

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
(ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии)

На правах рукописи



УРУБКОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ НОВЫХ ВИДОВ
КРУПЫ И МУКИ ИЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ

Специальность: 05.18.01 - Технология обработки, хранения и
переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
д.т.н. Дулаев В.Г.;
к.т.н. Смирнов С.О.

Москва - 2014 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. Обзор литературы.....	11
1.1. Зерно тритикале как источник ценного пищевого сырья и объект переработки.....	13
1.2. Морфолого-анатомическое строение, физико-химические в том числе структурно механические свойства зерна тритикале.....	15
1.3. Хлебопекарные свойства зерна тритикале и их влияние на технологический процесс производства хлебобулочных изделий.....	27
1.4. Мукомольные свойства зерна тритикале на примере традиционных схем помола пшеницы и ржи.....	32
Заключение по обзору литературы.....	34
2. Экспериментальная часть.....	36
2.1. Объекты и методы исследования.....	36
2.1.1. Объекты исследований.....	37
2.1.2. Методы исследований.....	39
2.2. Исследование физико-химических характеристик зерна тритикале..	41
2.2.1. Исследование влияния морфологических особенностей зерна тритикале на физико-химические свойства получаемой продукции и параметры технологического оборудования.....	46
Заключение по разделу 2.2.....	57
2.3. Исследование операций и режимов подготовки зерна тритикале к переработке.....	58
2.3.1. Определение режимов подготовки зерна тритикале к помолу на основе традиционных схем и типового оборудования.....	58
2.3.2. Составление гомогенных помольных смесей из зерна тритикале по физико-химическим свойствам.....	65
Заключение по разделу 2.3.....	74
2.4. Разработка технологии производства тритикалевой крупы	75

2.4.1.	Моделирование технологического процесса получения тритикалевой крупы по аналогии с производством перловой крупы из ячменя.....	76
2.4.2.	Исследование технологических решений и режимов работы оборудования с целью повышения выхода и качества тритикалевой крупы.....	86
	Заключение по разделу 2.4.....	98
2.5.	Разработка универсальной технологии производства макаронной муки или крупки из зерна тритикале.....	99
2.5.1.	Моделирование технологического процесса получения макаронной муки по аналогии двухсортного помола твердой пшеницы.....	102
2.5.2.	Исследование технологических решений и режимов работы оборудования с целью повышения выхода и качества макаронной муки из зерна тритикале.....	107
2.5.3	Определение технологических свойств макаронной муки из зерна тритикале при изготовлении макаронных изделий.....	115
	Заклучение по разделу 2.5.....	120
2.6.	Разработка технологических решений «сухого» способа концентрации белковых и углеводных компонентов из тритикалевой муки с сохранением их нативных свойств.....	121
2.6.1.	Исследование процесса разделения муки на белковые и углеводные фракции при использовании центробежно-роторного пневмокласифкатора.....	124
2.6.1.1.	Исследование математической модели процесса классификации частиц муки при использовании машин центробежно-роторного принципа действия.....	127
2.6.2.	Моделирование технологического процесса пневмокласификации тритикалевой муки.....	131

2.6.3.	Выработка экспериментальных партий новых видов муки из зерна тритикале и определение их химических и технологических свойств	135
	Заключение по разделу 2.6.....	144
3.	Апробация основных результатов исследования.....	146
3.1.	Проведение производственной проверки технологий новых видов муки и крупы из зерна тритикале.....	146
3.2.	Расчет экономической эффективности на примере технологии производства крупы из зерна тритикале.....	146
3.3.	Разработка нормативно-технической документации на новые виды продукции из зерна тритикале.....	151
4.	Выводы.....	154
5.	Список использованной литературы.....	156
	Приложения.....	171
Приложение 1 -	Протокол помола зерна тритикале по технологической схеме двухсортного помола твердой пшеницы.....	172
Приложение 2 -	Протокол помола зерна тритикале по разработанной технологической схеме.....	175
Приложение 3 -	Протокол помола зерна пшеницы по по разработанной технологической схеме.....	176
Приложение 4 -	Акт о проведении полупроизводственной проверки технологии производства крупы тритикалевой в условиях стендового завода ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках»..	177
Приложение 5 –	Акт о проведении полупроизводственной проверки технологии производства макаронной муки из зерна тритикале в условиях стендового завода ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках».....	179
Приложение 6 -	Патент RU 2447931 РФ, МПК В01F7/04(2006.01) «Способ и устройство производства многокомпонентных гомогенных помольных партий и смесей зерна пшеницы»	182

Приложение 7 - Заявка на изобретение РФ №2013132882(049124) «Способ производства крупы из зерна тритикале (типа перловая)».....	183
Приложение 8 - Заявка на изобретение РФ №2013145231(069884) «Способ производства макаронной муки или крупы (типа манная) из зерна тритикале»	184
Приложение 9 - Проект технических условий на крупу тритикалевую.....	186
Приложение 10 - Проект технических условий на муку из зерна тритикале для макаронных изделий.....	187
Приложение 11 - Проект технических условий на муку тритикалевую белковую.....	188
Приложение 12 - Проект технических условий на муку тритикалевую углеводную.....	189
Приложение 13 - Проект опытного технологического регламента процесса производства крупы тритикалевой.....	190
Приложение 14 - Проект опытного технологического регламента процесса производства макаронной муки или крупки тритикалевой	191
Приложение 15 - Проект опытного технологического регламента процесса производства муки тритикалевой белковой и углеводной..	192

ВВЕДЕНИЕ

Перспективным направлением фундаментальных и прикладных исследований в пищевой индустрии Российской Федерации является создание инновационных технологий производства и переработки растительного сырья, направленных на получение новых видов обогащенных и функциональных пищевых продуктов. Зерновое сырье традиционно занимает первостепенное значение в обеспечении продовольственной безопасности страны. В связи с этим в последнее время наблюдается увеличение промышленного производства такой зерновой культуры как тритикале.

По содержанию белка зерно тритикале превосходит не только рожь, но и пшеницу. Аминокислотный состав тритикале типичен для злаковых, однако количество лимитирующих аминокислот (лизин, триптофан), витаминов группы В, минеральных веществ (кальций, калий, магний, железо) в рассматриваемой зерновой культуре выше, чем у других злаков. Жиры тритикале представлены преимущественно глицеридами насыщенных жирных кислот (олеиновой и линолевой), которые не синтезируются в организме животных и человека.

До последнего времени в России тритикале выращивалось в относительно небольших объемах, если сравнивать их с такими производителями Восточной и Центральной Европы, как Германия, Польша, Венгрия и Беларусь. В этих странах до 50-60% зерна тритикале используется в комбикормовой промышленности, а остальное - в мукомольной, пивоваренной и спиртовой отраслях. В Польше, например, до 25% тритикале перерабатывается в муку, которая используется при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

В России тритикале используют в основном при производстве комбикормов для животноводства и птицеводства, и при производстве спирта. Такая сложившаяся картина переработки зерна тритикале в нашей стране связана с тем, что в настоящее время отсутствуют государственные стандарты на продовольственное зерно тритикале, а мукомольной промышленностью не

созданы современные технологии получения из данной перспективной зерновой культуры различных видов крупы и муки.

В тоже время тритикале остается недостаточно исследованной культурой, что касается оценки её технологических свойств и потенциальных возможностей при производстве различных видов муки и крупы и пищевых продуктов на их основе.

Поэтому комплексное исследование физико-химических характеристик зерна тритикале и определение технологических свойств продуктов его переработки, с учетом показателей их качества позволит более эффективно использовать сортовые ресурсы данной зерновой культуры при разработке новых технологий различных видов тритикалевой муки и крупы, что является актуальной задачей как для мукомольного производства, так и сопряженных с ним отраслей пищевой промышленности Российской Федерации.

Степень разработанности. Значительный вклад в изучение вопросов оценки технологических свойств зерна тритикале и использования продуктов его переработки в различных отраслях пищевой промышленности внесли Козьмина Н.П., Максимчук Б.М., Швецова И.А., Поландова Р.Д., Еркимбаева Р.К., Дремучева Г.Ф., Карчевская О.Е. и др. Селекционные и агротехнические исследования отражены в многочисленных трудах Грабовца А.И., Крохмаль А.В., Тимофеева В.Б., Комарова Н.М., Шевченко В.Е. и другие. Анализ этих работ показывает перспективы применения тритикалевой муки при производстве печенья, крекеров, экструдированных, мучных кондитерских и хлебобулочных изделий и т.п.

Целью исследований является комплексная оценка технологических свойств различных сортов тритикале и физико-химических характеристик получаемых фракций при их переработке, с учетом формирования качества новых видов крупы и муки и производимых пищевых продуктов на их основе.

Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

- исследование физико-химических, в том числе структурно-механических свойств зерна тритикале различных сортов и их фракций;
- исследование стадии подготовки зерна тритикале к переработке с целью получения крупы и муки различных видов, а также её усовершенствование на основе способа гомогенизации зерна пшеницы;
- разработка технологии производства тритикалевой крупы;
- разработка универсальной технологии производства макаронной муки или крупки из зерна тритикале;
- разработка технологических решений «сухого» способа концентрации белковых и углеводных компонентов при производстве специальных видов тритикалевой муки;
- апробация способов получения новых продуктов из зерна тритикале в промышленных условиях;
- разработка нормативно-технической документации на производство тритикалевой крупы и крупки, а также макаронной, белковой и углеводной муки из зерна тритикале.

Научная новизна. На основании комплексных исследований физико-химических свойств сортовых особенностей зерна тритикале и продуктов его переработки:

- выявлена возможность использования зерна тритикале для производства различных видов крупы и муки, на основе применения типового мукомольного оборудования;
- впервые установлено влияние фракционного состава зерна тритикале на выход крупы и её химический состав;
- установлено влияние режимов увлажнения зерна тритикале на динамику выхода тритикалевой крупы;
- определено влияние режимов работы драных систем при измельчении зерна на выход тритикалевой крупки;

- определены химический состав и технологические свойства высокобелковой и высокоуглеводной муки из зерна тритикале.

Теоретическая и практическая значимость проведенных исследований определяется тем, что:

- разработан технологический регламент производства тритикалевой крупы;
- разработан технологический регламент производства муки макаронной или крупки из зерна тритикале;
- разработан технологический регламент производства муки тритикалевой белковой и углеводной;
- разработан способ гомогенизации партий зерна тритикале при подготовке помольной смеси;
- установлены режимы работы технологического оборудования при сепарировании и фракционировании зерна тритикале при производстве новых видов крупы и муки;
- проведена производственная апробация технологий получения крупы и макаронной муки из зерна тритикале в условиях ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» (г. Москва);
- разработаны проекты технических условий на продукты переработки зерна тритикале в промышленных условиях;
- получен патент RU 2447931 РФ, МПК В01F7/04(2006.01) «Способ и устройство производства многокомпонентных гомогенных помольных партий и смесей зерна пшеницы»;
- получено положительное решение на получение патента на изобретение РФ №2013132882(049124) «Способ производства крупы из зерна тритикале (типа перловая)»;
- получено положительное решение на получение патента на изобретение РФ №2013145231(069884) «Способ производства макаронной муки или крупы (типа манная) из зерна тритикале».

Апробация работы. Основные результаты исследований, были представлены на III конференции молодых ученых и специалистов «Обеспечение качества и безопасности продукции агропромышленного комплекса в современных экономических условиях» (г. Москва, ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова, 10 декабря 2009 г.); на IV конференции молодых ученых и специалистов «Научно-инновационные технологии как основа продовольственной безопасности Российской Федерации» (г. Москва, ГНУ ГОСНИИХП, 9 декабря 2010 г.), на V конференции молодых ученых и специалистов «Современные методы направленного изменения физико-химических и технологических свойств сельскохозяйственного сырья для производства продуктов здорового питания» (г. Москва, ГНУ ВНИИЗ, 12 октября 2011 г.), на VI конференции молодых ученых и специалистов «Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности» (г. Видное, ГНУ ВНИИКОП РАСХН, 16 октября 2012 г.), на Международной научно-практической конференции «Глубокая переработка зерна для производства крахмала, его модификаций и сахаристых продуктов» (ГНУ ВНИИКП, 25-26 сентября 2013 г.), на VII конференции молодых ученых и специалистов «Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК» (г. Москва, ГНУ ВНИМИ, 8-9 октября 2013 г.).

По результатам диссертационной работы опубликовано 10 печатных работ, 2 из которых в журналах, рекомендованных ВАК РФ, а также получены 1 патент и 2 положительных решения на выдачу патента.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Важнейшие виды зерновых культур – пшеница, кукуруза, овес, ячмень и рожь возникли путём естественного отбора тысячу лет назад. Тритикале – новый вид зерновых культур, созданный человеком путем гибридизации пшеницы и ржи. Своё название культура получила в 1931 г.; оно получено от комбинации латинских названий исходных родов: *triticum* – пшеница и *secale* – рожь. [19, 21, 54, 63]

Тритикале уверенно осваивает позиции важной зернофуражной, кормовой и продовольственной культуры во всем мире. Наибольшее распространение эта культура нашла в странах, где имеется много малопродуктивных земель по уровню плодородия и развитию животноводства.

Динамика увеличения посевных площадей и валового сбора зерна тритикале в России, а также прогноз на 2013 г по данным ООО ПроЗерно (журнал «Статистические Вести» №5(109) май 2013 г.) представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Посевные площади и валовые сборы зерновых культур и прогноз ПроЗерно(май) на 2013г.

Тритикале	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013г. прогноз	Изменение в 2013 г. к 2012 г.	Изменение в 2013г. к 2012г., %
Посевные площади, тыс.га	-	-	190	165	226	233	265	32	13,6%
Валовый сбор, тыс. тонн	-	-	-	249	523	464	594	129	27,9%

Значительные посевы имеются в Саратовской, Ростовской, Воронежской и Волгоградской областях, республиках Татарстан и Башкортостан, Краснодарском и Ставропольском краях, других регионах.

Рост возделывания тритикале происходит также благодаря таким преимуществам культуры, как:

- высокая урожайность - современные сорта тритикале успешно конкурируют по урожайности зерна с лучшими сортами ржи, ячменя и пшеницы;
- меньшая требовательность к почвенным условиям – тритикале способно расти на бедных по плодородию, подтопляемых и кислых почвах;
- хорошая переносимость неблагоприятных погодных условий - тритикале обладает высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью;
- устойчивость тритикале ко многим грибным болезням позволяет избежать химической обработки, в результате чего получается экологически чистая продукция. За этим следует целая цепочка положительных моментов в агроэкологии. Кроме того, открываются перспективы получения более здоровой пищи, приготовляемой из зерна тритикале [94].
- более низкая себестоимость производства зерна - себестоимость 1 ц тритикале на 5-6 % ниже, чем в среднем по зерновым культурам.
- а также благодаря высокой биологической ценности зерна [94].

На сегодняшний день тритикале чаще всего воспринимается как культура кормового и фуражного использования. Результатами многочисленных исследований в мире является создание большого числа различных сортов тритикале с самыми разнообразными свойствами, для использования в различных отраслях пищевых производств [19]. Тритикале находит всё большее применение в хлебопекарной и кондитерской промышленности, в пивоварении, производстве спирта и алкогольных напитков [19, 21, 38, 54, 63, 87, 88, 89, 93].

Перспективным направлением фундаментальных и прикладных исследований в России является развитие современной системы высоких технологий производства и переработки растительного сырья с целью получения новых видов продуктов питания общего, функционального и лечебно-профилактического назначения и добавок высокой пищевой ценности с повышенным содержанием белка, минеральных веществ и витаминов. Важное место в этой системе в качестве сырья занимают не только традиционные для страны зерновые культуры, но и новые перспективные, такие как тритикале.

В последние годы в структуре питания населения России произошли неблагоприятные изменения, повлекшие за собой проблемы, связанные с дефицитом пищевого белка. По данным Института питания РАМН, начиная с 1992 г. в России потребление животных белковых продуктов снизилось на 25-35%. Увеличение количества пищевого белка за счет животноводства является менее эффективным и экономически нецелесообразным, по сравнению с использованием специализированных продуктов растительного происхождения.

Актуальность проблемы связана с тем, что в последние годы в нашей стране и за рубежом наметилась тенденция к снижению общей калорийности пищи с одновременным увеличением в рационе питания населения ряда дефицитных компонентов. К таким компонентам относятся белки, обуславливающие биологическую ценность пищевых продуктов, благодаря присутствию в их составе незаменимых аминокислот. Белки не только повышают биологическую ценность, но и существенно улучшают качество пищевых продуктов, придают им диетические и лечебные свойства.

Одним из путей снижения дефицита белка, улучшения качества питания и состояния здоровья людей является создание пищевых продуктов, обогащенных белком растительного происхождения. В настоящее время большой практический интерес приобретает культура тритикале. [24, 38, 82, 87, 88, 93, 103, 104, 130, 139]

1.1. Зерно тритикале как источник ценного пищевого сырья и объект переработки

Тритикале – культура универсальная [19, 54, 93]. Ее зерно можно использовать как на производственные, так и на фуражные цели. Как сырье для выпечки хлеба и хлебобулочных изделий, она пока используется крайне мало, так как отсутствие общероссийских стандартов на муку этой культуры препятствует масштабному использованию тритикале как продовольственной культуры.

Из муки тритикале можно выпекать хлеб, готовить печенье и прочее. Хлеб из тритикале имеет приятный аромат и специфический вкус, не черствеет 3-4 дня, в нем содержится много белка и незаменимых для жизнедеятельности организма аминокислот лизина и триптофана [39, 40, 41, 73, 87, 88, 130, 131, 134]. Он обладает диетическими свойствами, препятствует ожирению. При сахарном диабете рекомендуется хлеб или печенье из тритикале благодаря их сладкому привкусу и минимальному содержанию сахара, также Тритикале – хороший источник промышленного получения крахмала и винного спирта. [3, 21, 22, 127]

Возможность применения тритикалевой муки в производстве мучных кондитерских изделий привлекла ученых и технологов с момента выведения культуры, так как по содержанию белка она в 1,5 раза превосходит рожь, и в 1,2 раза пшеницу. Мука тритикале содержит сбалансированный состав минеральных веществ, витаминов группы В, крахмала и незаменимых аминокислот [20, 42, 52, 94, 103, 104, 121, 125, 127, 132].

Мука из тритикале, ввиду специфического свойства клейковины белков является отличным сырьем для кондитерской промышленности, что позволяет выпекать более высокого качества, чем из пшеничной муки, печенье, пряники, кексы, бисквиты. Продукция из муки тритикале медленнее черствеет, чем из муки пшеницы. Использование тритикалевой муки в кондитерских изделиях позволяет снизить расход сахара, не использовать в производстве дорогостоящие жиры [40, 41, 75, 94, 124, 134].

Изделия имеют высокую пищевую ценность, низкую калорийность. Готовые изделия приобретают правильную форму. Поверхность изделий – гладкая, без трещин и подрывов [75].

Кроме того, использование тритикалевой муки позволяет высвободить пшеничную муку и использовать ее для прямого назначения – выпечки хлеба.

1.2. Морфолого-анатомическое строение, физико-химические, в том числе структурно механические свойства зерна тритикале

Тритикале – зерновая культура, полученная в результате межродовой гибридизации пшеницы и ржи. [19, 21, 54, 61, 85, 93, 115]

В настоящее время площадь, занятая культурой тритикале, по данным ФАО ООН, составляет свыше 4 млн. га. [19, 21, 61] Мировым лидером по возделыванию тритикале является Польша, где под нее отводят 840 тыс. га, или 9,6 % всех посевов зерновых. Средняя урожайность зерна тритикале в Польше составляет 30 ц/га. Среди стран СНГ первое место по площадям тритикале занимает Беларусь (более 350 тыс. га, или 15-17% посевной площади.). В Германии высевают более 500 тыс. га, во Франции, Китае и Австралии – более чем по 300 тыс. га. В нашей стране площади под тритикале составляют всего около 300 тыс. га. [19, 21, 61, 115], которые сосредоточены в Ростовской, Воронежской областях Краснодарском крае, республиках Татарстан и Башкортостан и других регионах.

Для сравнения урожайности в условиях южной почвенно-климатической зоны Кировской области представлены данные по сортам озимого тритикале «Зимогор» и «Корнет», за стандарт приняты сорта озимой ржи («Фаленская 4») и озимой пшеницы («Янтарная 50»). Полученные данные показали, что сорта тритикале по урожайности превосходят районированные принятые сорта пшеницы и ржи. В среднем за 2006-2008 годы урожайность озимой ржи «Фаленская 4» на тех же сортоучастках составила 5,27 т/га (ниже по сравнению с урожайностью сорта «Корнет» на 23,7%). А урожайность озимой пшеницы сорта «Янтарная 50» (Советский ГСУ) составила 5,31 т/га (ниже по сравнению с урожайностью сорта «Корнет» на 18,6%). [19, 61]

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в России, на 2008 год внесено 45 сортов озимого и 3 сорта ярового тритикале. На сегодняшний день в производстве распространены следующие сорта тритикале: Патриот, Лидер, Валентин 90, Прорыв и Ярило. [21]

Морфология зерна тритикале. Внешний вид зерновки тритикале совмещает в себе признаки как пшеницы, так и ржи. Она обычно длиннее пшеницы (10-12 мм), и более широкая, чем рожь (до 3 мм). Как и другие злаковые культуры, зерно тритикале имеет бороздку между двумя выступающими щётками, а также хохолок и зародыш на концах. Один из недостатков, относящихся к тритикале, является сморщивание некоторых зёрен между зародышем и хохолком. Связано это с повышением активности амилазы в зерне после цветения, при этом разрушаются крахмальные зерна, особенно в области алейронового слоя и бороздки. Результатом является снижение выполненности созревших зерен и их сморщенность. [54, 61, 93, 123, 133].

Зерно тритикале по своему строению также совмещает признаки родительских видов. Крахмальные зёрна имеют сферическую форму, хотя не редки формы многоугольника. Можно отметить относительно неправильную форму клеток алейронового слоя зерновки тритикале, а также возможность их расположения в области бороздки в два или три слоя. Эндосперм тритикале также имеет структуру типичную для злаковых. В эндосперме встречаются так называемые «пустоты», в которых не происходит формирования крахмальных зёрен. [54, 93, 123, 133]. Тип развития эндосперма и формирование крахмальных зёрен тритикале сходен с таковыми у твёрдой пшеницы, ржи и твёрдозёрной красной яровой пшеницы. Зрелые крахмальные зёрна тритикале содержат как бороздчатые крупные, линзообразные гранулы, так и сферические зёрна. [93].

Бороздка зерна тритикале в разных сортах имеет различную глубину. Сорта, в которых преобладает мелкая фракция (зерновки более щуплые), ввиду малого развития клеток эндосперма, имеют большие пространства в начале бороздки, [54, 61, 93, 123, 133].

Зерно злаковых культур состоит из оболочек (цветковых, семенных, плодовых), зародыша и эндосперма (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 - Зерно тритикале: О — оболочка; А — алейроновый слой; 3 — зародыш (по Р. К. Хосни, 2006)

В процессе производства крупы зерна злаковых культур и гречихи освобождают (полностью или частично) от оболочек, алейронового слоя и зародыша. Получаемая в результате такой обработки крупа представляет собой главным образом эндосперм, внешний слой которого называется алейроновым слоем. При получении крупы этот слой частично или полностью удаляется [16, 77].

Зерно тритикале имеет желтовато-коричневый цвет. Поверхность зерновок покрыта

чешуйками и складками [93].

Развитая поверхность плодовых оболочек зерновки тритикале имеет множество морщин радиусом 2-10 мкм, углублений 2-4 мкм конусообразной и сферической формы диаметром 4-10 мкм, которые значительно увеличивают поверхность тритикале по сравнению с родительскими формами. При рассмотрении продольных и поперечных срезов плодовой и семенной оболочек и алейронового слоя выявлено наличие множества полостей размером 2-10 мкм. Между плодовой и семенной оболочками имеются поры шириной 0,2-4,0 мкм. Между клетками алейронового слоя также имеются поры шириной 0,5-1,5 мкм. Крахмальные зерна, лежат в белковой матрице, как «вдавленные», однако, и между ними имеются поры шириной 0,5-2 мкм. Зародыш тритикале по своему строению схож с зародышем пшеницы и состоит из оси и щитка, который функционирует как запасующий, пищеварительный и поглощающий орган [54, 61, 93, 123, 133].

К прочим достоинствам тритикале можно отнести высокую её приспособляемость к различным типам почв. Растет она на всех видах почв, в том числе на засушливых, кислых и переувлажнённых [4, 19, 21, 61, 93].

Зеленая масса тритикале показала устойчивость ко многим болезням, свойственным хлебам: она не поражается мучнистой росой, твёрдой и пыльной головнёй, бурой ржавчиной, однако восприимчиво к заражению спорыньёй и фузариозом. [19, 93].

Помимо достоинств, тритикале обладает рядом недостатков, таких как: склонность к полеганию и прорастанию зерна на корню, её позднеспелость, поражение плесенью и гнилями. Недостатком также является слабая выполненность зерна у некоторых форм тритикале и неустойчивость показателей по годам урожайности [19, 93].

Зерно тритикале так же, как и любая другая культура, является капиллярно-пористым коллоидным телом, которое может сорбировать и десорбировать пары влаги и других химических веществ [54, 63].

Характеристика тритикале по содержанию в зерне алкилрезорцинолов.

Из литературы (Smith, MacIntyre, 1960; Konopinski, 1964; Friend, MacIntyre, 1969; Friend, 1970; Musehold, 1973) известно, что скармливание зерна ржи при откорме свиней и других животных улучшает качество их мяса. Однако скармливание зерна ржи животным следует проводить с осторожностью, и его доля в рационе не должна превышать 10—20% (максимум 50%). Среди факторов, ограничивающих использование зерна ржи, называют:

- 1) пониженное содержание белка;
- 2) наличие антиметаболитов алкилрезорцинолов.

Избыток зерна ржи в рационе может снижать потребление корма и приросты, тормозить рост и вызывать у животных различные заболевания. В исследованиях

Г. В. Виеринги (Wieringa, 1967) показано, что эти явления вызваны наличием в зерне ржи алкилрезорцинолов. Действие их особенно вредно для развития и роста молодых животных. На рационе, содержащем 50 % зерна ржи, прирост живой массы поросят на 11 —12% ниже, чем на рационе с таким же количеством зерна ячменя. [85].

Алкилрезорцинолы состоят из шести компонентов, содержащих в боковой цепи от 15 до 25 атомов углерода. Наиболее токсичен пентадецилрезорцинол. В смеси резорцинолов ржи доля этого компонента не превышает 2%, однако он обуславливает 50% токсичности всей смеси. Алкилрезорцинолы не имеют какого-либо специфического запаха или вкуса, которые бы снижали поедаемость зерна [17, 85].

Из всех злаков рожь отличается наибольшим содержанием алкилрезорцинолов в зерне. По данным польских исследователей (Stuczynsky et al., 1974), количество алкилрезорцинолов в нем в среднем равно 370 мг на 1 кг зерна (абсолютно сухое вещество) с колебаниями в пределах 326—441 мг/кг. В зерне мягкой пшеницы этого вещества в два раза меньше — 177 (134—194) мг/кг. Тритикале по его содержанию промежуточные — 229 (192—288) мг/кг. В зерне ячменя алкилрезорцинолов не более 48 (44—52) мг/кг, овса — 14 мг/кг. В крупных семенах этого вещества меньше, чем в мелких. На его содержание в зерне оказывают влияние условия внешней среды, особенно температура и освещение (Musehold, 1975). Локализуются алкилрезорцинолы в алейроновом слое зерновки. Они не обнаружены в зеленой массе, что указывает на их синтез в самом зерне. По всхожести семена с низким и высоким содержанием алкилрезорцинолов не различаются. [17]

Учитывая токсическое действие алкилрезорцинолов на животных, в ряде стран (СССР, США, Канада, Польша, ФРГ, Швеция и др.) были проведены широкие проверки генофонда ржи на содержание в зерне этого токсического фактора. Во Всесоюзном НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова на

алкилрезорцинолы проанализировано свыше 1500 образцов мировой коллекции ржи. Их содержание варьировало в пределах 132—717 мг/кг. [85]

Несмотря на различия по плоидности, содержание пентадецилрезорцинолов в зерне октоплоидных и гексаплоидных тритикале одинаково промежуточно между значениями пшеницы и ржи. По этому показателю тритикале на 60 % превышают мягкую пшеницу. [85]

В общем, содержание алкилрезорцинолов у тритикале на 30—50 % ниже, чем у ржи, и соответственно меньше их токсичность. Количество этих антиметаболитов снижается при технологической обработке и приготовлении кормосмесей (термическая обработка, размол зерна и т. п.), поэтому вредоносность их не следует переоценивать. [85]

В диссертационной работе Бычковой В.В. на тему: «Исследование влияния пентадецилрезорцинолов на хлебопекарные свойства ржаной муки» отмечено, что, в настоящее время имеется ряд работ, свидетельствующих о разнообразных медико-биологических свойствах алкилрезорцинолов, которые позволяют характеризовать их как нутрицевтики. По данным некоторых авторов, они действуют как антиоксиданты в обмене арахидоновой кислоты. Доказана их антибактериальная активность, выявлено их угнетающее действие на некоторые виды патогенных грибов. Было отмечено применение пентадецилрезорцинолов в качестве медицинских препаратов с целью профилактики и лечения ожирения и злокачественных новообразований [17].

Как следствие интереса к этим веществам, на рынках северных стран (Финляндия) появились булочные изделия, выпеченные из муки зерна стародавних сортов ржи с высоким содержанием пентадецилрезорцинолов. [17]

Анализ литературных данных показал недостаточное количество современных сведений о содержании данного антиметаболита в зерне тритикале. Недостаточно данных о влиянии алкилрезорцинолов на технологические свойства и

продуктов переработки зерна тритикале и наличии этих веществ в конечной продукции.

Физико-химические свойства зерна тритикале.

Плотность зерна находится в высокой корреляционной взаимосвязи с основными показателями технологических и физико-химических свойств зерна [34, 35, 53, 55, 63, 92].

Из литературных источников известно, что плотность зерна уменьшается при повышении содержания в нем белковых гранул, и наоборот – увеличивается, с повышением содержания крахмала. Это наблюдается при сравнении плотности зерна тритикале с пшеницей и рожью. Относительное содержание крахмала в тритикале меньше, а белка больше. [34, 35, 53, 55, 63, 92].

Выравненность зерновой массы тритикале выше чем у пшеницы, это должно повлиять на стабильность режимов в технологических процессах при использовании этой культуры, ведь чем равномернее крупность зерна одной партии, тем больше возможностей для обеспечения одинакового воздействия на каждую из зерновок в процессе обработки. [34, 35].

Существенное влияние на выбор технологических операций и режимов (хранение, подготовка, переработка, транспортировка) оказывают форма и линейные размеры зерна. В крупном зерне относительное содержание эндосперма выше, следовательно, из такого зерна может быть обеспечен больший выход готового продукта. Сферичность зерновки (увеличение размеров по ширине и толщине) также определяет содержание эндосперма - чем выше сферичность, тем выше содержание эндосперма. Тритикале уступает в своей сферичности пшенице, имеет меньшую объёмную массу, однако, объём зерновки этой культуры больше примерно в 1,4 раза [34, 35, 54, 115].

От формы зерновки также зависит сыпучесть зерновой массы, которая обычно характеризуется углом естественного откоса. Чем больше отклоняется форма зерновки от шарообразной, тем меньше сыпучесть зерновой массы. Для тритикале при сферичности 0,77 угол естественного откоса, составляет 49°, а для пшеницы - 38°. Даже при несколько большей влажности, по сравнению с тритикале, сыпучесть пшеницы лучше [34, 35, 54]. Данные физико-химических свойств зерна тритикале приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Физико-химические показатели качества тритикале

Наименование показателей	Название сорта, район произрастания		
	АД-206, Московская область	АД-206, Круглянский район	АД-206, Могилёвский район
Влажность, %	12,3	13,6	12,9
Примесь сорная, %	1,98	1,96	1,92
Примесь зерновая, %	3,08	3,48	3,34
Масса 1000 зёрен, г	51,2	48,1	46,5
Объёмная масса, г/л	679	688	683
Стекловидность, %	97	99	97
Плотность, г/см ³	1,25	1,19	1,11
Скважистость, %	47,3	37,5	39,7
Угол естественного откоса, град	49	41	40

Сведения таблицы приведены с использованием литературных источников [93,94].

Тритикале содержит: воды - 14,0%, белков - 12,8%, углеводов - 68,6%, жиров - 1,5%, клетчатки - 3,1% и золы - 2,0% [93].

Эндосперм тритикале содержит: водорастворимых белков 26-28%, солерастворимых - 7-8%, спирторастворимых - 25-26% и белков растворимых в уксусной кислоте 18 - 20% [93].

Питательная ценность белка во многом зависит от количества незаменимых аминокислот, содержащихся в нем. В зерне тритикале, так же, как и в других зерновых культурах, содержится важная, незаменимая аминокислота – лизин. Обычно содержание лизина в зерне тритикале принимают как показатель общего качества белка, так как наличие его в белке считается дефицитным. По содержанию

лизина тритикале значительно превосходит пшеницу, в зерне которого имеется около 3% от общего количества белка (таблица 1.3). По данным исследований содержание лизина в улучшенных линиях тритикале было в количестве, близком к высоколизиновой кукурузе [42, 103, 104, 121, 125, 137, 140].

Таблица 1.3 - Среднее содержание аминокислот в белках пшеницы и тритикале, грамм аминокислоты на 100 грамм общего азота

Аминокислоты	Зерно пшеницы	Зерно Тритикале
Лизин	17,9	19,6
Валин	27,6	24,2
Лейцин	45,0	41,7
Изолейцин	20,4	18,7
Метионин	9,4	6,0
Треонин	18,3	19,6
Триптофан	6,8	6,3
Фенилаланин	28,2	28,6
Цистин	15,9	7,9
Терозин	18,7	19,5
Аргинин	28,8	38,2
Гистидин	14,3	13,3
Аланин	22,6	25,8
Аспарагиновая кислота	30,8	41,6
Глютаминовая кислота	186,6	152,8
Глицин	25,4	26,5
Пролин	62,1	52,1
Серин	28,7	25,0

Сведения таблицы приведены с использованием литературных источников [42, 103, 104].

В зерне тритикале отмечено повышенное содержание минеральных веществ (зола), более низкое содержание углеводных компонентов, а также наличие трифруктозана (специфического углевода ржи). Белки зерна тритикале в среднем содержат 5-10% альбуминов, 6-7% глобулинов, 30-37% проламинов и 15-20% глютеминов. Все виды тритикале имеют больше водорастворимого азота, чем пшеница и рожь. Крахмал тритикале отличается от крахмала родительских форм более низким содержанием амилазы (23,7%). Плотность крахмала тритикале уступает пшенице (1,4832 и 1,4465 соответственно), но превосходит плотность крахмала ржи (1,4209) [94, 117, 124, 127, 129].

Тритикале содержит больше фосфолипидов в связанной форме, чем пшеница и это свойство, вероятно, наследовано от ржи, а повышенное содержание экстрагируемых липидов в муке из эндосперма тритикале, вероятно перешло от твёрдой пшеницы [121, 140].

Химический состав и биохимические свойства тритикале

Химический и биохимический состав зерна тритикале в основном наследуется по промежуточному типу [52, 54, 61, 93, 121, 127, 139].

Анализ химического состава тритикалевой муки высшего сорта и муки цельносмолотого зерна тритикале с оптимальной удельной поверхностью показал незначительное различие в зависимости от генотипа тритикале (таблица 1.4) [38, 39, 41, 63, 73, 82, 88, 131].

Таблица 1.4 - Химический состав тритикалевой муки [93,94]

Содержание компонентов	Количества компонентов на 100 г тритикалевой муки			
	высшего сорта		цельносмолотого зерна	
	1*	2*	1*	2*
Влага, г	14,0	14,0	14,0	14,0
Белки, г	14,5	12,0	15,6	14,8
Липиды, г	1,1	1,0	2,1	2,0
Крахмал, г	67,8	70,0	61,0	64,0
Моно- и дисахариды, г	0,2	0,3	1,0	1,4
Зола, г	0,55	0,54	1,7	1,5
Пищевые волокна, г	1,5	1,9	2,0	1,8
Элементы, мг:				
кальций	71	75	92	101
калий	202	219	485	448
магний	31	56	130	233
натрий	2	3	4	6
фосфор	97	105	118	117
железо	9,6	9,1	35,1	33,0
Витамины, мг:				
тиамин (B1)	0,19	0,27	1,42	0,71
рибофлавин (B2)	0,05	0,02	0,17	0,18
ниацин (PP)	1,6	1,2	7,58	5,54
бета-каротин (провитамин А)	0	следы	0,02	0,02

*Из зерна тритикале с преобладанием генотипа: 1 – пшеницы; 2 – ржи.

Отмечено увеличение содержания белка в тритикалевой муке по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта, ржаной сеяной, пшеничной обойной и ржаной обойной. [87, 89]

Содержание белка в зерне зависит от множества факторов: территория произрастания, почвенно-климатические условия, генетическая наследственность, сроки посева и сбора урожая. В связи с этим количество белка в тритикале может варьироваться от 12 до 25% [19, 50].

Крахмал тритикале имеет низкое содержание амилозы и гораздо больше мелких гранул, чем крахмал пшеницы и ржи, также крахмал тритикале меньше подвержен механическим повреждениям. Что приводит к быстропотекающему формированию теста и его быстрому разжижению [50, 94].

Содержание свободных сахаров характеризуется наличием до 3% спирторастворимых сахаров, из которых около 70% составляют олигосахариды, до 7% фруктоза. В составе олигосахаридов установлено доминирование мальтотриоз, мальтотетроз и мальтопентоз. Общее содержание свободных сахаров может достигать 5%, больше чем в пшенице и близко к величине этого показателя для ржи. [93, 104, 117, 124]

Общее содержание липидов в зерне тритикале значительно ниже чем у родительских форм, хотя и варьируется в зависимости от сорта. Они состоят из свободных липидов, представленных на 83-89% неполярными компонентами, в основном триглицеридами, и связанными липидами, состоящими на 16-73% из полярных и 27-39% неполярных компонентов. [50, 93, 104, 122].

Структурный состав липидов также имеет большое значение и во многом зависит от условий произрастания. Сроки хранения как самого зерна, так и продуктов его переработки зависят от входящих в состав липидов жирных кислот, которые и определяют их стойкость к окислению. Основными жирными кислотами

липидов тритикале являются: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая и линоленовая. [19, 93, 103, 104, 122]

Сумма аминокислот тритикалевой муки высшего сорта и муки цельносмолотого зерна с генотипом пшеницы меньше суммы аминокислот соответствующих сортов муки с генотипом ржи. Аминокислотный скор белков тритикалевой муки с генотипом ржи по лизину и треонину превышает значение этих же показателей в муке с генотипом пшеницы и значительно превышает в пшеничной муке [93, 94].

Элементный состав тритикалевой муки высшего сорта и муки цельносмолотого зерна с генотипом ржи характеризуется большим содержанием кальция, магния и железа в сравнении с сортами с генотипом пшеницы [93, 94].

Отмечено более высокое содержание тиамина и рибофлавина в тритикалевой муке как высшего сорта, так и цельносмолотого (генотип пшеницы), чем в пшеничной муке высшего сорта и пшеничной обойной. Содержание тиамина в тритикалевой муке высшего сорта и цельносмолотой (генотип ржи) было замечено выше (в 1,6 и 1,7 раза) по сравнению с ржаной сеяной и ржаной обойной мукой. [89]

Исследованиями биохимических свойств тритикалевой муки установлена низкая протеолитическая активность муки высшего сорта и цельносмолотой с генотипом пшеницы (соответственно 2,02 и 2,03% водорастворимого белка), а с генотипом ржи – повышенная (7,0 и 8,2 % водорастворимого белка). Активность α -амилазы в муке высшего сорта и цельносмолотой из зерна с генотипом пшеницы составляет 1,2 мг мальтозы на 10 г муки и 3766 мг против соответственно 3,6 мг и 6894 мг/10г муки в сортах муки с генотипом ржи. [89, 94]

1.3. Хлебопекарные свойства зерна тритикале и их влияние на технологический процесс производства хлебобулочных изделий.

Основными факторами, характеризующими хлебопекарные свойства пшеничной муки, является сила муки, которая определяется состоянием ее белково-протеиназного и углеводо-амилазного комплекса [94].

Тритикале является промежуточной формой пшеницы и ржи, объединяя в себе их свойства. Подобно пшенице тритикале содержит клейковину, отмываемую обычным способом, однако на ее качество влияние оказывает геном ржи: при отмывании она обычно расплзается между пальцами, а лишь затем собирается в комок, она более слабая по качеству, что неблагоприятно сказывается на реологических свойствах теста [39, 67, 94].

Благодаря наследственности, полученной от ржи, тритикале обладает повышенной активностью амилолитических ферментов, в частности α -амилазы, что приводит к процессам быстрого формирования теста и его разжижения, а также к накоплению значительного количества декстринов, образующихся вследствие ферментативного гидролиза крахмала амилазами. А готовые изделия характеризуются несколько влажным и липким мякишем [39, 41, 94].

По этой причине при переработке зерна тритикале в муку необходимо уделять особое внимание показателю, характеризующему активность амилолитических ферментов, в частности «числу падения». Широкий диапазон варьирования данного показателя объясняется селекционными особенностями зерна каждого сорта [39, 67].

Зерно тритикале с генотипом пшеницы характеризуется пониженной ферментативной активностью (число падения 180-225 с), наличием свободно отмываемой короткорвущейся клейковиной с растяжимостью 4,5 – 10,0 см. [39, 67, 94]

Зерно тритикале с генотипом ржи характеризуется повышенной ферментативной активностью (число падения 100-140 с), легко отмываемой «слабой» клейковиной (растяжимость – 20,5-31,0 см). [39, 67,94]

На водопоглотительную способность муки во многом влияет доля оболочечных частиц, белка, величина крахмальных зерен, степень их поврежденности. Анализ данных показал, что водопоглотительная способность тритикалевая мука невысока [39].

На основании изучения микроструктуры частиц тритикалевой муки в сравнении со смесью ржаной и пшеничной, и полученных ИК-спектрах проб муки сделан вывод, что водопоглотительная способность тритикалевой муки близка к значению этого показателя для смеси ржаной и пшеничной муки, в которой преобладает доля ржаной муки (60 %). [11, 12, 36, 63, 76, 113]

Физические свойства теста, его газоудерживающая характеризуют состояние белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплекса муки и влияют на дальнейшие технологические процессы и качество готовой продукции. [39, 94]

Установлено, что газообразующая способность возрастает у муки, которая хранилась в течении 30 суток по сравнению данным показателем муки свежесмолотой. [82]

Выявлены закономерности изменения хлебопекарных свойств тритикалевой муки в зависимости от крупности помола. Установлено существенное влияние крупности помола на показатели, характеризующие состояние белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов тритикалевой муки и качество хлеба. Снижение крупности помола муки высшего сорта и цельносмолотой из зерна с генотипом пшеницы приводит к улучшению ферментативной активности, газообразующей способности вследствие большей податливости и доступности структурных компонентов действию ферментов [67, 88, 89].

Анализ хлебопекарных свойств муки высшего сорта и муки цельносмолотого зерна тритикале с генотипом ржи выявил тенденции к укреплению клейковины и снижению ферментативной активности при выработке муки большей крупности, обусловленные снижением «атакуемости» крахмала амилолитическими ферментами, усилением водородных и ионных взаимодействий в белковых молекулах клейковины и упрочнением внутренних межмолекулярных связей [67, 88, 89].

