. Столярова // Хлебопечение России. – 1999. – №1. – С. 18-19.
110. Модификация растительного сырья с целью получения биосорбентов / Л.С. Кочева, О.В. Броварова, И.И. Шуктомова, Н.Г. Рачкова, А.П. Карманов // Химия и технология растительных веществ: матер. II Всерос. конф. Казань, 2002. – С. 139.
111. Кочеткова, А.А. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / А.А. Кочеткова, А.Ю. Колеснов, В.И. Тужилкин // Пищевая промышленность. – 1999. – №4. – С. 7-10.
112. Кретович, В.Л. Растительные белки и их биосинтез / В.Л. Кретович. – М.: Наука, 1975. – 170 с.

113. Кретович, В.Л. Биохимия зерна и хлеба / В.Я. Кретович. – М.: Наука, 1991. – 130 с.
114. Кретович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. – М.: Высшая школа, 1980. – 444 с.
115. Кретович, В.Л. Биохимия растений. - М.: Высшая школа, 1986. - 520 с.
116. Кроха, С.Н. Возможность создания продуктов здорового питания на основе семян зернобобовых культур/ С.Н. Кроха, Т.А. Петер, О.И. Сергиенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1998. - №1. - С. 34-36.
117. Кугач, В.В. Лекарственные формы флавоноидов (обзор)/ В.В. Кугач, Н.И. Никулышина, В.И. Ищенко // Химико-фармацевтический журнал. – 1988. - №8. – С. 1018-1025.
118. Кузнецова, Л.С. Лабораторный практикум по технологии кондитерского производства / Л.С. Кузнецова. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 183 с.
119. Курилов, Н.К. Выявление активности лектинов бобовых культур Н.К. Курилов // Биоорганическая химия. – 1988. - С. 356-357.
120. Левицкий, А.П. Методы определения ингибитора трипсин / А.В. Левицкий. – Одесса: ВСГИ, 1979. – 150 с.
121. Лопатинский, С.Н. Крупы повышенной питательной ценности / С.Н. Лопатинский. – М.: Колос, 1978. – 144 с.
122. Лурье, И. С. Технохимический контроль сырья в кондитерском производстве / И. С. Лурье. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
123. Макашева, Р.Х. Горох: в 2 ч./ Р.Х. Макашева. - Л.: Колос, 1979. – Ч.1: Зернобобовые культуры.– 321с.
124. Марков, Д. И. Аминокислотный, витаминный и микроэлементный состав кормовых отходов мукомольного и крупяного производства / Д. И. Марков, М. М. Парамзин // Науч. тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та зерна и продуктов его переработки. – 1967. – № 60. – С. 161-165.

125. Инактивация ферментов рисовых отрубей путем кратковременного воздействия острым паром / Е.В. Мартовщук, В.М. Копейковский, Л.К. Асватурьян, Н.А. Кирилова // Масложировая промышленность. – 1981. – № 9. – С. 8-21.

126. Мартовщук, Е.В. Исследование отходов переработки риса и содержание в них липидов как сырья для извлечения восков и разработка промышленного способа из получения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е. В. Мартовщук. – Краснодар, 1976. – 147 с.

127. Маршалкин, Г.А. Производства кондитерских изделий/ Г.А. Маршалкин. – М.: Колос, 1994. – 272 с.

128. Мельникова, И.О. Методы экстракции ингибиторов трипсина и химотрипсина из семян гороха /И.О. Мельникова //Сборник научных трудов ВСГИ. – 1982. - С. 70-71.

129. Мельников, Е.М. Основы крупяного производства/ Е.М. Мельников. – М.: Агропромиздат, 1988. – 191 с.

130. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош; под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.

131. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: в 2 т.: справочник / сост. М.А. Клисенко, А.А. Калинина, К.Ф. Новикова – М.: Агропромиздат, 1992. – 273 с.

132. Львова, А. С. Накопление афлатоксинов в рисе-зерне повышенной влажности / А. С. Львова, З. К. Быстрыкова // Прикладная биохимия и микробиология. – 1982. - Т. 18, вып. 1. – С. 98-103.