Изученные закономерности изменения хлебопекарных свойств муки, и ее микроструктура положены в основу научно обоснованных показателей крупности помола муки, которые включены в нормативную документацию (ГНУ ВНИИЗ и ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии) на муку тритикале. [67]

Крупное зерно тритикале отличается высоким выходом эндосперма и соответственно выходом муки. Однако эндосперм тритикале обладает некоторыми особенностями. Его клетки заполнены массивной белковой матрицей, скрепляющей зерна крахмала. При измельчении происходит частичное разрушение белковой матрицы, в следствии чего освобождаются крахмальные зерна. На поверхности зерен крахмала остается белок, который прикреплен настолько прочно, что обычным способом размола отделен быть не может. Это приводит к образованию белково-углеводных ассоциатов (толщина слоя прикрепленного белка составляет не более 3 мкм). Эти качества и оказывают существенное влияние на различия в количестве и качестве клейковины у пшеницы и тритикале. [67, 89]

Применение тритикалевой муки в хлебопечении (технологии производства тритикалевого хлеба)

В настоящее время из муки тритикале в чистом виде можно выпекать хлеб ржаного типа, не используя ржаной и пшеничной муки.

Хлебобулочные изделия из муки тритикале и мучных смесей обладают повышенной пищевой и биологической ценностью. Содержание белка в них в 1,3-

1,5 раза выше, чем у ржаных и ржано-пшеничных сортов. Такой хлеб имеет хороший вкус и приятный аромат, дольше сохраняет свежесть и не черствеет 3-4 дня, более устойчив к «картофельной болезни», обладает диетическими свойствами, имеет более низкую цену (на 10-20%) по сравнению с пшеничным, в зависимости от количества в рецептуре тритикалевой муки. [38, 39, 40, 41, 73, 88, 89,]

Ранее разрабатывались в основном технологии и рецептуры хлеба из смеси муки из зерна тритикале с пшеничной и ржано-пшеничной.

В США разработана технология производства хлебобулочных изделий из смеси 35% муки из цельносмолотого зерна тритикале и 65% пшеничной сортовой муки, включающая приготовление теста на прессованных дрожжах с внесением сахара (5,0-9,0%), шортенинга (3,5%) и сухой клейковины (1%).

Л.Я. Ауэрманом и др. установлено, что хороший по качеству хлеб можно получить из смеси 75% пшеничной и 25% тритикалевой муки типа сеянной. Предложены способы приготовления теста из смесей тритикалевой муки типа сеянной, обдирной и обойной с пшеничной первого и второго сортов на густой опаре. В последнюю вносят густую закваску с содержанием в ней тритикалевой муки типа сеянной 2%, обдирной – 3% и обойной 3,5%. Качество хлеба зависело от доли в смеси тритикалевой муки. Для производства хлеба их смеси пшеничной муки первого сорта (65%) и тритикалевой типа сеянной (35%) рекомендована ускоренная технология на концентрированной молочной закваске. Увеличение в смеси доли тритикалевой муки до 50% приводило к снижению показателей качества хлеба: пористости, удельного объема и сжимаемости мякиша.

По данным Венгерских специалистов тритикалевая мука может полностью заменить ржаную при производстве ржаной булки, в рецептуре которой она составляет 65%. [130, 131]

Специалистами проводились исследования по использованию муки тритикале для повышения биологической и пищевой ценности пшеничного хлеба. Мука из зерна тритикале выгодно повышает биологическую ценность продукта. Усиленное брожение и активность амилазы во время хлебопечения замедляют разложение триптофана, лизина и витамина В₁, которые разрушаются при нагревании [94].

В.А. Моргуновым, А.Ф. Игнатъевой др. изучены способы повышения пищевой и биологической ценности пшеничного хлеба за счет введения в рецептуру теста 20% отрубей тритикале, предварительно измельченных до размера частиц ≤ 100 мкм. Отмечено, что при использовании отрубей тритикале для приготовления хлеба из муки пшеничной второго сорта увеличилось содержание клейковины на 17-28%, аминокислотный скор по лизину – на 5-6%, содержание витамина В₂ – на 32%, балластных веществ – на 20%. [38]

О.Ф. Сорочинской отмечено, что в связи с особенностями слизистых веществ тритикале, а также с учетом повышенной активности α -амилазы и слабой клейковины наиболее эффективным является приготовление хлеба из тритикалевой муки на заквасках – по технологии, близкой для ржаного хлеба.

Зерно тритикале характеризуется повышенной амилолитической активностью, которая увеличивается в процессе замачивания зерна. Под действием α -амилазы происходит расщепление крахмала с образованием в основном низкомолекулярных декстринов, что приводит к получению хлеба с липким, заминающимся мякишем. Кроме того, возрастает активность протеолитических ферментов, действие которых в процессе приготовления теста приводит к его разжижению и расслаблению. В этом случае наиболее эффективное средство для улучшения качества хлеба из целого зерна тритикале – повышение кислотности теста, достигаемое применением заквасок. Добавление заквасок уменьшает активность протеиназы в тесте, а также снижает температуру инактивации α -амилазы при выпекании готовой продукции [39, 94].

1.4. Мукомольные свойства зерна тритикале на примере традиционных схем помола пшеницы и ржи

Эффективность использования тритикале при производстве хлебопекарных и кондитерских изделий связано с мукомольными свойствами зерна.

От мукомольных свойств зерна прежде всего зависит выход муки и отрубей. Помимо соотношения оболочек и эндосперма в зерновке, на выход муки оказывают влияние условия размола, а также качество исходного зерна. Физические дефекты в строении зерна отрицательно влияют на выход муки. Высокие показатели выполненности, крупности, натуры, и стекловидности придают зерну лучшие мукомольные свойства [11, 34, 48, 53, 62, 92]. Согласно немногочисленным сообщениям о мукомольных достоинствах тритикале, выход односортной муки этой культуры составляет в среднем 60-65 %. [67]

Известно, что анатомические части зерновки резко отличаются по химическому составу, что обуславливает их различную устойчивость к измельчению. Прочность оболочек примерно в 12-20 раз больше, чем эндосперма. При гидротермической обработке эти различия увеличиваются. В результате чего операции измельчения приходится проводить несколько раз, чтобы крупность продукта соответствовала предъявляемым требованиям. Возможность получения сортовой муки, состоящей практически из одного эндосперма, обусловлена именно структурно-механическими свойствами зерна и его частей. [1, 10, 29, 31, 37, 51, 56, 59, 105]

Для измельчения зерна используют вальцевые станки, основными принципами работы которых, являются сжатие и сдвиг. После каждого пропуска через вальцевые станки продукты измельчения просеиваются на ситах. Вальцевой станок в совокупности с ситом является системой. Системы с рифлеными вальцами необходимы для грубого измельчения зерна, превращения его в крупку, они называются драными. Вальцы с шероховатой (или гладкой) поверхностью предназначены для растирания крупок в муку. Крупка, состоящая из

чистого эндосперма, превращается в муку на размольных системах. Если же частица образована оболочкой с прилегающим к ней кусочком эндосперма (пестрая крупка, сrostок), то ее измельчают на шлифовочной системе, стараясь раздробить эндосперм и сохранить целостность оболочки [78].

Простой (**обойный**) помол применяют для получения обойной муки из ржи, пшеницы и тритикале. Измельчение зерна ведут на трех-четырех драных системах в один этап, стараясь с каждой из них получать максимально возможное количество муки. Остатки (сходы) на ситах передают на последующие системы. В муку растирают все анатомические части зерновки, поэтому ее общий выход составляет 95-97,5 % массы зерна. Количество отделяемых отрубей не превышает 1-2 %.. [67, 78]

Сортовой помол тритикале. По анатомическим и структурно-механическим свойствам зерно тритикале отличается от пшеницы. Доля оболочек с алейроновым слоем у тритикале больше, толщина и прочность их выше, чем у пшеницы, к тому же они более прочно связаны с крахмалистой частью эндосперма. Зерновка тритикале тоньше и ширина ее меньше, а эндосперм более вязкий, чем у пшеницы. Поэтому при дроблении зерна тритикале образуется в основном пестрая крупка - сrostки. Доля чистой крупки невелика, и обогащения ее по плотности не производят. Зерно тритикале дробят на пяти-шести драных системах. Полученную крупку сортируют только по крупности, полученные фракции измельчают отдельно на двух-трех размольных системах. При этом драные системы обеспечивают получение примерно половины муки. [67, 78]

Двусортный помол тритикале позволяет одновременно получать сеяную и обдирную муку с выходом 15 и 65 % соответственно. Односортные помолы ржи дают муку (в %): сеяную - 63 или обдирную - 87. Односортные помолы тритикале позволяют получать больше муки (в %): сеяной - 70-72, обдирной - 87-90. Для некоторых новых сортов тритикале показана целесообразность переработки по типу пшеницы. [67, 78]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОБЗОРУ ЛИТЕРАТУРЫ

Анализ отечественной и зарубежной научно-технической литературы показывает большое количество исследований по изучению зерна тритикале.

Изучение научно-исследовательских работ по тритикале показало, что данный вид культуры успешно конкурирует с традиционными зерновыми культурами по урожайности зерна, устойчивости к засухе и заболеваниям, имеет повышенный уровень белка, макро- и микроэлементов.

Ученые разных стран рассматривают вопросы селекции, изучения потенциальных свойств новых сортов, возможности их переработки и получения продукции для различных отраслей промышленности и, в частности, для хлебопекарной промышленности. Результат этих работ показывает перспективы применения тритикалевой муки при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий и прочее.

Поэтому вопросы, связанные с получением новых видов тритикалевой муки, которая позволит получать продукцию богатую белком, незаменимыми аминокислотами и витаминами, продолжают представлять научный интерес.

В результате анализа работ по данной культуре можно отметить отсутствие завершенных исследований, направленных на получение различных видов круп, в том числе и для производства макаронных изделий.

В связи с появлением новых сортов, тритикале остается недостаточно исследованной культурой и с точки зрения изучения влияния связи физических и химических свойств, соотношении анатомических частей зерна. Недостаточное количество современных данных по данной культуре затрудняет исследования процессов очистки от сорной и зерновой примесей, гидротермической обработки, а также процессов измельчения зерна и продуктов его переработки.

Решение вышеперечисленных проблем является актуальной задачей как для мукомольной промышленности, так и сопряженных с ней отраслей пищевой промышленности, с точки зрения изучения технологических свойств зерна и разработки технологий новых видов крупы и муки из зерна тритикале.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Целью исследований является комплексная оценка технологических свойств различных сортов тритикале и физико-химических характеристик получаемых фракций при их переработке, с учетом формирования качества новых видов крупы и муки и производимых пищевых продуктов на их основе.

Структурная схема проведения исследований представлена на рис 2.1.

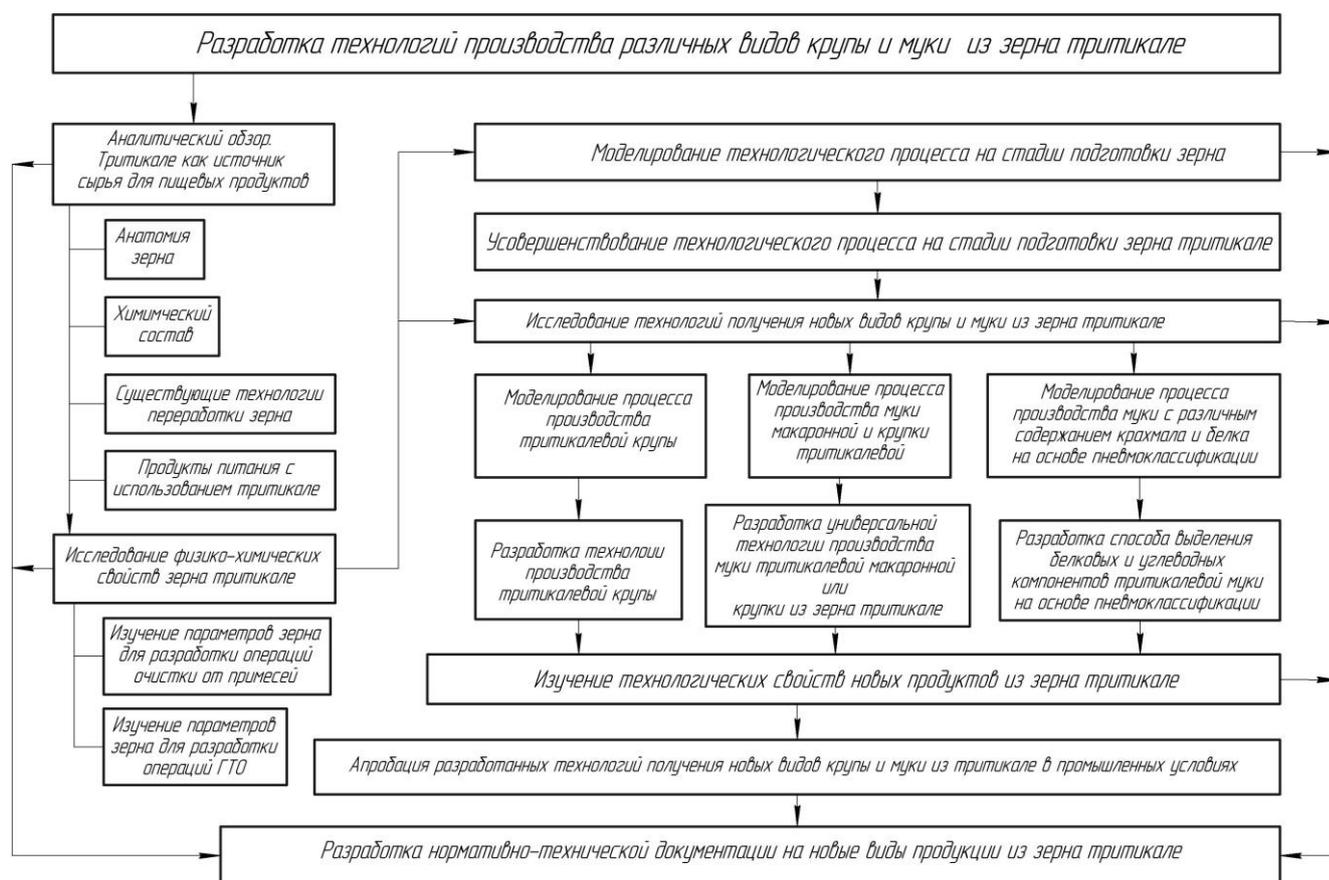


Рисунок 2.1 - Структурная схема исследований и разработки способа производства новых продуктов.

2.1. Объекты и методы исследований

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории технологии и техники мукомольного производства Государственного научного учреждения Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки; в Центре реологии пищевых сред, отделе биохимических исследований Государственного научного учреждения Государственного научно-

исследовательского института хлебопекарной промышленности; «Технологии переработки растительного сырья» МГУПП, ФГБУ Центр оценки качества зерна.

Апробацию основных результатов исследований осуществляли в условиях ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» (г.Москва).

При организации экспериментов использовался метод системного подхода к объектам исследования, характеризующийся взаимосвязанностью различных этапов работы.

В работе использовались методы, позволяющие охарактеризовать исходное сырье и продукты его переработки, а также новые виды продукции из зерна тритикале с точки зрения химического состава и биологической ценности.

2.1.1. Объекты исследований

Объектом исследования являлось зерно пшеницы, ячменя и тритикале. Зерно тритикале использовалось различных сортов и линий, сорная и зерновая примеси зерна, анатомические части зерна, продукты его переработки, а также стадии и технологические операции процесса производства крупы и муки.

В исследованиях использовалась пшеница сорта «Дурум», параметры качества зерна соответствовали требованиям ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия»,

Зерно ячменя, параметры качества соответствовали требованиям ГОСТ 28672-90 «Ячмень. Требования при заготовках и поставках».

Для проведения исследований использовали зерно тритикале, выращенного в Южном регионе нашей страны, сортов: «Корнет», «Крона», «Легион», «Трибун», «Сколот», «Топаз», «Зимогор», «Донслав», «Консул», «Капрал», «Ацтек», «Каприз», «Вокализ» и линий: №3174/09, №3478/09, №3468/09. Данные по зерну тритикале были предоставлены ГНУ Донским зональным научно-исследовательским институтом сельского хозяйства, г. Ростов на Дону. и

подтверждены нашими исследованиями.

Исследуемое зерно тритикале соответствовало требованиям ТУ 8 РФ 11-114-92. «Тритикале. Требования при заготовках и поставках». Влажность не превышала 12 %, засоренность была на уровне 3,5 %. Сорную и зерновую примесь зерна выделяли методом ручной разборки с использованием технических средств, предусмотренных ГОСТ 28419-97, анатомические части зерна получали при помощи скальпеля с последующим высушиванием до постоянного веса. Количество оболочек с алейроновым слоем определили, как произведение их толщины на площадь поверхности зерновки. Продукты переработки зерна получали при технологическом моделировании процессов и опытно-промышленной переработке [78].

Эксперименты проводили на технологическом оборудовании стенда лаборатории технологии и техники мукомольного производства ГНУ ВНИИЗ.

Очистку зерновой массы и разделение её на фракции осуществляли на лабораторном сепараторе «ЗЛС». Предварительную очистку поверхности зерна проводили на лабораторной обоечной машине ЛБМ.

На I драную систему зерно поступало со следующими параметрами: содержание сорной и зерновой примеси не более 0,5 %, увлажнение осуществлялось до $15 \pm 0,5$ % с отволаживанием в течение двух часов для производства тритикалевой крупы или увлажненное до $16 \pm 0,5$ % с последующим холодным кондиционированием в течение 12 часов для производства тритикалевой крупки или муки тритикалевой макаронной. Размол осуществляли на размольно-сортирующей установке РСА-4, схема размола включала в себя 5 др.с., 3 шл.с., 2 р.с. и 4 ситовеечных машины. При шелушении зерна использовался вертикальный шелушитель с абразивными каменными дисками, степень шелушения определялась удельной нагрузкой на машину.

Тритикалевая крупа вырабатывалась из зерна тритикале сортов «Корнет» и

«Трибун». Технологические результаты получения тритикалевой крупы оценивали по выходу целых зерен (сход сита Ø 2,5 мм), содержанию дробленого зерна и мучки (проход сита 0,63 мм), в соответствии с требованиями, предъявляемыми ГОСТ 5784-60 «Крупа ячменная технические условия» и ГОСТ 276-60 «Крупа пшеничная (Полтавская, "Артек"). Технические условия».

Тритикалевая крупа вырабатывалась из зерна тритикале сортов «Корнет» и «Трибун», и линии № «3478/09». Технологические результаты получения тритикалевой крупки оценивали в соответствии с требованиями, предъявляемыми ГОСТ 7022-97 "Крупа манная. Технические условия" и ГОСТ Р 52668-2006 «Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия».

В опытные и контрольные образцы закладывалась одна партия сырья с целью определения сопоставимости результатов.

Расчеты пищевой и энергетической ценности продуктов переработки зерна тритикале проводили по коэффициентам, принятым в справочниках.

2.1.2. Методы исследований

В работе применяли общепринятые методы анализа свойств сырья и готовой продукции.

Технический и химический анализ свойств зерна и продуктов его переработки проводили в соответствии методами и стандартами, предусмотренными на момент проведения исследования:

1. Отбор образцов и выделение навесок (ГОСТ 13586.3 - 83);
2. Определение влажности (ГОСТ — 13586.5 – 85, 9404-88);
3. Определение природы (ГОСТ 10840-64);
4. Определение крупности и выравненности (ГОСТ 28419-97, 30483-97);
5. Определение массы 1000 зерен (ГОСТ 10842 - 89);
6. Определение зольности (ГОСТ 10847 – 74, 27494-87);

7. Определение числа падения (ГОСТ 27676-88), на приборах «Falling Number 1800» (фирма «Pertten», Швеция) и «Амилотест АТ-97 (ЧП-ТА)» (фирма НПО «Радиус», Россия);
8. Грулометрический состав крупки и муки определяли на приборе «Гранулометр ГИУ-1; 2» (Россия);
9. Определение белизны (ГОСТ 26361-84);
10. Определение кислотности муки (ГОСТ 27493-87);
11. Определение содержания крахмала (ГОСТ 10845 - 98);
12. Определение массовой доли сырого протеина по методу Кельдаля. (ГОСТ 10846-91);
13. Массовую долю жира определяли методом исчерпывающей экстракции в аппарате Сокслета;
14. Определение кислотности по болтушке (ГОСТ 10844 - 74);
15. Определение клетчатки по Кюршнеру и Ганеку;
16. Газообразующую способность муки определяли волюмометрическим методом на приборе «Rheofermentometre F3» (фирма «Chopin», Франция);
17. Оценка технологических свойств муки по параметрам амилограммы производилась с помощью прибора RVF -Австралия) и «Amylograph» (фирмы «Brabender» - Германия) и «Амилотест АТ-97 (ЧП)» (фирма НПО «Радиус», Россия);Водопоглотительную способность муки, крупки и параметры фаринограммы определяли с помощью прибора «Do-corder C3» (фирма «Brabender», Германия);
18. Определение насыпной плотности муки и крупки (ГОСТ 19440-94).

Методы математической обработки экспериментальных данных

При проведении экспериментов применяли математические методы обработки экспериментальных данных, реализуемых с помощью компьютерных программ: «Amilotest» - для обработки экспериментальных данных и нахождения параметров амилограммы и тестограммы тритикалевой муки; «Flour32» - для подсчета количества частиц порошкообразных материалов и определения их

размера и формы; «Excel» (Microsoft Office 2013) – для расчета величины достоверности аппроксимации и построения графиков; PTC Mathcad 3.0 – для математической обработки данных. В качестве графических редакторов, редакторов диаграмм и графиков применяли программы «Компас 3D V13» и «Visio» (Microsoft Office 2013).

Технологические свойства зерна тритикале и продуктов его переработки

Технологические свойства зерна на зерноперерабатывающих предприятиях определяются выходом готовой продукции суммарно и по сортам (видам), их качеством, удельными эксплуатационными расходами (затраты на выработку единицы массы готовой продукции или на переработку единицы массы исходного продукта), а также другими параметрами (извлечение, зольность продуктов и прочее). [77, 78].

Технологические свойства зерна и его анатомических частей определяются комплексом их физико-химических, структурно-механических, теплофизических, биохимических свойств с учетом их изменения под воздействием гидротермической обработки [1, 15, 16, 34, 59, 62, 63]. Оценка готовой продукции (тритикалевая крупа, тритикалевая крупка или мука тритикалевая макаронная, мука белковая тритикалевая, мука углеводная тритикалевая) осуществлялась по сумме потребительских свойств.

2.2. Исследование физико-химических характеристик зерна тритикале

В результате проведенных комплексных исследований совместно с данными, предоставленными ГНУ Донским зональным научно-исследовательским институтом сельского хозяйства, определены физико-химические характеристики зерна тритикале используемого в настоящих исследованиях (таблица 2.1).

Из представленных в таблице 2.1 данных видно, что масса 1000 зерен тритикале выше по сравнению с родительскими формами (среднее значение равно

Таблица 2.1. Физико-химические характеристики зерна тритикале различных сортов и линий

Наименование параметров	Сорта и линии тритикале															
	Трибун	Лигион	Топаз	Сколот	Зимогор	Донслав	Консул	Крона	Капрал	Ацтек	Каприз	Вокализ	Корнет	№ 3174/09	№ 3478/09	№ 3468/09
Масса 1000 зерен, г	41,3	42,5	42,1	39,8	40,0	37,4	42,4	44,1	37,3	46,3	40,2	35,3	44,1	37,7	43,0	36,7
Натура, г/л	670,0	693,3	648,3	696,7	710,0	673,3	713,3	683,3	710,0	680,0	695,7	708,3	710,0	690,0	710,0	670,0
Общая стекловидность, %	68,8	68,5	70,0	67,1	66,8	56,5	67,4	58,8	64,8	63,7	71,9	65,8	66,3	65,0	85,0	73,0
Число падения, с	111,8	238,8	248,0	256,0	133,8	180,7	135,0	126,5	151,5	139,0	274,0	147,3	139,8	258,0	265,0	244,0
Зольность зерна, %	2,16	1,91	2,12	1,98	1,81	1,94	1,83	1,92	1,84	1,96	1,98	1,79	1,79	2,05	2,10	1,94
Количество клейковины, %	29,6	21,0	27,2	21,7	18,3	23,0	18,7	18,7	17,5	22,0	22,7	17,1	17,4	30,3	28,8	27,4
Качество клейковины, ед. пр. ИДК	93,3	97,3	90,4	95,5	100,7	89,5	92,0	97,7	86,7	79,3	105,0	84,7	95,0	101,0	100,0	94,0
Белок, %	15,4	13,2	15,1	14,4	12,7	13,4	12,7	13,1	12,8	13,6	13,7	12,7	12,6	15,6	15,4	14,5
Углеводы, %	61,4	64,4	61,6	62,3	65,4	65,0	64,6	64,6	64,7	64,9	64,7	65,2	64,8	62,8	64,7	64,8
Жир, %	2,9	2,5	2,8	2,7	2,4	2,6	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	2,3	2,5	2,8	2,7	2,6
Клетчатка, %	2,16	1,91	2,12	1,98	1,81	1,94	1,83	1,79	1,84	1,96	1,98	1,79	1,92	2,2	2,2	2,1
Угол естественного откоса, град	33	35	34	35	34	36	35	34	33	32	32	35	35	33	33	34

41г.), это указывает на преобладание крупных фракций зерна в испытываемых сортах и линиях. Общее содержание белка в исследованных пробах тритикале составляло от 11,45 до 15,8 %, что максимальное количество белка находилось в сортах «Трибун» (15,4%) и «Топаз» (15,1%), а также линиях №3174/09 (15,6%) и №3478/09 (15,4%), а минимальное количество – в сорте «Корнет» (12,6%). Зольность всех проб находилась в пределах от 1,79 до 2,16 %, максимальное её значение имеет сорт «Трибун» (2,16%), а минимальное – «Корнет» (1,79). Колебания содержания клейковины от 17,1 до 30,3 %, реологические свойства клейковины от 79,3 до 105,0 ед. пр. ИДК, что характеризует её как слабую (II и III групп).

Содержание и состав белков зерна тритикале. Существующие методики по определению содержания белка в пищевом продукте подразумевают расчет путем умножения содержания азота (по методу Кьельдаля), на множитель 6.25, рассчитанный, что 16 % азота содержится в белке, и там сосредоточен. В ряде работ используется коэффициент пересчета 5.85, основанный на предположении содержания «истинного белка». Часто в публикуемых работах фактор конверсии белка, а также информация по отношению к какому базису (воздушно сухому или абсолютно сухому) рассчитано содержание белка не сообщаются. Отсутствие информации приводит к значительным разночтениям результатов и может привести к существенным ошибкам.

Проведенные исследования имеющихся образцов тритикале показали, что средний интервал содержания белка составляет от 11,45 до 15,8 % ($N \times 6,25$) на а.с.в. Из общего понимания вопроса и анализа полученных данных, можно сделать вывод, что содержание белка в зерне зависит от множества факторов: сортовой принадлежности, условий произрастания, степени зрелости зерна.

Аминокислотный состав. Изучение аминокислотного состава тритикале показало, что входящий в состав зерна, белок сбалансирован по аминокислотному составу и близок к идеальному. Можно отметить лишь незначительный дефицит серосодержащих аминокислот (таблица 2.2) [42, 103, 104, 121, 125]. Содержание

лизина составляет 6,0-6,7 г на 100 г белка [137, 140].

Таблица 2.2 - Средний аминокислотный состав зерна пшеницы, ржи, тритикале, мг на 100 г продукта. [42, 103, 104, 121, 125]

Показатели	Пшеница	Рожь	Тритикале
Незаменимые аминокислоты, всего в том числе:	3257	2770	3731
Валин	486	457	541
Изолейцин	411	360	460
Лейцин	780	620	890
Лизин	360	370	410
Метионин	180	150	180
Треонин	390	300	390
Триптофан	150	130	140
Фенилаланин	500	450	720
Заменимые аминокислоты, всего в том числе:	7452	6791	8663
Аланин	383	459	470
Аргинин	494	520	620
Аспарагиновая кислота	557	670	700
Гистидин	244	200	290
Глицин	470	430	490
Глутаминовая кислота	3106	2660	3670
Пролин	1068	910	1320
Серин	530	420	520
Тирозин	370	280	380
Цистин	230	242	203

Характеристика углеводов зерна тритикале. Углеводы зерна тритикале состоят из моносахаридов (в основном глюкозы и фруктозы), олигосахаридов (сахарозы, раффинозы, стахиозы) и полисахаридов (крахмал и клетчатка). Крахмал тритикале представляет собой белый кристаллический порошок без вкуса и запаха [3, 22, 50, 94, 103, 104, 117, 127].

Характерной реакцией на крахмал, который в своём составе имеет амилозу, является сине-голубое окрашивание при взаимодействии его с раствором йода, фиолетовый оттенок раствора показывает на содержание в крахмале амилопектина.

Содержание свободных сахаров в процессе развития и в зрелом зерне тритикале больше, чем в пшенице, а содержание пентозанов находится на одном уровне с пшеницей или чуть выше. Состав свободных сахаров характеризуется наличием до 3 % спирторастворимых сахаров, из которых около 70 % составляют

олигосахариды, до 7 % – фруктоза. Содержание глюкозы варьирует от 2,0 % до 3,0 %, мальтозы – от 4 % до 8 %. Общее содержание свободных сахаров может достигать 5 %, т. е. больше, чем в пшенице и близко к величине этого показателя для ржи [22].

Минеральный состав и витамины зерна тритикале. Содержание минеральных компонентов и витаминов зерна тритикале в сравнении пшеницей и рожью, результаты приведены в таблице 2.3 и таблице 2.4 [20, 50, 52, 103, 104, 132].

Таблица 2.3 - Минеральный состав макро- и микроэлементов тритикале

Наименование компонентов	Содержание минеральных веществ (мг/100 г)		
	Пшеница	Рожь	Тритикале
Макроэлементы			
Калий(К), мг	337	424	368
Кальций(Са), мг	54	59	55
Магний (Mg), мг	108	120	120
Натрий (Na), мг	8,0	4,0	5,0
Сера (S), мг	100	85	106
Фосфор (P), мг	370	366	396
Хлор (Cl), мг	29	46	-
Микроэлементы			
Железо, мг	5,4	5,4	5,7
Цинк, мг	2,79	2,04	3,45
Йод, мкг	8	9,3	8,5
Медь, мкг	470	460	460
Марганец, мг	3,76	2,77	3,21
Селен, мкг	29	25,8	27,5
Хром, мкг	-	7,2	-
Фтор, мкг	-	67	-
Молибден, мкг	23,6	18	24
Бор, мкг	196	310	198
Ванадий, мкг	172	121	120
Кремний, мг	48	85	-
Кобальт, мкг	5,4	7,6	5,6
Алюминий, мкг	1445	1670	1589
Никель, мкг	42,8	30,3	41,3
Олово, мкг	36,1	26,5	24,8

Титан, мкг	43,7	175,3	46,5
Стронций, мкг	193	-	123
Цирконий, мкг	24,5	-	14,3

Таблица 2.4. Содержание витаминов в зерне тритикале.

Наименование витаминов	Содержание витаминов (мг/100 г)		
	Пшеница	Рожь	Тритикале
β -Каротин (витамин А), мг	0,014	0,018	0,015
Биотин (витамин Н), мг	8,80	6,00	7,40
Ниацин (витамин В3), мг	5,04	1,30	1,32
Пантотеновая кислота (витамин В5), мг	1,10	1,00	1,32
Рибофлавин (витамин В2), мг	0,17	0,20	0,23
Тиамин (витамин В1), мг	0,41	0,44	0,46
Токоферол (витамин Е), мг	6,02	5,34	0,9
Фолацин, мкг	35,0	55,0	37,3
Холин (витамин В4), мг	90,0	-	36,0

Количественное содержание витаминов группы Е (α -токоферол) в зерне ярового тритикале соответствует уровню содержания яровой пшеницы, а в озимых тритикале их количество значительно меньше. Зерно тритикале имеет более высокий уровень тиамин (0,46мг/100г) и рибофлавина (0,23мг/100г) в сравнении с пшеницей и рожью [20, 50, 52].

2.2.1. Исследование влияние морфологических особенностей зерна тритикале на физико-химические свойства и параметры технологического оборудования

Данные исследования посвящены изучению изменения физико-химического состава зерна тритикале в зависимости от его морфологических особенностей. Исследование геометрических характеристик позволит выбрать необходимые параметры и режимы работы оборудования, параметры ситовых поверхностей для эффективного проведения операций подготовки и переработки зерна.

Принципы транспортировки зерновой массы, её очистки, фракционирования, сортирования, измельчения и прочее, разработаны с учетом физических свойств зерна (форма, линейные размеры, объем, натура, масса 1000 зерен, плотность и

другие). [13, 15, 16, 18, 78]

Геометрические характеристики.

Линейные размеры зерновок определяли на гранулометре ГИУ-2.

Объем одной зерновки $V, м^3$, определяли используя аналитическое выражение И.Р. Дударева (погрешность не более 4%),

$$V = 0,15l[1,6a^2 + b(b + a)], \quad (2.1)$$

где a, b, l – линейные размеры зерновки, м.

Площадь внешней поверхности зерна $F_3, м^2$, найдена по формуле:

$$F_3 = 4\pi R(l + 3R), \quad (2.2)$$

где $R = \frac{5a+6b}{60}$, м;

a, b, l – линейные размеры зерновки, м.

Показатель сферичности ψ , представляющий собой отношение площади равновеликого по объему шара к площади внешней поверхности зерна, вычисляли по формуле

$$\psi = \frac{F_{ш}}{F_3}, \quad (2.3)$$

где $F_{ш} = 4\pi r_V^2, м^2$;

$$r_V = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} \approx 0,62\sqrt[3]{V}, м;$$

V – объем зерновки, $м^3$.

На основе изучения морфологических свойств зерна тринадцати сортов определены необходимые параметры ситовых поверхностей при очистке и фракционировании, характеризующие крупность зерновой массы. Для получения фракций тритикале использовались пробивные сита с прямоугольным размером

отверстий с 1,7 x 20 мм до 3,2 x 20 мм с кратностью 0,2 мм.

Результаты исследований разделения зерна тритикале по фракциям представлены в таблице 2.5.

Из данных таблицы 2.5 видно, что зерно тритикале имеет хорошую выравненность (наибольший суммарный вес остатка на смежных ситах с отверстиями 2,6 x 20 мм и 2,8 x 20 мм). В исследуемых сортах преобладает в основном крупная фракция (сход с сита 2,6-3,0 x 20 мм). Проход через сито 1,7 x 20 мм практически отсутствует (до 1%).

Для более комплексного исследования физико-химических свойств тритикале, а также влияния на них различных операций и режимов обработки, были приняты сорта «Корнет» и «Трибун», прежде всего по различиям содержания белка, а также зольности.

Результаты исследований геометрических характеристик зерна тритикале сортов «Корнет» и «Трибун» различных фракций крупности представлены в таблицах 2.6 и 2.7, соответственно.

Таблица 2.6 - Геометрическая характеристика зерна тритикале сорта «Корнет»

Сход с сита №, мм	Длина l, мм	Ширина в, мм	Толщина а, мм	Объем V, мм ³	Площадь поверхности F ₃ , мм ²	Сферичность ψ	Отношение V/ F ₃ , мм	Угол естественного откоса, град
3,2 x 20	9,5	3,8	3,4	65,34	95,73	0,818	0,724	29
3,0 x 20	9,1	3,2	3,0	46,74	77,39	0,809	0,616	31
2,8 x 20	8,2	3,0	2,8	36,83	65,65	0,814	0,580	33
2,6 x 20	7,9	2,7	2,6	29,77	57,21	0,811	0,526	36
2,4 x 20	7,4	2,5	2,3	22,72	48,40	0,800	0,490	38
2,2 x 20	6,8	2,3	2,0	16,62	39,81	0,790	0,454	41
2,0 x 20	6,3	2,1	1,8	12,64	33,37	0,785	0,418	43
1,7 x 20	5,7	1,8	1,6	8,73	26,13	0,784	0,364	45
Проход 1,7 x 20	5,4	1,5	1,3	5,59	20,04	0,759	0,310	47
Исходное зерно	8,0	2,8	2,6	31,10	59,20	0,807	0,544	35

Таблица 2.7 - Геометрическая характеристика зерна тритикале сорта «Трибун»

Сход с сита №, мм	Длина l, мм	Ширина в, мм	Толщина а, мм	Объем V, мм ³	Площадь поверхности F, мм ²	Сферичность ψ	Отношение V/ F ³ , мм	Угол естественного откоса, град
3,2 x 20	9,7	3,7	3,4	65,13	95,68	0,817	0,706	28
3,0 x 20	9,3	3,2	3,0	47,76	78,82	0,806	0,616	30
2,8 x 20	8,6	3,0	2,8	38,63	68,33	0,807	0,580	31
2,6 x 20	8,1	2,7	2,5	29,21	57,29	0,799	0,526	34
2,4 x 20	7,6	2,5	2,3	23,33	49,51	0,796	0,490	36
2,2 x 20	7,0	2,3	2,0	17,10	40,80	0,786	0,454	39
2,0 x 20	6,7	2,0	1,8	12,85	34,07	0,777	0,400	41
1,7 x 20	5,6	1,8	1,6	8,58	25,74	0,786	0,364	43
Проход 1,7 x 20	5,2	1,5	1,3	5,39	19,39	0,765	0,310	46
Исходное зерно	8,5	2,9	2,7	35,58	64,98	0,804	0,562	33

Из данных таблиц следует что, при увеличении размеров зерновок увеличивается их объем и площадь поверхности, но удельная поверхность при этом уменьшается. Это влияние можно использовать при выборе режимов ГТО, т.к. при увлажнении партии тритикале с зерном больших размеров, зерновки имеют меньшую поверхность контакта с водой, в следствии чего снижается интенсивность водопоглощения. Следовательно, время отволаживания для крупного зерна будет большим. Также можно отметить уменьшение угла

естественного откоса с увеличением сферичности зерновок тритикале.

Полученные данные свидетельствуют о существенном различии структурно-механических свойств зерна тритикале разных фракций крупности.

В таблицах 2.8 и 2.9 представлены результаты исследований физико-химических свойств тритикале сортов «Корнет» и «Трибун» различных фракций крупности.

Таблица 2.8 - Физико-химические свойства зерна тритикале сорта «Корнет»

Сход с сита №, мм	Содержание фракций, %	Объемная масса, г/л	Масса 1000 зерен, г	Зольность, %	Плотность, г/см ³	Содержание, %			
						Жиры	Белка	Клетчатки	Крахмала
3,2 x 20	1,5	772	63,2	1,78	1,505	1,8	11,2	1,62	57,2
3,0 x 20	14,7	768	55,7	1,82	1,478	2,1	11,6	1,86	55,8
2,8 x 20	42,9	759	47,6	1,87	1,456	2,3	12,1	2,12	54,4
2,6 x 20	23,5	752	39,4	1,91	1,412	2,7	12,7	2,37	53,1
2,4 x 20	8,4	737	32,9	1,96	1,389	2,9	13,4	2,63	51,8
2,2 x 20	5,4	710	27,4	2,01	1,367	3,1	14,1	2,86	50,6
2,0 x 20	2,1	687	24,8	2,11	1,289	3,6	14,9	3,12	49,4
1,7 x 20	1,5	665	22,1	2,23	1,225	4,2	15,6	3,38	48,1
Проход 1,7 x 20	0,9	642	18,8	2,67	1,142	4,6	16,2	3,64	46,2
Исходное зерно	100	760	44,1	1,92	1,442	2,5	12,6	2,29	54,1

Таблица 2.9 - Физико-химические свойства зерна тритикале сорта «Трибун»

Сход с сита №, мм	Содержание фракций, %	Объемная масса, г/л	Масса 1000 зерен, г	Зольность, %	Плотность, г/см ³	Содержание, %			
						Жиры	Белка	Клетчатки	Крахмала
3,2 x 20	3,1	756	59,4	1,86	1,498	2,1	14,1	1,49	55,6
3,0 x 20	25,0	746	50,6	1,98	1,455	2,4	14,7	1,73	54,1
2,8 x 20	32,5	731	44,2	2,09	1,408	2,7	15,2	1,97	52,6
2,6 x 20	21,0	725	35,8	2,21	1,361	3,1	15,6	2,21	51,3
2,4 x 20	9,7	712	30,7	2,33	1,314	3,4	16,3	2,45	49,6
2,2 x 20	5,8	694	26,8	2,45	1,265	3,7	16,8	2,69	48,2
2,0 x 20	1,5	676	22,3	2,57	1,218	3,9	17,1	2,93	46,8
1,7 x 20	1,3	653	18,9	2,69	1,171	4,5	17,6	3,18	45,6
Проход 1,7 x 20	0,2	632	17,6	2,81	1,124	4,9	18,4	3,42	43,2
Исходное зерно	100	728	41,3	2,14	1,388	2,9	15,4	2,08	52,0

Из данных таблиц следует, что зерно тритикале сорта «Трибун» крупное, а сорта «Корнет» - средней крупности. Зольность (рисунок 2.2) и содержание клетчатки находятся в обратной зависимости от крупности отдельных зерновок, что объясняется более высоким относительным содержанием периферических частей (оболочки и алейроновый слой) в более мелком зерне. Наблюдается прямая зависимость между размерами зерна, объемной массой и массой 1000 зерен (рисунок 2.2).

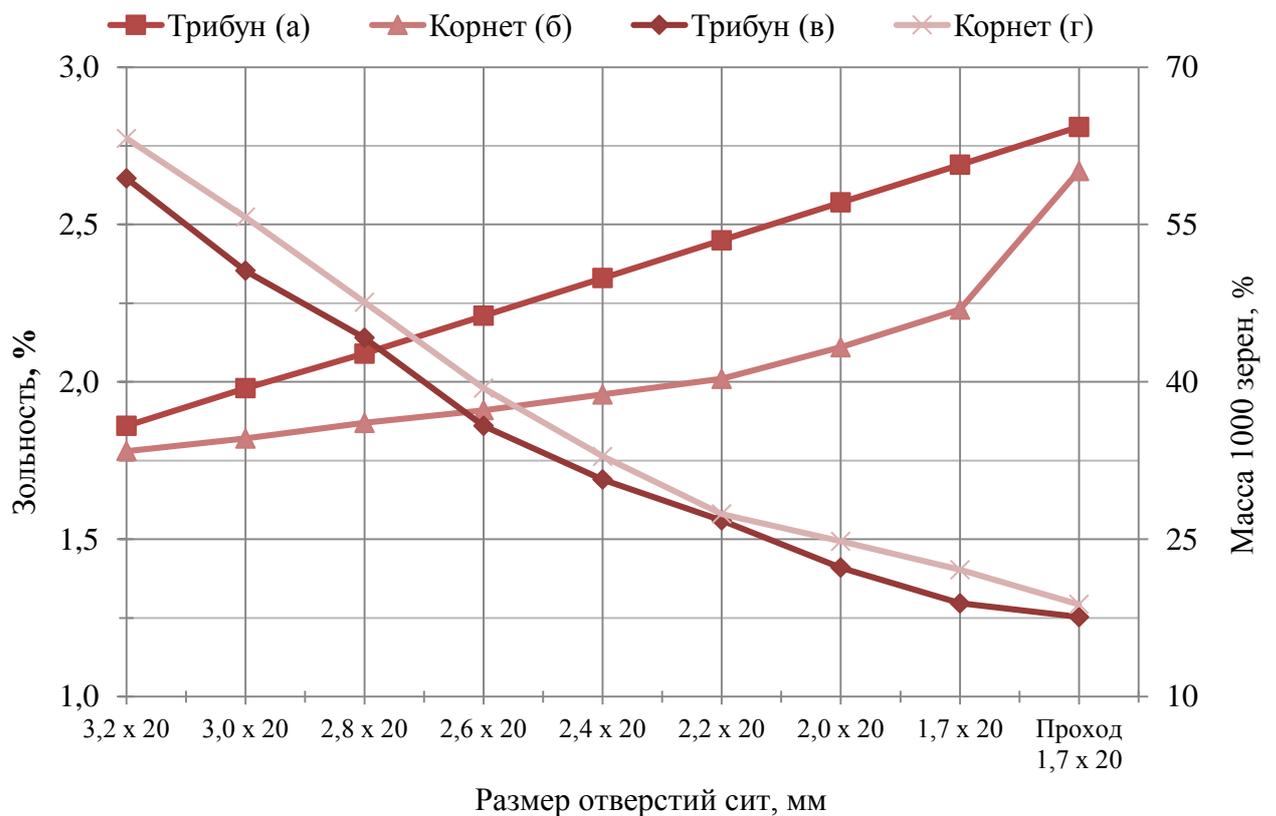


Рисунок 2.2 – Влияние фракционного состава зерна на изменение зольности и массы 1000 зерен;

где а, б – зависимость зольности зерна от его крупности;
в, г – зависимость массы 1000 зерен от крупности зерна.