133. Миркина, А.И. Изучение реологических свойств некоторых эмульсионных композиций для косметических лечебных мазей/ А.И. Миркина // Коллоидный журнал. – 1985. - Т.5. - С.364-368.

134. Митропольский, А. К. Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. – М.: Наука, 1971. – 576 с.

135. Мишустин, Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Ельцев. – М.: Колос, 1978. – 350 с.
136. Мишустин, Е.Н. Микробы и зерно / Е.Н. Мишустин, Л.А. Трисвятский. – М.: Наука, 1963. – 291 с.
137. Морозов, И.А. Пищевые волокна в рационе питания человека / И.А. Морозов. – М.: ЦНИИТЭИ Минхлебпродукта СССР, 1989. – 7 с.
138. Мышева Е.Д. Влияние сушки зерна пшеницы на ее липидный комплекс и хлебопекарные свойства: автореф. дис. ... канд. техн. наук/ Е.Д. Мышева. – М., 1974. – 29 с.
139. Надежднова, Л.А. Исследования пищевой ценности и качества основных круп: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Л.А. Надежднова. – М., 1972. – 21 с.
140. Нечаев, А.П. Липиды зерна / А. П. Нечаев, Ж.Я. Сандлер. – М.: Колос, 1975. – 157 с.
141. Нечаев, А.П. Липиды зерновых культур и их изменение при хранении и переработки зерна: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / А.П. Нечаев. – М., 1971. – 70 с.
142. Нечаев, А.П. Органическая химия/ А.П. Нечаев. –М.: Высшая школа, 1976. – 285 с.
143. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
144. Никифорова, Т.А. Возможные пути рационального использования отходов зерноперерабатывающих предприятий / Т.А. Никифорова // Управление свойствами зерна в технологии муки, крупы и комбикормов: тез. Докл. 2-ой междунар. науч. конф. – М., 2000. – С. 73.
145. Никифорова, Т.А. Исследование липидного комплекса просяной мучки при хранении / Т.А. Никифорова, Е.М. Мельников, С.М. Севериненко // Библиографический указатель. Депонированные научные работы. – М.: ВИНТИ, 1986. – №10. – С. 110.



146. Никифорова, Т.А. Использование ячменной муки для производства растительных масел / Т.А. Никифорова // Хлебопродукты. – 2006. - №8. – С. 36-37.
147. Никифорова, Т.А. Перспективы использования просяной муки / Т.А. Никифорова, Е.М. Мельников, В.Г. Байков // Хлебопродукты. – 2007. - №2. – С. 55-56.
148. Никифорова, Т.А. Способы повышения стойкости просяной муки при хранении / Т.А. Никифорова, Е.М. Мельников, С.М. Севериненко // Разработка и совершенствование технологических процессов, машин и оборудования для производства, хранения и транспортирования продуктов питания: межвуз. сб. науч. тр. – М., 1987. – С. 301-302.
149. Никифорова, Т.А. Стабилизация качества просяной муки при хранении/ Т.А. Никифорова // Обеспечение продовольственной безопасности человечества: материалы Рос. науч.-практ. конф. – М., 2001. – С. 185-186.
150. Никифорова, Т.А. Эффективность использования побочных продуктов крупяных предприятий: монография / Т.А. Никифорова. – Оренбург: ИПК Оренбург. гос. ун-та, 2006. – 140 с.
151. Николаев И.Н. Минимальная обработка гороха / И.Н. Николаев, В.В. Разумова // Зерновое хозяйство. – 2002. - №2. – С. 10.
152. Павлов, А.В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий / А.В. Павлов. – СПб.: Гидрометеиздат, 1998. –294 с.
153. Размерность крахмальных гранул в семенах различных генотипов гороха / Н.Е. Павловская, Л.В. Голышкин, И.В. Кондыков Т.С. Титенок, В.Н. Уварова// Вопросы физиологии, селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. - 2001. – С.22-27.
154. Белковый комплекс зернобобовых культур и пути повышения его качества/ Н.Е. Павловская [и др.]– Орел: Орел ГАУ, 2003. – 216 с.
155. Пат. 18981 Япония, МПК<sup>7</sup> С11С 3/00. Получение масла с регулируемым кислотным числом из рисовых отрубей/ Киносита Акитака, Сунда Коваси; заявл. 20.07.66; опубл. 29.06.70. Бюл. №8. – 3с.

156. Пат. 224760 Япония. МПК7 А23В 9/00. Способ стабилизации рисовых отрубей / Киносита Акитака, Сунда Коваси; заявл. 10.0.64; опубл. 29.06.66. Бюл. №8. – 3с.
155. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений/ Б.П. Плешков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 494 с.
156. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений/ Б. П. Плешков.- М.: Колос, 1985. – 254с.
157. Покровский, А.А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания / А.А. Покровский // Вопросы питания. – 1975. – №3. – С. 25-40.
158. Попов, М.П. Метод определения липоксигеназы пшеницы / М.П. Попов, Г.Г. Дубцов // Прикладная биохимия и микробиология. – 1970. – №6. – С. 471-473.
159. Попов, М.П. Роль ферментов в процессе прогоркания пищевых продуктов / М.П. Попов, Г.М. Нелюбина // Биохимия зерна. – 1958. – №4. – С. 9.
160. Попова, Е. П. Микроструктура зерна и семян / Е. П. Попова. – М.: Колос, 1979. – 222 с.
161. Потихонина, О.А. Перспективы применения нетрадиционного растительного сырья в кондитерской промышленности / О.А. Потихонина, Л.В. Маринина // Студенческая наука – Экономике России: материалы 5-ой межрег. науч. конф., Ставрополь, 2005. – С. 97-98.
162. Практикум по физико-химическим методам анализа / под ред. О.М. Петрухина. – М.: Химия, 1987. – 248 с.
163. Пряхина, Л.Н. Новый метод определения активности липазы зерновых культур/ Л.Н. Пряхина, Г.Г. Романюк, Г.Т. Собина // Изв. вузов СССР. Пищевая технология. – 1980. – № 2. – С. 102-104.
164. Пыльнева, П.Н. Активность ингибитора трипсина у обычных и высокобелковых форм ячменя / П.Н. Пыльнева, А.М. Шеремет //

Протеолитические ферменты и их ингибиторы в семенах зернобобовых культур. Сб. научн. трудов. Одесса: ВСГИ, 1945. – 45с.

165. Риго, Я. Роль пищевых волокон в питании / Я. Риго // Вопросы питания. – 1982. – №4. – С. 26-30.

166. Саломатина, Л. Г. Об использовании просяной мучки для получения масла: материалы I конф. по микроэлементам / Л.Г. Саломатина, Л.Е. Олифсон, А.П. Нечаев. – Оренбург, 1967. – С. 20-25.

167. Саломатина, Л.Г. Химический состав и физико-химические свойства просяного масла / Л.Г. Саломатина, Л.Е. Олифсон // Масложировая промышленность. – 1969. – №4. – С. 9-11.

168. Самсонов, М.А. Новое в профилактике и лечении атеросклероза, ишемической болезни сердца, гиперлипидемии и других заболеваний / М.А. Самсонов, В.А. Исаев // Вопросы питания, 1995. – №4. – С. 33-34.

169. Сараф, А.С. Флавоноиды – как потенциальные противоаллергические соединения (обзор) / А.С. Сараф, Э.Т. Оганесян // Хим. фармац. журн. – 1991. №2. – С. 4-7.

170. Сирохман, И.В. Кондитерские изделия из нетрадиционного / И.В. Сирохман. – Киев: Техніка, 1987. – 197 с.

171. Сироткин, В.В. Изменение липидов при различных режимах хранения ржаной муки / В.В. Сироткин, В.Ф. Голенков, Н.И. Соседов // Науч. тр. ВНИИЗ. – 1973. – Вып. 76. – С. 21-23.

172. Скурихин, И.М. Химический состав пищевых продуктов/ И.М. Скурихина. - 2-ое изд., перераб и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.

173. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.

174. Скурихин, И.М. Как правильно питаться / И.М. Скурихин, В.А. Игнатерников. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.

175. Скурихин, И.М. О методах определения содержания минеральных веществ в пищевых продуктах / И.М. Скурихин // Вопросы питания. – 1982. – №2. – С. 10-16.