Получены данные о плотности зерновок исследуемых сортов. Для фракций тритикале сорта «Корнет» колебания плотности составляют $0,027 \text{ г/см}^3$, а для сорта «Трибун» $0,043 \text{ г/см}^3$, такое колебание объясняется высоким содержанием белка. Содержание крахмала находится в прямой зависимости от крупности зерновок, это объясняется увеличением относительного количества эндосперма в более крупном зерне.

Исследованиями подтверждено, что с уменьшением крупности зерна возрастают, содержание белка (рисунок 2.3) и клетчатки. Также наблюдается прямая зависимость между параметрами зерновок и содержанием крахмала (рисунок 2.3), что можно объяснить уменьшением относительного количества эндосперма в более мелком зерне. Следовательно, крупность зерновок является значительным фактором при определении потенциального выхода муки.

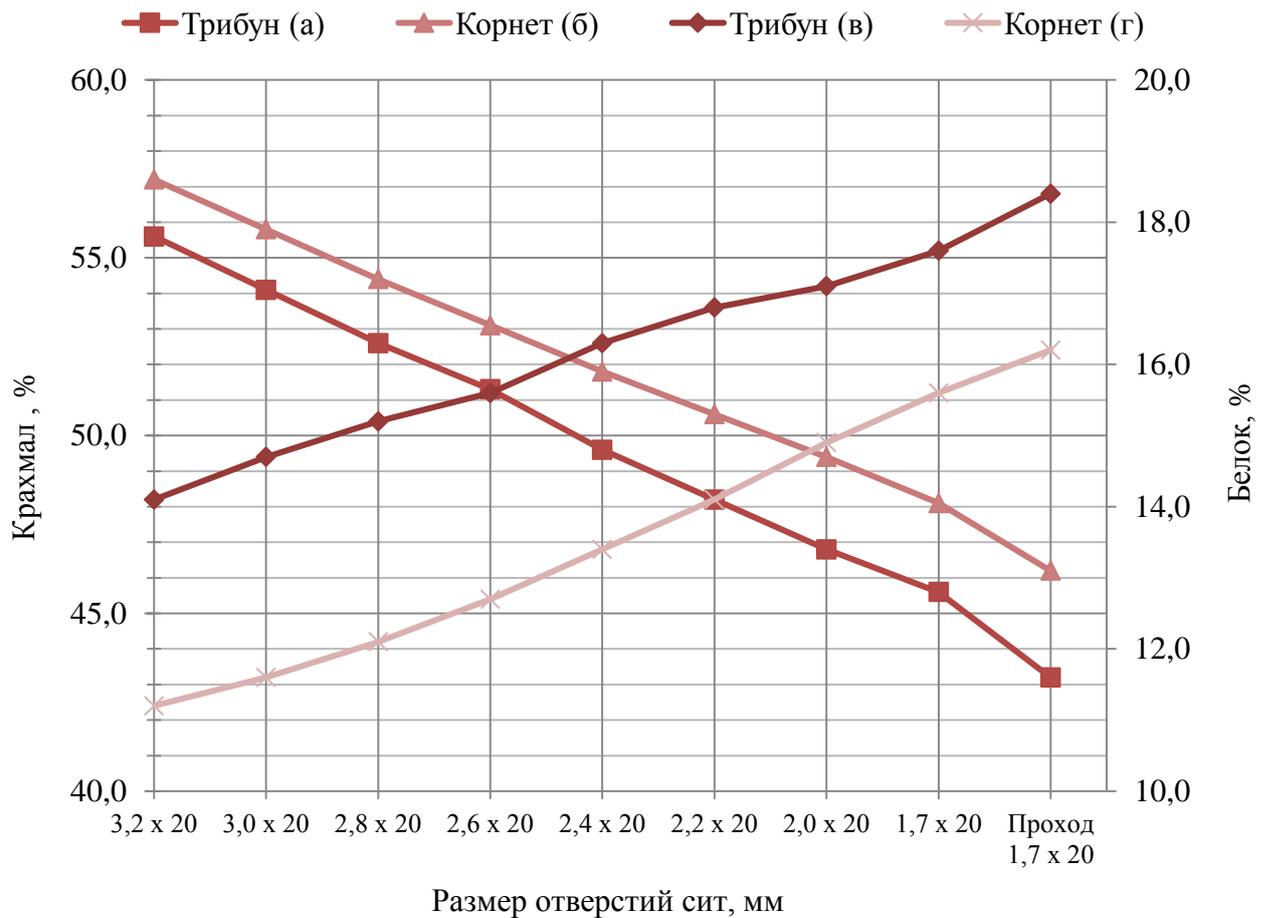


Рисунок 2.3 – Влияние фракционного состава зерна на изменение белка и крахмала от фракций зерна,
 где а, б – изменение содержания крахмала от крупности зерна;
 в, г – изменение содержания белка от крупности зерна.

Анатомические особенности.

Результаты исследований соотношения анатомических частей зерна тритикале разных размеров сортов «Корнет» и «Трибун» представлены в таблицах 2.10 и 2.11.

Таблица 2.10. Соотношение анатомических частей зерна тритикале сорта «Корнет»

Сход с сита №, мм	Толщина оболочки с алейроновым слоем, мкм	Содержание, %				
		Эндосперм	Зародыш	Оболочки:		
				Плодовые	Семенные	Алейроновый слой
3,2 x 20	138	78,4	2,2	5,9	3,1	10,4
3,0 x 20	132	77,7	2,3	6,1	2,9	11
2,8 x 20	129	77,0	2,4	6,3	2,7	11,6
2,6 x 20	123	76,3	2,6	6,4	2,5	12,2
2,4 x 20	117	75,5	2,8	6,7	2,1	12,9
2,2 x 20	112	74,6	3,1	6,8	1,8	13,7
2,0 x 20	104	74,0	3,3	7,0	1,6	14,1
1,7 x 20	95	73,8	3,5	7,2	1,2	14,3
Проход 1,7 x 20	79	73,3	3,8	7,4	1,0	14,5
Исходное зерно	125	76,1	2,5	6,4	2,5	12,5

Таблица 2.11. Соотношение анатомических частей зерна тритикале сорта «Трибун»

Сход с сита №, мм	Толщина оболочки с алейроновым слоем, мкм	Содержание, %				
		Эндосперм	Зародыш	Оболочки:		
				Плодовые	Семенные	Алейроновый слой
3,2 x 20	141	77,1	2,4	5,2	3,0	12,3
3,0 x 20	137	76,4	2,5	5,7	2,8	12,6
2,8 x 20	131	75,7	2,8	6,0	2,6	12,9
2,6 x 20	125	75,0	3,0	6,2	2,5	13,3
2,4 x 20	120	74,3	3,3	6,5	2,2	13,7
2,2 x 20	113	73,6	3,5	6,9	2,0	14,0
2,0 x 20	107	72,6	3,7	7,2	1,7	14,8
1,7 x 20	100	71,6	3,9	7,5	1,4	15,6
Проход 1,7 x 20	83	70,9	4,1	7,8	1,1	16,1
Исходное зерно	129	75,4	2,9	6,1	2,5	13,1

Анализ данных таблиц показал, что относительное содержание оболочек с алейроновым слоем и зародыша, в рассматриваемых образцах, увеличивается с уменьшением крупности зерновок, а количество эндосперма уменьшается (у фракций сход и проход сита 1,7x20 мм наиболее резко).

Влияние условий гидротермической обработки на физические свойства зерна тритикале.

Результатом воздействия влаги и тепла является изменение технологических и структурно-механических свойств зерна [37, 50, 51, 52,].

Исследования, направленные на изучение физических свойств зерновой массы под влиянием влажности, необходимы при расчете и назначении режимов оборудования подготовки и переработки, а также транспортирующего оборудования.

Имеются данные по влиянию режимов кондиционирования на физико-химические свойства многих зерновых культур, однако подобных исследований относительно зерна тритикале проводилось мало [54, 63, 93].

Внутреннее строение зерновок тритикале почти одинаковое. Зависимость физических показателей от влажности зерна тритикале представлены в таблице 2.12.

Таблица 2.12. Влияние влажности на физические показатели зерна тритикале

Физические показатели зерна тритикале	Влажность зерна, %					
	10,0	14,0	18,0	22,0	26,0	30,0
Плотность, г/см ³	1,442	1,420	1,405	1,379	1,354	1,328
Объем одной зерновки, мм ³	32,4	32,7	33,5	34,4	35,3	36,2
Натура, г/л	760	744	726	706	684	659
Скважистость, %	38,2	38,5	38,9	39,2	39,8	41,1
Угол естественного откоса, град.	33	35	36	38	39	41
Угол трения:						
– по стальному листу	25	28	30	33	36	38
– по строганой доске	27	30	33	36	38	41
– по ленте конвейера	30	33	36	39	42	46
Коэффициент трения:						
– по стальному листу	0,357	0,398	0,412	0,427	0,461	0,488
– по строганой доске	0,378	0,406	0,437	0,458	0,479	0,505
– по ленте конвейера	0,401	0,422	0,454	0,486	0,508	0,530

Анализ полученных данных показал, что с увеличением влажности, объем отдельных зерен тритикале возрастает с 32,4 до 36,2 см³, а плотность уменьшается с 1,156 до 1,028 г/см³ (рисунок 4). Это можно объяснить снижением плотности укладки веществ белкового и углеводного комплексов, входящих в состав зерна тритикале.

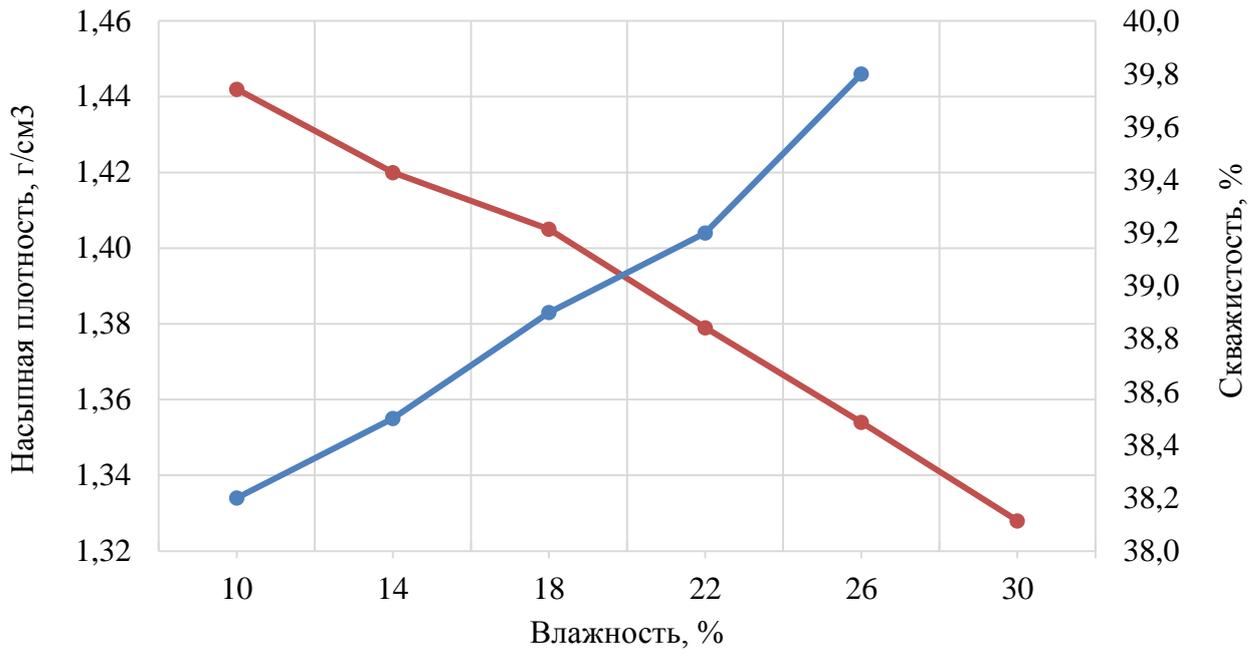


Рисунок 2.4 - Влияние влажности зерна на плотность и скважистость зерновой массы

Объемная масса зерна тритикале с повышением влажности снижается неодинаково: у сорта «Корнет» — на 101 г/л, у других сортов — до 128 г/л. Помимо влажности, на объемную массу зерна влияли и другие факторы (химический состав, форма и крупность зерна, наличие примесей и прочее). В следствие чего закономерность влияния влажности на объемную массу возможно установить только с учетом всех выше перечисленных факторов.

Скважистость зерновой массы тритикале сорта «Корнет» с увеличением влажности возросла с 38 до 41%, а угол естественного откоса увеличился с 33 до 41%.

Другие сорта тритикале имели аналогичную зависимость этих показателей с небольшими отклонениями в абсолютных значениях.

Таким образом, на основе полученных данных можно сделать вывод о том, что условия гидротермической обработки оказывают существенное влияние на формирование физических показателей зерна тритикале.

Заключение по разделу 2.2

Таким образом, в ходе исследовательской работы получены данные по физико-химическим, в том числе структурно-механическим свойствам зерна тритикале различных сортов и их фракций.

Впервые, пофракционно исследованы химический состав, физические показатели, определены геометрические характеристики, соотношение анатомических частей зерна тритикале.

По результатам экспериментальных исследований получены данные и определено влияние фракционного состава на изменение физико-химических и структурно-механических свойств зерна тритикале.

Установлена прямая взаимосвязь между крупностью зерна и его физическими характеристиками: массой 1000 зерен, плотностью, объемной массой. Изучение соотношения анатомических частей и физических свойств зерна тритикале показало, что с увеличением размеров зерновок возрастает содержание эндосперма и снижается относительное содержание количества оболочек с алейроновым слоем и зародышем.

Исследованиями установлено, что, используя физические параметры зерновок (линейные размеры, массу 1000 зерен, натуру, плотность) в качестве признаков разделения, можно осуществлять эффективное фракционирование зерна тритикале, получая фракции, существенно отличающиеся содержанием жира, белка, клетчатки и крахмала.

В результате исследований подтверждено, что влажность оказывает существенное влияние на многие физические характеристики продуктов – повышаются насыпная плотность, деформационные, сдвиговые, адгезионно-когезионные характеристики, угол естественного откоса и другие.

Полученные данные о физических, химических свойствах, соотношении анатомических частей, а также влиянии влагосодержания зерна тритикале различной крупности позволят в ходе дальнейших исследований разработать рациональные процессы его фракционирования, очистки от примесей и гидротермической обработки при подготовке к помолу, а также позволят конструировать новые продукты с заданными технологическими свойствами.

2.3. Исследование операций и режимов подготовки зерна тритикале к переработке

Технологический процесс подготовки зерна должен обеспечить: эффективную очистку зерна от примесей; обработку поверхности зерна; гидротермическую обработку (ГТО) в соответствии с установленными режимами; дозирование и смешивание компонентов помольной смеси до однородного состояния в требуемом рецептурой соотношении; производительность, необходимую для плановой загрузки и стабильной работы отделения переработки. [15, 25, 26, 32, 45, 47, 65, 69, 77, 78, 90, 95, 100]

При построении технологических схем подготовки зерна применяются рекомендуемые последовательности операций и порядок применения машин указанные в «Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» 1 и 2 части. [78]

2.3.1. Определение режимов подготовки зерна тритикале к помолу на основе традиционных схем

Зерно, направляемое на переработку, должно быть очищено от примесей с возможно более полным их удалением. [78]

Разнообразные примеси, всегда встречающиеся в партиях зерна, в разной степени влияют на сохранность, качество зерна, выход и качество вырабатываемых из него продуктов, и даже способны сделать ее непригодной для употребления. Наличие примесей в зерне (сорной, зерновой, металломагнитной), особенно

трудноотделимых, приводит к необходимости сложной и многоступенчатой очистки. [15, 53, 55, 68, 90, 92]

К сорной примеси относят органическую (части стеблей растений, стержней, колоса, остей и цветочных пленок), минеральную примеси (комочки земли, галька, песок), проход через сита с отверстиями диаметром 1 мм (мелкие частицы минеральной и органической примесей, мелкие семена сорняков), зерна с явно испорченным эндоспермом (зерна загнившие, заплесневевшие, изъеденные вредителями), вредные примеси (спорынья, головня, вязель разноцветный, горчак, мышатник, плевел опьяняющий и т.д.). [15, 49, 53, 66, 68]

К зерновой примеси относят битые зерна основной культуры, проросшие зерна основной культуры, щуплые, сильно недоразвитые зерна основной культуры. [15, 78]

Кроме зерновой и сорной примесей, в массе зерна могут присутствовать металломагнитные примеси, для выделения которых устанавливают магнитные сепараторы. [15, 78]

Исследования отечественных специалистов показало, что количественное содержание примесей в партиях зерна тритикале меньше, чем в пшенице. Наблюдалось изменение количества сорной примеси в зерне тритикале в пределах 1,7% (в партиях зерна пшеницы – 2,0%); количества зерновой примеси в зерне тритикале изменялось в пределах 4,0% (у пшеницы – 4,5%). Основными посторонними примесями, встречающимися в зерне тритикале, являются: семена куколя, овсюга, горчака, гречихи вьюнковой, плевела, а также спорынья и головня. [19]

Правильная организация проведения процессов очистки зерновой массы, требует предварительного анализа примесей зерна, а также операций первичного сепарирования, которые позволят подобрать рациональные режимы очистки и тип используемого оборудования.

Засоренность зерна определяют выделением крупных примесей из пробы анализом навески (выделенной из средней пробы) и в случае необходимости путем выделения вредных и особо учитываемых примесей из дополнительных навесок. [Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. – М., 1988 г.].

Проведены исследования партий зерна тритикале на наличие сорной и зерновой примесей, вредных примесей, а также плодов сорняков и семян. Наименования и характеристики наиболее часто встречающихся засорителей зерна тритикале приведены в таблице 2.13 [15, 68].

Таблица 2.13 - Физико-механические характеристики сорных и зерновых примесей в зерне тритикале

№ п/п	Культура и примеси	Скорость витания, м/с	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм
1	Тритикале	3,5-7,5	3,0-3,3	2,8-3,1	8,0-11,0
2	Куколь	6,8-9,8	1,5-3,0	2,0-3,5	2,6-3,8
3	Овсяг	5,5-8,3	1,2-3,0	1,4-3,2	8,0-20,0
4	Горчак	3,5-7,5	0,7-1,4	2,0-2,5	3,5-7,5
5	Плевел	4,5-9,5	0,7-2,0	1,4-2,7	3,7-8,1
6	Спорынья	-	0,8-1,8	1,0-3,0	2,0-8,5
7	Головня	3,0-8,0	-	-	-
8	Гречиха вьюнковая	3,7-7,4	1,6-2,6	1,6-2,8	2,0-3,6

Перечень основных примесей в зерна тритикале, указанных в таблице 2.13, в определенной мере является аналогичным, как при учете их в партиях пшеницы и ржи. В результате чего, возможно использование традиционных технологических схем и типов зерноочистительного оборудования подготовительного отделения при переработке зерна тритикале.

В основу конструкций и принципа действия зерноочистительных машин положены различия физико-механических свойств зерна и примесей: размеры; плотность; скорости витания; форма; состояние поверхности. [15, 28, 68]

Партии зерна, поставляемые на переработку на мукомольные и крупозаводы,

по качеству не должны быть ниже кондиций, утвержденных стандартами, техническими условиями или временными нормами качества на зерно. [15, 35, 68]

В виду отсутствия Государственных стандартов на продовольственное зерно тритикале, показатели качества, определяющие состояние партий зерна, не регламентированы. На практике эти показатели определяют используя Технические условия ТУ 8 РФ 11-114-92 «Тритикале. Требования при заготовках и поставках», разработанные ВНПО «Зернопродукт» и утвержденные в 1991 г., ГОСТ Р 53049-2008 «Рожь», ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия», а также руководствуясь «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах и крупяных предприятиях».

Согласно требованиям при заготовках и поставках зерна тритикале, а также рекомендуемым показателям качества зерна пшеницы и ржи, взятым из «Правил организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. Часть 1», содержание сорной примеси в зерне тритикале не должно превышать 2%, в том числе испорченных зерен не должно быть более 1%, а для макаронных помолов не более 0,5%, в том числе вредной не более 0,2%. Содержание зерновой примеси ограничивается 4%.

По результатам анализа существующих технологических схем подготовки пшеницы и ржи к помолу, а также при лабораторном моделировании процессов очистки, подобрана рациональная технологическая схема очистки зерна тритикале от сорной и зерновой примесей (рисунок 2.5).

Для зерновой массы тритикале целесообразно использовать следующие машины отделения зерноочистки: скальператор, ситовоздушный сепаратор, пневмосепаратор, магнитный сепаратор, обочная машина, триеры куколе- и овсюго-отборник.

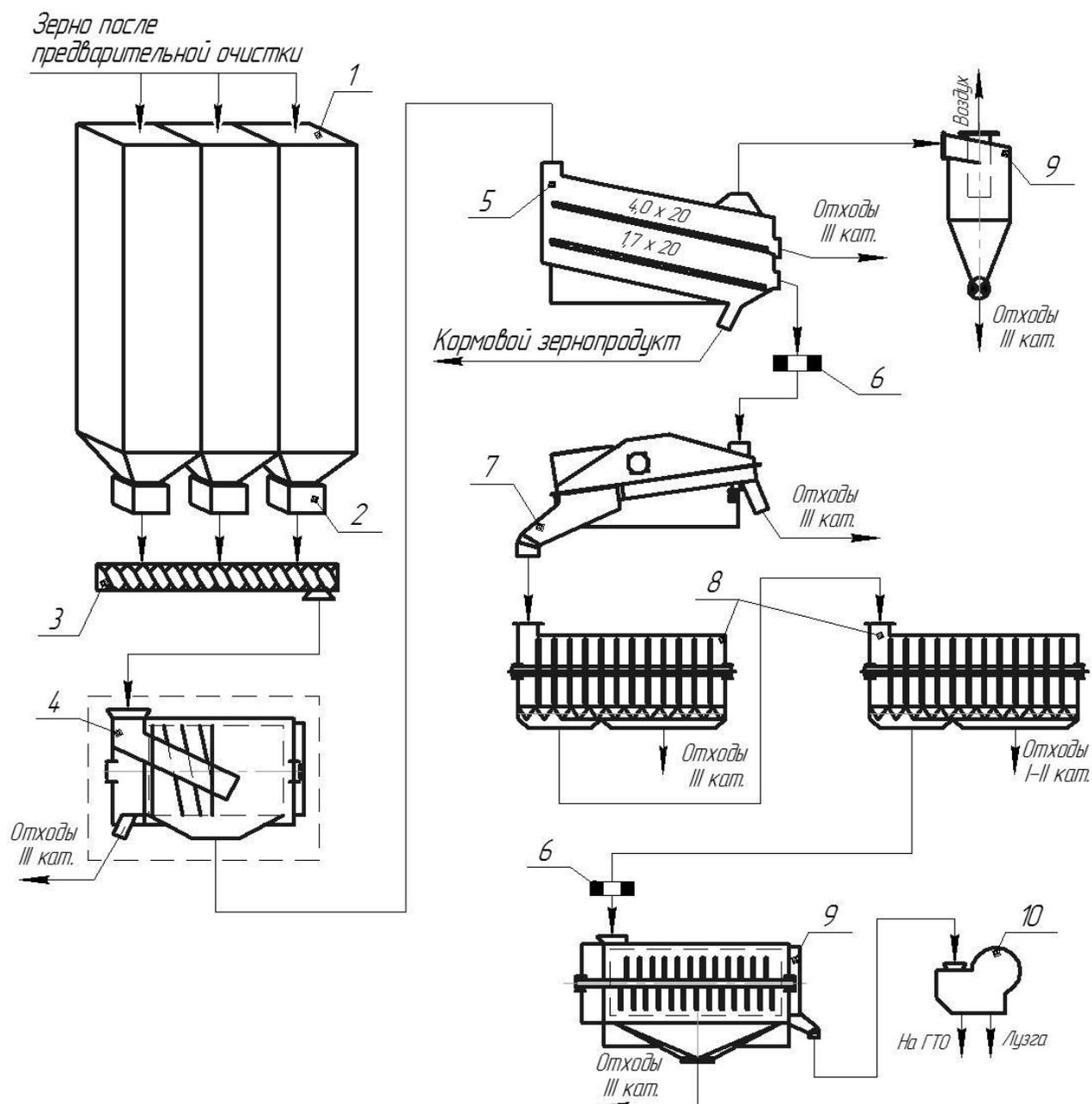


Рисунок 2.5 – Технологическая схема моделирования стадии подготовки тритикале к переработке

На рисунке изображены: 1 - емкости для неочищенного зерна; 2 - дозаторы; 3 - шнек; 4 - скальператор; 5 - сепаратор воздушно-ситовой; 6 - магнитный сепаратор; 7 - камнеотборник; 8 - триеры; 9 - обоечная машина; 10 - дуасператор.

При моделировании процессов зерноочистки применялись технологические средства и решения согласно схеме, представленной на рисунке 2.5. Эксперименты проводились на лабораторном оборудовании, адаптированном под промышленное.

Зерно после предварительной очистки на элеваторе размещают в бункерах для неочищенного зерна 1 на зерноперерабатывающем предприятии. Бункера снабжены дозаторами 2 для обеспечения выпуска зерна с заданной

производительностью. При заданных расчетных значениях расходов дозаторов, зерно выпускают на транспортирующее устройство 3.

В случае ненадлежащей очистки зерна на элеваторе или при полном её отсутствии, в технологическую схему подготовки зерна тритикале включают оборудование для выделения грубых примесей – скальпиратор 4.

С целью выделения крупных, мелких и легких примесей проводят первичную очистку зерна на сито-воздушном сепараторе 5.

При очистке зерна использован лабораторный ситовоздушный сепаратор У1-АОЗ. Параметры ситовых поверхностей сепаратора У1-АОЗ: верхнее сито с прямоугольными отверстиями размером 4,0x20 мм или с круглыми отверстиями диаметром 5 мм, нижнее сито с прямоугольными отверстиями размером 1,7x20 мм.

Далее, из зерновой массы выделяют минеральную примесь в камнеотборнике 7, после чего зерно отправляется на обработку в триеры 8.

Размеры ячеек рабочего барабана лабораторного триера «Petkus» были выбраны: при выделении куколя от 4 до 5 мм, а при выделении овсюга от 8 до 10 мм или от 11 до 13 мм, в зависимости от сорта тритикале.

Интенсивную очистку поверхности зерна проводят в обоечной машине 9, одновременно удаляя отделившиеся оболочки пневмоасператором 10. Для тритикале установлен размер отверстий ситового цилиндра обоечной машины, равный 1,0 мм. В результате интенсивного воздействия зерна с бичами ротора и ситового цилиндра машины, поверхность зерна очищается от пыли с частичным удалением верхних слоев плодовых оболочек.

Для выделения металломагнитных примесей, в технологической схеме применяются магнитные сепараторы 6.

Результаты экспериментального моделирования операций и режимов

подготовки зерна тритикале показали возможность использовать серийно выпускаемое оборудование. Учитывая незначительные, в настоящее время, объемы производства зерна тритикале [19], целесообразно предусматривать производственные цеха по переработке зерна с производительностью от 1 т/час,

В результате моделирования процесса очистки зерна тритикале от сорной и зерновой примесей по схеме, представленной на рисунке 2.5, были установлены рекомендуемые значения режимов работы и параметры рабочих органов оборудования для обеспечения эффективного процесса зерноочистки. Эти значения указаны в таблице 2.14.

Таблица 2.14 - Режимы и установочные параметры оборудования на стадии подготовки зерна тритикале

Марка оборудования	Производительность, тонн/час	Установочные параметры	Параметры режимов обработки	Технологические параметры
Сепаратор вибрационный СПВ-06	1,3 (7)	Угол наклона сит, град 7 1 сито № 4,0x20 мм 2 сито № 1,7x20 мм	Амплитуда колебаний $r = 3$ м, число колебаний 750 кол/мин	Удельная нагрузка $q = 100$ кг/см час
Пневмосепарирующее устройство УПС-06	1,3 (7)	Пневмосепарирующий канал Длина $L = 600$ мм Ширина $B = 140$ мм	$V = 7,0$ м/с	Удельная нагрузка $q = 116$ кг/см час
БТХМ 2.00.000	1,5	Размеры ячеек рабочего цилиндра Диаметр – 4,0-5,0 мм	протора = 40 об/мин	Удельная нагрузка $q = 120$ кг/ м ² час
БТХМ 2.00.000-01	1,35	Размеры ячеек рабочего цилиндра Диаметр – 8,0-10,0 мм	протора = 40 об/мин	Удельная нагрузка $q = 108$ кг/ м ² час
Обоечная машина СИГ-3010	1,3 (7)	Размер ситовой обечайки Длина – 940 мм Диаметр – 300 мм Размер отверстий сита – 1,0 мм	протора = 900 об/мин $V = 28,3$ м/с	Удельная нагрузка $q = 7,9$ т/ м ² час
Увлажнительная машина А1-БШУ-1	1 – 1,3	Размеры рабочего цилиндра Длина – 1150 мм Диаметр – 300 мм	протора = 1140 об/мин	Удельный расход воды 150 л/т час

Примечание: в скобках указана предельная производительность машин

В процессе подготовке зерна стремятся придать ему свойства, которые в наибольшей степени способствуют получению нужных результатов при

переработке. В зависимости от вида и целевого назначения вырабатываемых продуктов, зерновую массу подвергают гидротермической обработке (ГТО) - направленному изменению структурно-механических свойств составных частей зерновок. Процесс гидротермической обработки зерна характеризуется технологической схемой, которая регламентирует последовательность технических средств, совокупностью параметров их работы (степенью и количеством этапов увлажнения, типом влагоносителя, его температурой или давлением), а также временем отволаживания. [29, 31, 69, 78,]

В данной диссертационной работе рассматриваются несколько технологических схем переработки зерна тритикале, так как рассматривается возможность получения разных видов конечного продукта. Различные технологии подразумевают различные технологические решения и средства для их осуществления, связанные со спецификой вырабатываемой продукции. В связи с этим, в общую схему подготовки зерна, представленную в данной главе, в целях получения необходимого технологического результата, будут внесены соответствующие изменения. Режимы гидротермической обработки также будут описаны для каждой технологии отдельно в соответствующем разделе.

2.3.2. Составление гомогенных помольных смесей из зерна тритикале по физико-химическим свойствам

Подготовка зерна также включает операции по формированию помольных смесей. Необходимость формирования помольных смесей обусловлена тем, что на заводы поступают партии зерна из различных районов произрастания, различных видов, сортов, а также при необходимости использования зерна с различными технологическими свойствами и биохимическим составом с целью получения продуктов для целевого использования [26, 95, 96, 98, 101]. На основе этого целесообразно составлять гомогенные помольные партии и смеси из зерна тритикале для дальнейшей переработки тритикале в крупу и муку различных видов.

Каждый район территории возделывания тритикале имеет свои, присущие этому району климатические особенности, поэтому сорта тритикале, произрастающие в этих районах, отличаются друг от друга разнообразием технологических свойств, которые оказывают существенное влияние на весь технологический процесс переработки и, как следствие, на качество выпускаемой продукции.

На основе многочисленных исследований и промышленной апробации установлена целесообразность использования в переработку однородных смесей, состоящих из различных типов и сортов зерна. [32, 47, 74]. Однако техника и технология на мукомольных заводах не позволяют эффективно выполнить эту задачу. Причиной введения процесса гомогенизации являются также большие колебания основных параметров качества зерна, получаемых при формировании помольных партий на заготовительном и мельничном элеваторах. В современных условиях проблема усложняется тем, что на элеваторы поступают партии разнокачественного зерна малых объемов. В результате в одном силосе оказывается зерно с разным технологическим потенциалом. Переработка таких партий зерна на мукомольном заводе приводит к перенастройке режимов его технологических процессов. [32, 47, 74, 78, 95, 100, 101]

Требования к качеству помольных партий и смесей зерна тритикале формируются на основе базисных выходов предполагаемого продукта, и эффективности подготовки зерна на зерноперерабатывающем предприятии [34, 35, 59, 78, 90].

Свойства зерна, поступающего из подготовительного отделения, должны в течение длительного времени быть неизменяемыми для того, чтобы можно было поддерживать стабильными режимы работы оборудования и выход готовой продукции заданного качества. [34, 35, 78].

Для обеспечения стабильности технологического процесса на зерноперерабатывающих предприятиях на возможно длительное время

необходимо обеспечить устойчивость технологических свойств зерна – формировать однородные помольные партии и смеси зерна постоянного качества, обуславливающие лучшее использование зерна и получение требуемого продукта с высокими потребительскими свойствами. [47, 74, 95, 96,]

Разнокачественность партий и смесей зерна усложняет и снижает эффективность процесса переработки, требует корректировки режимов работы технологического оборудования, приводит к выработке продукции с различными показателями качества. [15, 35, 78].

В связи с этим возникает необходимость совершенствования процесса производства многокомпонентных однородных помольных партий и смесей зерна тритикале путем введения операций гомогенизации зерна и средств для их реализации.

На рисунке 2.6 представлена схема, являющиеся отображением технических решений, направленных на совершенствование системы подготовки и формирования помольных партий и смесей зерна тритикале.

Технологические и технические решения, представленные на схеме, подробно отражены в полученном патенте RU 2447931 МПК В01F7/04 «Способ и устройство производства многокомпонентных однородных помольных партий и смесей зерна пшеницы» [72].

Этап 1. Гомогенизация помольных партий (Рисунок 2.6).

Целью этого этапа является осреднение показателей качества зерна в каждом исходном силосе.

По результатам исследований физико-химических свойств тритикале (глава 2.2 настоящей диссертации), рациональным является размещение партий зерна, предназначенных к переработке, в исходные силоса по содержанию белка и

твердозерности. Также возможно использовать и другие параметры в зависимости целевого использования получаемой продукции.

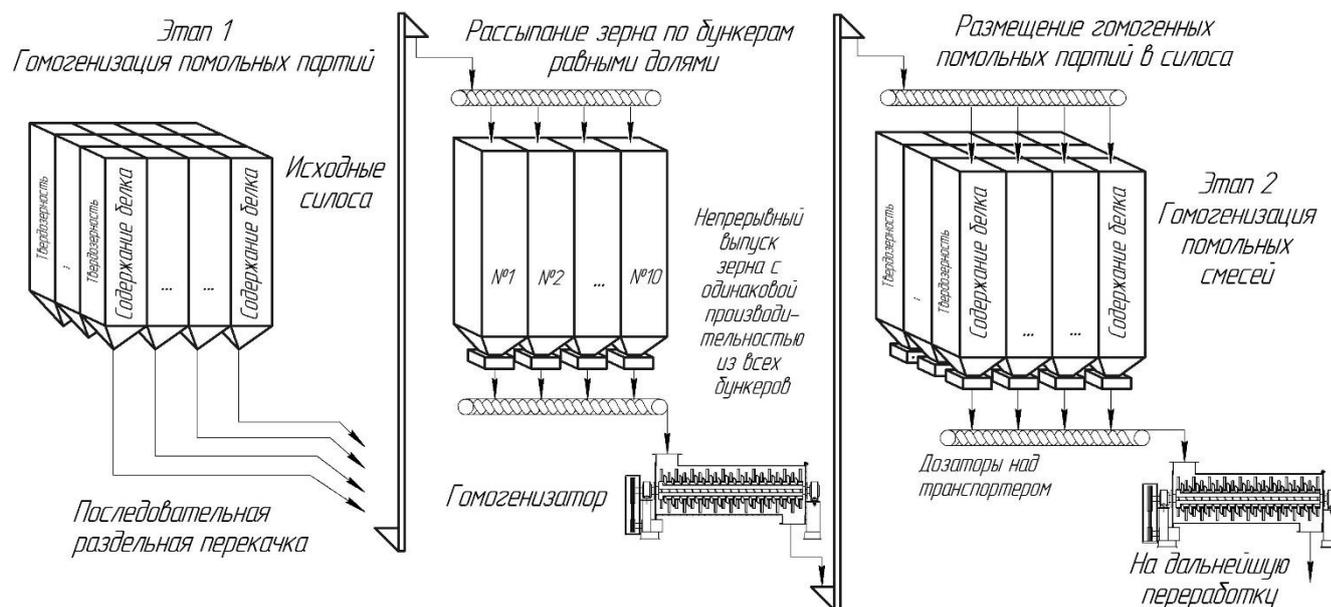


Рисунок 2.6 – Технологическая схема процесса гомогенизации зерна при подготовке его к помолу.

Помольные партии, из каждого исходного силоса, при помощи транспортрующего оборудования, распределяют равными объемами по n бункерам. Эта операция предназначена для квантования зерна на отдельные порции, её осуществляют отдельно для каждого исходного силоса. Объемы и количество бункеров зависит от технических возможностей предприятия. Бункера снабжены дозаторами для обеспечения выпуска зерна с заданной производительностью, а также оснащены системой послойного истечения зерна. Снабжение емкостей системой послойного истечения предотвратит при выпуске зерна образование воронки, которая способствует концентрированию отдельных элементов смеси.

Далее осуществляют непрерывный выпуск зерна с одинаковой производительностью из всех бункеров на транспортирующее устройство. Пуск дозаторов осуществляют с интервалами времени пропорциональными расстояниям от каждого из них до самого удаленного от разгрузочного конца транспортирующего устройства. Самый удаленный дозатор пускают первым. За

счет этого, при выпуске на транспортирующее устройство потоки зерна создают объединенный поток, который включает зерно равными долями из каждого бункера.

Объединенный поток зерна обрабатывается в гомогенизаторе, где зерно смешивается с высокой эффективностью, в итоге образуя гомогенные помольные партии.

Этап 2. Гомогенизация помольных смесей (рисунок 2.6).

Основной целью этого этапа является формирование потребительских свойств зерна по физико-химическим показателям (содержание белка, витаминов). В зависимости от требований технологии из гомогенных помольных партий формируют гомогенные помольные смеси с требуемыми технологическими параметрами. Для этого при заданных расчетных значениях расходов дозаторов, обеспечивая послойное истечение, зерно выпускают на транспортирующее устройство. Пуск дозаторов осуществляют идентично первому этапу. Образовавшийся объединенный поток поступает в гомогенизатор. После обработки в гомогенизаторе зерно приобретает свойства гомогенной помольной смеси.

Устройство для гомогенизации зерна – ГЗ-1 (рисунок 2.7), содержит горизонтально установленную цилиндрическую камеру, с загрузочными и разгрузочными приспособлениями, расположенными по касательной к камере, полый ротор, установленный внутри камеры, на котором продольно под разными углами к его оси установлены лопасти, профиль которых выполнен плоским.

Лопасты имеют различную высоту, это позволяет создать внутри камеры слои зерна различной толщины и относительной скоростью перемещения, что обеспечивает интенсивное перемешивание и высокое качество получаемой смеси.

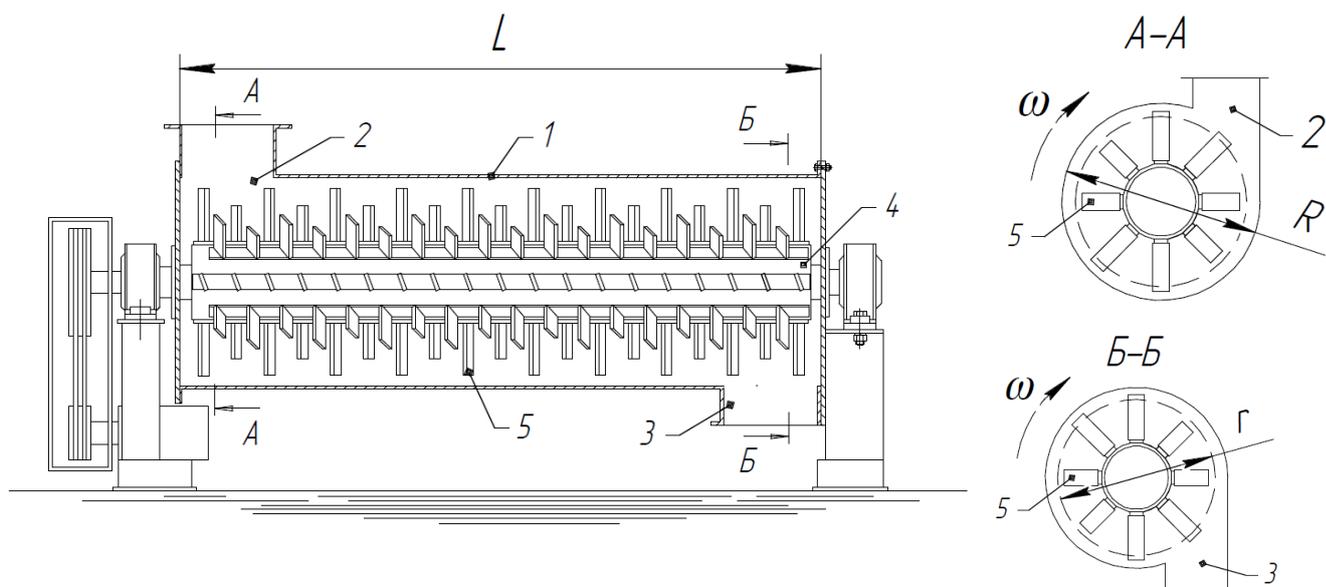


Рисунок 2.7 - Схема установки ГЗ – 1

На схеме указаны: 1 - цилиндрическая камера; 2 - приемный патрубок; 3 - разгрузочный патрубок; 4 - ротор; 5 – лопасти.

Устройство для гомогенизации зерна также является вновь разработанным и подтверждено патентом RU 2447931 МПК В01F7/04.

Влияние формы лопастей, угла наклона и поворота, размера, их взаимного расположения на эффективность процесса требует отдельных дополнительных исследований.

Гомогенизатор зерна является модификацией увлажнительной машины А1-БШУ. На основе проведенных аналитических исследований выявлена связь между конструктивными, кинематическими параметрами, производительностью и параметрами обрабатываемого продукта. Физический смысл критерия подобия заключается в равенстве удельных энергетических затрат A , Дж/кг, на обработку продукта в разрабатываемой и эталонной машине

$$A = \frac{N \cdot t}{G} = \frac{L}{Q} \cdot \pi \cdot \left[R^2 - \left(\frac{r}{4} \right)^2 \right] \cdot \left(\frac{\omega}{7} \right)^3 \cdot r \cdot R \cdot f \cdot \rho, \quad (2.4)$$

где N – мощность, Вт;

L - длина рабочей камеры;

Q - производительность машины, кг/с;

R - радиус рабочей камеры, м;

r - средний радиус лопастей, м;

- ω - угловая скорость вращения ротора, c^{-1} ;
 f - коэффициент трения относительного скольжения кольцевых слоев зерна;
 ρ - плотность зерновой массы в машине, $кг/м^3$.

Применение критерия подобия при расчете соотношения параметров устройства, процесса и обрабатываемого продукта позволит создать типоразмер гомогенизатора под заданную производительность.

Проведенные исследования на созданном экспериментальном стенде позволили определить эффективность процесса центробежно-роторной гомогенизации.

В современной практике зерноперерабатывающей промышленности в качестве критерия оценки эффективности смешивания используют коэффициент вариации (неоднородности) V , %:

$$V = \frac{100}{\bar{x}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2.5)$$

где \bar{x} - среднее арифметическое значение концентрации ключевого компонента в пробах, %;
 x_i - значение ключевого компонента в i -ой пробе, %;
 n - число проанализированных проб, шт.

С целью применения разработанного способа гомогенизации для зерна тритикале были проведены исследования его эффективности по сравнению с пшеницей. Эксперименты проводились на лабораторной установке БШУ, параметры которой представлены в таблице 2.15.

На рисунке 2.8 показаны зависимости коэффициента вариации (неоднородности) от продолжительности гомогенизации зерна тритикале и пшеницы. Анализ полученных данных позволяет утверждать, что при использовании зерна тритикале по сравнению с пшеницей эффективность гомогенизации изменяется незначительно (1-2%).

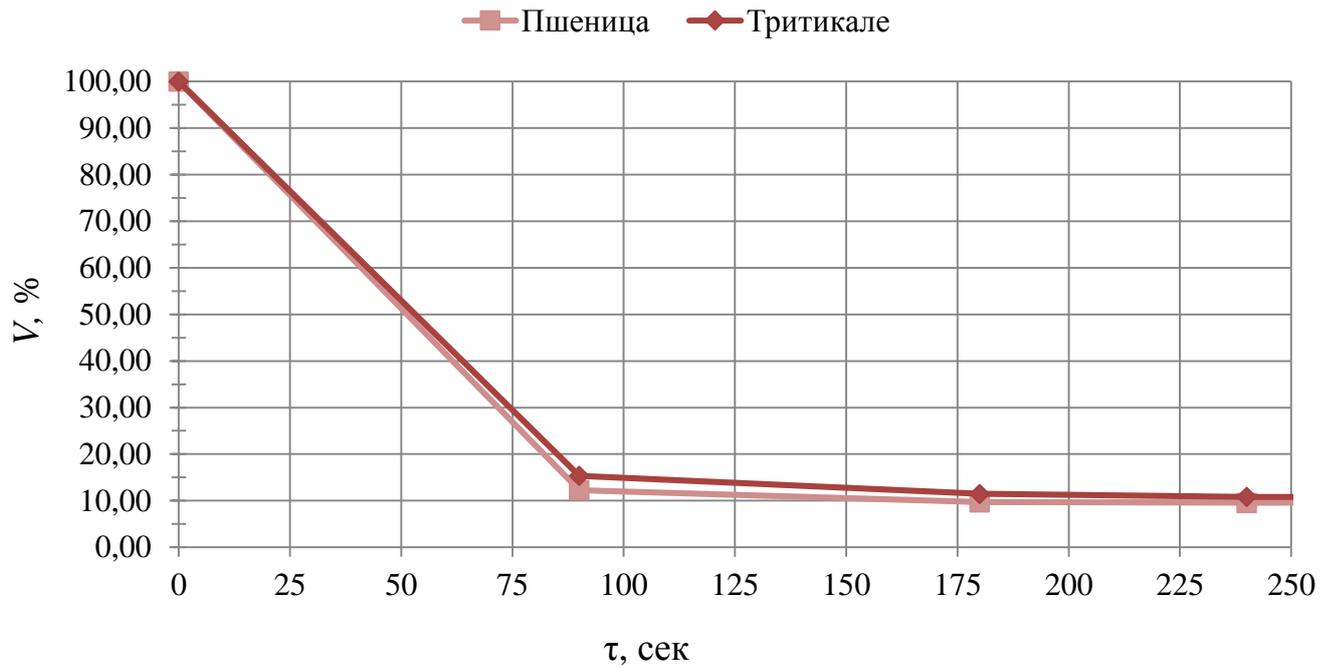


Рисунок 2.8 – Эффективность гомогенизации зерна пшеницы и тритикале

Для сравнения эффективности процесса гомогенизации зерна тритикале, при использовании различных видов оборудования, проведены исследования горизонтального шнекового смесителя, лабораторной установки БШУ (адаптированную под промышленную увлажнительную машину А1-БШУ), а также созданного гомогенизатора зерна (ГЗ-1). Основные параметры используемых экспериментальных установок представлены в таблице 2.15.

Таблица 2.15 - Параметры экспериментальных установок для гомогенизации зерна

Наименование установки	Параметры установки				
	Принцип действия	Длина рабочей камеры L, м	Диаметр рабочей камеры D, м	Радиус рабочего органа r, м	Частота вращения рабочего органа n, об/мин
БШУ	Непрерывный	0,75	0,20	0,085	1000
ГЗ-1	Непрерывный	0,75	0,20	0,070	1000
Горизонтальный шнековый смеситель	Непрерывный	1,00	0,15	0,075	200

Результаты эффективности процесса, выраженной коэффициентом вариации представлены в таблице 2.16

Таблица 2.16 - Параметры экспериментальных установок для гомогенизации зерна

Этап гомогенизации	Коэффициент вариации V, %		
	БШУ	ГЗ-1	Горизонтальный шнековый смеситель
До гомогенизации. (компоненты изолированы друг от друга).	100,00	100,00	100,00
1 Этап	12,25	7,10	43,67
2 Этап	9,69	4,48	26,34
3 Этап	9,56	4,98	18,60
4 Этап	9,62	5,06	12,80
5 Этап	9,09	4,90	11,06

Анализ данных таблицы 2.16, показал, что при гомогенизации на установке подобной машине А1-БШУ возможно получить удовлетворительные результаты эффективности смешивания. На созданной экспериментальной установке ГЗ - 1 достигается наилучшая эффективность процесса, предположительно, за счет изменения длины части лопастей, причем лопасти одинаковой высоты образуют винтовую линию вдоль ротора.

При гомогенизации на горизонтальном шнековом смесителе схожий результат достигается при большем времени обработке.

Результаты исследований эффективности гомогенизации зерновой массы от продолжительности процесса, при сравнении разработанного устройства с машинами аналогичного принципа действия и поставленными задачами представлены на рисунке 2.9.

Зависимости коэффициента вариации (неоднородности) от продолжительности гомогенизации, представленные на рисунке 2.9, показывают, что центробежно-роторная гомогенизация является эффективным процессом для получения помольных партий и смесей зерна с высокой степенью однородности.

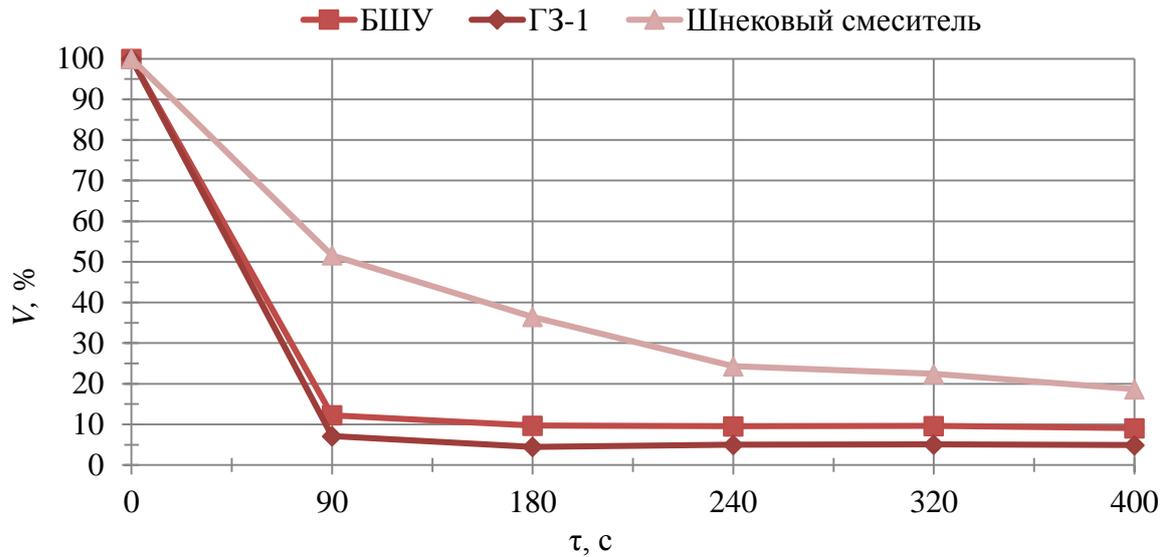


Рисунок 2.9 - Зависимость коэффициента вариации от продолжительности гомогенизации

Результаты экспериментальных исследований показали, что используя способ и устройство для гомогенизации зерна тритикале, возможно осуществлять производство гомогенных помольных смесей высокой степени однородности. Коэффициент неоднородности (вариации) достигал 4,5%.

Полученные данные могут послужить основой для изучения оптимальных параметров процесса и устройства в дальнейших исследованиях.

Заключение по разделу 2.3

В ходе исследовательской работы выявлены наименования примесей, наиболее часто встречающихся в партиях зерна тритикале.

Анализ физико-механических характеристик основных примесей партий тритикале, а также моделирование существующих технологических операций, позволили подобрать необходимые технологические схемы и типы зерноочистительного оборудования, позволяющие осуществлять стадию подготовки с высокой эффективностью.

Исследования подтвердили, что процессы подготовки зерна тритикале возможно осуществлять на выпускаемом серийном оборудовании.

В результате исследований усовершенствована технологическая схема очистки от сорной и зерновой примесей, на основе разработанного способа формирования гомогенных помольных смесей зерна по целевому назначению.

По результатам исследований получен патент (RU 2447931 МПК В01F7/04) на разработанный способ гомогенизации многокомпонентных помольных партий и смесей зерна и устройство для его реализации.

Таким образом, на основании проведенных исследований определена и усовершенствована технологическая схема стадии подготовки зерна тритикале, а также скорректированы режимы работы зерноочистительного оборудования, позволяющие достичь эффективности очистки зерна тритикале 97-99% и получать продукцию со стабильными технологическими свойствами.

Структурная схема стадии подготовки изображена на рисунке 2.10.

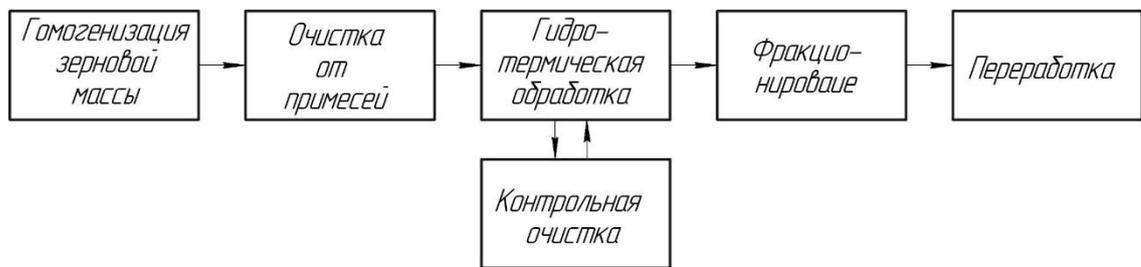


Рисунок 2.10 – Структурная схема стадии подготовки зерна тритикале

2.4. Разработка технологии производства тритикалевой крупы

При анализе и подборе технологических и технических решений и средств, при моделировании переработки зерна тритикале в крупу, особое внимание уделялось физико-химическим, и в том числе структурно-механическим свойствам перерабатываемого продукта. Эти свойства в своей совокупности влияют на

крупнообразование – ключевой фактор в проводимых нами исследованиях по выработке тритикалевой крупы.

Известны множество технологий и способов производства крупы, и крупяных продуктов, в том числе крупы перловой из зерна ячменя, крупы пшеничной шлифованной, крупы овсяной недробленой. Разнообразие приемов, операций подготовки и переработки, при выработке схожих по своим характеристикам крупяных продуктов, также связано с особенностями перерабатываемых культур. Несмотря на различие технологических режимов, основные этапы производства крупяных продуктов идентичны. Они включают очистку зерна от зерновой и сорной примесей, фракционирование на крупную и мелкую фракции, различные режимы гидротермической обработки (ГТО), этапы шелушения, шлифования, полирования с выделением промежуточных продуктов в виде смеси муки, лузги, обрушенных и необрушенных зерен. [8, 16, 23, 33, 64, 65, 77]

2.4.1. Моделирование технологического процесса получения тритикалевой крупы по аналогии с производством перловой крупы из ячменя

Особенности строения и структуры зерна тритикале учитывались при моделировании технологии на всех её этапах, при этом коррекции подвергались размеры отверстий сит сепарирующих машин и рассевов, диаметры ячеек триеров, скорость воздуха в пневмосепарирующих каналах.

Технологический процесс производства крупы осуществляется по классическому принципу и включает следующие операции: предварительную обработку на элеваторе (очистка от грубых, мелких и лёгких примесей, а также доведение до технологической влажности); подготовку зерна, в которой предусмотрены очистка зерна от посторонних примесей, фракционирование и гидротермическая обработка с формированием однородных помольных смесей;

переработку по заданной технологии; операции с конечной продукцией в т.ч. подработка побочных продуктов и отходов [8, 16, 23, 33, 64, 65, 77].

Партии зерна, поставляемые крупозаводам, по качеству не должны быть ниже кондиций, определяемых Техническими условиями ТУ 8 РФ 11-114-92 «Тритикале. Требования при заготовках и поставках», а также «Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях» 1 и 2 части - М., 1990 г.

Показатели качества зерна тритикале, направляемого в размол после очистки, также в виду отсутствия на него государственных стандартов, на практике определяют по ГОСТ Р 53049-2008 «Рожь. Технические условия» и по ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия», а также руководствуясь «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах и крупяных предприятиях».

Партии зерна тритикале, с отклонением показателей от норм предусматривающихся в существующих стандартах и правилах, подвергают первичной обработке, которая включает в себя выделение сорной и зерновой примесей, выделение кормового зернопродукта, а также выделение мелкой фракции зерна. Для партий зерна с увеличенным содержанием отдельных видов примесей предусмотрена специальная обработка.

Проведение операций первичной обработки более подробно описано в главе 2.3 настоящей диссертации, и во многом зависит от технического оснащения предприятия.

При моделировании технологического процесса выработки тритикалевой крупы за основу были приняты традиционная технология переработки ячменя в перловую крупу, и технология производства пшеничной шлифованной крупы, более подробно описанные в «Правилах организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. Части 1 и 2».

Специфика вырабатываемого продукта предполагает внесение изменений в технологическую схему подготовки зерна тритикале показанную на рисунке 2.5.

Традиционные технологии выработки крупы перловой и пшеничной шлифованной при подготовке исходного продукта предусматривают пропуск через скальператор 4 (в случае необходимости), ситовоздушный сепаратор 5 и камнеотборочную машину 7, с целью выделения крупных, мелких, легких и минеральной примесей (рисунок 2.11). Представленные на рисунке 2.11 размеры сит сепарирующих машин и рассевов указаны для зерна тритикале.

При подготовке зерна ячменя осуществляют его фракционирование в расसेве 8 на крупную и мелкую фракцию для последующей отдельной очистки полученных потоков (сход сита с отверстиями 2,4x20 мм и прохода этого сита) с целью более эффективного выделения мелкого зерна. Крупная фракция подвергается дополнительной очистке через сепаратор второй системы от крупных примесей и дополнительного выделения мелкой фракции зерна.

Мелкую фракцию (проход с сита с отверстиями 2,4x20 мм) пропускают через сепаратор третьей системы, оснащенного ситами с отверстиями 4,0x20 мм и 2,2x20 мм. Сходом с сита с отверстиями 2,2x20 мм отбирают мелкую фракцию зерна, а проходом мелкий ячмень.

Крупную фракцию (сход с сита с отверстиями 2,4x20 мм) обрабатывают в триере-овсюгоотборнике, а мелкую фракцию (сход сита с отверстиями 2,2x20 мм) обрабатывают в триере-куколеотборнике.

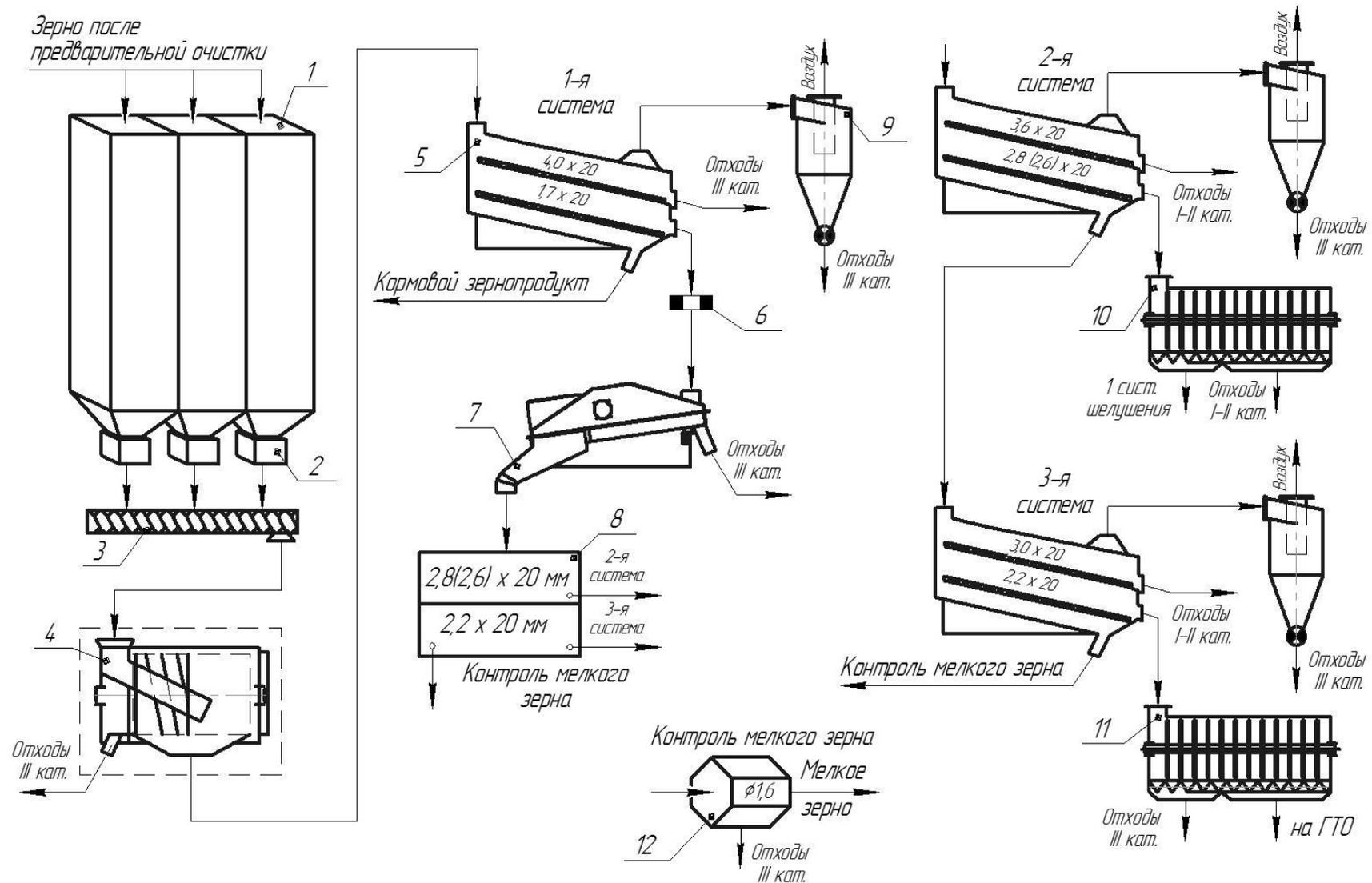


Рисунок 2.11 – Технологическая схема моделирования стадии подготовки тритикале к переработке.

На рисунке изображены: 1 - емкости для неочищенного зерна; 2 - дозаторы; 3 - шнек; 4 - скальператор; 5 - сепаратор воздушно-ситовой; 6 - магнитный сепаратор; 7 - камнеотборник; 8 - рассев; 9 - циклон; 10 – триер-овсюгоотборник; 11 – триер-куколеотборник; 12 – бурат.

Крупа перловая представляет собой зерна ячменя, освобожденные от цветковых пленок, хорошо отшлифованное.

ГТО заключается в увлажнении зерна теплой водой с температурой 40°C до влажности 14,5 - 15%. Длительность отволаживания 0,5 - 2 часа.

Шелушение проводят на двух системах обочных машин с абразивной рабочей поверхностью. Окружные скорости бичей на 1-й системе 16м/с, на 2-й - 14 м/с, уклон бичей соответственно 10 и 8%, затем провеивают на воздушных сепараторах [19, 87].

Шелушенную пшеницу направляют на шлифование (три системы) и полирование (три системы) с промежуточным провеиванием после 2-й шлифовальной и 2-й полировальной систем и промежуточным просеиванием после 3-й шлифовальной системы [77].

При моделировании технологического процесса выработки тритикалевой крупы, ввиду особенностей геометрических параметров исходного зерна, были внесены изменения в виде корректировки размера отверстий сит. Так граница разделения на крупную и мелкую фракции для зерна тритикале характеризуется ситами с отверстиями 2,6-2,8x20 мм.

При анализе существующих технологий переработки зерна в крупу было выявлено, что при выработке перловки из ячменя, на этапе подготовки, мелкое зерно отбирается проходом сита 2,2x20 мм и сходом с сита с отверстиями 1,7x20 мм, а при выработке пшеничной шлифованной крупы мелкое зерно (проход сита 2,2x20 мм и сход с сита с отверстиями 1,7x20 мм) входит в состав мелкой фракции и направляется на дальнейшую переработку.

При подготовке тритикале, проходом сита 2,2x20 мм и сходом с сита с отверстиями 1,7x20 мм отбирают мелкое зерно, с целью повышения эффективности очистки от сорной и зерновой примесей, а также улучшения технологических свойств основного зерна.

Мелкое зерно направляют на контроль в бурат, где проходом через сито с отверстиями диаметром 1,6 мм извлекают отходы III категории.

В результате исследований определены рациональные размеры отверстий ситовых поверхностей для зерна тритикале при переработки его в крупу, которые, в сравнении с другими культурами, представлены в таблице 2.17.

Таблица 2.17 - Рекомендуемые параметры сит для режимов зерноочистки.

Культура	Машины	Размер отверстий сит, мм	
		верхнего	нижнего
Ячмень	Сепараторы		
	1-я система	4,5x20	2,2x20
	2-я система	4,2x20	2,4x20
	3-я система	4,0x20	2,2x20
	Бурат на контроле мелкого зерна	-	Ø 1,6
Пшеница	Сепараторы		
	1-я система	3,5-4,0x20	1,7-20x20
	2-я система	Ø 4,5	2,4x20
	3-я система	Ø 3,5	1,7-20x20
	Бурат на контроле мелкого зерна	-	Ø 1,6
Тритикале	Сепараторы		
	1-я система	4,0x20	1,7x20
	2-я система	3,6x20	2,6-2,8x20
	3-я система	3,0x20	2,2x20
	Бурат на контроле мелкого зерна	-	Ø 1,6

По результатам моделирования технологического процесса подготовки зерна тритикале с целью его дальнейшей переработки в крупу, а также проведенного анализа промежуточных продуктов, выявлена нецелесообразность использования обоечных машин, так как. результатом обработки является высокая степень дробимости зерна, что приводит к уменьшению выхода готовой продукции

Согласно технологии выработке ячменной перловой крупы, перед шелушением зерно подвергалось пропариванию в течение 3 мин при давлении пара 0,2 МПа (2 атм.) с последующим высушиванием до влажности не более 15% [77].

В результате пропаривания зерна тритикале наблюдалось частичное упрочнение связей плодовых оболочек с эндоспермом, что в дальнейшем

затрудняло процесс шелушения. В связи с этим за основу было принято проведение режимов ГТО согласно технологии производства пшеничной шлифованной крупы.

Зерно увлажнялось теплой водой до влажности 14,5 – 15% с продолжительностью отволаживания до 2 ч, после чего направлялось на переработку.

Технологическая схема моделирования взята из «Правил организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях» 1 и 2 части - М., 1990 г. процесса выработки крупы из зерна тритикале представлена на рисунке 2.12.

Шелушение тритикале осуществлялось путем последовательного пропуска зерна через четыре шелушильные системы при использовании на 1-й и 2-й системах — обоечных машин, на 3-й и 4-й системах — машин типа А1-ЗШН [77].

Продукт, получаемый после каждого прохода через обоечные машины, провеивался в аспираторах для отделения лузги. Контроль лузги осуществлялся на пробивном сите с отверстиями диаметром 1 мм, проходом которого отбиралась мука. Лузга провеивалась в аспираторе для отделения целого и дробленого ядра [77].

Шелушённое зерно направлялось на шлифование (три системы) и полирование (три системы) с промежуточным провеиванием после 2-й шлифовальной и 2-й полировальной системы и промежуточным просеиванием после 3-й шлифовальной системы [77].

Сортирование тритикалевой крупы по крупности производили с использованием сит, применяемых при получении номерной крупы из ячменя и из зерна пшеницы [77].

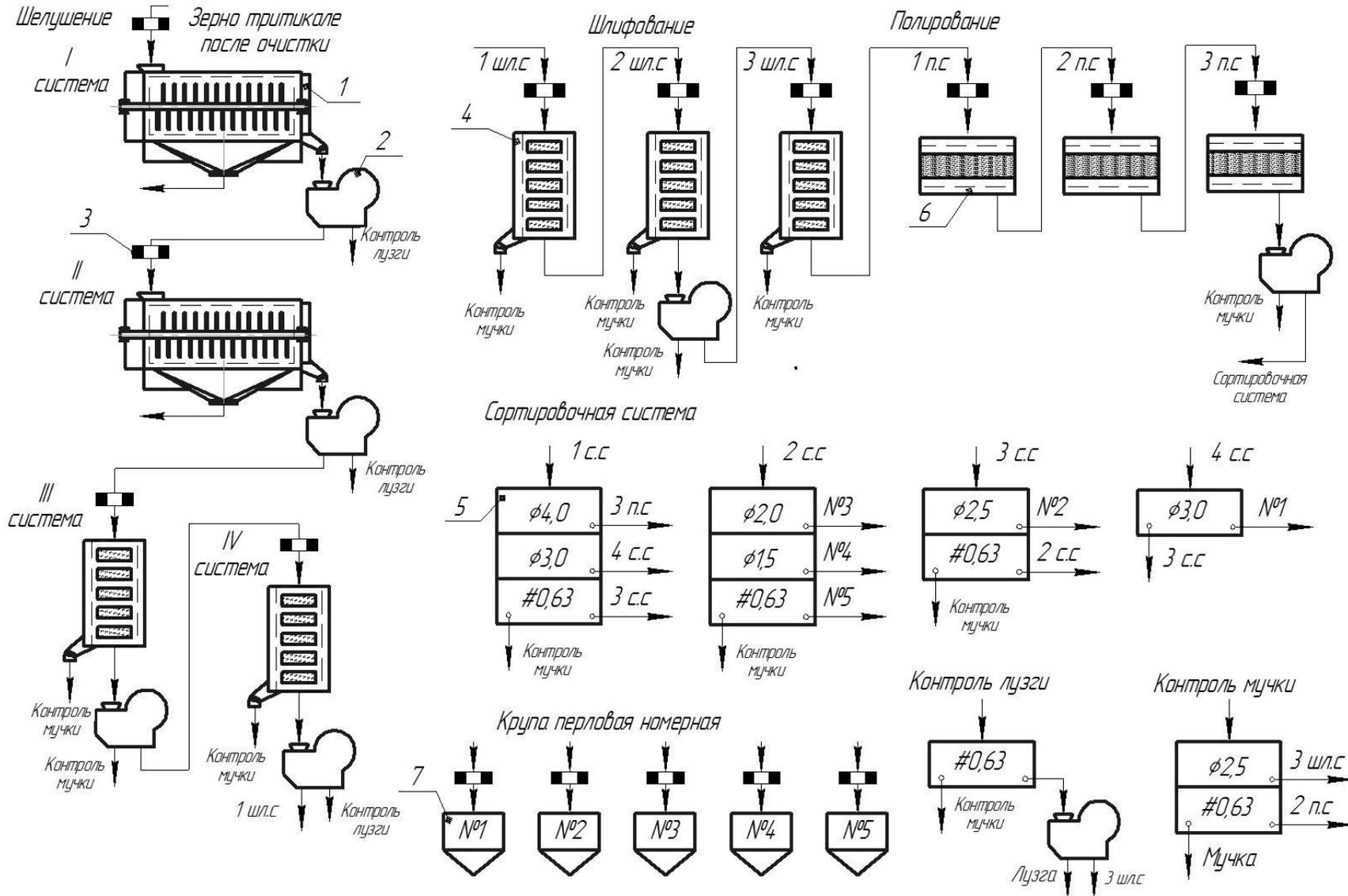


Рисунок 2.12 – Технологическая схема моделирования стадии выработки тритикалевой крупы.

На рисунке изображены: 1 - обоечная машина; 2 - дуаспиратор; 3 - магнитный сепаратор; 4 - вертикальная шелушильная машина; 5 - рассев; 6 - шлифовально-полировальная машина; 7 - емкости готовой продукции.

Шелушение тритикале осуществлялось путем последовательного пропуска зерна через четыре шелушильные системы при использовании на 1-й и 2-й системах — обоечных машин, на 3-й и 4-й системах — машин типа А1-ЗШН.

Продукт, получаемый после каждого прохода через обоечные машины, провеивался в аспираторах для отделения лузги. Контроль лузги осуществлялся на пробивном сите с отверстиями диаметром 1 мм, проходом которого отбиралась мучка. Лузга провеивалась в аспираторе для отделения целого и дробленого ядра.

Шелушённое зерно направлялось на шлифование (три системы) и полирование (три системы) с промежуточным провеиванием после 2-й шлифовальной и 2-й полировальной системы и промежуточным просеиванием после 3-й шлифовальной системы.

Сортирование тритикалевой крупы по крупности производили с использованием сит, применяемых при получении номерной крупы из ячменя и из зерна пшеницы.

Контроль мучки, включая аспирационные отсосы машин, производили на ситах с отверстиями диаметром 2,5 мм и на металлотканом сите с размером отверстий 0,63 мм. Сход с сита с отверстиями диаметром 2,5 мм направлялся на 3-ю систему шлифования, сход с сита 0,63 мм — на 2-ю систему полирования. Полученную проходом через сито 0,63 мм мучку отбирали.

Контроль лузги осуществлялся на металлотканом сите с размером отверстий 0,63 мм, проходом которого отбирали мучку. С целью выделения целого и дробленого зерна лузгу провеивали на аспираторе.

В результате моделирования получены данные о выходах крупы и отходов, которые, в сравнении с базисными нормами и выходами при получении аналогичных крупяных продуктов из зерна ячменя и пшеницы, представлены в таблице 2.18

Таблица 2.18 - Выход крупы и отходов при переработке зерна по классической технологии

Продукты переработки	Ассортимент и выход продукции, % при выработке		
	Крупы перловой из ячменя	Крупы пшеничной шлифованной	Крупы тритикалевой
Крупа соответствующая номеру:			
№1 и №2	36,8	8,0	26,20
№3 и №4	8,0	43,0	11,40
№5 (для пшеницы «Артек»)	1,0	12,0	19,80
Итого крупы:	45,0	63,0	57,40
В том числе дробленое ядро	13,2	25,0	20,80
Кормовая мучка	40,0	30,0	24,30
Лузга	7,0	5,3	8,50
Мелкое зерно	5,0	-	6,00
Отходы и мех. потери	1,7	1,7	2,50
Усушка	1,3	1,0	1,30
ВСЕГО:	100	100	100

Из анализа данных, представленных в таблице 2.18 видно, что общий выход крупы из тритикале соответствует общему выходу аналогичной крупы полученной из зерна пшеницы и ячменя.

Основным продуктом, отвечающим современным потребительским свойствам и качеству является крупа соответствующая номерам 1 и 2, выход этого продукта из зерна тритикале (таблица 2.18) в 1,5 раза ниже по отношению к ячменю, и в 3 раза выше, чем из пшеницы. Увеличенные в 3 раза, по сравнению с ячменем, показания выхода крупы номеров 3, 4, 5 связано с высокой степенью дробимости зерна. У пшеницы этот показатель выше в связи с использованием в переработке мелкого зерна.

На основе технологического моделирования процесса получения крупы из зерна тритикале с использованием традиционной технологии выработки перловой крупы из ячменя выявлены определенные особенности, которые приведены ниже.

Явным недостатком данной технологии, при переработке зерна тритикале, является высокая степень дробимости зерна в процессе шелушения на обоечных машинах, что также отражается в данных таблицы 2.18.

Было также отмечено, что при переработки зерна тритикале, после прохождения I и II шелушильных систем (обочные машины), частицы образовавшейся крупки имели меньший размер, при сравнении их с пшеничной крупкой, полученной выходом с аналогичных систем.

Применяемые к зерну тритикале, режимы гидротермической обработки, как при подготовке ячменя, не рациональны. Результатом пропаривания, в виду особенностей отличия строения зерновок этой культуры по сравнению с ячменем, является упрочнение плодовых оболочек с эндоспермом, что затрудняет процесс шелушения, и как следствие, снижается как общий выход готового продукта, так и его распределение по соответствующим номерам.

В виду особенностей структурно-механических свойств тритикале и проведенного анализа промежуточных продуктов, можно сделать вывод о целесообразности сокращения технологического процесса, что позволит снизить энергозатраты на получение конечного продукта.

Дальнейшей задачей исследования в этом направлении будет являться расширение технологических возможностей и поиск оптимальных решений с целью повышения качества и выхода готовой продукции при производстве крупы из зерна тритикале.

2.4.2. Исследование технологических решений и режимов работы оборудования с целью повышения выхода и качества тритикалевой крупы

Исследования существующих технологий получения перловой крупы позволили определить технологические средства и решения процесса производства тритикалевой крупы.

Результатом проделанных работ явилось создание эффективного и недорогого способа производства тритикалевой крупы, упрощение технологического процесса производства, снижение себестоимости готовой

продукции, улучшение потребительских свойств и расширение ассортимента готовой продукции.

Сравнение графических схем стадий выработки крупы из ячменя и тритикалевой крупы представлено на рисунке 2.13.

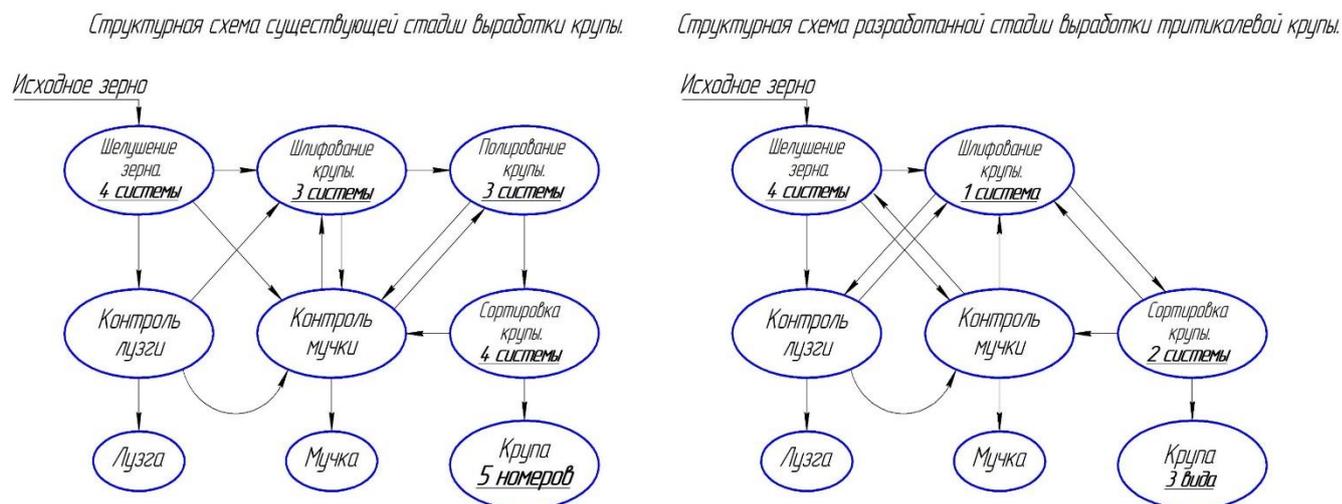


Рисунок 2.13 - Сравнение стадий выработки крупы «Перловой» из ячменя и тритикалевой крупы

Исследования проводили на зерне тритикале следующих сортов: «Крона», «Корнет», «Легион», «Трибун».

Исследования вариации линейных размеров и структурно-механических свойств зерна тритикале, а также моделирование технологических операций и режимов работы оборудования позволили разработать рациональную схему очистки данной культуры от сорной и зерновой примесей.

В результате исследований выявлено, что в процессе ситового сепарирования фракция зерна, полученная проходом с сита с размерами отверстий 3,4x20 мм, имеет засоренность не выше 1 % и, дополнительной очистки не требует. При этом основная масса примеси, концентрируется в крупной фракции зерна, которая отбирается сходом с сита с размерами отверстий 3,4x20.

На основе исследований установлена целесообразность, разделения предварительно очищенного в зерноочистительном отделении крупозавода зерна

тритикале, на две фракции (крупную и мелкую) в отсеке, оснащенном ситами с продолговатыми отверстиями размером 2,6(2,8)-2,2x20 мм.

Разделение потоков зерна на фракции позволяет не только повысить эффективность первичного шелушения, но и способствует более эффективному разделению продуктов первичного шелушения на фракции с разным содержанием нешелушенных зерен, а также позволяет снизить удельные нагрузки на эти машины.

Фракция зерна, отобранная проходом сита с размером отверстий 2,2x20 мм и сходом 1,7x20 в процессе переработки не участвует, ввиду небольшого выхода до 10 % в зависимости от сорта, а также улучшения технологических свойств основного зерна. Выделение мелкого зерна также способствует снижению содержания алкилрезорцинов в общем объеме перерабатываемой партии.

Процесс подготовки зерна к помолу, кроме выделения из массы зерна сорной, зерновой, металломагнитных примесей, а также разделения на фракции, включает этапы ГТО. От достижения оптимальной технологической влажности зерна во многом зависит выход и качество получаемой продукции.

Оптимальные режимы гидротермической обработки (количество и температура вносимой воды или давление пара, время на отволаживания и прочее) определяются технологическими характеристиками исходного зерна [15, 31, 32, 37, 48].

Экспериментальным путем установлена зависимость содержания дробленой крупы в зерновом продукте от содержания влаги в предварительно увлажненном и выдержанном зерне, и крупности. Данные приведены в таблице 2.19.

Таблица 2.19 - Зависимость содержания дробленой крупы в зерновом продукте от содержания влаги

Крупность фракции, мм	Содержание дробленой крупы в зерновом продукте, %. при влажности исходного зерна. %				
	9,0	11,0	13,0	15,0	17,0
Зерно после очистки: проход сита 3,2x20 сход 1,7x20	15,0	13,6	12,1	10,6	9,3
Крупная фракция: сход сита 2,8 x 20	14,3	13,0	11,6	10,2	8,9
Мелкая фракция: сход сита 2,2 x 20	13,8	12,3	10,9	9,8	8,6
Мелкое зерно: проход сита 2,2x20 сход 1,7x20	-	-	-	-	-

Из данных таблицы 2.19, видно, что при шелушении зерна в диапазоне влажности 9-17 % содержание дробленой крупы в полученном зерновом продукте не превышает 15. %.

Данные, характеризующие качественные показатели продукта, приведены в таблице 2.20.

Таблица 2.20 – Зависимость выхода крупы и отходов от влажности при переработке зерна тритикале.

Продукты переработки	Выход перловой крупы в зависимости от влажности зерна, %				
	9,0	11,0	13,0	15,0	17,0
Зерно без разделения на фракции:					
Крупа из тритикале	47,4	49,3	51,3	54,4	56,3
Кормовая мучка	22,9	21,4	20,1	17,8	16,2
Лузга	6,4	7,2	7,9	8,5	9,3
Дробленая крупа	13,5	12,3	10,9	9,5	8,4
Мелкое зерно	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Отходы и мех. потери	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Усушка	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Всего:	100	100	100	100	100
Крупная фракция:					
Крупа из тритикале	49,5	51,2	53,2	55,9	57,4
Кормовая мучка	21,1	19,7	18,2	16,4	15,1
Лузга	6,7	7,6	8,3	8,7	9,7
Дробленая крупа	12,9	11,7	10,5	9,2	8,0
Мелкое зерно	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Отходы и мех. потери	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Усушка	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Всего:	100	100	100	100	100

Мелкая фракция:					
Крупа из тритикале	48,4	50,1	51,8	54,7	56,7
Кормовая мучка	23,3	22,1	21	18,4	17,0
Лузга	6,1	6,9	7,6	8,2	8,8
Дробленая крупа	12,4	11,1	9,8	8,9	7,7
Мелкое зерно	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Отходы и мех. потери	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Усушка	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Всего:	100	100	100	100	100

Как видно из таблицы, переработка зерна тритикале в крупу с влажностью 9,0-17,0 % существенно влияет на выход готового продукта, крупы из зерна тритикале типа перловой. Переработка зерна тритикале с влажностью менее 9,0% ведет к тому, что ядро становится менее прочным, вследствие чего снижается эффективность шелушения. При влажности зерна более 17 % плодовые оболочки излишне увлажняются, становятся менее хрупкими и труднее удаляются на операции шелушения, что ведет к доли нешелушенных зерен, вследствие чего эффективность шелушения снижается.

Полученные данные позволили определить влияние различных режимов гидротермической обработки на общий выход готового продукта и его распределение по номерам круп. Установлено влияние влажности на выход готовой продукции и дробленой крупы (рисунок 2.14).

Положительный эффект возможен только в сочетании переработки с технологической влажностью 15 % с временем отволаживания 2 часа, и выравненной крупности зерна, т.е. при влажности зерна 15 %, эндосперм приобретает более вязкое состояние, что позволяет увеличить выход целого ядра, улучшить технологические свойства и кулинарные достоинства получаемой крупы.