176. Скурихин, И.М. Пищевая ценность хлеба и круп / И.М. Скурихин // Хлебопродукты. – 1989. – №11. – С. 39-40.
177. Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов: справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / И.М. Скурихин, М. Н. Вомаков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 14 с.
179. Таранов, М.Т. Биохимия кормов / М.Т. Таранов, А.Х. Сабаров. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
180. Тарутин, П.П. Совершенствование технологических процессов производства новых видов пищевых продуктов и добавок. Использование вторичного сырья пищевых ресурсов / П.П. Тарутин, Е.Д. Горячева, А.И. Мерко // Тез. докл. Всес. науч. конф. – Киев, 1991. – С. 58.
181. Тарутин, П.П. Опыт применения инфракрасных лучей для сушки зернопродуктов / П.П. Тарутин // Сообщения и рефераты Всесоюз. науч.-исслед. ин-та зерна и продуктов его переработки. – М.: 1949. – С. 31-33.
182. Токарев, Л.И. Производство мучных кондитерских изделий / Л.И. Токарев. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 286 с.
183. Трисвятский, Л.А. Товароведение зерна и продуктов его переработки / Л. А. Трисвятский, И.Б. Шатилов. – М.: Колос, 1992. – 386 с.
184. Трисвятский, Л. А. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки / Л.А. Трисвятский, Б.Е. Мельник. – М.: Колос, 1983. – 351 с.
185. Трисвятский, Л.А. Хранение зерна / Л.А. Трисвятский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 343 с.
186. Торжинская, Л.Р. О некоторых свойствах липазы зерна кукурузы/ Л.Р. Торжинская // Известия вузов СССР. Пищевая технология. – 1969. - №4. – С. 32-35.
187. Смирнова, Л.В. Исследование пищевой ценности толокна и пути улучшения его качества: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Л. В. Смирнова. – М., 1969 – 27 с.

188. Тарлаковская, А.М. Идентификация сортов гороха по электрофоретическим спектрам глобулинов/ А.М. Тарлаковская // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1987. – Т.114. – С. 100-106.
189. Терехов, А.И. Сравнительная экономическая оценка зерновых, зернобобовых и крупяных культур/ А.И. Терехов. – Орел, 1982. – 213 с.
190. Толстогузов, В.Б. Новые формы белковой пищи. Технологические проблемы и перспективы производства/ В.Б. Толгузов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 236 с.
191. Федотов, В.А. Растениеводство Центрально-Черноземного региона/ В.А. Федотов, В.В. Коломейченко, Г.В. Коренев. - Воронеж: центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. - 464 с.
192. Физер, Л. Стероиды / Л. Физер. – М.: Мир, 1964. – 982 с.
193. Цугленок, Г.И. Энергосберегающие технологии в борьбе с грибными инфекциями продовольственного зерна / Г.И. Цугленок, Г.Г. Юсупова, Т.А. Головина // Мат-лы науч.-техн. конф. Челяб. гос. агроинж. ун-т. – Ч. 3. – Челябинск, 2003. – С. 179-184.
194. Цыбикова, Г.Ц. Использование микроволнового нагрева для обработки зерна и зернопродуктов / Г.Ц. Цыбикова, В.В. Доржиев // Проблемы стабилизации и развития сельскохозяйственного производства Сибири, Монголии и Казахстана в XXI веке: тез. докл. науч.-техн. конф. – Новосибирск: СО РАСХН, 1999. – С. 166-167.
195. Цыганова, Т.Б. Технология хлебопекарного производства / Т. Б. Цыганов. – М.: ПрофОбрИздат, 2001. – 432 с.
196. Черненькая, Р.Ф. К изучению белковых фракций семян гороха / Р.Ф. Черненькая // Биохимия в решении проблем сельскохозяйственного производства: тезисы и докл. биохим. конф. – Орел, 1981. – С.22-23.
197. Производство муки из зерна и семян крупяных и нетрадиционных культур / И. А. Швецова. – М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов. – 1994. – 55 с.

198. Шевцов, А.А. Способы стабилизации пшеничных зародышей / А.А. Шевцов [и др.] // Комбикорма. – 2004. – №5. – С. 45.
199. Шередоко, В. М. Масложировая промышленность Японии / В. М. Шередоко, Н. К. Турлов, В. В. Ключкин. – М.: ЦНИИТЭИПП, 1972. – 30 с.
200. Юрова, Э.А. Пищевые растения мира / Э.А. Юрова. - Великий Новгород, 2000. – 108 с.
201. Юсупова, Г.Г. Особенности влияния электромагнитного поля СВЧ на развитие микробов зерна и продуктов его переработки / Г.Г. Юсупова, О.А. Коман, В.Н. Цугленок. – Красноярск, 2005. – 107 с.
202. Ahmad, A. Extraction of  $\beta$ -glucan from pea and its interaction with Glucose and Lipoprotein profile / A. Ahmad, F. Anjum, T. Zahoor // J. Biol. Macromol. – 2002. – Vol. 46 (3). – P. 304-309.
203. Autio, K. Flow properties of solutions of pea  $\beta$ -glucans / K. Autio, O. Myllymaki, Y. Malkki // Food Sci. - 1987. - Vol.52. – P. 1364-1366.
204. Birkelo, C.P. Pea mill by-product as a roughage source in feedlot finishing diets / C.P. Birkelo // Agric. exp. station S.D.S.U. – 1991. – Vol.91. – P. 5-8.
205. Avenanthramides in peas (*Avena sativa* L.) and structure - antioxidant activity relationships / K. Bratt, K. Sunnerheim, S. Bryngelsson, A. Fagerlund, L. Engman, R. Andersson // Agric. Food Chem. – 2003. – Vol.51. – P. 594.
206. Banas, A. Accumulation of storage products in pea during kernel development/ A. Banas, A. Dahlqvist // Biochem. Soc. Transact. – 2000. – V. 28, P. 6. – P. 705-707.
207. Avenanthramides and phenolic acids from peas are bioavailable and act synergistically with vitamin C to enhance hamster and human LDL resistance to oxidation / C.Y. Chen, P.E. Milbury, H.K. Kwak, F.W. Collins, P. Samuel, J.B. Blumberg // Nutr. – 2004. – Vol.134. – P. 1459.
208. Collins, F.W. Pea phenolics: avenanthramides, novel substituted N-cinnamoylanthranilate alkaloids from pea groats and hulls / F.W. Collins // Agric. Food Chem. – 1989. – Vol.37. – P. 60-66.

209. Cordero, V. Inactivation enzimatic del salvado de arroz. Revacion entre las parametros del prociso y la actividad de peroxidasa / V. Cordero, C. Benedito de Barber // Rev. agroguim y technol. alim. – 1985. – Vol. 25. – №1. – P. 75-86.
210. Csonka, F.A. Amino acids in peas and pea milling products, including rolled peas / F.A. Csonka // Cereal Chem. – 1941. – Vol.18. – P. 523-529.
211. Cowan M.M. Plant Products as Antimicrobial Agents/ M.M. Cowan //Clin. Microbiol. - 1999.- №.4. - P.564-582.
212. Phytosterol content in seven pea cultivars grown at three locations in Sweden / M. Eä Eäta, A. Lampi, J. Petterson, B. Fogelfors // Sci. Food Agric. – 1999. – Vol.79. – P. 1021-1027.
213. Emmons, C.L. Antioxidant activity and phenolic contents of pea groats and hulls / C.L. Emmons, D.M. Peterson // Cereal Chem. – 1999. – Vol.76. – P. 902-906.
214. Emmons, C.L. Antioxidant capacity of pea (*Avena sativa* L.) extracts. In vitro antioxidant activity and contents of phenolic and tocol antioxidants / C.L. Emmons, D.M. Peterson, G.L. Paul // Agric. Food Chem. – 2003. – Vol.47. – P. 4894.
215. Esposito, F. Anti-oxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products / F. Esposito, G. Arlotti, A.M. Bonifati // Food Research International. – 2005. – Vol.38. – P. 1167-1173.
216. Pea gum and  $\beta$ -glucan extraction from pea bran and rolled peas / N.L. Dawkins, I.A. Nnanna // Food Sci. - 1993. - Vol.58. –P. 562-566.
217. B-glucan fractions from barley and peas are similarly anthiatherogenic in hypercholesterolemic Syrian golden hamsters / B. Delaney, R.J. Nicolosi, T.A. Wilson, T. Carlson, S. Frazer, G.H. Zheng // American Society of Nutrition Science. – 2003. – Vol.22. – P. 468-475.
218. Variation in pea groats due to variety, storage and heat treatment. Phenolic compounds / L.H. Dimberg, E.L. Molteberg, R. Solheim, W. Fralich // Cereal Sci. – 1996. – Vol.24. – P. 263.