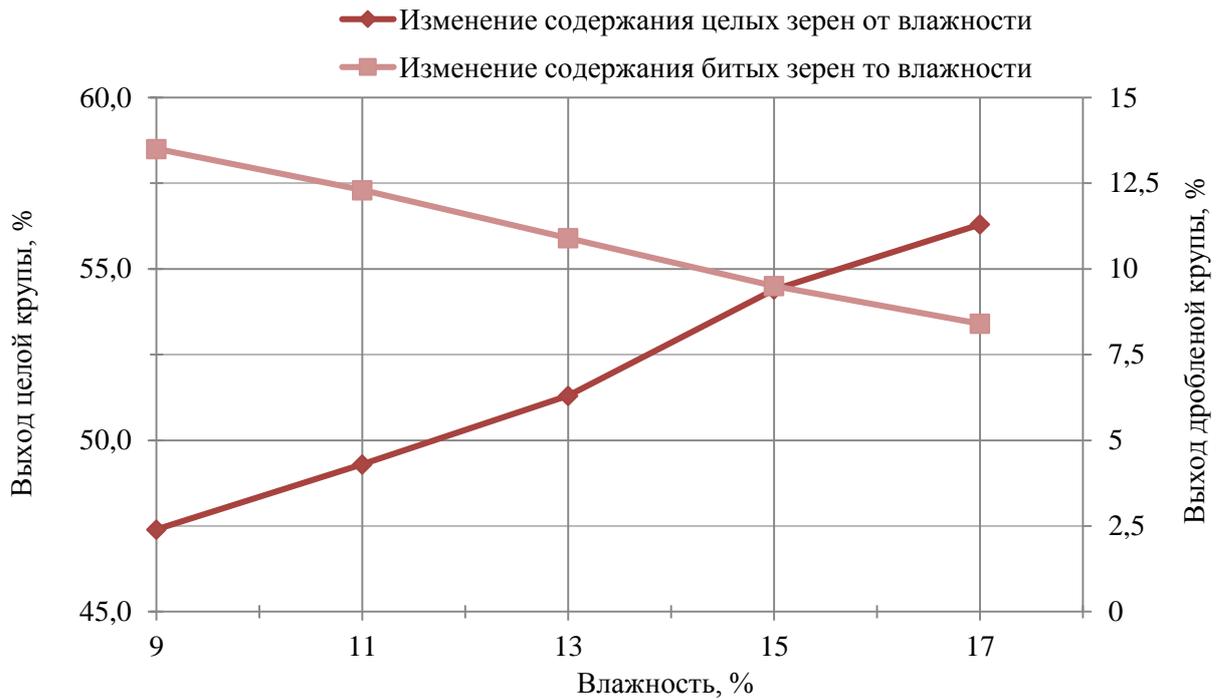


Рисунок 2.14 - Влияние влажности зерна на выход целой и дробленой крупы

Кроме того, высокая влажность зерна вызывает высокие энергозатраты при высушивании готовой продукции, так как требования стандартов к крупе предусматривают влажность не выше 14,0 % (ГОСТ 5784-60 «Крупа ячменная технические условия» ТУ 9294-005-5484405-02 и ТУ 9294-006-54844059-02.) и к крупе пшеничной шлифованной (ГОСТ 276-60 «Крупа пшеничная (Полтавская, "Артек"). Технические условия»).

Исследования показали, что режимы ГТО в разработанной технологии в большей степени соответствуют режимам ГТО при подготовке пшеницы при переработке её в шлифованную крупу [77].

Зерно тритикале перед обработкой увлажняют до технологической влажности 15 % и отволаживают до 2 часов при температуре 18-20 °С, в следствии чего в зерновом продукте содержание дробленой крупы не превышает 15%.

После гидротермической обработки следует обработка поверхности зерна (шелушение и шлифование) с целью удаления оболочек и придания ядру зерна

соответствующего внешнего вида. В зависимости от структурно-механических, физико-химических свойств и особенностей зерна, его биологических особенностей шелушение проводят в машинах различных конструкций [8, 23, 33, 43, 46, 64, 77].

Целесообразным является раздельное шелушение мелкой и крупной фракций, это обусловлено существенной неоднородностью партий зерна тритикале по крупности и различными прочностными свойствами зерна этих фракций.

Разделение продуктов шелушения на ситах для мелкой и для крупной фракций зерна необходимо для того, чтобы уменьшить количество пропусков шелушенного зерна через вертикальную шелушильную машину.

Также целесообразно после первого шелушения разделять фракций зерна на ситах с размером отверстий 2,4-2,2x20 мм для мелкой фракции, и 2,8-2,6x20 мм для крупной фракции, после чего на повторное шелушение направлять фракции, полученные сходом с этих сит, а проходные фракции с указанных сит направляют непосредственно на шлифование. Повторное шелушение и шлифование как мелкой, так и крупной фракций необходимо для того, чтобы снизить содержание нешелушенных зерен до установленной стандартом величины.

Осуществление шлифования проходных фракций зерна непосредственно после разделения продуктов шелушения обусловлено тем, что в этой фракции содержится минимальное количество нешелушенных зерен.

Сортирование тритикалевой крупы по крупности производили с использованием сит, применяемых при получении номерной крупы из ячменя и из зерна пшеницы [77]. На практике, основным продуктом, отвечающим современным потребительским свойствам и качеству является крупа соответствующая номерам 1 и 2. Выход этого продукта из зерна тритикале в среднем составил 50-55%

Крупа, соответствующая номерам 3, 4 и 5 определена как второстепенный продукт. Выход данного продукта по разработанной схем составил 10-15%. Его дальнейшее использование, с доработкой, в зависимости от целевого назначения, предполагается в качестве ингредиентов хлебобулочных изделий, мучных добавок и комбикормов.

Рекомендуется использовать крупу номеров 3, 4 и 5 для производства экструдированных хлебных палочек. Для этого необходимо доизмельчение крупы до крупности размера частиц 1,0 мм.

По результатам оценки органолептических (таблица 2.21) и химических (таблица 2.22) свойств полученных продуктов, их формы и геометрических характеристик, определено соответствие тритикалевой крупы техническим требованиям, предъявляемым к крупе перловой из ячменя (ГОСТ 5784-60 «Крупа ячменная технические условия») и к крупе пшеничной шлифованной (ГОСТ 276-60 «Крупа пшеничная (Полтавская, "Артек"). Технические условия»).

Таблица 2.21 – Органолептические свойства тритикалевой крупы.

Наименование показателя	Содержание характеристик
Внешний вид	Ядро, освобожденное от плодовых и семенных оболочек, хорошо отшлифованное, имеет удлиненную форму ядра с закругленными концами.
Цвет	коричневато-белый или кремовый с желтоватым, оттенком
Вкус	Без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Запах	Без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Влажность, %	14
Доброкачественное ядро, %, в том числе недодир в %	98,0 1,5
Содержание сорная примеси, %	0,0
Мучка, %	0,5

Таблица 2.22 - Биохимический состав и энергетическая ценность полученных продуктов из ячменя, пшеницы и тритикале.

№ крупы, и побочных продуктов	Наименование культуры																	
	Ячмень * «Перловая»						Пшеница * «Полтавская»						Крупа тритикалевая					
	Содержание, %					энергетическая ценность, Ккал	Содержание, %					энергетическая ценность, Ккал	Содержание, %					энергетическая ценность, Ккал
	белок	жир	крахмал	клетчатка	зола		белок	жир	крахмал	клетчатка	зола		белок	жир	крахмал	клетчатка	зола	
№ 1	9,3	1,10	66,9	1,46	1,22	320,54	11,5	1,2	68,5	1,10	1,11	335,20	12,5	1,30	66,3	1,38	1,25	332,42
№ 2	9,1	1,02	67,8	1,34	1,15	322,14	11,3	1,18	69,4	0,96	1,01	337,26	12,1	1,27	67,5	1,26	1,12	334,87
№ 3	8,9	0,96	68,6	1,21	1,08	323,48	11,0	1,15	70,6	0,82	0,89	340,03	11,8	1,24	69,2	1,14	1,04	339,72
№ 4	8,7	0,91	69,1	1,04	1,00	323,55	10,8	1,13	71,3	0,75	0,78	341,57	11,6	1,22	70,8	0,92	0,96	344,26
№ 5	8,6	0,87	70,1	0,85	0,90	326,03	«Артек»					11,4	1,20	71,0	0,84	0,78	343,76	
							10,6	1,10	72,0	0,54	0,61							342,46
Мучка	15,7	4,60	57,2	6,70	3,7	359,80	16,8	3,70	56,7	6,10	3,2	351,70	18,7	4,10	54,8	7,10	3,80	359,30
Лузга	3,80	0,62	20,2	58,6	6,8	335,98	2,40	0,56	18,4	56,7	6,2	315,04	3,60	0,67	17,9	57,6	6,60	322,43

* Данные по пшенице и ячменю взяты из Справочника «Химический состав пищевых продуктов», книга II, 1987 г.; из Справочника мукомола, крупяника и комбикормщика, издание 2-е переработанное и дополненное. М., «Колос», 1973 г.

Проведены исследования времени приготовления полученной крупы из зерна тритикале. Готовность крупы определялась согласно методике, описанной в ГОСТ 26312.2-84 «Крупа. Методы определения органолептических показателей, развариваемости гречневой крупы и овсяных хлопьев». Время варки крупы влажностью 15% составило 32 минуты, а влажностью 9% - 45 минут. Способ производства крупы из зерна тритикале представлен на рисунке 2.15 и осуществляется следующим образом:

Технологическая схема состоит из двух частей. Первая часть предназначена для переработки зерна тритикале крупной фракции, вторая часть - для переработки мелкой фракции.

Зерно крупной фракции - сход с сита 2,8(2,6)x20 мм поступает через магнитную защиту на первую систему шелушения – вертикальную шелушильную машину и дуоаспиратор. После отделения оболочек, мучки и битого ядра в дуоаспираторе продукт шелушения, содержащий смесь шелушенных и нешелушенных зерен тритикале, направляют в рассев, оснащенный ситами с продолговатыми отверстиями размером 2,8x20 и 2,6x20 мм. Продукт, получаемый сходами с сит 2,8x20, 2,6x20 мм и представляющий собой в основном нешелушенные зерна тритикале, поступает через магнитную защиту на вторую систему шелушения, также состоящую из вертикальной шелушильной машины и дуоаспиратора. Продукт, получаемый проходом сита 2,6x20 мм отсева, представляющий собой в основном недошелушенные зерна, поступает через магнитную защиту совместно с продуктом второго шелушения на систему шлифования – горизонтальную шлифовально-полировальную машину типа БШМ с абразивным ротором мелкой зернистости и дуоаспиратор. Далее полученный продукт поступает на контроль.

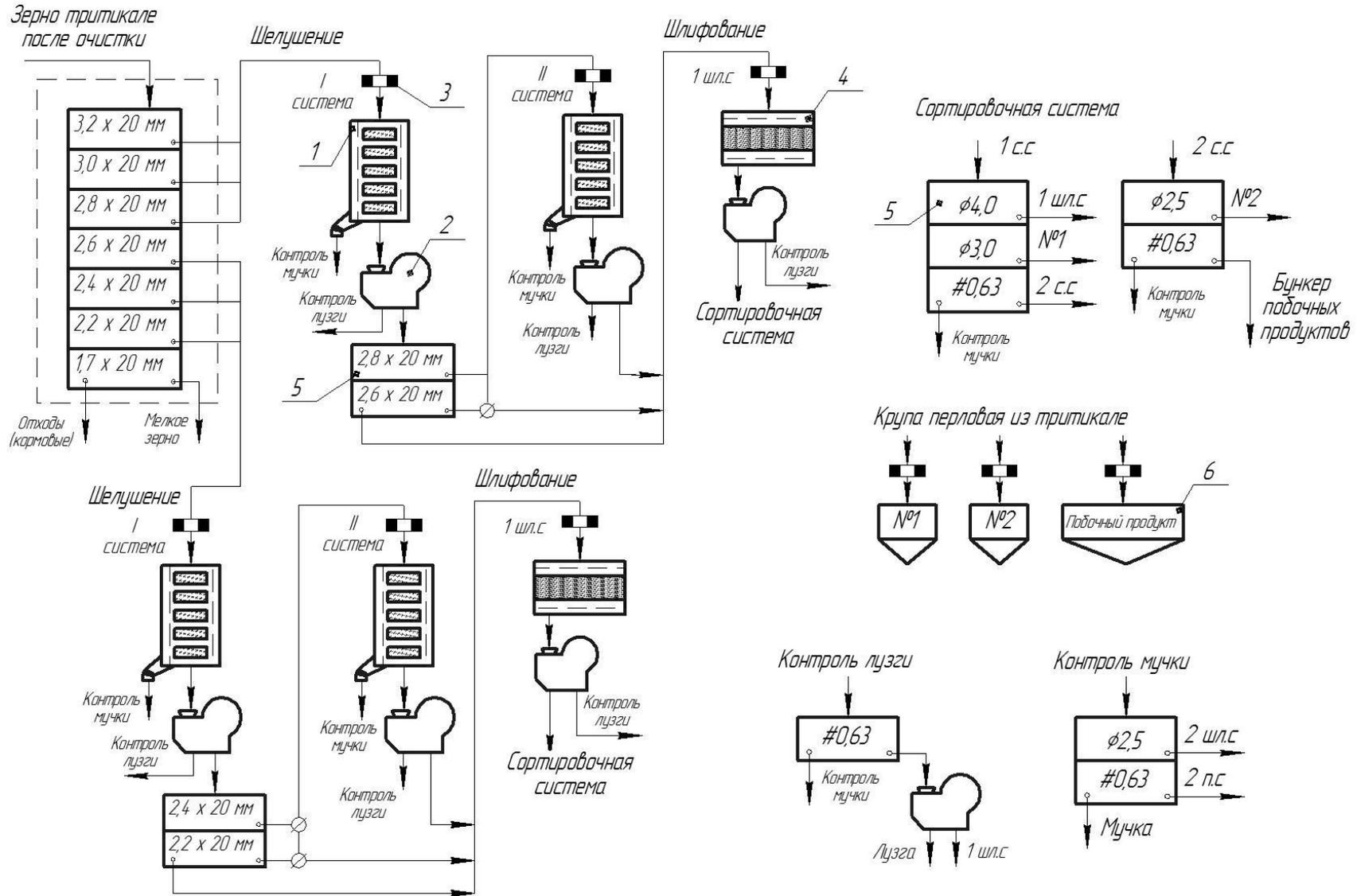


Рисунок 2.15 – Разработанная технологическая схема стадии выработки тритикалевой крупы.

На рисунке изображены: 1 – вертикальная шелушильная машина; 2 - дуаспиратор; 3 - магнитный сепаратор; 4 – шлифовально-полировальная машина; 5 - рассев; 6 - емкости готовой продукции.

Зерно мелкой фракции перерабатывают аналогично крупной фракции. Различие в том, что продукт первой системы шелушения (вертикальная шелушильная машина, дуоаспиратор) поступает в рассев, где сортируется на ситах 2,4x20 и 2,2x20 мм. Схода с этих сит направляют на вторую систему шелушения (вертикальную шелушильную машину, дуоаспиратор), а проход совместно с продуктом второй системы шелушения - на систему шлифования (горизонтальную шлифовальную машину типа БШМ с абразивным ротором мелкой зернистости, дуоаспиратор). Далее полученный продукт поступает на контроль.

Сортирование тритикалевой крупы по крупности производится с использованием сит, применяемых при получении номерной крупы из ячменя и из зерна пшеницы. Крупа №1 получается при проходе сита с диаметром отверстий 4,0 мм и сходе с сита с диаметром отверстий 3,0 мм; крупа №2 получается при проходе сита с диаметром отверстий 3,0 мм и сходе с сита с диаметром отверстий 2,5 мм. Крупа, соответствующая номерам 3, 4 и 5 (проход сита с диаметром отверстий 2,5 мм) отбирается в отдельный бункер как второстепенный продукт с возможной дальнейшей доработкой, в зависимости от целевого назначения. Крупа каждого вида подвергается провеиванию и магнитному контролю, после чего определяется в закрома готовой продукции.

Мучку контролировали на ситах с диаметром отверстий 2,5 мм и на металлотканом сите с размерами отверстий 0,63 мм. Сход с сита с диаметром отверстиями диаметром 2,5 мм направлялся на вторую систему шелушения, сход с сита 0,63 мм — на первую систему шлифования. Полученную проходом через сито 0,63 мм мучку контроля отбирали.

Контроль лузги осуществлялся на металлотканом сите с размером отверстий 0,63 мм, проходом которого отбирали мучку. С целью выделения целого и дробленого зерна, лузгу провеивали на аспираторе.

Заключение по разделу 2.4

Таким образом, проведенные исследования показали, что зерно тритикале возможно использовать в качестве сырья для получения тритикалевой крупы.

На основании проведенных исследований разработан эффективный способ производства тритикалевой крупы общим выходом 65%, в том числе с выходом целого ядра 55%. На данный способ получено положительное решение №2013132882(049124) на выдачу патента.

Установлено влияние влажности на выход готовой продукции и дробленой крупы, а также определена технологическая влажность зерна равная 15%, позволяющая достичь выхода тритикалевой крупы до 55%.

Разработка и моделирование технологических решений способа производства тритикалевой крупы доказало, что конечный продукт соответствует техническим требованиям, предъявляемым к крупе перловой из ячменя (ГОСТ 5784-60 «Крупа ячменная технические условия») и к крупе пшеничной шлифованной (ГОСТ 276-60 «Крупа пшеничная (Полтавская, "Артек"). Технические условия»), а содержание белка макро- и микронутриентов в конечных продуктах выше, чем у аналогичных продуктов из ячменя и пшеницы.

Исследованиями подтверждено, что такое построение технологического процесса обеспечивает снижение выхода дробленой крупы, что приводит к значительному увеличению выхода крупы из тритикале с одновременным улучшением её качества

Исследования показали, что разработанный способ производства тритикалевой крупы не требует разработки нового оборудования, он осуществляется на типовом серийном оборудовании, что позволит обеспечивать ему промышленную применимость.

В результате сокращения технологического процесса производства тритикалевой крупы, будет происходить снижение энергетических затрат на получение конечного продукта.

Дальнейшие исследования, посвященные получению данного вида крупы из зерна тритикале, рекомендуется проводить с точки зрения оптимизации технологических решений.

2.5. Разработка универсальной технологии производства макаронной муки или крупки из зерна тритикале

Потребление такой полезной культуры, как тритикале, неоправданно низкое, что в значительной степени связано с ограниченным ассортиментом продукции из неё.

Тритикале относится к нетрадиционным видам растительного сырья, наиболее перспективным для расширения ассортимента продуктов повседневного питания, так как превосходит пшеницу и рожь по содержанию белка, незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, биологически активных веществ [21, 54, 63, 73, 93, 130, 131, 134].

В результате, одним из направлений исследований, с целью использования высокого потенциала зерна тритикале, стало разработка универсальной технологии производства муки тритикалевой макаронной или крупки из зерна тритикале в зависимости от его сорта, химического состава, мукомольных свойств.

В современной практике насчитывается незначительное количество технологий, направленных на выработку только манной крупы. Основное извлечение этого вида крупы происходит в результате использования технологии двух- или трёх- сортного помола пшеницы. Выход манной крупы при сортовых помолах мягкой пшеницы находится в пределах от 2 до 10%.

Такое незначительное её количество связано с малым спросом на рынке, хотя полезность данной продукции весьма велика, а также высокой себестоимостью исходного сырья (твердозерной пшеницы).

Отличия манной крупки от макаронной муки, заключаются в различии интервала крупности частиц, их гранулометрического состава, а также общего выхода, что обусловлено химическим составом зерна и его мукомольными свойствами (стекловидность, твердозерность и прочее) [59, 78, 84].

Муку для производства макаронных изделий вырабатывают в основном на специальных мукомольных заводах из твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы [14, 59, 71, 78, 86, 91, 109].

Анализ существующих технологий производства макаронной муки показал, что макаронную муку вырабатывают как при трехсортных, так и при двухсортных помолах. При трехсортных 75 и 78%-х помолах получают макаронную муку высшего сорта (крупку), первого сорта (полукрупку) и хлебопекарную муку второго сорта. При двухсортных помолах, которые используют в основном при переработке твердой пшеницы высокого качества, получают около 60...65% макаронной муки высшего сорта (крупки) и 15% муки хлебопекарной второго сорта. Макаронную муку вырабатывают также при многосортных 75%-х хлебопекарных помолах высокостекловидной мягкой пшеницы, отбирают небольшое количество макаронной муки (5...20%) высшего сорта (крупки).

Макаронная мука высшего сорта состоит из внутренних слоев эндосперма, а мука первого сорта — из периферийных слоев эндосперма с примесью небольшого количества отрубянистых частиц.

Содержание белка в макаронной муке 15...16% и более. Количество клейковины в муке достигает 35%, однако содержание клетчатки и зольность значительно выше, чем в хлебопекарной муке из-за повышенной зольности эндосперма особенно твердого зерна и повышенного содержания в макаронной

муке отрубянистых частиц. Хлебопекарная мука второго сорта, вырабатываемая при макаронных помолах, низкого качества. Ее зольность доходит до 1,75%, а количество клетчатки до 2%. Эта мука лишь по цвету похожа на хлебопекарную, но имеет низкие технологические свойства и поэтому ее используют только для подсортировки к хлебопекарной муке нормального качества [15].

Макаронная мука отличается от хлебопекарной в основном крупностью. Если частицы хлебопекарной муки высшего сорта имеют размеры менее 140 мкм, то размеры частиц макаронной муки высшего сорта находятся в пределах 530 мкм, что по классификации промежуточных продуктов представляет собой смесь средней и мелкой крупок. Макаронная мука первого сорта мельче, чем мука высшего сорта и состоит в основном из дунстов [78].

Учитывая различие технологических свойств зерна твердой и мягкой пшеницы, применяют разные варианты структуры технологических процессов производства макаронной муки, которые отличаются сложностью и приведены в Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. Однако общие принципы построения структуры различных технологических процессов производства макаронной муки остаются неизменными.

По общей структуре технологическая стадия макаронного помола состоит из следующих основных этапов: измельчение зерна на драных и размольных системах с убывающими режимами на последующих системах по сравнению с предыдущими; извлечение и сортирование измельченных продуктов с выделением крупок и дунстов, шлифование, размол и формирование сорта муки.

2.5.1. Моделирование технологического процесса получения макаронной муки из зерна тритикале по аналогии двухсортного помола твердой пшеницы

С целью изучения возможности применения для зерна тритикале традиционных технологий выработки макаронной муки и крупки (типа манной) было проведено их моделирование (протокол помола в приложении 1).

Исследования проводили на зерне тритикале следующих сортов «Корнет», «Трибун» и линии № «3478/09».

Партии зерна, поставляемые на зерноперерабатывающие предприятия, по качеству не должны быть ниже кондиций, определяемых Техническими условиями ТУ 8 РФ 11-114-92 «Тритикале. Требования при заготовках и поставках», а также «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» 1 и 2 части - М., 1991 г.

Проведение операций первичной обработки более подробно описано в разделе 2.3 данной диссертационной работы, и во многом зависит от технического оснащения предприятия.

Показатели качества зерна тритикале, направляемого в размол после очистки, также в виду отсутствия на него государственных стандартов, на практике определяли по ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия», а также руководствуясь «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» 1 и 2 части - М., 1991 г.

Гидротермическая обработка зерна при производстве макаронной муки проводилась в три этапа: первый этап основного увлажнения водой до 14,5% с отволаживанием 8 часов; второй этап основного увлажнения водой до 16,0% с отволаживанием 4 часа; дополнительное увлажнение с увеличением влажности на 0,5% и отволаживание в течение 25 минут перед I драной системой.

Моделирование осуществляли используя технологические операции и режимы помола твердой пшеницы с выработкой муки для макаронных изделий, описанные в правилах «Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» части первой.

Технологическая схема стадии выработки представлена на рисунке 2.16.

Процесс выработки макаронной муки предусматривает отдельное измельчение по крупности продуктов на шести драных системах. Продукты измельчения сортируют в три этапа с получением восьми фракций крупок и дунстов, при этом крупную крупку целесообразно разделять по крупности на две – три фракции (крупная - 1180-670 мкм, средняя – 600-450 мкм, мелкая – 425-315 мкм), а дунсты - на жесткие (300-250 мкм) и мягкие (224-160 мкм).

Обработку крупок, с целью освобождения их от оболочек и доведения до размеров макаронной муки осуществляют в шлифовочном процессе на восьми системах.

При построении отдельных этапов технологического процесса макаронного помола зерна тритикале следует руководствоваться следующими принципами - режимы измельчения и удельные нагрузки по системам драного процесса должны обеспечить получение максимального количества крупок и минимального — дунстов и муки.

Дальнейшее обогащение всех круподунстовых продуктов с драного и шлифовочного процесса осуществляется на ситовечных машинах (40 систем).

На размольных системах вымалывают частицы эндосперма, сросшиеся с оболочками. Размольный процесс включает две системы с выходом муки 2-5%.

Выявленные зависимости послужат основой для дальнейшего направления исследований приемов и операций с целью их применения для производства крупки из зерна тритикале.

Выхода круподунстовых продуктов и муки в драном процессе стадии выработки муки макаронной из зерна тритикале и из зерна пшеницы представлены в таблицах 2.23 и 2.24 соответственно.

Анализ данных таблиц показал, что общее извлечение из зерна тритикале с I по IV дранную систему составило: круподунстовых продуктов 44-48%, муки 30-36%, что в целом можно считать удовлетворительным результатом.

Таблица 2.23 – Средний выход круподунстовых продуктов и муки из зерна тритикале сорта «Трибун»

Наименование	Тритикале					
	Крупки			Дунсты	Мука	Общее извлечение
системы	крупная	средняя	мелкая			
I драная	3-4	2-3	1-2	1-2	2-4	9-14
II драная	6-7	5-6	2-3	2-3	3-4	22 - 28
III драная	5-6	3-4	3-4	5-6	5-6	23 - 29
IV драная		1-2	1-2	2-3	3-4	10-14
Итого с I—IV драных систем	14-17	11-15	7 - 11	10 -14	13 -18	55-75
V драная	-	-	-	2-3	3-4	5-7
VI драная	-	-	-	1-2	2-3	3-5
Всего с I—VI драных систем	14-17	11-15	7 - 11	13-19	18-25	63-87

Таблица 2.24 – Средний выход круподунстовых продуктов и муки из зерна пшеницы [78]

Наименование	Пшеница					
	Крупки			Дунсты	Мука	Общее извлечение
системы	крупная	средняя	мелкая			
I драная	4-5	1-2	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5	6,5-9,5
II драная	20-22	8-9	2,5-3,0	1,5-2,0	1,0-1,5	33-37,5
III драная	8-9	6-7	2,0-3,0	1,5-2,0	1,5-2,0	19-23
IV драная	2-3	3-4	1,0-2,0	1,5-2,0	1,0-1,5	8,5-12,5
Итого с I—IV драных систем	34-39	18-22	6,0-9,0	5-7	4,0-5,5	67-82,5

V драная	-	-	0,5-1,0	0,5-1,0	1,0-1,5	2-3,5
VI драная	-	-	-	0,5-1,0	0,5-1,0	1-2
Всего с I—VI драных систем	34-39	18-22	6,5-10,0	6,0-9,0	5,5-8,0	70 -88

Однако, высокий выход муки (в 6 раз превышающего выход муки из зерна пшеницы), а также увеличенный выход жесткого (14,7%) и мягкого (21,2%) дунстов, указывает на излишнее измельчение промежуточных продуктов в виду большой протяженности стадии выработки.

Кроме того, большое количество ситовечных систем (40 систем) в процессе обогащения дунстов снижает их выход, унося в балластные продукты, тем самым уменьшая общий выход круподунстовых фракций.

Полученные данные позволяют сделать вывод о нецелесообразности применения данной технологической схемы при получении тритикалевой крупки или муки тритикалевой макаронной.

Проведенные исследования также позволяют выделить недостатки традиционных схем получения муки макаронной при использовании в качестве сырья зерно тритикале.

К основным недостаткам исследуемого способа производства макаронной муки можно отнести большую протяженность процесса, вследствие нерационального использования оборудования (низкие удельные нагрузки на мелющие валки и просеивающие поверхности, особенно на последующих драных и размольных системах) и отсутствие четкой дифференциация режимов измельчения и обогащения, что приводит к резкому увеличению удельных энергозатрат на мельзаводе и снижению эффективности работы технологического оборудования и, как следствие, снижению выхода и ухудшению качества продукции.

2.5.2. Исследования технологических решений и режимов работы оборудования с целью повышения выхода и качества макаронной муки из зерна тритикале

Исследования существующих технологий выработки макаронной муки и крупы манной позволили определить технологические средства и решения для разработки универсального способа получения муки тритикалевой макаронной или крупки из зерна тритикале, схема которого представлена на рисунке 2.17.

Универсальность разработанного способа заключается в возможности получения конечного продукта с целевым использованием в виде крупки для кулинарных целей или муки для производства макаронных изделий в зависимости от мукомольных свойств (стекловидность, твердозерность).

При разработке отдельных этапов технологического процесса макаронного помола зерна тритикале нами придерживался следующий принцип: режимы измельчения по системам драного процесса должны обеспечить получение максимального количества крупок и минимального — дунстов и муки, но при этом удельные нагрузки на валцы и ситовые поверхности должны быть не ниже номинальных.

Общий технологический процесс предусматривает выделение из зерновой массы примесей, очистку покровов зерна, основное увлажнение его водой до 16% (одно- или двухэтапное в зависимости от исходной влажности зерна), отволаживание (после каждого этапа увлажнения), повторную его очистку на обоечной машине, дополнительное увлажнение с увеличением влажности на 0,5-0,6% и отволаживание в течение 25-30 мин в целях повышения эластичности оболочек зерно перед I драной системой, крупнообразование с четырех системным измельчением и сортированием, шлифование, ситовоздушное разделение продуктов размола и формирование сортов муки по показателям крупности и зольности.

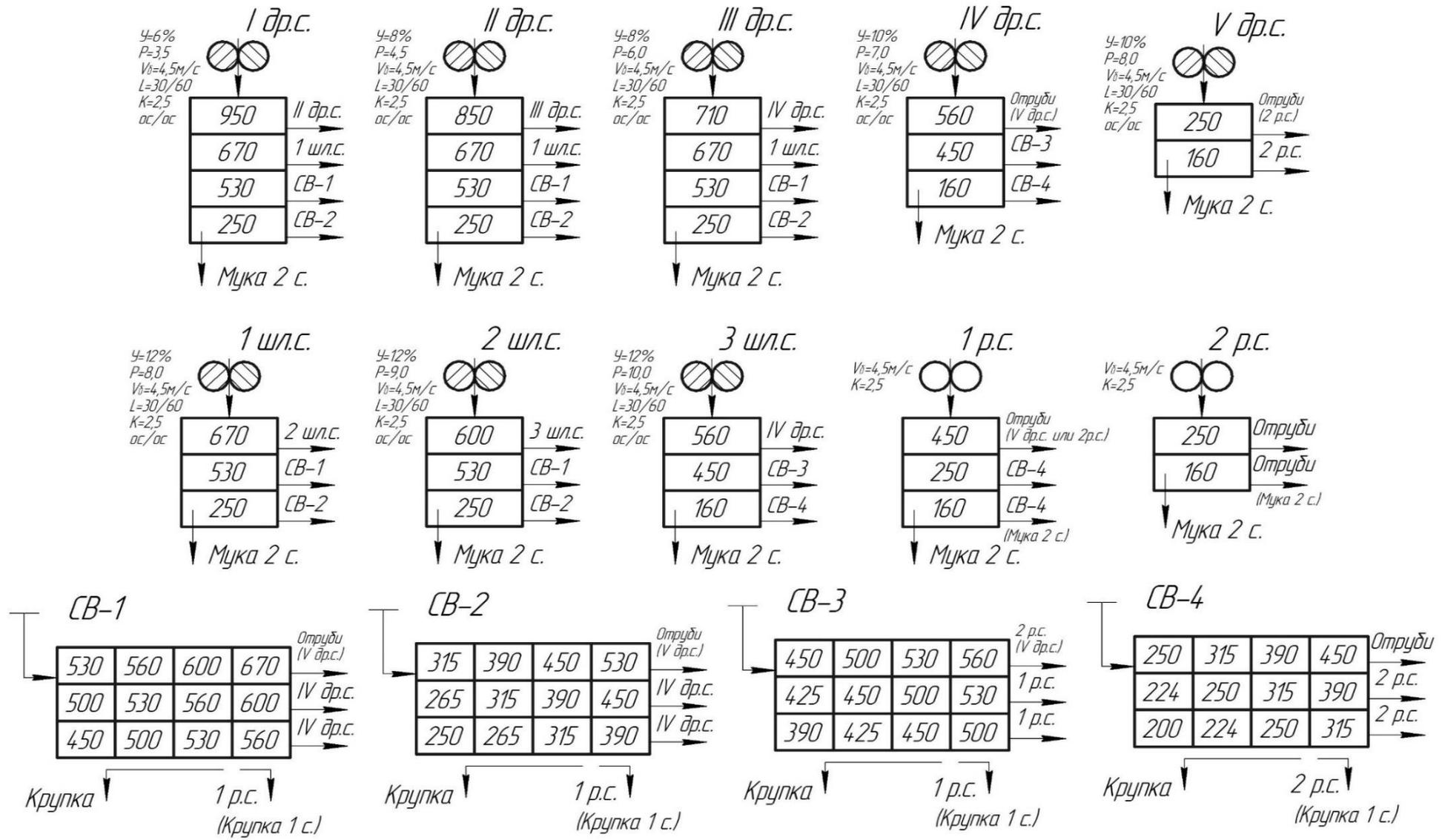


Рисунок 2.17 – Универсальная технологическая схема выработки муки тритикалевой макаронной или крупки из зерна тритикале

Выработка крупы осуществляется по сокращенной схеме помола: 4-5 драных; 3-4 шлифовочных; 2 размольных (всего 9-11 систем). Сравнение количества систем стадии выработки макаронной муки из зерна пшеницы и тритикале, а также ориентировочные выхода готовой продукции отражены в таблице 2.25.

Таблица 2.25 – Сравнение количества систем стадии выработки макаронной муки из зерна пшеницы и тритикале, а также ориентировочные выхода готовой продукции

Этапы переработки	Существующий способ	Разработанный способ
Драной процесс	6 - 7 систем	5 системы
Шлифовочный процесс	7 - 8 систем	3 систем
Размольный процесс	4 - 5 систем	2 систем
Ситовечный процесс	40 - 44 систем	4 систем
Общий выход крупки, %		
Тритикале	30-35	40-45
Пшеница	65	55

Проведенные исследования и анализ промежуточных продуктов позволили определить основные показатели технологического процесса.

Для осуществления данного универсального способа производства муки тритикалевой макаронной или крупки из зерна тритикале рекомендуется использовать режимы работы оборудования и их технические характеристики, указанные в таблицах ниже.

Рекомендуемые режимы измельчения на I—IV драных системах по разработанному способу представлены в таблице 2.26.

Таблица 2.26 - Рекомендуемые режимы измельчения на I—IV драных системах при получении муки макаронной или крупки из зерна тритикале

Наименование системы	Извлечение в %		
	Номер контрольного сита	от массы продукта, поступающего на данную систему	от массы продукта, поступающего на I драную систему
I драная	950 мкм	10 – 12	12 – 15
II драная	850 мкм	44 – 50	35 – 38
III драная	710 мкм	40 – 45	20 – 22
IV драная	670 мкм	30 – 35	10 – 12
Итого с I— IV драных систем		—	77 – 87

Техническая характеристика вальцовых станков драных и шлифовочных систем разработанного способа приведена в табл. 2.27.

Таблица 2.27 - Техническая характеристика поверхности вальцов драных систем при получении муки макаронной или крупки из зерна тритикале

Параметры рифлей				
Наименование системы	Плотность нарезки, р/см	Уклон, %	Углы заострения, $\alpha/3^\circ$	Взаимное расположение рифлей
I драная	3,5	4—6	35/60	ос/ос
II драная	4,5	6—8	30/60	ос/ос
III драная	6,0	6—8	30/60	ос/ос
IV драная	7,0	8—10	30/60	ос/ос
1 шлифовочная	8,0	10—12	30/60	ос/ос
2 шлифовочная	9,0	10—12	30/60	ос/ос
3 шлифовочная	10,0	10—12	30/60	ос/ос

Приведенные в таблицах 2.26 и 2.27 данные смогут послужить основой для дальнейших исследований с целью оптимизации технологических решений и режимов работы оборудования.

Описание способа получения муки тритикалевой макаронной и ключевых моментов приведено ниже.

Полученные в результате измельчения по схеме (рисунок 2.17) отдельные потоки крупок и дунстов подвергают обогащению на ситовечных машинах с применением по каждой машине дифференцированных режимов работы в зависимости от качества обогащаемых крупок и дунстов путем введения последовательного метода обогащения на 2-3 ярусах сит.

Расположение рифлей на вальцовых станках всех драных систем «острие по острию». На первом этапе дробления зерна продукт после измельчения на первой системе направляют в рассев сортирования на фракции по крупности, наиболее крупные фракции размером более 950 мкм направляют на вторую систему. Аналогичные фракции второй системы измельчения направляют на третью. Продукт, полученный на первой драной системе, с размером частиц 670 - 950 мкм

объединяют с продуктами, полученными на второй драной системе с размером частиц 670 - 850 мкм и третьей драной системе с размером частиц 670 - 710 мкм, затем направляют на первую шлифовочную систему, где шлифовочный процесс осуществляется при следующих режимах: расположение рифлей «острие по острию», удельная нагрузка 100-150 кг/см·сут. Продукт после измельчения на первой шлифовочной системе рассортировывают на фракции по крупности, наиболее крупные фракции размером более 670 мкм направляют на вторую шлифовочную систему, фракции второй системы измельчения размером более 600 мкм направляют на третью шлифовочную систему, а фракции третьей шлифовочной системы размером более 560 мкм направляют на IV др.с. После размола и сортирование круподунстовые продукты направляют для обогащения на ситовые машины. На первую ситовую систему направляют фракции, полученные при измельчении на первых трех драных и двух шлифовочных системах, причем со всех драных систем и первой шлифовочной системы отбирают продукты крупностью 530-670 мкм, а со второй шлифовочной системы – 530-600 мкм. Сход с верхнего яруса сит ситовой системы, как продукт, содержащий наибольшее количество оболочек, направляют на пятую драную систему или в отруби.

Для обогащения на второй ситовой системе объединяют продукты, выделенные на первых трех драных системах и двух шлифовочных системах, при этом крупность продуктов, находится в пределах 250-530 мкм. Сход с верхнего яруса сит ситовой системы, как продукт, содержащий наибольшее количество оболочек, направляют на пятую драную систему или в отруби.

Для обогащения на третьей ситовой системе объединяют продукты, выделенные на третьей шлифовочной системе и четвертой драной системе, при этом крупность продуктов, находится в пределах 450-560 мкм. Сход с верхнего яруса сит ситовой системы, в зависимости от качества, направляют на пятую драную систему или на вторую размольную систему.

Для обогащения на четвертой ситовеечной системе объединяют продукты, выделенные на третьей шлифовочной системе, четвертой драной и первой размольной системах, при этом крупность продуктов, находится в пределах 160-450 мкм, при этом сходовые продукты, полученные на третьей и четвертой ситовеечной системе, распределяют по системам размольного процесса в зависимости от их качества. Сход с верхнего яруса сит ситовеечных систем, как продукт, содержащий наибольшее количество оболочек, направляют на последнюю, вторую систему размольного процесса.

На размольных системах применяют вальцы с нарезной или микрошероховатой поверхностью. С целью улучшения качества муки рекомендуется использовать вальцы с микрошероховатой поверхностью.

Муку тритикалевую макаронную высшего сорта (крупку) формируют из потоков средней и мелкой крупок и дунстов, получаемых в драном и шлифовочном процессе после их обогащения в ситовеечных машинах.

Муку тритикалевую макаронную первого сорта (полукрупку) формируют из потоков дунстов и муки.

Муку тритикалевую «второй сорт» получают со всех систем технологического процесса.

По результатам моделирования разработанной схемы (протокол помола в приложении 2) универсального способа получения муки макаронной или крупки из зерна тритикале получены данные по выходам круподунстовых продуктов и муки в драном процессе. Данные представлены в таблице 2.28.

Экспериментальные исследования показали, что при переработке зерна тритикале линии №3478/09, с показателем общей стекловидности 85%, выход крупки в среднем составил 50%, а при использовании сорта «Трибун» со стекловидностью 68,8% выход готового продукта не превышал 45%.

Таблица 2.28 – Средний выход круподунстовых продуктов и муки по разработанной технологии из зерна тритикале сорта «Трибун»

Наименование	Тритикале					
	Крупки			Дунсты	Мука	Общее извлечение
системы	крупная	средняя	мелкая			
I драная	2 – 3	3—5	1 – 2	2 – 3	2 – 3	10 – 16
II драная	5 – 6	7 – 8	3 – 4	4 – 5	7 – 8	26 – 31
III драная	3 – 4	4 – 5	2 – 3	3 – 4	8 – 9	20 – 25
Итого с I—III драных систем	10 – 13	14 – 18	6 – 9	9 – 12	17 – 20	56 – 72
IV драная	—	—	2 – 3	3 – 4	3 – 4	8 – 11
Всего с I—IV драных систем	10 – 13	14 – 18	8 – 12	12 – 16	20 – 24	64 – 83

Кроме того, содержание в линии тритикале №3478/09 природного органического пигмента каратиноида придает вырабатываемой крупке желтовато-бежевый оттенок, что, при производстве макаронных изделий, положительно сказывается на потребительские достоинства готового продукта.

Разработанный способ был апробирован на твердозерной пшенице (протокол помола в приложении 3) со стекловидностью 85%. Общий выход крупки не превысил 50%.

Данные о выходах круподунстовых продуктов из зерна пшеницы представлены в таблице 2.289

Таблица 2.29 – Средний выход круподунстовых продуктов и муки из зерна пшеницы

Наименование	Пшеница					
	Крупки			Дунсты	Мука	Общее извлечение
системы	крупная	средняя	мелкая			
I драная	5-6	3-4	4-5	2-3	2-3	16-21
II драная	7-8	5-6	7-8	3-4	3-4	25-30
III драная	5-6	4-5	3-4	4-5	4-5	20-25
Итого с I—III драных систем	17-20	12-15	14-17	9-12	9-12	61-76
IV драная	-	-	1-2	3-4	5-6	9-12
Всего с I—IV драных систем	17-20	12-15	15-19	12-16	14-18	70-88

По результатам экспериментальных исследований проведен сравнительный анализ гранулометрического состава крупки из зерна тритикале сорта «Трибун» и крупки из зерна пшеницы, выработанных по разработанному способу (рисунок 2.18).

Анализ полученных данных показал, что гранулометрический состав круподунстовых продуктов тритикале и пшеницы схожи, также можно отметить преобладание более крупных фракций (диапазон размеров частиц 360-530 мкм) тритикалевой крупки и более мелких фракций (диапазон размеров частиц 140-360 мкм) крупки из зерна пшеницы.

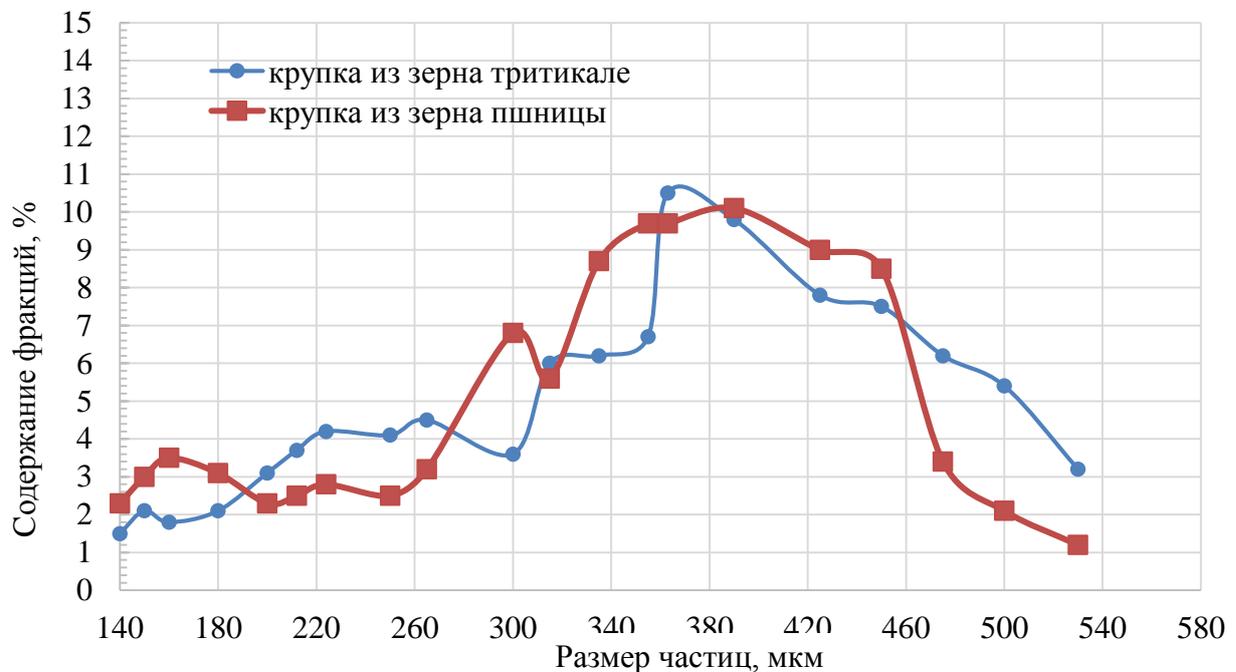


Рисунок 2.18 – Гранулометрический состав крупки из зерна тритикале сорта «Трибун» и крупки из зерна пшеницы

Полученные данные позволяют сделать вывод, что использование разработанных технологических приемов при переработки зерна пшеницы в макаронную муку является нерациональным за счет небольшого выхода готового продукта.

Был проведен сравнительный анализ показателей качества полученной тритикалевой крупки с макаронной крупкой из зерна пшеницы по ГОСТ Р 52668-

2006 «Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия».

Характеристика полученных видов тритикалевой крупки и муки приведены в таблице 2.30.

Таблица 2.30 - Показатели качества полученных видов тритикалевой крупки и муки (сорт «Трибун»)

Вид крупки	Зольность, %, не более	Крупность помола				Цвет
		остаток на сите по ГОСТ 4403-77	не более, %	проход через сито по ГОСТ 4403-77	не более, %	
Тритикалевая крупка	0,85	530 мкм	3	250 мкм	15	кремовый с желтым оттенком
Тритикалевая полукрупка	1,20	360 мкм	3	160 мкм	40	светло-кремовый
Тритикалевая мука «второй сорт»	1,80	250 мкм	2	140 мкм	Не менее 65	кремовый

Анализ данных таблицы 2.30 позволил определить соответствие получаемой продукции из зерна тритикале ГОСТ Р 52668-2006 «Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия».

На основании этого можно предположить, что полученные из данной крупки макаронные изделия, также будут соответствовать предъявляемым требованиям к готовым изделиям.

2.5.3. Определение технологических свойств макаронной муки из зерна тритикале при изготовлении макаронных изделий

Проведены экспериментальные исследования в результате которых получены экспериментальные образцы макаронных изделий из крупки тритикалевой (сорта «Трибун», «Корнет» и линия №«3478/09»). В качестве контроля использовалась крупка и макаронные изделия из зерна пшеницы. Макароны вырабатывались по лабораторный практикум для студентов факультета пищевых производств «Технология макаронного производства» и по технологической инструкции

производства макаронных изделий [86, 109], органолептическая оценка проводилась по методике, описанной в ГОСТ ИСО 7304-94 «Крупка и макаронные изделия из твердой пшеницы» (органолептическая оценка кулинарных свойств спагетти).

Оценка внешнего вида макаронных изделий из зерна тритикале в сравнении с контрольным образцом из зерна пшеницы показана в таблице 2.31.

Таблица 2.31 – Органолептическая оценка макаронных изделий из тритикале

Наименование исходного продукта	Внешний вид изделия		
	Поверхность	Излом	Цвет
Контроль крупка из пшеницы «Дурум»	гладкая	стекловидный	желтый с янтарным оттенком
Крупка из сорта «Корнет»	слегка шероховатая	полустекловидный	белый с желтоватым оттенком
Крупка из сорта «Трибун»	гладкая	полустекловидный	белый с желтоватым оттенком
Крупка из линии «3478/09»	гладкая	стекловидный	желтый с янтарным оттенком

Оценку влияния технологических свойств основного сырья для изготовления макаронных изделий (крупки из зерна тритикале) проводили по содержанию и качеству клейковины, числу падения и реологическим свойствам теста. Результаты исследований представлены в таблице 2.32.

Таблица 2.32 - Качество клейковины и автолитическая активность крупки из тритикале

Наименование исходного продукта	Клейковина				Число падения, с
	Содержание сырой, %	Содержание сухой, %	Качество, ед. прибора ИДК, группа	Растяжимость, см	
Контроль крупка из пшеницы «Дурум»	28	12,1	80 (II)	21	267
Крупка из сорта «Корнет»	18	11,3	55 (I)	9	194
Крупка из сорта «Трибун»	25	12,5	60 (I)	11	172
Крупка из линии «3478/09»	24	12,7	72 (I)	13	265

Как показывают данные табл. 2.32, в крупке из тритикале содержание сырой клейковины меньше по сравнению с контролем, а выход сухой клейковины незначительно увеличивается, что, вероятно, связано с повышенным содержанием белка.

Качество клейковины оказывает влияние на эластичность, прочность (ломкость), шероховатость макаронных изделий. При производстве макаронных изделий ориентируются на качество клейковины соответствующей I и II слабой группам (60 - 90 единиц прибора ИДК). Слишком слабая клейковина дает сырые изделия, склонные к смятию и слипанию, а сильная клейковина может привести к увеличению лома и шероховатости готовой продукции. [86, 91, 106, 109]

Данные по качеству клейковины полученных крупок из зерна тритикале (таблица 2.32) указывают на соответствие их I и II слабой группам, а также указывает на возможное «укрепляющее» действие на вырабатываемые макаронные изделия.

Проведены исследования физических характеристик теста, в процессе замеса. Анализ фаринограмм (таблица 2.33) показал, что тесто, произведенное из тритикалевой крупки, по сравнению с контролем, имеет более высокую эластичность и более низкую степень разжижения, возможно, положительно скажется при выпресовке макаронных изделий.

Таблица 2.33 - Физико-химические свойства теста

Наименование исходного продукта	Водопоглощительная способность при 500 ед.ф., %	Эластичность, ед.ф.	Длительность образования теста (а), мин	Устойчивость теста (в), мин	Степень разжижения (а12), ед. ф.	Сопротивляемость разжижению (а+в), мин	Стабильность, мин
Контроль крупка из пшеницы «Дурум»	56,8	200	2,2	3,5	110	8,0	7,0

Крупка из сорта «Корнет»	63,6	280	2,0	5,5	80	9,5	11,0
Крупка из сорта «Трибун»	60,4	260	2,5	4,5	90	9,5	11,0
Крупка из линии «3478/09»	61,4	230	2,5	4,0	95	8,5	8,5

С целью определения возможности использования тритикалевой крупки в производстве макарон, а также изучения самого процесса выработки на лабораторном прессе ЛМП-1, была изготовлена опытная партия макаронных изделий. Оценка качества макаронных изделий из зерна тритикале представлена в таблице 2.34.

Таблица 2.34 - Физико-химические показатели качества макаронных изделий из тритикале

Наименование исходного продукта	Влажность, %	Кислотность, %	Зольность, % на а.с.в..	Варочные свойства		
				Длительность варки, мин	Коэффициент увеличения объема, К	Количество сухих веществ в варочной воде, %
1	2	3	4	5	6	7
Контроль крупка из пшеницы «Дурум»	12,0	1,7	0,9	7,0	1,65	5,6
Крупка из сорта «Корнет»	11,2	1,6	1,1	6,0	1,71	9,4
Крупка из сорта «Трибун»	11,6	1,7	1,2	6,0	1,68	8,6
Крупка из линии «3478/09»	11,8	2,0	1,0	6,5	1,66	7,8

Как показывают данные таблицы 2.34, макаронные изделия из зерна тритикале, по сравнению с контрольным образцом, имеют повышенную зольность. Также отмечен незначительный рост длительности варки и увеличение сухих веществ в варочной воде. Максимальное количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, отмечено в пробах макаронных изделий, изготовленных из сорта «Корнет». Следовательно, можно сделать вывод, что указанный сорт не эффективно использовать при изготовлении макаронных изделий.

Были проведены экспериментальные исследования по определению прочностных и реологических характеристик макаронных изделий из тритикале.

На рисунке 2.19 представлены кривые влияния усилия нагружения на прочность макарон, выраженной в величине сдвига индикатора. тритикале сорта «Трибун», линии №3478/09 и пшеницы «Дурум».

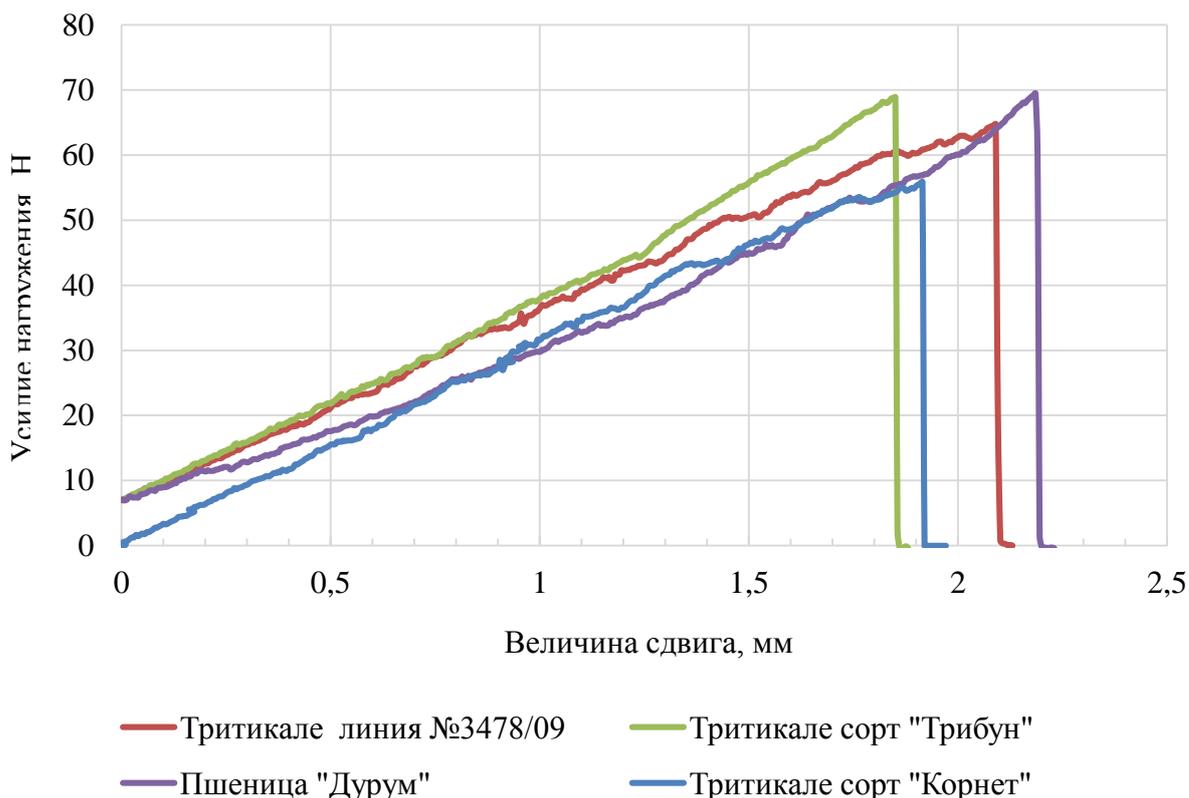


Рисунок 2.19 – изменение механической нагрузки от величины погружения индикатора при исследовании макаронных изделий

Анализ динамики усилия нагружения макаронных изделий показал, что изделия из тритикале более хрупкие по сравнению с макаронами из пшеницы, которые показали более эластичные свойства.

При использовании крупки тритикалевой линии «3478/09», анализ органолептических показателей полученных макаронных изделий выявил улучшение структуры сваренного продукта (упругость возрастала, отсутствовала слипаемость).

Результаты данных исследований показали возможность использования продуктов переработки зерна тритикале различных сортов при изготовлении макаронных изделий. При учете влияния исследованных факторов на технологические свойства крупки, а также на качество и потребительские достоинства готовой продукции, можно рекомендовать для производства макаронных изделий из тритикале сорт «Трибун» и линию №3478/09.

Кроме того, приняв во внимание, что линия тритикале №3478/09 содержит природный органический пигмент каратиноид, который придает получаемым макаронным изделиям характерный янтарно-желтый оттенок, можно сделать вывод о целесообразности использования этой линии тритикале в производстве макаронных изделий.

Для обоснования целесообразности применения каждого из этих сортов, необходимы дальнейшие исследования.

Заключение по разделу 2.5

Таким образом, проведенные исследования показали, что зерно тритикале возможно использовать в качестве сырья для производства муки макаронной или крупки из зерна тритикале.

Сравнение разработанного способа со способом получения макаронной муки из твердой пшеницы при переработке зерна тритикале показало, что общее построение технологических операций и подобранные режимы оборудования позволяют увеличить выход крупки с более однородной структурой по крупности; с высокой эффективностью извлечь эндоспермовую часть зерна более высокого качества; проводить эффективный процесс обогащения, а также снизить энергетические затраты на получение конечной продукции, за счет сокращения технологического процесса.

Экспериментальными исследованиями подтверждено, что, при существенном сокращении схемы помола за счет рационального построения технологического

процесса, способ позволяет получить из зерна тритикале макаронной муки или крупки 45 - 55% общего выхода, муки «второго сорта» 25-30% общего выхода, выход отрубей 20 – 25% общего выхода. На данный способ получено положительное решение №2013145231(069884) на выдачу патента.

Исследования показали, что для осуществления предлагаемого способа не требуется разработка нового оборудования, он осуществляется на типовом серийно выпускаемом оборудовании.

Определено соответствие выработанной макаронной муки или крупки из зерна тритикале ГОСТ Р 52668-2006 «Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия».

Результаты данного исследования показали возможность использования продуктов переработки зерна тритикале различных сортов при изготовлении макаронных изделий. По изучению влияния физико-химических и технологических свойств крупки на качество и потребительские достоинства готового продукта, можно рекомендовать для производства макаронных изделий из тритикале сорт «Трибун» и линию «3478/09», содержащую природный органический пигмент каратиноид.

Дальнейшие исследования, посвященные получению данной крупки из зерна тритикале, рекомендуется проводить с точки зрения оптимизации технологических решений.

2.6. Разработка технологических решений «сухого» способа концентрации белковых и углеводных компонентов из тритикалевой муки с сохранением их нативных свойств.

Создание технологий выделения из зерна отдельных анатомических частей (эндосперм, зародыш, алейроновый слой, оболочки) с дальнейшим получением из них компонентов с концентрированным содержанием химических элементов (белок, жир, крахмал, минеральные вещества и др.) является основой

прогрессивной концепции отечественного мукомолья – производство муки широкого ассортимента целевого назначения, в том числе, для продуктов здорового питания [24, 27, 79, 102, 110, 112].

В данной работе рассматривается возможность использования в качестве растительного сырья для производства белковых и углеводных продуктов такая зерновая культура, как тритикале. Основными белковыми и углеводными продуктами, получаемыми из этой культуры, являются соответствующие концентраты, который в последствии можно применять как обогатитель хлебобулочных, макаронных, кондитерских, мясных, молочных и других изделий.

Существующие «мокрые» способы производства белковых концентратов отличаются большой дороговизной. Кроме того, при существующих технологиях существенно ухудшаются нативные свойства белков в связи с тем, что из них вымываются многие микронутриенты: ферменты, витамины, минеральные вещества, сахар и другие.

Одним из путей решения указанной проблемы является создание технологии производства концентратов белков с сохранением их нативных свойств на основе «сухого» способа разделения макронутриентов: белка и крахмала.

Целью данных исследований является создание способа производства концентратов нативных белков на основе «сухого» способа извлечения их из эндосперма зерна тритикале и определение химических и технологических свойств полученной продукции.

Уровень современного развития технологий мукомольного производства позволяет с эффективностью 90% извлекать эндосперм из зерна основных культур, зародыш с эффективностью 25-70% таких культур, как пшеница и кукуруза, для других культур этот процесс не разработан. Не существует эффективного процесса извлечения алейронового слоя из зерновок тритикале. Хотя высокая ценность белка этого слоя известна, он остается недоступным для питания человека в связи

с плотной упаковкой в слое клетчатки [54, 63]. Не завершены разработки и поэтому практически отсутствуют отечественные технологии извлечения белка и крахмала “сухим” способом из эндосперма зерновых культур, и, в частности, зерна тритикале.

Разработанный способ должен обеспечивать концентрацию белка в готовом продукте, в 1,5-2,0 превышающую содержание этого макронутриента в исходном зерне тритикале, ориентировочная производительность технологического процесса производства концентрата белков 5 т/сут., выход концентрата 5-15% от количества переработанного зерна, или 7-20% от количества муки.

В полученных концентратах должны быть в максимальной степени сохранены микронутриенты эндосперма зерна тритикале.

Реализация технологии и применение полученных белковых концентратов позволит:

1. обеспечить расширение ассортимента хлебобулочных, кондитерских, макаронных, молочных и мясных продуктов, произведенных с использованием новых нативных концентратов белка отечественного производства;
2. обеспечить увеличение на 15-20% сырьевых ресурсов зерна тритикале продовольственного назначения для производства муки хлебопекарной, соответствующей требованиям государственных стандартов.

Таким образом, конкретными преимуществами предлагаемой технологии являются:

1. лучшее качество белкового концентрата за счет максимально возможного сохранения содержания и нативных свойств микронутриентов эндосперма зерна тритикале;
2. простота способа и невысокие затраты при производстве;

3. возможность замещения белкового концентрата, закупаемого в больших количествах в других странах, продукцией отечественного производства.

2.6.1. Исследование процесса разделения муки на белковые и углеводные фракции при использовании центробежно-роторного пневмоклассификатора.

Основой разрабатываемого способа извлечения белка из тритикалевой муки «сухим» способом является разрушение белковой матрицы и получение ее частиц, свободных от крахмала. Эти частицы имеют размеры в интервале 0-18 мкм. Такие же размеры имеют мелкие (2-9 мкм) и средние (10-18 мкм) зерна крахмала. Крупные зерна крахмала имеют размер более 18 мкм [5, 6, 7, 12, 56, 63, 111, 113]. В результате такого разрушения появляется возможность выделить частицы белка в процессе пневмоклассификации, как более легкие и мелкие.

В тритикалевой муке, получаемой при валковом способе измельчения (на вальцах диаметром 250 мм, при межвальцовом зазоре 5-10 мкм и соотношении 1:1,25 скоростей быстровращающегося и медленновращающегося валцов, шероховатость валцов (R_a) составляет 2,5 - 4,0 мкм.) мелких частиц (60 – 10 мкм) сравнительно мало.

Увеличить концентрацию свободных мелких частиц белка можно путем измельчения муки ударно-истирающим способом в дезинтеграторах, ударным способом в энтолейторах или более «жестким» (зазор 0,5-0,1 мкм) способом в вальцевых станках [105, 110, 111]. Эффективность ударно-истирающего способа показана в таблице 2.35.

В таблице 2.35 представлены данные о гранулометрическом составе исходного (контрольного) образца тритикалевой муки по схеме односортового помола пшеницы и образцов измельченной на экспериментальной дезинтеграторной машине муки до различной степени дисперсности. Эту степень дисперсности характеризовали удельной поверхностью образца, определяемую на приборе ПСХ-4 [7, 56, 113].

Таблица 2.35 – Гранулометрический состав и удельная поверхность образцов исходной и измельченной тритикалевой муки

№ образца	Степень дисперсности, мкм											Удельная поверхность образца. см ² /г
	140	125	100	80	63	50	40	30	20	10	<10	
Контр. (исходн)	0,6	14,8	8,2	11,2	12,8	14,9	11,6	12,8	8,7	2,5	1,9	2280
1	3,4	21,7	2,7	4,1	2,7	15,4	5,4	8,1	12,2	17,5	6,8	2560
2	2,8	10,3	4,5	3,1	7,6	14,5	9,0	9,0	13,6	18,0	7,6	2590
3	1,5	10,8	6,3	4,8	6,5	16,3	9,4	9,4	14,3	12,7	8,0	2620
4	1,5	9,1	3,2	3,2	4,8	16,5	8,1	11,5	14,6	19,4	8,1	2650

Анализ полученных данных показал, что в исходной муке фракций, в которых содержатся мелкие частицы белка с размером 0-18 мкм сравнительно мало. В рассматриваемых образцах оно составляет примерно 8,1% (рисунок 2.20).

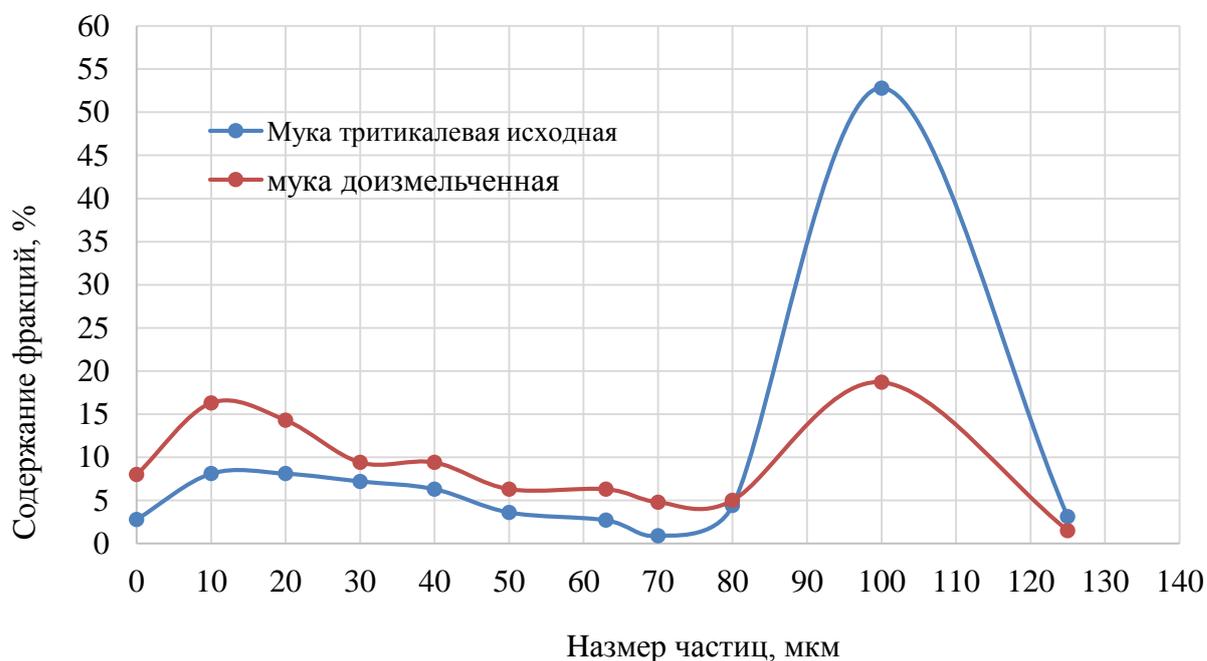


Рисунок 2.20 - гранулометрический состав контрольного образца муки из зерна тритикале в сравнении с средними показателями образцов после дополнительного измельчения.

В ходе исследований выявлено, что валковый способ доизмельчения муки в связи с малыми скоростями рабочих органов менее эффективен в сравнении с

этими способами. Окончательный выбор способа доизмельчения муки необходимо сделать с учетом качества получаемых белковых и крахмалистых фракций;

Было определено, что для эффективного выделения белковых фракций их удельная поверхность, в которых содержатся свободные частицы белка, должна быть не менее 2650 см²/г.

Структура технологий производства высокобелковых и крахмалистых видов муки представлена на рисунке 2.21 и предусматривает следующие этапы: подготовку зерна; размол зерна на валцевых станках, включающий операции доизмельчения до размеров частиц 40 мкм и последующее фракционирование; извлечение белковых, углеводных и белково-углеводных фракций муки на основе центробежно-роторной пневмокласификации.

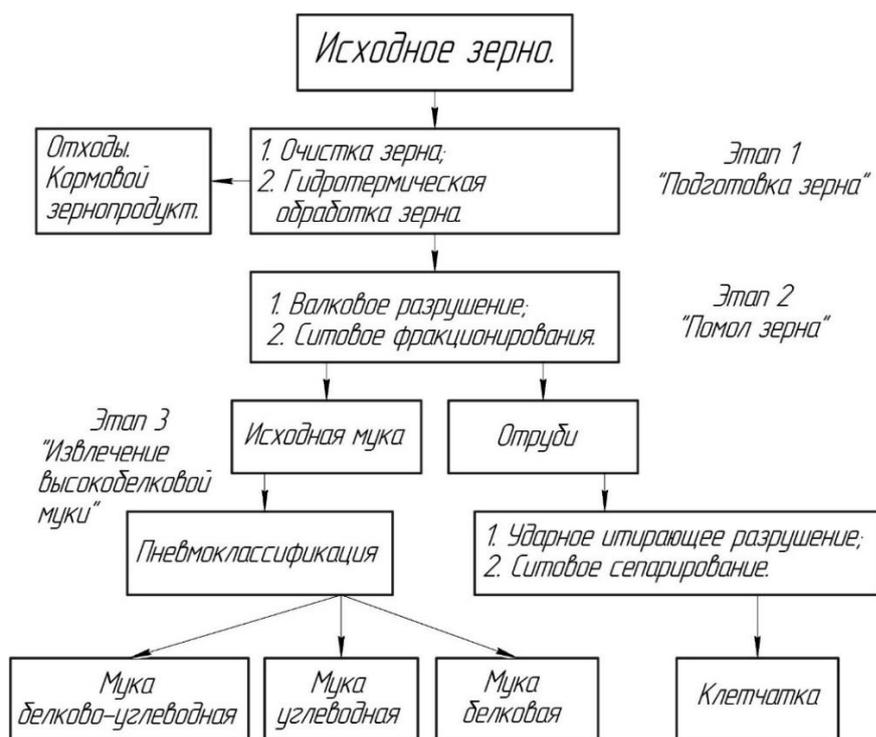


Рисунок 2.21 – Структурная схема способа производства нативных пищевых ингредиентов целевого назначения.

Ключевым этапом исследуемого способа является этап 3 - «Извлечение высокобелковой муки» основанный на использовании центробежно-роторного пневмокласификатора, исходным продуктом является тритикалевая мука, а

компонентами являются частицы крахмала и белка, преимущественно извлекаемые в одну из фракций: белковую или углеводную.

Для исследования процесса пневмоклассификации разработана физическая модель процесса: поток продукта представлен материальной частицей, перемещающейся по цилиндру под действием сил инерции и воздушного потока, а в пневмоканале - под действием воздушного потока и силы тяжести.

Четырехфазная аэросмесь, состоящая из воздуха, частиц белка с размером до 20 мкм, частиц крахмала с размером от 20 до 40 мкм и частиц конгломератов с размером более 40 мкм, поступает в рабочую камеру машины. Частицы - конгломераты отделяются от частиц белка и крахмала, которые поступают в цилиндрический пневмоканал, где происходит их разделение друг от друга на основе различия аэродинамических свойств. Это различие, в основном, обусловлено разными размерами и плотностью частиц крахмала и белка. Частицы - конгломераты поступают на доизмельчение.

2.6.1.1. Исследование математической модели процесса пневмоклассификации частиц муки при использовании машин центробежно-роторного принципа действия.

С целью максимального изучения процесса разделения частиц на основе центробежно-роторной пневмоклассификации, а также для выявления рациональных режимов работы оборудования и их связи с конструктивными параметрами было осуществлено математическое моделирование

Исследование процесса извлечения частиц белка осуществлено в оптимальной постановке. Для оптимизации процесса сформулирована гипотеза, согласно которой наибольший технологический эффект η_{max} извлечения частиц определяется максимальной работой сил трения продукта при его движении по цилиндрической обечайке аппарата:

$$\eta_{max} = k \cdot A_{max}, \quad (2.6)$$

где A_{max} - максимальная работа сил трения, кДж;
 k - коэффициент пропорциональности.

Для рассмотрения движения частицы массой m , кг, по цилиндру радиусом R , м, с начальной скоростью $V_0 = \omega_0 R$, м/с, и конечной $V_k = \omega_k R$, м/с, воспользуемся теоремой механики: изменение кинетической энергии тела равно работе всех внешних сил. В соответствии с теоремой имеем:

$$T_0 - T_k = \sum_i A_i \quad (2.7)$$

где $T_0 - T_k$ - изменение кинетической энергии частицы, кДж;
 T_0, T_k - кинетическая энергия частицы соответственно в начале и конце движения кДж.

$$T_0 = m \frac{V_0^2}{2} = m \frac{\omega_0^2 \cdot R^2}{2}, \quad (2.8)$$

$$T_k = m \frac{V_k^2}{2} = m \frac{\omega_k^2 \cdot R^2}{2}, \quad (2.9)$$

где ω_0, ω_k - угловые начальная и конечная скорости частиц c^{-1} .

В рассматриваемой задаче внешней силой на каждом i -том участке движения является сила трения F_i , Н, которая определяется центробежной силой $P_i = m\omega_k^2 R$, Н, и коэффициентом трения f , поэтому работа внешних сил будет иметь вид:

$$\sum_i A_i = \sum_i F_i \cdot L_i = \sum_i P_i \cdot f \cdot L_i = \sum_i m \cdot \omega_i^2 \cdot R \cdot f \cdot L_i, \quad (2.10)$$

Уравнение (2.10) позволяет получить важные инженерные формулы для оценки эффективности процесса в зависимости от фракционных свойств продукта при заданной шероховатости и радиуса цилиндра, а также угловой скорости движения частиц.

Положим, что в конце движения частица имеет скорость, при которой она теряет связь с цилиндром, т.к. сила трения $F_k = P_k \cdot f = m \cdot \omega_k^2 \cdot R \cdot f$, H , оказывается меньше, или равна силе тяжести $G = mg$ частицы:

$$F_k \leq G \text{ или } m \cdot \omega_k^2 \cdot R \cdot f \leq mg, \quad (2.11)$$

Для рассматриваемого случая из (2.11) получаем конечную скорость частицы:

$$\omega_k = \sqrt{\frac{g}{R \cdot f}}, \quad (2.12)$$

Теперь, разбивая траекторию движения частицы на равные части и задаваясь законом движения ее, например, равнозамедленным, получим следующую формулу для оценки эффективности η_{max} (смотри 2.6) работы центробежно-осевого роторного пневмосепаратора:

$$\eta_{max} = k \cdot m \cdot R \cdot f \cdot [\omega_0^2 + \omega_k^2] \cdot L/2, \quad (2.13)$$

Формула (2.11) получена при разбиении траектории частицы на два равных участка, в ней конечная угловая скорость определяется по формуле (2.12).

Вышеприведённая математическая модель процесса рассмотрена в дискретной постановке. В дальнейших расчетах с целью получения более удобных формул для инженерных расчетов процесс рассмотрен в непрерывной постановке. Условие оптимальности, как и в дискретной задаче, остается прежним, наибольший технологический эффект сортирования частиц в цилиндре определяется максимальной работой A сил трения:

$$A = f \cdot m \cdot R \int_{\omega_0}^{\omega_k} \omega^2 dl \rightarrow \max, \quad (2.14)$$

Переходя к линейным координатам и учитывая, что $V = \omega R$, m/c , получим

$$A = m \cdot f \int_{V_0}^{V_k} R \cdot \frac{V^2}{R^2} dl = \frac{mf}{R} \int_{x_0}^{x_k} x^2 \cdot \frac{V^2}{R^2} dx \rightarrow \max, \quad (2.15)$$

Теперь необходимо решить вариационную задачу [116] при начальных условиях: $\dot{x}_0 = \omega_0 R$, $\dot{x}_k = \omega_k R$, с учетом промежуточных вычислений:

$$\frac{dx}{dt} = \ddot{x}t + \dot{x}; \quad x = \dot{x}t; \quad dx = (\ddot{x}t + \dot{x})dt, \quad (2.16)$$

получим:

$$A = \frac{mf}{R} \int_0^T x^2 (\ddot{x}t + \dot{x}) dt \rightarrow \max, \quad (2.17)$$

Максимум функционала (2.17) достигается при условии выполнения уравнения Эйлера [116]:

$$\frac{dF}{dx} - \frac{d}{dt} \left(\frac{dF}{dx} \right) = 0, \quad (2.18)$$

В этом уравнении функция F является подынтегральной функцией функционала (2.17):

$$F = x^2 \cdot \ddot{x}t + \dot{x}^3, \quad (2.19)$$

Опуская промежуточные вычисления, получим следующее условие максимума функционала (2.14):

$$6\dot{x} + 2t\ddot{x} + 2tx \cdot \ddot{x} \cdot \ddot{x} + 2\dot{x}\ddot{x}^2 = 0, \quad (2.20)$$

Возвращаясь к физическому смыслу задачи, можно утверждать, что максимальная работа сил трения частицы при движении ее во времени t , s , по цилиндрическому корпусу в поле центробежных сил будет достигаться, если скорость \dot{x} , ускорение \ddot{x} и производная ускорения $\ddot{\ddot{x}}$, будут связаны уравнением (2.20). По уравнению (2.20) установлено, что при равнозамедленном движении частицы, когда $\dot{x} = -at$; $\ddot{x} = -a$; $\ddot{\ddot{x}} = 0$, ускорение a равно $3,1 \text{ м/с}^2$.

Учитывая, что

$$a = \frac{v_0 - v_k}{T} = 3,1 = \frac{R(\omega_0 - \omega_k)}{T}, \quad (2.21)$$

получим систему уравнений для инженерных расчетов оптимального процесса и аппарата

$$L = v_0 T - \frac{aT^2}{2}, \quad (2.22)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R}{T} \left(\omega_0 - \sqrt{\frac{g}{R \cdot f}} \right) = 3,1 \text{ м/с}^2 \\ L = \omega_0 \cdot R \cdot T - \frac{\omega_0 R - \sqrt{\frac{g}{R \cdot f}}}{2T} \cdot T^2 = \frac{TR}{2} \left(\omega_0 + \sqrt{\frac{g}{R \cdot f}} \right), \text{ м} \end{array} \right. , \quad (2.23)$$

Система (2.22), (2.23) связывает параметры аппарата: R , м, - радиус цилиндра; оптимального процесса: начальной угловой скорости продукта ω_0 , с-1; продолжительности обработки продукта – T , с; фрикционных свойств продукта - f .

Исследование физической и математической модели процесса разделения муки на белковые и углеводные фракции дало представление о основных принципах разделения частиц, позволило подобрать рациональные технологические решения общего процесса и режимы работы пневмоклассификатора.

2.6.2. Моделирование технологического процесса пневмоклассификации тритикалевой муки.

Технологический процесс производства белковой, углеводной и белково-углеводной тритикалевой муки, был промоделирован в стендовых условиях ГНУ ВНИИЗ. Моделирование осуществлено на зерноочистительных агрегатах У1-АОЗ и ЗЛС, стендовых триерах и дуоасpirаторах, размольно-сортирующем агрегате У1-РСА-5, центробежно-роторном пневмоклассификаторе, и других устройствах.

Моделирование процесса осуществлялось по схеме, показанной на рисунке 2.21, представленном ранее.

Этап 1 «Подготовка зерна к помолу» предназначен для очистки и гидротермической обработки зерна с целью дифференциации физикомеханических свойств его анатомических частей. Он включает последовательное выполнение операций выделения из зерна тритикале крупной, мелкой, легкой сорной и зерновой примеси и минеральной примеси (раздел 2.3 настоящей диссертации). Переработано 250 кг зерна тритикале сортов «Крона», «Корнет», «Трибун» «Топаз». В результате на этом этапе получено очищенное зерно с остаточным содержанием сорной примеси 0,15%, зерновой 2,0%, зольностью 2,1%, влажностью 16,5%.

Этап 2 «Помол зерна» предназначен для разделения зерна на анатомические части. Одной из них является эндосперм, из которого на последующих этапах необходимо извлечь все виды муки. Этот этап предусматривает драной, размольный и вымольный процессы. На этом этапе получено 190 кг муки зольностью 0,8 %, с наибольшим размером частиц 100-132 мкм.

Этап 3 «Извлечение высокобелковой муки» включает пять последовательных операций обработки муки в центробежно-роторном пневмоклассификаторе с производительностью 50 кг/ч. Установка пневмоклассификатора состоит из следующих основных частей (рисунок 2.22): аппарата - 1, приемного бункера - 2, вибропитателя - 3, коробов для сбора продуктов - 4, фильтра с коробом - 5, осевого вентилятора - 6 и материалопроводов - 7.

Все составные части установки объединены в три блока: блок питания, состоящий из бункера и вибропитателя; блок аппарата, включающий аппарат и короба для сбора продуктов; пневмотранспортный блок, в который включены вентилятор, фильтр и материалопроводы. Производительность установки равна 50 кг/ч. Скорость уноса частиц в аппарате – в пределах 1,0 – 1,5 м/с. Окружная скорость ротора 70 м/с.

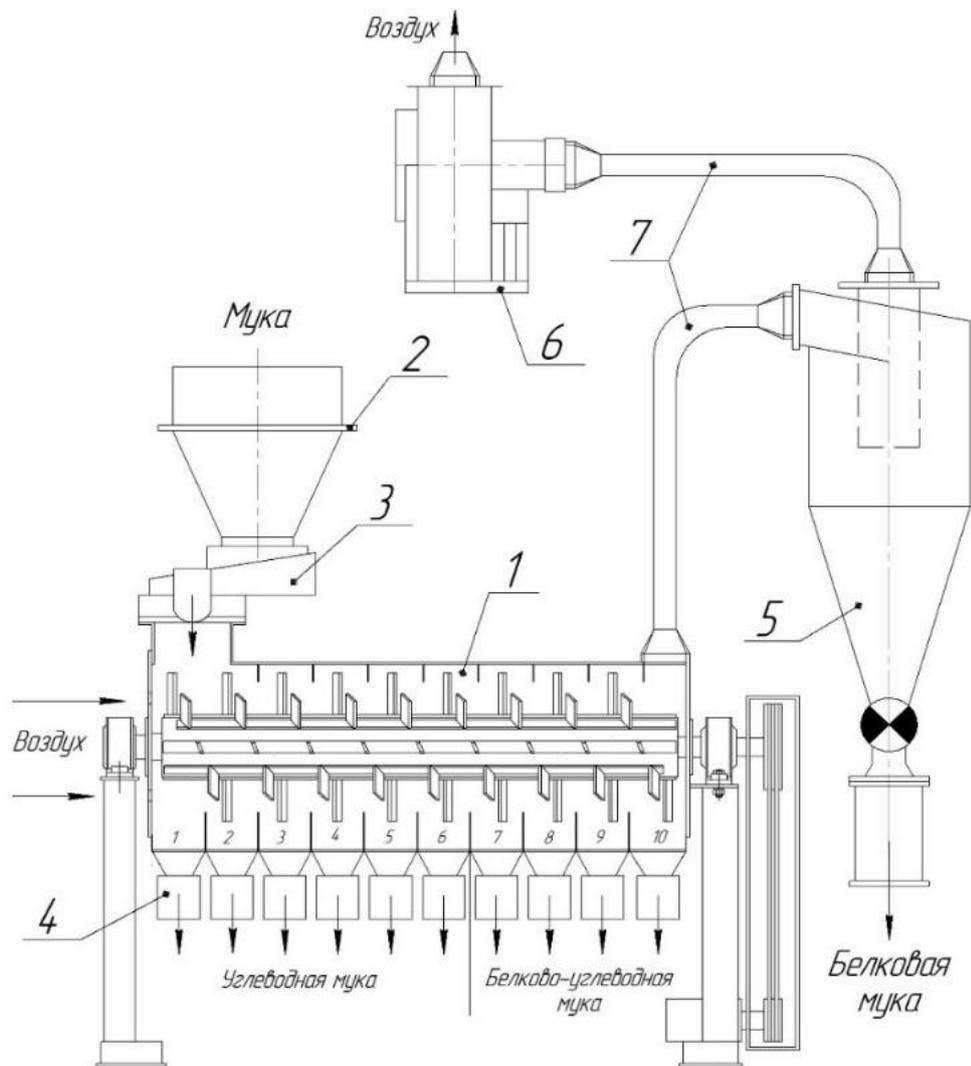


Рисунок 2.22 - Установка центробежно-роторного пневмокласификатора

Блок питания имеет станину, на которой закреплены бункер - 2, а под ним вибропитатель – 3 марки У1-БВР-1. Фильтр - 5 пневмотранспортного блока, предназначенный для разделения воздуха и продукта, снабжен матерчатými рукавами, которые помещены в корпусе.

Все блоки установки связаны между собой материалопроводами - 7. Первый материалопровод соединяет аппарат с фильтром, а второй фильтр с вентилятором.

В центробежно-роторном пневмокласификаторе получают десять промежуточных фракций и одну основную - отсысы фильтра, которые представляют собой высокобелковую муку. Промежуточные фракции распределяют в зависимости от их качества: из начальных фракций формируют

муку углеводную, из конечных фракций - муку белково-углеводную, а из отсосов - муку высокобелковую.

Исходная смесь, представляющая собой тритикалевую муку заданной крупности, загружается в приемный бункер – 2 емкостью 50 кг. Она состоит из частиц белка с размером до 20 мкм, частиц крахмала от 20 до 40 мкм и частиц конгломератов с размером более 40 мкм. С включением вентилятора – 6 и вибропитателя - 3 исходный продукт с воздухом по материалопроводу поступает через приемный патрубок внутрь цилиндра - 1, где происходит их разделение друг от друга на основе различия аэродинамических свойств. Это различие, в основном, обусловлено разными размерами и плотностью частиц крахмала и белка. Частицы конгломераты, обладая бóльшими размерами, остаются внутри цилиндра, перемещаются по его поверхности в нижнюю часть и выводятся через патрубки в сборные короба - 4 с первого по четвертый в виде исходной (крупной) фракции.

Положительный эффект дает то, что в процессе разделения частицы продукта, в том числе крупные (более 40 мкм), соприкасаясь с быстровращающимися лопастями ротора, подвергаются частичному разрушению, тем самым высвобождая частицы белка и крахмала из конгломератов.

Частицы белка и крахмала проходят дальше по цилиндру - 1, в котором происходит их разделение. Частицы крахмала как более тяжелые попадают в патрубки и выводятся из аппарата в сборные короба - 4 с пятого по восьмой в виде мелкой тяжелой фракции. Частицы белка как- более легкие уносятся воздухом из аппарата - 1 по материалопроводу - 7, попадают в фильтр - 5, где отделяются от воздуха и собираются в сборном коробе в виде мелкой легкой фракции.