219. Gabrovska, D. Nutritional Changes of Common Pea (*Avena sativa*) and Naked Pea (*Avena nuda* L.) during Germination / D. Gabrovska, V. Fiedlerova, M. Holasova // Food Research Institute Crop Production: study is part of the project QF 0057. – Prague, Czech Republic, 2009. – P. 1.
220. Gujer, R. Glucosylated favonoids and other phenolic compounds from sorghum / R. Gujer, D. Magnolato, R. Self // *Phytochemistry*. – 1986. – Vol.25. – P. 1431.
221. Halliwell, B. Free radicals in biology and medicine / B. Halliwell, J.M.C. Gutteridge // University Press. Oxford. – 1999. – №3 –P. 530-533.
222. Koch, R.B. A rapid method for the determination of cereal proteins / R.B. Koch, A.R. Felsher, T.H. Burton. – Budapest, 1983. – 466 p.
223. Korkina, L.G. Antioxidant and chelating properties of flavonoids/ L.G. Korkina, I.B. Afanas'ev // *Advances in Pharmacology*. – 1997. – Vol.38. – P.151-163.
224. The antiatherogenic potential of pea phenolic compounds / L. Liu, L.Zubik, F.Collins, M. Marko, M. Mohsen // *Atherosclerosis*. – 2004. – Vol.175. – P. 39.
225. Modest doses of b-glucan do not reduce concentrations of potentially atherogenic lipoproteins / J. Lovegrove, A. Clohessy, H. Milon, C. Williams // *Clin. Nutr.* – 2000. – Vol.72. – P. 49-55.
226. Lasztity, R. Pea grain – a wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances / R. Lasztity // *Food Rev. Int.* – 1998. – Vol.14. – P. 99-119.
227. Food products containing free tall oil-based phytosterols and pea b-glucan lower serum total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic adults / K.C. Maki, F. Shinnick, M.A. Seeley, P.E. Veith, L.C. Quinn, P.J. Hallissey, M.H. Davidson // *Nutr.* – 2003. – Vol.133. – P. 808-813.
228. Marketta, S. Glucan contents of groats of different pea cultivars in official variety, in organic cultivations and in nitrogen fertilization trials in Finland / S. Marketta, V.H. Markku // *Agric. Food Sci.* –2004. - Vol.13. – P. 68-79.



229. Mattila, P. Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols, and avenanthramides in commercial grain products / P. Mattila, J. Pihlava, J. Hellstrom // *Agric Food Chem.* – 2005. – Vol.53. – P. 8290-8295.
230. Mazza, G. Blue and purple grains / G. Mazza, L. Gao // *Specialty Grains for Food and Feed*. AACC International, St. Paul. – 2005. – P. 313-350.
231. McElroy, L.W. Nine essential amino acids in pure varieties of wheat, barley and peas / L.W. McElroy, D.R. Clandinin, S.I. Pethybridge // *Nutr.* – 1949. – Vol.37. – P. 329-336.
232. Mirmira, K. Identification and Estimation of Tocopherols and Tocotrienols in Vegetable Oils Using Gas Chromatography - Mass Spectrometry / K. Mirmira, G. Rao, E. G. Perkins // *Agr. Food Chem.* – 1972. – №2. - P. 240-245.
233. Influence of pea saponins on intestinal permeability in vitro and in vivo in the rat / G. Nils, B.W. Karlsson, Q. Wang, B.R. Westrom // *British Journal of Nutrition.* – 1996. – Vol.76. – P. 141-151.
234. Consumption of pea milk for 5 weeks lowers serum cholesterol and LDL cholesterol in free-living men with moderate hypercholesterolemia / G. Onning, A. Wallmark, M. Persson, B. Akesson, S. Elmstahl // *Nutr. Metab.* – 1999. – Vol.43. – P. 301-309.
235. Peter, R. Phytochemical and Fiber Components in Pea Varieties in the health grain diversity screen / R. Peter, P. Shewry, R // *Agric. Food Chem.* – 2008. – Vol.56. – №21. – P. 9777-9784.
236. Peterson, D.M. Composition and structure of together with those of other studies, indicate that long- high-oil pea / D.M. Peterson, D.F. Wood // *Cereal Sci.* – 1997. – Vol.26. – P. 121-128.
237. Peterson, D.M. Pea antioxidants / D.M. Peterson // *Cereal Sci.* – 2001. – Vol.33. – P. 115.
238. Pietta, P. Flavonoids in Medicinal Plants. Flavonoids in Health and Disease / P. Pietta // *Marcel Dekker, Inc.* – 1998. – P. 61-110.