Эксперименты проводили на муке тритикалевой произведенной по схеме односортового помола зерна пшеницы. Показатели качества муки представлены в таблице 2.36. Все помольные партии тритикале соответствовали мельничным кондициям за исключением количества клейковины в зерне.

Таблица 2.36 – Характеристика тритикалевой муки, выработанной по схеме односортового помола зерна пшеницы.

Показатели качества	Сорта зерна			
	«Корнет»	«Крона»	«Трибун»	«Топаз»
Дата выбоя	24.03.13	25.04.13	10.03.13	06.05.13
Влажность, %	15,6	15,8	15,0	15,4
Крупность помола, %:				
остаток на сите № 54/62 ПА	1	—	—	—
проход через сито № 61/69 ПА	98	94	85	88
Удельная поверхность, см ² /г	1910	1830	1790	1695
Количество клейковины, %	18,7	17,4	29,6	27,2
Качество клейковины, ед. пр. ИДК-1	95	84	93,3	97
Хруст	Нет	Нет	Нет	Нет
Цвет, запах, вкус	Соответствуют ГОСТ 27558-87			

Анализ данных показал, что технологические показатели полученной муки разных сортов существенно различались по содержанию проходовой фракции через сито № 61/69 ПА - от 85 до 98%, количеству клейковины - от 17,4 до 29,6 %, ее качеству - деформационной способности (84-97 ед. ИДК-1).

2.6.3. Выработка экспериментальных партий новых видов муки и определение их химических и технологических свойств

По результатам экспериментальных исследований пяти последовательных операций пневмокласификации проведенных на партиях тритикалевой муки из зерна сортов «Корнет» и «Трибун», получены следующие данные: выход белковой муки из зерна сорта «Корнет» после отдельных операции колебался в пределах 1,6-4,8%, а общий выход составил 16,6 % (таблица 2.37) с концентрацией белка 24,5 %; при этом также получено 37,1 % углеводной муки и 46,3 % муки белково-углеводной. Общий выход из зерна сорта «Трибун» (таблица 2.38): муки белковой – 18,9 %, муки углеводной – 28,8 %, муки белково-углеводной – 52,3%.

Таблица 2.37 – Показатели качества продуктов, полученных при моделировании технологических процессов производства белковой, углеводной и белково-углеводной) муки из зерна сорта «Корнет»

Продукт	Выход, %	Влаж- ность, %	Золь- ность, %	Клейковина			Содержание, %	
				Количество, %		Каче- ство, ед. ИДК	Белок	Крахмал
				сырая	сухая			
Исходная мука из зерна тритикале	100	15,5	0,7	21,0	10,7	67,8	13,8	70,1
Белковая мука 1 (1-й этап обработки)	3,6	14,6	2,11	27,5	12,8	66,4	27,4	42,6
Белковая мука 2 (2-й этап обработки)	4,8	14,2	1,61	25,2	12,6	71,2	26,1	43,8
Белковая мука 3 (3-й этап обработки)	4,2	13,8	1,29	22,5	11,7	74,6	24,3	45,9
Белковая мука 4 (4-й этап обработки)	2,4	13,6	1,12	19,4	10,8	79,3	21,9	54,2
Белковая мука 5 (5-й этап обработки)	1,6	13,4	0,93	17,2	10,2	80,7	17,8	58,2
Белковая мука (Общая с 1-5 этапы),	16,6	14	1,50	23,4	11,9	73,1	24,5	47,0
Мука углеводная	37,1	14,8	0,49	15,4	10,1	63,6	8,7	85,4
Мука белково-углеводная	46,3	14,4	0,62	20,1	10,7	69,3	12,6	66,2

Таблица 2.38 – Показатели качества продуктов, полученных при моделировании технологических процессов производства белковой, углеводной и белково-углеводной муки из зерна сорта «Трибун»

Продукт	Выход, %	Влаж- ность, %	Золь- ность, %	Клейковина			Содержание, %	
				Количество, %		Каче- ство, ед. ИДК	Белок	Крахмал
				сырая	сухая			
Исходная мука из зерна тритикале	100	15,5	0,8	30,1	11,6	63,8	16,6	67,2
Белковая мука 1 (1-й этап обработки)	4,5	14,7	2,31	37,4	13,1	66,7	30,1	41,8
Белковая мука 2 (2-й этап обработки)	5,6	14,3	1,86	34,8	12,9	69,3	28,7	42,9
Белковая мука 3 (3-й этап обработки)	4,7	14	1,38	29,7	12,1	71,4	26,9	45,6
Белковая мука 4 (4-й этап обработки)	2,6	13,8	1,18	25,3	11,6	76,8	24,1	53,5
Белковая мука 5 (5-й этап обработки)	1,5	13,5	1,05	20,1	10,7	79,4	20,6	55,8

Белковая мука (Общая с 1-5 этапы),	18,9	14,1	1,69	31,8	12,4	71,0	27,3	45,8
Мука углеводная	28,8	15	0,52	23,4	10,9	58,8	9,7	83,6
Мука белково-углеводная	52,3	14,6	0,67	29,7	11,5	64,1	16,8	65,5

Исследования показали, что для соблюдения условия заданного соотношения (увеличение в 1,5-1,8 раза содержания белка в высокобелковой к исходной муке) предельное количество пропусков измельченной муки через пневмоклассификатор должно быть не более трех. Применение пропуском количеством более трёх приводит к уменьшению содержания белка в белковой муке за счет уноса углеводных компонентов в белковую фракцию.

Следующим этапом исследований было получение новых видов муки из зерна тритикале со стабильным выходом и качеством готовой продукции. Исследования проводились на зерне тритикале сортов «Корнет» и «Трибун».

С целью формирования конечного продукта с заданным содержанием макронутриентов было проведено исследование химического состава фракций, отбираемых в результате обработки в центробежно-роторном пневмоклассификаторе. Результаты анализа фракций сорта «Корнет» и «Трибун» представлены соответственно в таблицах 2.39 и 2.40.

Таблица 2.39 - Результаты анализа фракций муки из зерна сорта «Корнет», полученных в центробежно-роторном пневмоклассификаторе.

№ полученных фракций	Наименование продукта	Выход, %	Влажность, %	Зольность, %	Содержание. %		
					Жир	Белок	Крахмал
Исходная мука	-	100	15,5	0,7	1,4	13,8	70,2
Фракция 1	Мука углеводная	6,5	15,3	0,48	0,7	7,6	89,6
Фракция 2		7,6	15,1	0,50	0,8	8,2	87,4
Фракция 3		6,4	15,0	0,53	0,8	9,2	85,6
Фракция 4		7,3	14,8	0,56	0,9	10,1	83,2
Фракция 5		5,9	14,8	0,59	1,0	11,2	80,8
Фракция 6		5,6	14,6	0,63	1,1	11,7	78,6

Фракция 7	Мука белково- углеводная	18,6	14,6	0,65	1,3	13,1	73,2
Фракция 8		15,3	14,4	0,68	1,4	14,8	64,6
Фракция 9		7,4	14,4	0,76	1,6	17,2	59,6
Фракция 10		6,8	14,3	0,85	2,1	19,4	51,3
Относы фильтра	Мука белковая	12,6	14,0	1,6	3,1	25,9	44,2

Таблица 2.40 - Результаты анализа фракций муки из зерна сорта «Трибун», полученных в центробежно-роторном пневмоклассификаторе.

№ полученных фракций	Наименование продукта	Выход, %	Влажность, %	Зольность, %	Содержание. %		
					Жир	Белок	Крахмал
Исходная мука	-	100	15,5	0,8	1,7	16,6	67,2
Фракция 1	Мука углеводная	4,8	15,4	0,49	0,8	8,1	86,4
Фракция 2		7,1	15,2	0,52	0,9	8,8	84,8
Фракция 3		5,9	15,1	0,54	0,9	9,7	82,1
Фракция 4		6,8	15,0	0,57	1,0	10,7	80,4
Фракция 5		5,4	14,8	0,60	1,1	11,9	78,6
Фракция 6		4,2	14,8	0,63	1,3	12,4	75,2
Фракция 7	Мука белково- углеводная	17,9	14,6	0,67	1,4	14,6	72,9
Фракция 8		15,7	14,5	0,73	1,6	16,8	63,1
Фракция 9		9,6	14,5	0,76	1,8	19,7	57,8
Фракция 10		7,8	14,4	0,82	2,3	23,4	52,5
Относы фильтра	Мука белковая	14,8	14,2	1,84	3,3	28,6	43,4

Из данных таблиц 2.39 и 2.40 видно, что увеличение содержание белка связано с увеличением номера фракций, что указывает на осаждение более крупных частиц (крахмал) в начале рабочей камере, и перемещение с дальнейшим отсосом в фильтр более мелких частиц (белковых). Кроме того, прослеживалось резкое (в 2 - 3 раза) увеличение выхода частиц после шестой фракции.

Из анализа данных таблиц можно сделать о рациональности объединения полученных фракций следующим образом: мука тритикалевая углеводная получается объединением фракций с первой по шестую; мука тритикалевая белково-углеводная получается объединением фракций с седьмой по десятую; мука тритикалевая белковая отбирается из отсосов фильтра.

Общий выход белковой муки из зерна сорта «Корнет» после трех последовательных операций составил 12,6 % (таблица 2.41) с концентрацией белка

25,9 %. При этом также получено 39,3 % углеводной муки и 48,1 % муки белково-углеводной.

Таблица 2.41 – Выход и химический состав новых видов муки из зерна тритикале сорта «Корнет», полученных способом пневмоклассификации.

Наименование продукта	Выход, %	Влажность, %	Зольность, %	Содержание. %		
				Жир	Белок	Крахмал
Мука углеводная	39,3	15,0	0,54	0,9	9,6	84,4
Мука белково-углеводная	48,1	14,6	0,70	1,5	15,2	65,7
Мука белковая	12,6	14,1	1,60	3,1	25,9	44,2

Общий выход белой муки из зерна сорта «Трибун» после трех последовательных операций составил 14,8 % (таблица 2.42) с концентрацией белка 28,6 %. При этом также получено 34,2 % углеводной муки и 51,0 % муки белково-углеводной.

Таблица 2.42 - Выход и химический состав новых видов муки из зерна тритикале сорта «Трибун», полученных способом пневмоклассификации.

Наименование продукта	Выход, %	Влажность, %	Зольность, %	Содержание. %		
				Жир	Белок	Крахмал
Мука углеводная	34,2	15,2	0,56	1,0	10,2	81,5
Мука белково-углеводная	51,0	14,7	0,73	1,7	17,6	63,9
Мука белковая	14,8	14,2	1,84	3,3	28,6	43,4

В результате анализа технологических свойств полученных продуктов из сорта «Корнет» определена характеристика новых видов муки, обуславливающая состояние их макрокомплекса: углеводно-амилазного, белково-протеиназного и липидо – гидролизно – липоксигеназного комплексов. Данные представлены в таблице 2.43.

Таблица 2.43 – Характеристика новых видов муки из зерна тритикале.

Наименование продукта	Число падения, сек	Количество сырой клейковины, %	Количество сухой клейковины, %	Качество клейковины, ед. пр. ИДК.	Кислотность, град	Средний размер частичек, мкм	Зольность, %	Водопоглощательная способность муки (ВПС), %	Газообразование		
									Общий объем, мл	Объем потерянного CO ₂ , мл	Объем удержания, мл
Сорт «Корнет»											
Мука углеводная	148	15,7	10,4	63,4	1,9	73,1	0,54	62,4	1620	271	1349
Мука белково-углеводная	154	20,5	11,0	69,8	2,1	48,6	0,70	61,8	1627	305	1321
Мука белковая	141	24,6	12,4	70,9	2,8	40,5	1,60	72,4	2121	236	1885
Сорт «Трибун»											
Мука углеводная	182	25,7	11,3	61,3	1,7	78,4	0,56	65,7	1315	136	1179
Мука белково-углеводная	194	32,6	11,8	67,6	1,9	56,3	0,73	63,9	1492	70	1422
Мука белковая	173	33,9	12,7	69,2	2,6	44,2	1,84	76,1	1791	342	1449

Полученные данные технологических свойств новых видов муки из зерна тритикале позволят определить их возможное целевое назначение и использование, так они могут быть использованы в пищевой промышленности в качестве добавок при производстве хлебобулочных, мучных кондитерских, кулинарных, и других изделий.

Проведены исследования по изучению параметров, которые дают представление о качестве теста, получаемого из новых видов тритикалевой муки.

Из анализа данных таблицы 2.42 можно выделить повышенную водопоглощательную способность (72,4%) муки белковой из зерна тритикале при сравнении с другими видами муки, у которых значение ВПС схожее между собой.

Данные показатели существенно влияют на влажность теста, выход и качество готовых изделий.

В таблице 2.44 приведены результаты анализа теста из новых видов муки полученные на приборе альвеограф.

Таблица 2.44 – Упругие и пластичные свойства теста из новых видов тритикалевой муки

Определяемые показатели	Мука тритикалевая белковая	Мука тритикалевая белково-углеводная	Мука тритикалевая углеводная
Максимальное избыточное давление (P), мм Н ₂ O	89	58	63
Длина кривой (L), мм	24	32	41
Индекс раздувания (G)	10,9	12,6	14,3
Энергия деформации теста (W), 10 ⁻⁴ Дж	92	60	73
Форма кривой (P/L)	3,71	1,81	1,54

На рисунке 2.23 представлены альвеограммы теста из новых видов муки из зерна тритикале сорта «Корнет».

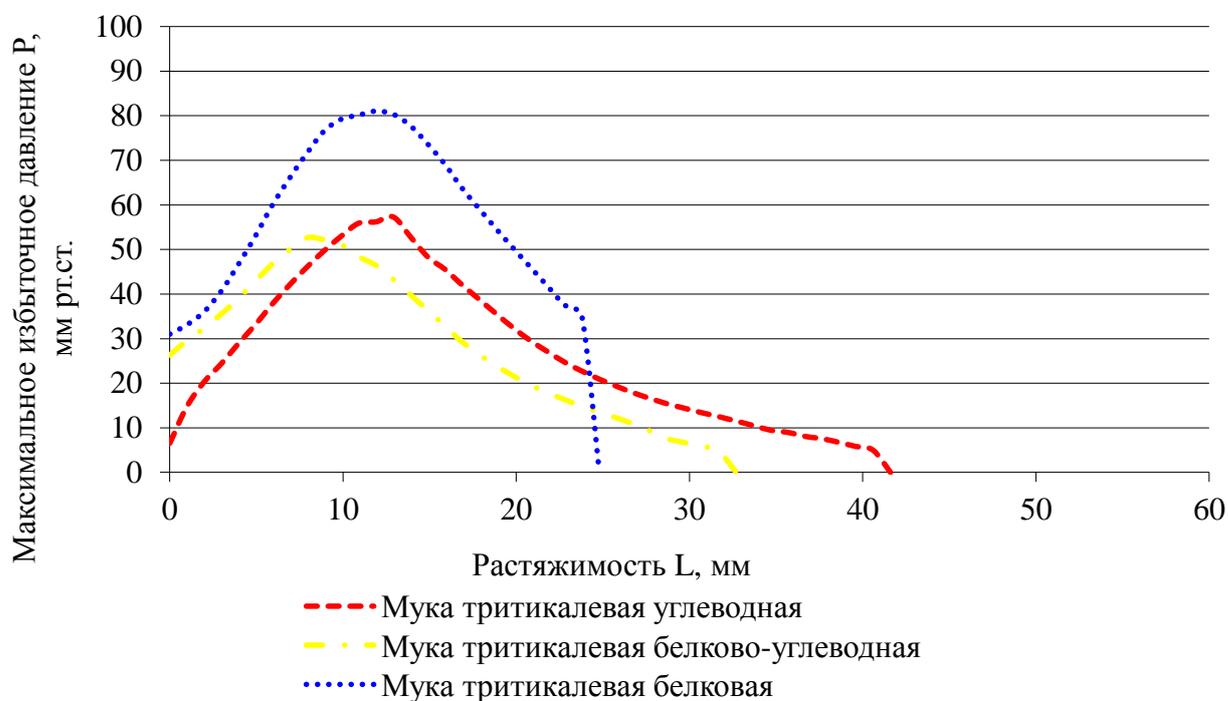


Рисунок 2.23 – Упругие и растяжимые свойства теста из новых видов тритикалевой муки

Результаты анализов показали, что мука тритикалевая белковая, при сравнении с другими видами муки из тритикале, обладает более высокими упругими свойствами и более низкими растяжимыми свойствами. Соотношение упругих и пластичных свойств (P/L) у белковой тритикалевой муки в 2 раза выше чем у других образцов.

Таким образом, можно сделать вывод, что тесто из муки тритикалевой углеводной и белково-углеводной имеет более низкие упругие свойства, более высокую пластичность, что способствует его лучшей формовке и разделке, а также увеличивает его газодерживающую способность и показатель удельного объема хлеба.

Анализ полученных видов муки с помощью Реоферментометра F3 позволил установить скорость изменения давления диоксида углерода при созревании теста (рисунок 2.24). Результаты проведения испытания отображаются в виде двух временных зависимостей: кривая расширения теста и кривая газовыделения.

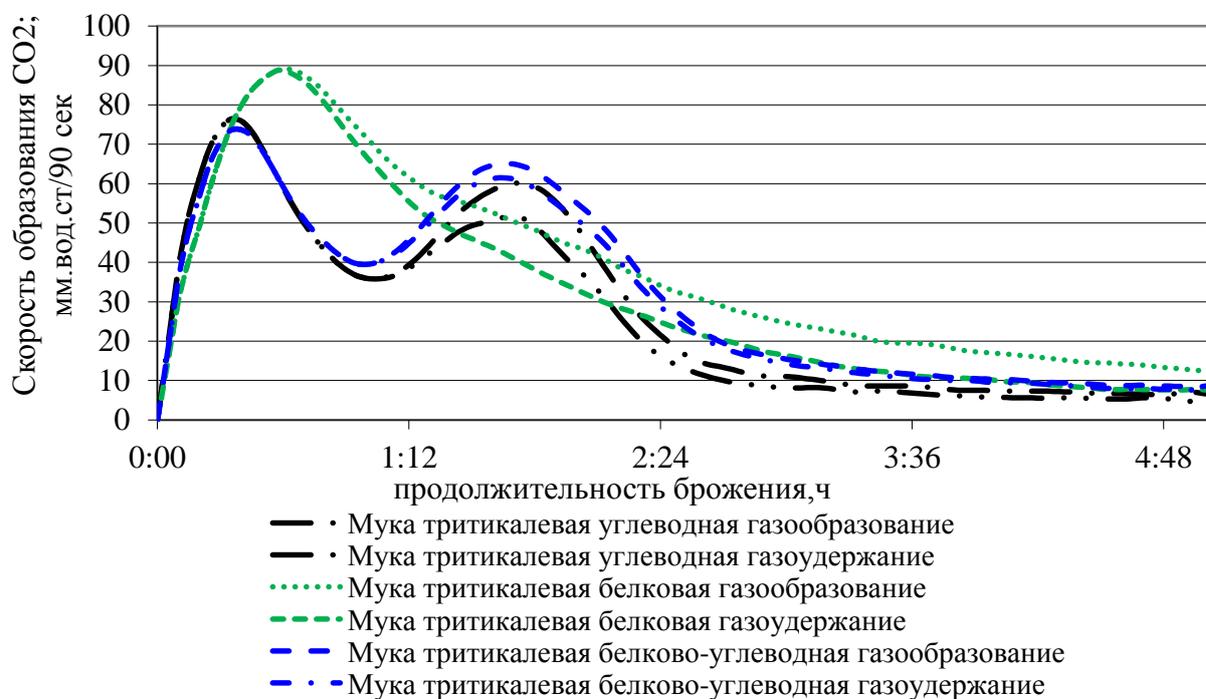


Рисунок 2.24 – скорость изменения давления диоксида углерода при созревании теста из новых видов тритикалевой муки

Полученные виды тритикалевой муки имели различные технологические свойства. Для муки белковой характерно было повышенное водопоглощение, а также «слипание», что, вероятно, объясняется тонкодисперсным составом продукта. Проявленные свойства новых продуктов послужили основой для определения характеристик структурно-механических свойств фракций, выделенных при пневмокласификации - эти данные необходимо учитывать при выборе углов наклона труб гравитационного транспорта, проектировании бункеров и выпускных устройств для нее.

Количественно сыпучесть оценивали коэффициентом K_c , характеризующим относительную подвижность частиц:

$$K_c = \frac{1 - \sin \alpha}{1 + \sin \alpha}, \quad (2.24)$$

где α — угол естественного откоса.

Силу сцепления характеризовали величиной начального сопротивления сдвигу τ_0 , Па, приблизительную величину которого определяли по формуле

$$\tau_0 = h_0 \gamma / 4, \quad (2.25)$$

где h_0 - высота свободно стоящей вертикальной стенки, м;
 γ - удельный вес сыпучего продукта, Н/м³.

В таблице 2.45 приведена характеристика структурно-механических свойств фракций, выделенных при пневмокласификации, в сравнении с исходной мукой из зерна тритикале.

Таблица 2.45 - Характеристика структурно-механических свойств исходной муки и фракций, полученных способом пневмокласификации.

Наименование продукта	Удельная поверхность, см ² /г	Угол естественного откоса, град	Угол трения, град	Сыпучесть, м/с	Сила сцепления, Н/м ²
Мука из зерна сорта: «Корнет»	2180	47	34	0,15	
Крупная фракция (углеводная)	1875	43	32	0,19	—
Средняя фракция (белково-углеводная)	3880	47	43	0,17	—
Мелкая фракция (белковая)	8080	50	46	0,15	—
Мука из зерна сорта: «Крона»	2090	46	35	0,13	
Крупная фракция (углеводная)	1745	44	34	0,17	—
Средняя фракция (белково-углеводная)	3650	50	45	0,15	—
Мелкая фракция (белковая)	7960	52	48	0,13	—
Мука из зерна сорта: «Трибун»	1910	50	40	0,11	86
Крупная фракция (углеводная)	1570	48	40	0,15	52
Средняя фракция (белково-углеводная)	2890	52	45	0,12	113
Мелкая фракция (белковая)	6560	57	50	0,10	129
Мука из зерна сорта: «Топаз»	1830	48	40	0,12	53
Крупная фракция (углеводная)	1460	46	40	0,16	41
Средняя фракция (белково-углеводная)	2530	50	43	0,13	113
Мелкая фракция (белковая)	6590	56	48	0,11	120

Как видно из таблицы, при близких значениях удельной поверхности четырех партий муки (1830—2180 см²/г) имели место существенные различия в удельной поверхности выделенных крупной, средней и мелкой фракций. При этом показано, что удельная поверхность мелкой фракции находится в обратной зависимости от ее выхода и в прямой – от содержания белка.

Углы естественного откоса крупных фракций муки различались на 3-5°, углы откоса средних фракций также различались на 3-5°, а мелких — на 2-7° больше. Аналогичные соотношения отмечены для углов трения муки и ее фракций. Сыпучесть мелких фракций была примерно в 1,5 раза ниже сыпучести крупных фракций муки, а сила сцепления частиц — в 2,5-3 раза больше.

Заключение по разделу 2.6

Таким образом, проведенные исследования показали, что зерно может является сырьем для производства муки с высоким содержанием белка и крахмала.

В результате проведенных экспериментальных исследований разработан «сухой» способ на основе центробежно-роторной пневмокласификации, позволяющий получить новые виды муки из зерна тритикале.

Разработанный способ позволяет получить высокобелковую муку, в которой содержание белков в 1,5-1,8 раз превышает содержание этого макронутриента в исходной муке. Необходимое содержание белка в высокобелковой муке достигается при ее выходе не более 8-12% и производительности центробежно-осевого роторного пневмокласификатора 1,33-1,57 т/сут.

На данный способ подана заявка на выдачу патента.

Проведенные исследования позволили определить основные принципы разделения частиц продукта при обработке в центробежно-роторном пневмокласификаторе, а также подобрать рациональные режимы его работы, которые позволили получать продукт стабильного качества.

В результате анализа технологических свойств полученных продуктов из сорта «Корнет» определена характеристика новых видов муки, обуславливающая состояние их макрокомплекса: углеводно-амилазного, белково-протеиназного и липидо – гидролизно – липоксигеназного комплексов.

Проведены исследования по изучению параметров, которые дают представление о качестве теста (водопоглотительная способность, скорость образования диоксида углерода, кислотность и прочее), получаемого из новых видов тритикалевой муки.

Полученные данные характеризующие технологические и хлебопекарные свойства новых видов муки из зерна тритикале позволят различным отраслям пищевой промышленности использовать данные продукты по целевому назначению в качестве самостоятельных продуктов или в качестве ингредиентов при составлении композитных мучных смесей.

3. АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

3.1. Проведение производственной проверки технологий новых видов муки и крупы из зерна тритикале.

1. Осуществлена полупроизводственная проверка технологии получения крупы тритикалевой в условиях стенда лаборатории ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках». По результатам промышленной апробации составлен Акт (Приложение 4) с описанием технологических операций их режимов и полученных результатов. Выработанная крупа из зерна тритикале по разработанной технологии по внешнему виду, потребительским достоинствам мало отличается от крупы перловой из зерна ячменя и крупы пшеничной шлифованной и может быть рекомендована для массового производства как новый зерновой продукт.
2. Осуществлена полупроизводственная проверка технологии получения макаронной муки из зерна тритикале в условиях стенда лаборатории ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках». По результатам промышленной апробации составлен Акт (Приложение 5) с описанием технологических операций их режимов и полученных результатов. Выработанная макаронная мука из зерна тритикале по разработанной технологии по внешнему виду, потребительским достоинствам мало отличается от макаронной муки из зерна мягкой пшеницы и может быть рекомендована для массового производства как новый зерновой продукт.

3.2. Расчет экономической эффективности на примере технологии производства крупы из зерна тритикале

Экономическая значимость разработанных технологических решений состоит в повышении ценовой доступности получаемых продуктов по сравнению с традиционно используемыми.

Экономический эффект от внедрения разработанных технологий показан на

примере расчета рентабельности и срока окупаемости производства для технологии тритикалевой крупы.

Исходные данные для расчета:

Производительность (П) – 4 т/сут;

Годовой рабочий период (Рп) – 298 суток;

Стоимость зерна тритикале (Сз)– 7000 руб/т;

Затраты на сырье в год– $Z_{сыр} = П * Рп * Сз = 4 * 298 * 7000 = 8344$ тыс.руб.

Выход продукции по отношению к зерну:

1. Крупа тритикалевая – 52,0 %;

2. Дробленая крупа – 14,0%.

Выход побочной продукции:

1. Отходы – 2,0%;

2. Отруби кормовые – 12,0%;

3. Мучка кормовая – 20 %.

Стоимость готовой продукции:

1. Крупа тритикалевая – 10000 руб/т;

2. Дробленая крупа – 8500 руб/т;

3. Мучка кормовая 3500 руб./т;

4. Отходы – 1500 руб./т;

5. Отруби кормовые – 2000 руб./т.

Стоимость продукции подобной выпускаемой:

1. Крупа перловая – 12000 руб./т;

2. Крупа ячневая – 10000 руб./т.

Расчет капитальных затрат, связанных с приобретением оборудования.

1. Капитальные затраты, связанные с покупкой оборудования.

$$K_{пр} = \sum Z_i, \text{ тыс. руб.};$$

1.1. Стоимость оборудования по оптовым ценам предприятия-

изготовителя.

$$C_6 = 12000.0 \text{ тыс. руб.}$$

1.2 Затраты на запчасти составляют 2% от стоимости оборудования.

$$Z_{\text{зап.пр.}} = 0,02 \times C_{\text{б}} = 0,02 \times 12000 = 240 \text{ тыс. руб.}$$

1.3. Затраты на тару и упаковку составляют 2% от суммарной стоимости оборудования и затрат на запчасти.

$$Z_{\text{т.пр.}} = 0,02 (C_{\text{б}} + Z_{\text{зап.пр.}}) = 0,02 (12000 + 240) = 244,8 \text{ тыс. руб.}$$

1.4. Затраты на комплектацию равны 0,7% от стоимости оборудования.

$$Z_{\text{к.пр.}} = 0,007 \times C_{\text{б}} = 0,007 \times 12000 = 84 \text{ тыс. руб.}$$

1.5. Расходы на заготовительно-складские работы принимают 1,2% от суммы стоимости оборудования и затрат на запчасти.

$$P_{\text{скл.пр.}} = 0,012 (C_{\text{б}} + Z_{\text{зап.пр.}}) = 0,012 (12000 + 240) = 146,9 \text{ тыс. руб.}$$

1.6. Затраты на транспортировку составляют 3% от суммы стоимости оборудования, затрат на запчасти, на тару и упаковку.

$$Z_{\text{тр.пр.}} = 0,03 (C_{\text{б}} + Z_{\text{зап.пр.}} + Z_{\text{т.пр.}}) = 0,03 (12000 + 240 + 244,8) = 374,5 \text{ тыс. руб.}$$

1.7. НДС принимают равной 18% от суммы стоимости оборудования, затрат на запчасти и транспортировку.

$$\text{НДС}_{\text{пр}} = 0,18 (C_{\text{б}} + Z_{\text{зап.пр.}} + Z_{\text{тр.пр.}}) = 0,18 (12000 + 240 + 374,5) = 2270,6 \text{ тыс. руб.}$$

1.8. Наценка снабженческо-сбытовых организаций равна 25% от стоимости оборудования.

$$N_{\text{торг.пр.}} = 0,25 \times C_{\text{б}} = 0,25 \times 12000 = 3000 \text{ тыс. руб.}$$

Итого: $K_{\text{пр}} = 18360,8 \text{ тыс. руб.}$

Капитальные затраты, связанные с монтажом оборудования.

1. Прямые затраты ($Z_{\text{пр}}$)

$$Z_{\text{пр}} = \sum Z_j, \text{ тыс. руб}$$

1.1. Зарплата персонала, осуществляющего монтаж

$$ЗП = T_p \times T_{\text{ст}}$$

T_p – трудоемкость монтажа какого-либо оборудования, чел/час

$T_{\text{ст}}$ – часовая тарифная ставка слесаря 3 разряда, руб/час

Перерабатывающее оборудование – 15.

Число дней на монтаж – 10

Число человек для монтажа – 6

$$T_p = \text{ПРД} \times \text{Д} \times \text{Ч} \times \text{С}$$

ПРД – продолжительность рабочего дня, ч;

Д – число дней, необходимое для монтажа единицы оборудования;

Ч – численность персонала, необходимого для монтажа единицы оборудования;

С – количество единиц оборудования.

$$T_{p, \text{пр.}} = 8 \times 10 \times 6 \times 15 = 2400 \text{ чел/час}$$

$$T_{\text{см}} = \frac{O}{T_{\text{мес}}} = \frac{24000}{166} = 144,6 \text{ руб/ч}$$

О – оклад в месяц, руб;

$T_{\text{мес}}$ – фонд рабочего времени в месяц по законодательству, 166 часов

$$З_{\text{п.пр}} = 2400 \times 144,6 = 347,040 \text{ тыс. руб.}$$

1.2. Отчисления на социальные нужды (ЕСН = 26%)

$$O_{\text{сн.пр}} = 0,26 \times З_{\text{п.пр}} = 0,26 \times 347,04 = 90,23 \text{ тыс. руб}$$

1.3. Затраты на доставку оборудования принимают в размере 5% от ЗП.

$$З_{\text{пр}} = 0,05 \times З_{\text{п.пр}} = 0,05 \times 347,04 = 17,4 \text{ тыс. руб.}$$

1.4 Затраты на материалы принимают равными 90% от ЗП.

$$З_{\text{м.пр}} = 0,9 \times З_{\text{п.пр}} = 0,9 \times 347,04 = 312,3 \text{ тыс. руб.}$$

1.5 Прочие затраты принимают в размере 5% от суммы затрат на ЗП, доставку и материалы.

$$З_{\text{пр}} = 0,05 (З_{\text{п.пр}} + З_{\text{пр}} + З_{\text{м.пр}}) = 0,05 (347,04 + 17,46 + 312,3) = 33,84 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Итого прямых затрат: } З_{\text{пр.пр}} = 710,64 \text{ тыс руб.}$$

2. Накладные расходы принимают в размере 80% от прямых затрат

$$\text{НР}_{\text{пр}} = 0,8 \times З_{\text{пр.пр}} = 0,8 \times 710,64 = 568,5 \text{ тыс руб.}$$

3. Плановые накопления принимают в размере 8% от суммы прямых затрат и накладных расходов.

$$\text{ПН}_{\text{пр}} = 0,08 (З_{\text{пр.пр}} + \text{НР}_{\text{пр}}) = 0,08 (710,64 + 568,5) = 102,3 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Итого капитальные затраты на монтаж: } З_{\text{кап.пр}} = 1381,47 \text{ тыс. руб.}$$

Всего капитальные затраты, связанные с приобретением оборудования:

$$K_{з.пр} = K_{пр} + Z_{кап.пр} = 18360,8 + 1381,47 = 19742,3 \text{ тыс. руб.}$$

Расход электроэнергии на переработку 1 тонны продукции (Мэ)– 100
кВт*час/т;

Удельная стоимость электроэнергии (Тэ)– 3,45 руб./кВт-час;

Годовые расходы на электроэнергию (Гэ=П*Рп*Мэ*Тэ)= 4*298*100*3,45=
411240 руб;

Количество ИТР и рабочих, необходимых для обслуживания линии в сутки
(Чобс.)– 4 чел;

Средняя месячная заработная плата (ЗП)- 35000 руб. = 35000/166,7=210
руб./час;

Рабочий день (Рд)– 8 часов.

Годовой бюджет заработной платы

$$Гб.з. = Ч.чел. * Тмес. * 12 = 4 * 166,7 * 12 * 210 = 1680336 \text{ руб.}$$

$$ЕСН = 1680336 * 0,366 = 615003 \text{ руб.}$$

где 36,6% = 28% - пенсионный сбор + 4% -социальный сбор+3,6%-медицинский сбор+1%.

Стоимость оборудования и его монтажа

$$K_{з.пр.} = K_{з} + Z_{кап.пр} = 18360800 + 1381470 = 19742300 \text{ руб.}$$

Амортизация:

$$Аоб = K_{з.пр.} * N_a^a = 19742300 * 0,1 = 1974230 \text{ руб.},$$

где N_a^a - отраслевая норма активной части основных доходов (10%);

$K_{з.пр.}$ = стоимость оборудования.

Прочие затраты = сумма материальных затрат, Гб.з, ЕСН, Амортизации =
1680336 + 615003 + 1974230 * 0,1 = 426956,89 руб

Полная себестоимость (С_{полн.}) = сумма всех затрат

$$С_{полн.} = Z_{сыр.} + Гэ + Гб.з + Аоб. = 8344000 + 411240 + 1680336 + 1974230 =$$

12409806 руб.

Стоимость товарной продукции:

$C_{\text{тп}} = \Pi * P_{\text{п}} * \text{ПРД} * \Sigma \text{ затрат на готовую продукцию} =$
 $4 * 298 * 8 * (10000 * 0,52 + 8500 * 0,14 + 3500 * 0,20 + 1500 * 0,02 + 2000 * 0,12) = 70184960$
 руб.

Плановая прибыль от реализации продукции:

$P_{\text{реал.}} = C_{\text{тп}} - C_{\text{полн.}} = 70184960 - 12409806 = 57775154$ руб.

Плановая - чистая прибыль (с учетом налога на прибыль):

$P_{\text{ч}} = P_{\text{реал}} * 0,8 = 57775154 * 0,80 = 46220123$ руб.

Рентабельность производства:

$R_{\text{а}} = P_{\text{ч}} / C_{\text{полн}} * 100 = 46220123 / 12409806 * 100 = 372,4 \%$.

Срок окупаемости капитальных вложений:

$T_{\text{о}} = K_{\text{з.пр}} / P_{\text{ч}} = 19742300 / 46220123 = 0,43$ года.

Рентабельность и срок окупаемости производства, на примере технологии тритикалевой крупы, составили 372,4 % и 0,42 года, соответственно, что говорит о высокой экономической эффективности предлагаемых способов.

3.3. Разработка нормативно-технической документации на новые виды продукции из зерна тритикале.

По результатам патентной проработки при проводимых исследованиях получен один патент и два положительных решения на выдачу патента.

1. Получен патент RU 2447931 РФ, МПК В01F7/04(2006.01) «Способ и устройство производства многокомпонентных гомогенных помольных партий и смесей зерна пшеницы» (Приложение 6).
2. Получено положительное решение на получение патента на изобретение РФ №2013132882(049124) «Способ производства крупы из зерна тритикале (типа перловая)» (Приложение 7).
3. Получено положительное решение на получение патента на изобретение РФ №2013145231(069884) «Способ производства макаронной муки или крупы (типа манная) из зерна тритикале» (Приложение 8).

По результатам исследований и промышленной апробации разработаны проекты технических условий на новые виды продукции из зерна тритикале.

1. Разработаны технические условия на крупу из зерна тритикале для розничной торговли или промышленной переработки при производстве хлопьев (Приложение 9). Тритикалевая крупа может быть использована при производстве многокомпонентных крупяных продуктов, хлопьев быстрого приготовления, экструдированных продуктов.
2. Разработаны технические условия на муку из зерна тритикале для макаронных изделий (Приложение 10). Мука из зерна тритикале для макаронных изделий предназначена для промышленной переработки при производстве макаронных, кондитерских и кулинарных изделий.
3. Разработаны технические условия на муку тритикалевую белковую (Приложение 11). Мука тритикалевая белковая предназначена для применения в пищевой промышленности, в том числе на мини-предприятиях в качестве добавок при производстве мяскоколбасных, кондитерских, макаронных, хлебобулочных и других изделий пищевой промышленности.
4. Разработаны технические условия на муку тритикалевую углеводную (Приложение 12). Мука тритикалевая углеводная предназначена для применения в пищевой промышленности, в том числе на мини-предприятиях в качестве добавок при производстве мяскоколбасных, кондитерских, макаронных, хлебобулочных и других изделий пищевой промышленности.

По результатам исследований и промышленной апробации разработаны опытные технологические регламенты процесса производства новых видов продукции из зерна тритикале. В регламентах описаны этапы и подэтапы технологического процесса, технологические операции, их последовательность, требования к технологической эффективности, порядок ведения технологического процесса при производстве определенного вида продукции.

1. Разработан опытный технологический регламент процесса производства крупы тритикалевой (Приложение 13). Данный регламент определяет правила организации и ведения опытного технологического процесса производства крупы из зерна тритикале.
2. Разработан опытный технологический регламент процесса производства макаронной муки или крупки тритикалевой (Приложение 14). Данный регламент определяет правила организации и ведения опытного технологического процесса производства макаронной муки или крупки тритикалевой.
3. Разработан опытный технологический регламент процесса производства муки тритикалевой белковой и углеводной (Приложение 15). Данный регламент определяет правила организации и ведения опытного технологического процесса производства муки тритикалевой белковой и углеводной.

4. ВЫВОДЫ

Проведены комплексные исследования по оценке технологических свойств различных сортов тритикале и физико-химических характеристик получаемых фракций при их переработке, с учетом формирования качества новых видов крупы и муки и производимых пищевых продуктов на их основе.

На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:

1. Получены новые экспериментальные данные по физико-химическим, в том числе, структурно-механическим свойствам зерна тритикале. Пофракционно изучены химический состав, физические показатели, определены геометрические характеристики, соотношение анатомических частей зерна тритикале;
2. Определены основные примеси зерна тритикале и их физико-механические характеристики для эффективной очистки зерна; уточнена и усовершенствована, на основе разработанного способа гомогенизации зерновой массы, стадия подготовки зерна тритикале, а также установлены значения режимов работы зерноочистительного оборудования, которые позволяют достичь эффективности очистки до 97-99%;
3. Разработана технология производства крупы из зерна тритикале. Установлено влияние влажности и крупности на выход готовой продукции; определена технологическая влажность зерна равная 15%, позволяющая достичь выхода тритикалевой крупы до 55%;
4. Разработан универсальная технология производства крупки или макаронной муки в зависимости от сорта зерна тритикале с выходом основного продукта 40-50% и муки 25-35%; определены основные показатели технологического процесса на стадии измельчения зерна;
5. Разработан способ выделения белковых и углеводных компонентов тритикалевой муки «сухим» способом на основе центробежно-роторной пневмокласификации. Способ позволяет получить белковую муку с

содержанием белков в 1,5 – 1,8 раз превышающего содержание этого микронутриента в исходной муке; определены химический состав и технологические свойства новых видов муки;

6. Проведена производственная апробация технологий получения крупы и муки макаронной из зерна тритикале в условиях ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» (г. Москва);
7. По результатам проведенных исследований разработаны проекты нормативно-технической документации на новые виды продуктов переработки зерна тритикале и процессы их производства.