239. Piironen, V. Plant sterols in cereals and cereal products / V. Piironen, J. Toivo, A. Lampi // *Cereal Chem.* – 2002. – Vol.79. –P. 148-154.
240. Price, P.B. Lipids of Seven Cereal Grains / P.B. Price, J.G. Parsons // *Cereal Sci.* – 1975. – Vol.52. – P. 490-493.
241. Rao, J.K. Rice bran oil by Solvent extraction with alcohol / J. K. Rao, R. G. Krishna // *Bull. Centr. Food Technol. Rec. inst. Musore.* – 1955. – Vol. 4. – №9. – P. 205-208.
242. Reichert, R.D. The pH-sensitive pigments in pearl millet / R.D. Reichert // *Cereal Chem.* – 1979. – Vol.56. – P. 291.
243. Round, M.H. Pea hulls in pelleted diets for export sheep / M.H. Round // *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* – 1988. – Vol.17. – P. 314–317.
244. Ryan, D. Bioactivity of peas as it relates to cardiovascular disease / D. Ryan, M. Kendall, K. Robards // *Nutrition Research Reviews.* –2007. – Vol.20. – P. 147-162.
245. Flavonoids extracted from Pea grain reveal potent antithyroid properties / H. Sartelet, S. Serghat, A. Lobstein, Y. Ingenbleek, G. Martiny // *Nutrition.* – 1996. – Vol.12. – P. 100.
246. Shahidi, F. Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications / F. Shahidi, M. Naczk // *Technomic Publishing, Inc.* –Lancaster, 2003. – 576 p.
247. Shewry, P.R. Seed Storage Proteins: Structures and Biosynthesis / P.R. Shewry, A.N. Johnathan, A.S. Tatham // *The Plant Cell.* – 1997. – Vol.7. – P. 945-956.
248. Soest, P.J. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition / P.J. Soest, J.B. Robertson, B.A. Lewis // *Dairy Sci.* – 1991. – Vol.74. –P. 3583-3597.
249. Sung, J.M. Lipid peroxidation and peroxidescavengig enzymes of naturally aged soybean seed / J.M. Sung, C.C. Chiu // *Plant Sci.* 1995. – Vol.110. – №1. – P. 45-52.

250. Vose, J.R. Genotypic differences in chemical composition and ruminal degradability of pea hulls / J.R. Vose, M.T. Basterichea // Can. Anim. Sci. – 2000. – Vol.80. – P. 377-379.
251. Zhou, M.X. Fatty acid composition of lipids of Australian peas / M.X. Zhou, M.G. Holmest // Cereal Sci. – 1998. – Vol.28. – P. 311-319.
252. Pea Lipids / M. Zhou, K. Robards, M. Glennie-Holmes, S. Helliwell // JAOCS. – Vol. 76. – P. 159-167.
253. Zhou, M. Structure and Pasting Properties of Pea Starch / M. Zhou, K. Robards // Cereal Chem. – 1999. - Vol.75 (3). – P. 273-281.

**Монография**

**Тамара Алексеевна Никифорова**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ  
КРУПЯНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

ISBN 978-5-7410-1301-4