5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзикович, Л.Е. Физико-химические основы технологии производства муки / Л.Е. Айзикович // – М.: Колос, 1975. – 240 с.
2. Авдусь, П.Б. Определение качества зерна, муки и крупы / П.Б. Авдусь, А.С. Сапожникова//. – М.: Колос, 1976.
3. Андреев, Н.Р. Основы производства нативных крахмалов / Н.Р. Андреев // - М.: Пищепромхимиздат, 2001. – 289 с.
4. Афанасьева, В.К. Роль предшественника в формировании урожая озимого тритикале / В.К. Афанасьева, С.В. Тоноян, Р.Р. Гайнуллин // АгроXXI. – 2007. - №7-9.
5. Байбулатова, С. Г. Исследование муки сортового помола с целью выделения высокобелковой фракции / С. Г. Байбулатова //Автореферат диссертации. М., 1963.
6. Байбулатова, С.Г. Некоторые биохимические особенности муки, полученной различными способами измельчения / С. Г. Байбулатова, А.Т. Наумова // Труды ВНИИЗ. – 1963. – Вып.43.
7. Байбулатова, С.Г. Определение дисперсности муки и других порошкообразных материалов в СССР и за рубежом / С.Г. Байбулатова, И.А. Швецова //– М.: ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1969.
8. Бакал, С.С. Новое в технологии крупяного производства / С.С. Бакал // – М.: Высш. школа, 1965. – 184 с.
9. Беркутова, Н.С. Микроструктура эндосперма зерновок отдельных сортов пшеницы / Н. С. Беркутова //— «Научные труды НИИСХ ЦРНЗ», 1971, вып. 26, т. II, 42—48.
10. Беркутова, Н.С. О морфологическом строении оболочек и химическом составе зерна пшеницы Целинного края / Н. С. Беркутова, Е. Д. Казаков // — «Известия вузов. Пищевая технология», 1964, № 6, 17—19.
11. Беркутова, Н.С. Особенности микроструктуры и технологических свойств муки из зерна со стекловидной и мучнистой консистенцией эндосперма /

- Н.С. Беркутова, И.А. Швецова, Г.К. Колкунова // — «Хранение и переработка зерна», 1974, № 4, 31—37.
12. Беркутова, Н.С. Микроструктура пшеницы/ Н.С. Беркутова, И.А. Швецова// – М.: Колос, 1977. – 128 с.
 13. Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна / Н.С. Беркутова // -М.: Росагропромиздат, 1991. – 206 с.
 14. Братухин, А. Помол твердой пшеницы в муку для макаронных изделий /А. Братухин А. Данилин, И. Незлобин, Б.М. Максимчук // «Мукомольно-элеваторная промышленность», 1967, № 12
 15. Бутковский, В.А., Технологии зерноперерабатывающих производств / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников // М.: Интерграф сервис, 1999.
 16. Бутковский, В.А. «Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства» (с основами экологии) / В.А. Бутковский, Е.М. Мельников //- М.: Агропромиздат, 1989.- 464 с.: ил.- (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
 17. Быченкова, В.В. Исследование влияния 5-алкилрезорцинов на хлебопекарные свойства ржаной муки / В.В. Быченкова //: диссертация ... кандидата технических наук : 05.18.15.- Санкт-Петербург, 2006.- 121 с.
 18. Гортинский, В.В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях / В.В. Гортинский, А.Б. Демский, М.А. Борискин // – М.: Колос, 1980. – 304 с.
 19. Грабовец, А.И., Тритикале. Материалы международной научно-практической конференции Т67 «Роль тритикае в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов» и секции тритикале отделения растениеводства РАСХН / А.И. Грабовец, В.Н. Василенко, В.Я. Ковтуненко, А.В. Титаренко, А.В. Крохмаль // - Ростов-на-Дону, 2010,-294 с.
 20. Гризо, В.А., Содержание макро- и микроэлементов в зерне тритикале и продуктах его переработки / В.А. Гризо, Н.Е. Погирной, В.И. Орлова, Н.Д. Богочева // «Научно-технический реферативный сборник», Серия

- «Мукомольно- крупяная промышленность», М.: ЦНИИИТЭИ Минзага СССР, 1979, вып. 1, с.10-13.
21. Гуйда, А. Возможности тритикале по достоинству еще не оценены / А. Гуйда // Агропромышленная газета юга России. - 2009. - №1-2 (152-153) 2-15 февраля. - с. 11.
 22. Гулюк, И.Г. Крахмал и крахмалопродукты / И.Г. Гулюк // - М.: Агропромиздат, - 1985.
 23. Гинзбург М.Е. Технология крупяного производства / М.Е. Гинзбург // – 4-е изд., доп. И перераб. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
 24. Дулаев, В.Г. Научно-технические аспекты создания зернопродуктов нового поколения с заданным содержанием основных питательных и биологически активных веществ // Хранение и переработка сельхозсырья / В.Г. Дулаев // – М., 1999. - №1. – с.25.27.
 25. Дулаев, В.Г. Оптимальные системы технологических процессов и машин мукомольных заводов / В.Г. Дулаев // Монография. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2003. – 378 с.
 26. Дулаев, В.Г. Основные принципы создания оптимальных систем технологических процессов и машин мукомольных заводов / В.Г. Дулаев // Доклады РАСХН. – М., 2002. – №6. – С.48-52.
 27. Дулаев, В.Г. Перспективные технологии глубокой переработки зерна пшеницы на мукомольных заводах / В.Г. Дулаев // Труды научно-практической конференции «Проблемы глубокой переработки сельскохозяйственного сырья и экологической безопасности в производстве продуктов питания XXI века». – Углич: ВНИИМС; Россельхозакадемия, 2001. – с.150-154.
 28. Дулаев, В.Г. Технологическое оборудование мукомольных заводов / В.Г. Дулаев // Хлебопродукты. – 1997. - №6. – С.27-31.
 29. Егоров, Г.А. Гидротермическая обработка зерна / Г.А. Егоров // М., «Колос», 1968.

30. Егоров, Г.А. О некоторых особенностях увлажнения и обезвоживания зерна / Г.А. Егоров // — «Известия вузов. Пищевая технология», 1964, № 1, 13—18.
31. Егоров, Г.А., Влияние увлажнения на мукомольные свойства зерна / Г.А. Егоров, Т.П. Петренко // — «Хранение и переработка зерна», 1968, вып. 1, 7—12.
32. Егоров, Г.А. Управление технологическими свойствами зерна / Г.А. Егоров // – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2000. – 348 с.
33. Егоров, Г.А. Технология муки. Технология крупы / Г.А. Егоров // – 4 изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2005. – 296 с.
34. Егоров, Г.А. Технологические свойства зерна / Г.А. Егоров // – М.: Агропромиздат, 1985. – 334 с.
35. Егоров, Г.А. Управление технологическими свойствами зерна / Г.А. Егоров // – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2000. – 348 с.
36. Егоров, Г.А., Влияние степени повреждения крахмальных гранул при помоле на хлебопекарные достоинства муки / Г.А. Егоров, М.П. Попов, Т.П. Петренко // Известия вузов. Пищевая технология. – 1983. – №3.
37. Егоров, Г.А., Изменение структуры эндосперма зерна пшеницы в процессе холодного кондиционирования / Г.А. Егоров, В.Я. Черных // Мукомольно-крупяная промышленность. – 1981. – Вып.4.
38. Еркинбаева, Р.К. Новое в технологии производства хлеба из муки тритикале / Р.К. Еркинбаева, Р.Д. Поландова //– М. : 1993. – 24с.
39. Еркинбаева, Р.К. Исследование хлебопекарных свойств муки из зерна тритикале : автореф. дис. канд. техн. наук / Р.К. Еркинбаева // – М. : Московский технологический институт пищевой промышленности, 1980. – 24с.
40. Еркинбаева, Р.К. Технологии хлебобулочных изделий из тритикалевой муки / Р.К. Еркинбаева // Хлебопечение России.- 2004. - №4. – с.14-15.
41. Еркинбаева, Р.К. Технологические решения производства хлебобулочных изделий из муки тритикале Материалы IV Международной конференции

- «Современное хлебопечение 2007» / Р.К. Еркинбаева // Международная промышленная академия, 4-7 декабря 2007г. – М.: Пищепромиздат, 2007. – 153с.
42. Жмакина, О.А., Аминокислотный состав клейковины тритикале / О.А. Жмакина, В.Г. Рядчиков, В.Л. Кретович // Прикладная биохимия и микробиология. – 1976. – т. XII. – Вып. 6. – 909 с.
43. Жислин, Я.М. Технология и оборудование крупяного производства / Я.М. Жислин // М.: «Колос», 1967
44. Заявка на изобретение Российской федерации №2013132882(049124) «Способ производства крупы из зерна тритикале (типа перловая)» / С.А. Урубков, С.О. Смирнов // заявитель ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии; приоритет от 17.07.2013.
45. Заявка на изобретение Российской федерации №2013145231(069884) «Способ производства макаронной муки или крупы (типа манная) из зерна тритикале» / С.А. Урубков, С.О. Смирнов // заявитель ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии; приоритет от 09.10.2013.
46. Зенкова, А.Н., Об основных признаках и показателях физико-химических качеств крупяного ячменя / А.Н. Зенкова, А.С. Белиловская // – М., Труды ВНИИЗ, 1964, вып.53. – с.83.
47. Казаков, Е.Д. О теоретических основах смешивания зерна пшеницы / Е.Д. Казаков // - «Хранение и переработка зерна», 1970, № 4, 21—28.
48. Казаков, Е.Д., Изменение размеров оболочек и алейронового слоя зерновки пшеницы при кондиционировании / Е.Д. Казаков, И.А. Сахарова // - «Известия вузов. Пищевая технология», 1958, №.3.
49. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков //– М.: Колос, 1973. – 288 с.
50. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович // – М.: Колос, 1980. – 319 с.

51. Каминский, Э.Я. Изменение биохимических и технологических свойств муки в процессе измельчения / Э.Я. Каминский // - «Биохимия зерна и хлебопечения». М., «Наука», 1964, 117—139.
52. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н.П. Козьмина // – М.: Колос, 1976. – 376 с.
53. Козьмина, Н.П. Зерно / Н.П. Козьмина // Издательство “Колос”, М., 1969—368 с.
54. Козьмина, Н.П., Новая зерновая культура – тритикале и технологические свойства зерна / Н.П. Козьмина, Е.А. Воронова, Э.Е. Хачатурян // Обзорная информация. Серия «Мукомольно- крупяная промышленность», М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1976, с.40
55. Козьмина, Н.П., Зерно и оценка его качества / Н.П. Козьмина, Л.Н. Любарский // М., Сельхозиздат, 1962.
56. Козьмина, Н.П., Дисперсность как показатель качества пшеничной муки / Н.П. Козьмина, А.И. Моисеева, А.В. Индрексон // – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1979. – 52 с. – (Сер. Мукомольно-крупяная промышленность).
57. Колкунова, Г.К., Исследование влияния консистенции эндосперма пшеницы на ее технологические достоинства / Г.К. Колкунова, И.А. Швецова, Н.С. Беркутова // Хранение и переработка зерна. – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1976. – Вып. 4.
58. Кретович, В.Л. Биохимия зерна / В.Л. Кретович // – М.: Наука, 1981. – 197 с.
59. Куприц, Я. Н. Физико-химические основы размола зерна / Я.Н. Куприц // М., Заготиздат, 1946.
60. Лаптева, Н.К. Хозяйственно-биологические и хлебопекарные свойства сортов озимой тритикале в условиях южной области Кировской области / Н.К. Лаптева // Аграрный вестник Урала. – 2009. - №4 (58). – с.54-56.

61. Лещенко, Н.И. Важнейшие направления селекции озимой пшеницы и озимой тритикале / Н.И. Лещенко, А.Х. Шакирзянов, Н.В. Колесникова // Достижения науки и техники АПК, №2, 2007, с. 15-16.
62. Любарский, Л.Н. Химические и технологические особенности зерна пшеницы в связи с его крупностью и консистенцией / Л.Н. Любарский // - «Биохимия зерна», 1956, сб. 3, 86—96.
63. Максимчук, Б.М., Технологические свойства зерна тритикале / Б.М. Максимчук, Г.К. Колкунова, Н.М. Мосолова // Мукомольно-крупяная промышленность обзорная информация, ЦНИИИТЭИ, Москва 1980 – 39 с.
64. Мельников, Е.М. Технологии крупяного производства / Е.М. Мельников // - М.: Агропромиздат, 1991. – 207 с.
65. Мерко, И.Т. Технология мукомольного и крупяного производства /И.Т. Мерко // - М.: Агропромиздат, 1985.- 288 с.: ил- (Учебник и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
66. Методы оценки качества зерна. Под. ред. Е.Д. Казакова. – М.: Агропромиздат, 1987
67. Мосолова, Н.М. Технология переработки зерна тритикале в хлебопекарную муку. Автореф. дис. кан. тех. наук. / Н.М. Мосолова // -МТИПП.1985.-25с.
68. Мачихина, Л.И., Научные основы продовольственной безопасности (хранение и переработка) / Л.И. Мачихина, Л.В. Алексеева, Л.С. Львова // – М.: ДеЛи принт, 2007. – 382 с.
69. Наумов, И.А. Совершенствование кондиционирования и измельчения пшеницы и ржи / И.А. Наумов // М., «Колос», 1975.
70. Наумов, И.А., Влияние процесса шелушения зерна ржи на структурно-механические и мукомольные показатели / И.А. Наумов, Б.М. Максимчук, А.М. Братухин, И.А. Суروهгин // Труды ВНИИЗ. – 1970. – Вып.71. – С.124-130.
71. Назаров, Н.И., Технология макаронных изделий / Н.И. Назаров // М.: Пищевая промышленность, 1978.-287с

72. Патент RU 2447931 Российской федерации, МПК В01F7/04(2006.01) «Способ и устройство производства многокомпонентных гомогенных помольных партий и смесей зерна пшеницы» / В.Г. Дулаев, С.А. Урубков // заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии № 2010143329; заявл.25.10.10; опубл. 20.04.2012
73. Пащенко, Л.П. Продукты переработки зерна тритикале в технологии хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, Г.Г. Странадко, А.В. Любарь и др. // Научные исследования. – с. 84-85
74. Погирной, Н.Е. Исследование технологической эффективности формирования помольных партий зерна различного качества: Автореф. дис... канд. техн. наук. / Н.Е. Погирной //– Одесса, 1969. - 25с.
75. Попова, О.Г. Разработка новых видов кондитерских изделий по критерию качества: монография / О.Г. Попова // – М.: ДеЛи принт, 2009. – 102с.)
76. Попова, Е.П. Микроструктура зерна и семян / Е.П. Попова // – М.: Колос, 1979. – 224 с.
77. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. М., 1990.- Ч.1, 2.
78. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. – 1991. – Ч.1, 2.
79. Производство специализированных сортов муки с дифференцированным содержанием белка: Экспресс-информация / И.А. Швецова, Г.К. Колкунова, Л.А. Баландина и др.// – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1982. – Вып.15. – С.1-15. – (Сер.: Мукомольно-крупяная промышленность).
80. Рожь, производство химия и технология. Перевод с англ. В.И. Дашевского. «Колос» М.: 1980
81. Роменский, Н.В. Строение и развитие анатомических частей зерна пшеницы в связи с некоторыми вопросами его технологии / Н.В. Роменский // - «Труды ВНИИТО», 1955, вып. III, 3—29.
82. Росляков, Ю.Ф. Мука тритикале как заменитель ржаной и пшеничной муки в хлебопечении /Ю.Ф. Росляков // Материалы 6-й международной научно-

практической конференции «Современные технологии и оборудование для хлебопекарного и кондитерского производства» 15-16 сентября 2010 года, Минск.

83. Рукосуев, А.Н. Товароведение продовольственных товаров / А.Н. Рукосуев // М., «Экономика», 1960 г.
84. Смирнов С.О., Разработка технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получения из них нативных продуктов / С.О. Смирнов //: диссертация кандидата технических наук: 05.18.01.- Москва, 2006.- 215 с.
85. Сечняк, Л.К. Тритикале / Л.К. Сечняк, Ю.Г. Сулима // -М., 1984.
86. Сборник технологических инструкций по производству макаронных изделий.-М.: 1991
87. Сокол, Н.В. Исследование технологических особенностей муки тритикале для производства мучных кондитерских изделий функционального назначения / Н.В. Сокол, С.А. Гриценко, Н.С. Храмова и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. - №10. – 27-29.
88. Сокол, Н.В. Хлебопекарные свойства муки из зерна тритикале и перспектива ее использования / Н.В. Сокол, Л.В. Донченко, Н.С. Храмова // Известия ВУЗов. Пищевая технология, №1, 2006, с. 38-39
89. Сулейманова, И.Г. Использование обойной муки тритикале как компонента при выпечке пшеничного хлеба / И.Г. Сулейманова, Е.С. Никитина // Вестник АПК Верхневолжья.- 2008. - №2 (2). – с.23-27.
90. Технология переработки зерна / Под ред. доктора техн. наук, проф. Я.Н. Куприца// — М.: Колос, 1965.
91. Технология макаронного производства / Под ред. доктора техн. наук, проф. Г.М. Медведева //-М.: Колос.-1998.-272 с.
92. Трисвятский, Л.А. Хранение зерна / Л.А. Трисвятский // – М., Агропромиздат, 1986.

93. Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком / Пер. с англ. М.Б. Евгеньева. Под ред. и с предисл. Ю.Л. Гужова // – М.: Колос, 1978. – 285с., ил.
94. Тертычная, Т.Н. Изучение особенностей углеводно-амилазного и белково-протеиназного комплексов тритикалевой муки с обогатителями / Т.Н. Тертычная, В.С. Агибалова // Хранение и переработка зерна /г. Днепропетровск/. – 2010. – №2 (128). - С.62-64.
95. Урубков, С.А. Гомогенизация помольных партий и смесей зерна мягкой пшеницы как инновационный подход к подготовке зерна к помолу. Современные методы направленного изменения физико-химических и технологических свойств сельскохозяйственного сырья для производства продуктов здорового питания / С.А. Урубков // Сборник научных трудов 5-й Конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии, 12 октября 2011 г. ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2011. – С.280-283.
96. Урубков, С.А. Обоснование гомогенизации помольных партий зерна пшеницы как перспективного процесса, направленного на повышение выхода и качества муки / С.А. Урубков // Материалы 3-ей конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии «Обеспечение качества и безопасности продукции агропромышленного комплекса в современных социально-экономических условиях», Москва, 10 декабря 2009 г., ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова . – 2009. – С С.228-232.
97. Урубков, С.А. Перспективы глубокой переработки зерна тритикале. Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК / С.А. Урубков // Сборник научных трудов VII конференции молодых ученых и специалистов НИИ Отделения хранения и переработки с.-х. продукции Россельхозакадемии, 8-9 октября 2013 г. / ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии. – М.: Интеллект-Центр, 2013. – С.449-452.

98. Урубков, С.А. Процесс производства гомогенных помольных партий и смесей зерна мягкой пшеницы на элеваторах и зерноперерабатывающих предприятиях / С.А. Урубков // Сборник научных трудов 6-ой Конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии «Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности», 16 октября 2012 г. ГНУ ВНИИКОП РАСХН. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2012. – С.314-318
99. Урубков, С.А. Технологическое моделирование процесса центробежно-роторной гомогенизации помольных партий и смесей зерна пшеницы / С.А. Урубков // Материалы конференции 4-ой Конференции молодых ученых и специалистов Отделения «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции» «Научно-инновационные технологии как основа продовольственной безопасности Российской Федерации», 9 декабря 2010 года. – М.: ГНУ ГОСНИИ хлебопекарной промышленности, 2010. – С.204-206.
100. Урубков, С.А., Гомогенизация помольных партий и смесей зерна пшеницы на элеваторах и мукомольных заводах / С.А. Урубков, В.Г. Дулаев // Хлебопродукты. – 2011. – №8. – С.45-47.
101. Урубков, С.А., Производство гомогенных помольных партий и смеси зерна мягкой пшеницы на элеваторах и мукомольных заводах / С.А. Урубков, В.Г. Дулаев // Хранение и переработка зерна. Научно практический журнал. – 2011. – №9(147). (Украина).
102. Урубков, С.А., «Сухой» способ концентрации белковых и углеводных фракций из зерна с сохранением их нативных свойств. Глубокая переработка зерна для производства крахмала, его модификаций и сахаристых продуктов. Тенденции развития производства и потребления / С.А. Урубков, С.О. Смирнов // Труды Международной научно-практической конференции, 25-26 сентября 2013 г. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – С.259-266.

103. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 1. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. М.И. Скурихина, М.Н. Волгарева // – М.: ВО Агропомиздат, 1987. – 224 с.
104. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под ред. Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева // — М.: Агропромиздат, 1987. — 360с.
105. Хусид, С.Д. Влияние кинетических параметров и рабочих поверхностей валков на процесс измельчения крупок /С.Д. Хусид // Труды ВНИИЗ. – 1954. – Вып.26.
106. Черных, В.Я. Прочность макаронных изделий / В.Я. Черных, Е.В. Артемьева, А.С. Максимов // Хлебопродукты. 2005. № 4. С. 44.
107. Черных, В.Я. Стабилизация реологических свойств макаронных изделий после сушки / В.Я. Черных, Е.В. Артемьева, А.И. Зиневский // Хлебопечение России. 2012. № 5. С. 28-29.
108. Черных, В.Я. Современные способы контроля и управления технологическими операциями разделки теста / В.Я. Черных, С.И. Каблихин // - М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукт СССР, 1989. – 32 с. – (Сер.: Хлебопекарная и макаронная промышленность. Обзорная информация).
109. Шамелис, С.М. Технология макаронного производства / С.М. Шамелис// Лабораторный практикум для студентов факультета пищевых производств. М., МГТУПП, 1971, – 83 с.
110. Швецова, И.А. Определение рациональной степени измельчения муки, предназначенной для получения высокобелковой фракции / И.А. Швецова, Н.А. Попов, З.Г Пирожкова. и др. // Труды ВНИИЗ. – 1988. – Вып.112. – С.91-100.

111. Швецова, И.А. Получение специализированных сортов муки путем тонкого измельчения ее и пневмосепарирования / И.А. Швецова // Труды МТИПП. – 1962. - Вып.19. – С.53-59.
112. Швецова, И.А. Производство специализированных сортов пшеничной муки с дифференцированным содержанием белка / И.А. Швецова, Г.К. Колкунова, Л.А. Баландина, С.И. Лившиц, Е.Н. Луткина // Серия «Экспресс-информация» Мукомольно-крупяная промышленность. М., ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1982, 15 с.
113. Швецова, И.А. Дисперсность, степень повреждения крахмала и водопоглощение муки /И.А. Швецова, Г.К. Колкунова // Труды ВНИИЗ. – 1976. – Вып.83.
114. Шибаяев П.Н. Оценка структурно-механических свойств зерна / П.Н. Шибаяев, И.С. Гузев // — «Вестник сельскохозяйственной науки», 1973, № 7, 87—92.
115. Шулындин, А.Ф. Тритикале-агротехника и урожай./ А.Ф. Шулындин // Сельская жизнь, 1977
116. Эльсгольц, Л.Э. Вариационное исчисление / Л.Э. Эльсгольц // – М.: Гос. изд. Техничко-теоретической литературы, 1958. – 164 с.
117. Agrawal P. Changes in amylase, starch and reducing sugars during grain development in triticale and their relation to grain shriveling // Cereal Res. Communic. – 1987. – Vol. 5. – № 3. – P. 225-235.
118. Anon Waning interest in triticale // Arable Farmg. – 1985. – Vol. 12. –№ 9. – P.69-73.
119. Ballaststoffe in der Getreidenahrung. Seibel W. Getriede Mehl und Brot. 2000. – Vol 54. – №1. – С. 58-62. Библи. 7. Нем.
120. Botezan V et al. Unele realizari in ameliorarea tritikalelor // Contributii ale cercetarii stiintifice la dezvoltarea agriculturii. – 1982. – P. 119-131.
121. Chen C.H., Bushuk W. Nature of protein in Triticale and its parental species. I. Solubility characteristics and amino acid composition of endosperms proteins // Can. J. Plant Sci. – 1980. – Vol. 50. – Lan. -P. 914.

122. Chung O.K., Pomeranz V, Howard B.G., Wetzel D.L., Tweeten T.N. Lipids in Triticales // Sixth International Cereal and Bread Kongress. Abstracts. – Winnipeg, 1978. – P. 2-3.
123. Ferriere I. Le triticales tient ses promesses // Cultivar. – 1984. – Vol. 175. – P. 53-65.
124. Harinder K., Bains G.S. Studies on baking of high alpha-amylase flour: effect pH, salt and L-cysteine HCl in the dough // Nahrung. – 1988. – Vol. 32. – №5. – P. 481-490
125. Hraska S. Heritabilita aminokyselin Triticale. // Polnohospodarstvo. – 1975. – R. 21. – C. 4/5. – S. 295-300.
126. Katharine V. Cooper. The Australian triticales. – Adelaide: Savvas publishing, 1985. – 82 p.
127. Klassen A.I., Hill R.D. Comparison of starch from triticales and its parental species // Cereal Chem. – 1981. – Vol. 48. – № 6. – P. 647-654.
128. Kozak L., Tarkowski C. Zawartosc skladnikow mineralnych w ziarniakach Triticale, pszenicy i zyta // Roczn. Nauk roln. Ser. A. – 1977. – Vol. 102. – № 2. – P. 65-73.
129. Lawicki T Niektore wiasciwosci reologiczne ciasta pszenytniego // Przegląd Piekarski I Cukierniezy. – 1988. – №1. – S. 150.
130. Lorenz K. Triticales – a promising new cereal grain for the baking industry // Baker's Digest. – 1987. – V 48. – № 3. – P. 24-25, 30-32.
131. Lorenz K., Welsh G., Norman R., Maga G. Comparative mixing and baking properties of wheat and triticales flours. // Cereal Chemistry. – 1972. – V.49.-№2. – P. 187-193.
132. Michela P., Lorenz K. The vitamins of triticales, wheat, and rye. // Cereal Chem. – 1976. – Vol. 53. – №6. – P. 853-861.
133. Morey D. Beagle 82 triticales – a new winter feed grain for multiple cropping systems in the coast plain region of south Georgia and North Florida//Georgia Arg. Exper. Stat. Rep. – 1982. – P. 1-9.

134. Paschenko Leonard Y., Ljubar Alexander V., Goncharov Sergey V. Biotechnological Aspects in Bread-Making using Triticale Flour and Soybean Products/ International Journal «Ecological congress». – Vol. 3. – № 3. – Spring, 2000. – P. 43-48.
135. Reynolds J.A., Gilbert D.B., Tanford C. Empirical. Correlatio Between Hydrophobic Free Energy and Aqueous Cavity Surface Area. – Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – V.71. – P.2925-2927.
136. Sapra V. Registration of «Morrison» triticales // Crop. Sci. – 1985. – V. 25. – № 5. – P. 887-888.
137. Tarkowski C, Tochman L., Cimsa E. Zwiennose zawartosci bialkat lizyny w ziarniakach tritikale. // Hodjwla Rosl. Akliwat. Nasienn. – 1974. – T. 18.- №5. – S. 351-358.
138. Tassinari M. II triticales merita piu spazio // Terra Vita. – 1985. – Vol. 26. – № 15. – P. 73-76.
139. Thomas T.M. Triticales - a new cereal // Farm Food Reseach. – 1984. – V. 15. – № 5. – P. 191.
140. Villegas F., McDonald C.E., Gilles K.A. Variability in the lysine content of wheat rye and Triticales proteins. Cereal Chem., 47.746,1970.
141. Wangensteen Helle, Berit Samuelsen Anne, Malsterud Karl Edil. Antioxidant activity in extracts from coriander // Food Chem. 2004. – Vol. 88. – №2. – P. 293-297.
142. Wolski T. Die Zuchtug erfolgreicher Triticales - Sorten in der VR Polen//Arch.Zuchtugsforsch. – 1985. – Bd. 14. – №4. – S. 231-237

ПРИЛОЖЕНИЯ

Протокол помола зерна тритикале сорта Трибун в муку макаронную по традиционной технологии. Технологическая схема помола представлена на рисунке 2.15.

От 28.11.2013 г., влажность зерна перед I др.с. $W=16,5\%$ время отволаживания 12 часов

Наименование системы	Масса поступившего продукта, гр	Направление полученных продуктов по системам					
		II др.с. кр.	II др.с. м.	B1	B2	Сорт 1	
I др.с.	1000	6240	1980	550	580	640	
II др.с. кр.	6240	2100	1800	680	910	730	
B1	550	30	20	110	140	250	
B2	580	50	110	80	90	220	
II др.с. м.	2050	510	550	280	250	460	
III др.с. кр.	2610	820	570	330	380	510	
B3	680	70	40	210	180	170	
B4	910	50	160	280	260	140	
B5	280	20	30	90	50	90	
B6	250	40	60	30	70	50	
III др.с. м.	2540	710	490	380	310	650	
Сорт1	2990	1170	730	780	--	--	Мука 2с 310
Сорт2	780	200	280	230	--	--	Мука 2с 70
B7	710	40	50	210	170	230	
B8	690	20	100	160	80	330	
B9	1170	240	110	150	290	200	Мука в/с 180
B10	730	120	90	180	120	110	Мука в/с 110
B11	200	40	20	20	10	60	Мука в/с 50
B12	280	50	20	40	80	50	Мука в/с 40
B13	300	110	40	60	50	30	Мука в/с 10
IV др.с.кр	1530	520	380	160	80	390	
IV др.с.м	1830	640	470	180	90	450	
B14	340	60	80	110	40	40	
B15	170						Мука в/с

		10	30	10	40	10	70
Сорт 3	1230	B16 300	B17 210	B18 520			Мука 2 с 200
B16	300	Сх.с. 10	Сх.с. 30	6 шл.с. 140	5 шл.с. 10	B43 70	Мука в/с 40
B17	210	7 шл.с. 10	7шл.с. 80	6 шл.с. 30	5 шл.с. 20	B 44 50	Мука в/с 20
B18	520	7 шл.с. 20	7шл.с. 110	6 шл.с. 140	6 шл.с. 140	5 шл.с. 100	Мука в/с 10
B19	70	Отруби 10	VI др.с. 10	6 шл.с. -	6 шл.с. 20	B21 10	Мука в/с 20
B20	690	1 р.с. 140	1 р.с. 210	7 шл.с. 80	7 шл.с. 100	B21 170	Мука в/с 10
V др.с.кр	1170	Отруби 440	VI др.с. 160	B19 70	Сорт5 200		Мука 2 с 300
B21	670	Отруби 320	Отруби 140	1 р.с. 60	1р.с. 80	B43 60	Мука в/с 10
1 шл.с.кр	2640	IVдр.с.м 610	B22 380	B23 430	B24 410	Сорт 4 810	
B 22	380	Vдр.с.м 20	4 шл.с.кр 40	2 шл.с.кр 40	2 шл.с.кр 180	2 шл.с.кр 100	
B 23	430	4 шл.с.кр 10	4 шл.с.кр 30	2 шл.с.кр 60	2 шл.с.кр 90	1 шл.с.м 80	Мука в/с 160
B 24	410	4 шл.с.кр 10	1 шл.с.м 50	1 шл.с.м 20	1шл.с.м 50	2 шл.с.м 100	Мука в/с 180
2 шл.с.кр	2000	Vдр.с.м 200	B25 680	B26 450	Сорт 4 340		Мука 2 с 320
B 25	680	4 шл.с.кр 30	4 шл.с.кр 40	1 шл.с.м 70	1 шл.с.м 80	1 шл.с.м 50	Мука в/с 410
B 26	450	4 шл.с.кр 10	4 шл.с.м 30	1 л.с.м 30	1 л.с.м 70	2 л.с.м 50	Мука в/с 260
1 шл.с.м	1420	4шл.с.кр 110	B27 320	B28 250	Сорт 4 290		Мука 2 с 450
B 27	320	4шл.с.кр 30	4шл.с.кр 20	2 л.с.м 40	2 л.с.м 60	1 л.с.м 50	Мука в/с 120
B 28	250	4шл.с.кр 10	4шл.с.м 30	2 л.с.м 10	2 л.с.м 70	3 шл.с. 40	Мука в/с 90
2 шл.с.м	1110	4шл.с.кр 60	B29 410	B30 390	Сорт 3 90		Мука 2 с 140
B 29	410	4шл.с.кр 20	4шл.с.м 40	3 шл.с. 50	3 шл.с. 20	3 шл.с. 30	Мука в/с 250
B 30	390	4шл.с.кр 10	4шл.с.м 30	3 шл.с. 50	3 шл.с. 80	3 шл.с. 50	Мука в/с 170
3 шл.с.	560	4шл.с.кр 40	B31 220	B32 180	Сорт 3 50		Мука 2 с 70
Сорт 4	1440	B33 610	B34 430	B13 70			Мука 2 с 330
B 31	220	4шл.с.кр 10	4шл.с.м 10	5 шл.с. 30	5 шл.с. 70	5 шл.с. 30	Мука в/с 70
B 32	180	4шл.с.м 10	4шл.с.м 10	5 шл.с. 30	5 шл.с. 30	5 шл.с. 50	Мука в/с 50
B 33	610	4шл.с.м 20	5 шл.с. 40	5 шл.с. 40	5 шл.с. 80	2 шл.с.м 190	Мука в/с 230
B 34	430	4шл.с.м 30	5 шл.с. 20	5 шл.с. 50	3 шл.с. 100	2 шл.с.м 120	Мука в/с 110
4 шл.с.кр	1140	Vдр.с.м 80	B35 370	B36 300	Сорт 3 180		Мука 2 с 210
B 35	370	Vдр.с.м 30	4шл.с.м 40	4шл.с.м 20	4шл.с.м 50	4шл.с.м 40	Мука в/с 190
4 шл.с.м	470	Vдр.с.м 10	B37 180	B36 110	Сорт 3 70		Мука 2 с 100

В 36	410	Сх.с. 10	6 шл.с. 150	5 шл.с. 30	5 шл.с. 100	В 43 40	Мука в/с 80
В 37	180	Сх.с. 10	Сх.с. 10	5 шл.с. 20	5 шл.с. 50	5 шл.с. 20	Мука в/с 70
V др.с.м	1310	Отруби 300	Отруби 190	В21 430	Сорт5 270		Мука 2 с 120
5 шл.с.	990	В38 420	В39 370	Сорт 5 80			Мука 2 с 110
В 38	420	Сх.с. 20	Сх.с. 30	6 шл.с. 130	6 шл.с. 160	6 шл.с. 50	Мука в/с 30
В 39	370	Сх.с. 10	Сх.с. 10	6 шл.с. 140	6 шл.с. 60	В 43 70	Мука в/с 70
Сх.с.	200	VI др.с. 10	6 шл.с. 10	В40 80	2 р.с. 20		Мука 2 с 80
В 40	160	VI др.с. 90	7 шл.с. 20	7 шл.с. 10	7 шл.с. 10	6 шл.с. 20	Мука в/с 10
В 41	-	Отруби -	1 р.с. -	1 р.с. -	1 р.с. -	В 44 -	Мука в/с -
В 42	-	Отруби -	1 р.с. -	1 р.с. -	1 р.с. -	В 44 -	Мука в/с -
В 43	240	Сх.с. 20	Сх.с. 40	6 шл.с. 90	6 шл.с. 80		Мука в/с 10
В 44		1 р.с. -	1 р.с. -	7 шл.с. -	7 шл.с. -		Мука 2 с -
1 р.с.	490	VI др.с. 30	6 шл.с. 10	В40 80	2 р.с. 140		Мука 2 с 230
6 шл.с.	1480	7 шл.с. 420	В 20 690	2 р.с. 130			Мука 2 с 230
7 шл.с.	680	Отруби 310	В 21 40	2 р.с. 300			Мука 2 с 30
VI др.с.м	360	Отруби 180	В21 20	2 р.с. 60			Мука 2 с 020
2 р.с.	630	4 р.с. 10	3 р.с. 250	Сорт 5 100			Мука 2 с 270
3 р.с.	250	Отруби 110	4 р.с. 40	Сорт 5 80			Мука 2 с 20
Сорт 5	730	4 р.с. 280					Мука 2 с 450
Относы	250	4 р.с. 250					
4 р.с.	580	Отруби 240					Мука 2 с 340
Итого:	Мука высший сорт = 3100 гр ~ 31,0 %						
	Мука 2 сорт = 4480 гр ~ 44,8 %						
	Отруби = 2240~ 22,4 %						

Приложение 2

Протокол помола зерна тритикале сорта Трибун в муку макаронную по разработанной технологии. Технологическая схема помола представлена на рисунке 2.16.

От 10.12.2013 г., влажность зерна перед I др.с. $W=16,5\%$ время отволаживания 12 часов.

Наименование системы	Масса поступившего продукта, гр	Направление полученных продуктов по системам				
I др.с.	5000	3160 На II др.с.	1050 На I шл.с.	320 На СВ 1	310 На СВ 2	150 Мука
II др.с.	3160	1320 На III др.с.	980 На I шл.с.	360 На СВ 1	280 На СВ 2	220 Мука
III др.с.	1300	650 На IV др.с.	350 На I шл.с.	100 На СВ 1	80 На СВ 2	110 Мука
1 шл.с.	2380	1020 На 2 шл.с.	610 На СВ 1	560 На СВ 2	--	180 Мука
2 шл.с.	1020	660 На 3 шл.с.	100 На СВ 1	140 На СВ 2	--	120 Мука
3 шл.с.	660	230 На IV др.с.	140 На СВ 3	190 На СВ 4	--	90 Мука
СВ 1	1490	80 На V др.с.	80 На IV др.с.	120 На IV др.с.	290 На I р.с.	920 крупка
СВ 2	1370	130 На V др.с.	70 На IV др.с.	90 На IV др.с.	210 На I р.с.	870 крупка
IV др.с.	1240	680 На V др.с.	380 На СВ 3	120 На СВ 4	--	50 Мука
V др.с.	950	420 Отруби	390 На 2 р.с.	--	--	130 Мука
СВ 3	520	60 На V др.с.с.	80 На I р.с.	70 На I р.с.	90 На I р.с.	220 крупка
1 р.с.	740	240 Отруби	380 На СВ 4	--	--	110 Мука
СВ 4	690	80 Отруби	100 На 2 р.с.	180 На 2 р.с.	80 На 2 р.с.	240 крупка
2 р.с.	750	320 Отруби	80 Отруби	--	--	340 Мука
Итого:	Крупка = 2250 гр ~ 45,0 %					
	Мука = 1500 гр ~ 30,0 %					
	Отруби = 1150 ~ 23,0 %					

Приложение 3

Протокол помола зерна пшеницы сорта Дурум в муку макаронную по разработанной технологии. Технологическая схема помола представлена на рисунке 2.16.

От 12.12.2013 г., влажность зерна перед I др.с. W=16,5 % время отволаживания 12 часов.

Наименование системы	Масса поступившего продукта, гр	Направление полученных продуктов по системам				
I др.с.	5000	3270 На II др.с.	720 На I шл.с.	460 На СВ 1	420 На СВ 2	120 Мука
II др.с.	3270	1460 На III др.с.	800 На I шл.с.	480 На СВ 1	410 На СВ 2	110 Мука
III др.с.	1460	800 На IV др.с.	310 На I шл.с.	170 На СВ 1	100 На СВ 2	70 Мука
1 шл.с.	1830	980 На 2 шл.с.	470 На СВ 1	230 На СВ 2	--	140 Мука
2 шл.с.	980	580 На 3 шл.с.	160 На СВ 1	130 На СВ 2	--	100 Мука
3 шл.с.	580	170 На IV др.с.	180 На СВ 3	120 На СВ 4	--	100 Мука
СВ 1	1740	160 На V др.с.	80 На IV др.с.	260 На IV др.с.	310 На 1 р.с.	930 крупка
СВ 2	1290	160 На V др.с.	60 На IV др.с.	50 На IV др.с.	110 На 1 р.с.	910 крупка
IV др.с.	1420	610 На V др.с.	510 На СВ 3	230 На СВ 4	--	60 Мука
V др.с.	960	600 Отруби	230 На 2 р.с.	--	--	110 Мука
СВ 3	690	30 На V др.с.	70 На 1 р.с.	50 На 1 р.с.	170 На 1 р.с.	370 крупка
1 р.с.	710	190 Отруби	320 На СВ 4	--	--	190 Мука
СВ 4	670	110 Отруби	60 На 2 р.с.	80 На 2 р.с.	100 На 2 р.с.	310 крупка
2 р.с.	470	220 Отруби	80 Отруби	--	--	180 Мука
Итого:	Крупка = 2520 гр ~ 50,4 %					
	Мука = 1180 гр ~ 23,6 %					
	Отруби = 1090 ~ 21,8 %					

«Утверждаю»

Генеральный директор
ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках»
Савостин С.Д.



2014 г.

АКТ

О проведении полупроизводственной проверки технологии производства крупы тритикалевой в условиях стендового завода ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках»

Мы, ниже подписавшиеся: главный технолог ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» к.т.н. Жирнова Е.В., начальник испытательной производственно-технологической лаборатории ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» Докучаева В.В., д.т.н., проф. начальник «Центр реологии и пищевых сред» ГНУ ГОСНИИХП Черных В.Я. и научный сотрудник лаборатории технологии макаронных и экструдированных продуктов ГНУ ГОСНИИХП Урубков С.А. составили настоящий акт о том, что с 18 по 20 февраля 2014 года в условиях стенда лаборатории ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» научным сотрудником лаборатории технологии макаронных и экструдированных продуктов ГНУ ГОСНИИХП Урубковым С.А. осуществлена полупроизводственная проверка технологии получения крупы тритикалевой с выходом крупы 54% влажность крупы составила 13 - 14 %.

Технология получения крупы тритикалевой включает в себя очистку от примесей, увлажнение очищенного зерна до влажности 15% и отволаживают до 2 часов при температуре 18-20 °С, разделение зерна на мелкую (на ситах с размером отверстий 2,4-2,2x20 мм) и крупную (на ситах с размером отверстий 2,8-2,6x20 мм) фракции, раздельное их шелушение на двух системах для каждой фракции и шлифование, фракция зерна отобранная проходом сита с размером отверстий 2,2x20 мм и сходом 1,7x20 в процессе переработки не участвует.

Эффективность технологий оценивали по общему выходу целых зерен.

Гранулометрический состав определяли путем просеивания на наборе сит с круглыми отверстиями диаметром 4,0-3,5-3,0-2,5-2,0-1,5-1,0-0,7 мм. Сход с сита 4,0 отнесли к недошелушенной фракции и повторно направляли на шлифовочную систему, проход сита с диаметром 2,5 мм относили к дробленой крупе.

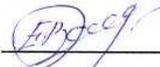
После определения гранулометрического состава, все фракции, кроме схода с сита Ø 4,0 и прохода сита Ø 2,5 мм объединялись.

Показатели качества полученной крупы представлены ниже.

Наименование показателя	Содержание характеристик
Внешний вид	Ядро, освобожденное от плодовых и семенных оболочек, хорошо отшлифованное, имеет удлиненную форму ядра с закругленными концами.
Цвет	коричневато-белый или кремовый с желтоватым, оттенком
Вкус	Без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Запах	Без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Влажность, %	14
Доброкачественное ядро, %, в том числе недодир в %	98,0 1,5
Содержание сорная примеси, %	0,0
Мучка, %	0,5

Полученная крупа из зерна тритикале по разработанной технологии по внешнему виду, потребительским достоинствам мало отличается от крупы перловой из зерна ячменя и крупы пшеничной шлифованной и может быть рекомендована для массового производства как новый зерновой продукт.

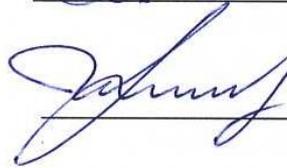
Главный технолог ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» к.т.н.

 Жирнова Е.В.

Начальник ИПТЛ ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках»

 Докучаева В.В.

Начальник «Центр реологии и пищевых сред» ГНУ ГОСНИИХП, д.т.н., проф.

 Черных В.Я.

Научный сотрудник лаборатории технологии макаронных и экструдированных продуктов ГНУ ГОСНИИХП

 Урубков С.А.

Приложение 5

«Утверждаю»

Генеральный директор
ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках»

Савостин С.Д.



2014 г.

АКТ

О проведении полупроизводственной проверки технологии производства макаронной муки из зерна тритикале в условиях стендового завода ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках»

Мы, ниже подписавшиеся: главный технолог ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» к.т.н. Жирнова Е.В., начальник испытательной производственно-технологической лаборатории ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» Докучаева В.В., д.т.н., проф. начальник «Центр реологии и пищевых сред» ГНУ ГОСНИИХП Черных В.Я. и научный сотрудник лаборатории технологии макаронных и экструдированных продуктов ГНУ ГОСНИИХП Урубков С.А. составили настоящий акт о том, что с 26 по 28 февраля 2014 года в условиях стенда лаборатории ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» научным сотрудником лаборатории технологии макаронных и экструдированных продуктов ГНУ ГОСНИИХП Урубковым С.А. осуществлена полупроизводственная проверка технологии получения макаронной муки из тритикале с базисным выходом 45 %, влажность муки составила 14 - 15 %, зольность зерна 2,1%, стекловидность 68,8%.

Технология получения муки тритикалевой макаронной включает в себя очистку от примесей, основное увлажнение до 16%, отволаживание, очистку поверхности зерна на обочной машине, дополнительное увлажнение с увеличением влажности на 0,5-0,6% и отволаживание в течение 25-30 мин перед I драной системой.

Помол осуществляли по сокращенной схеме: 5 драных систем; 3 шлифовочных системы; 2 размольных системы и 4 ситовеечных системы.

Полученные в результате измельчения отдельные потоки крупок и дунстов подвергали обогащению на ситовеечных машинах с применением по каждой машине дифференцированных режимов работы в зависимости от качества обогащаемых крупок и дунстов путем введения последовательного метода обогащения на 2-3 ярусах сит.

Расположение рифлей на вальцовых станках всех драных систем «острие по острию». С целью выхода крупки с более однородной структурой, на I-III др.с. устанавливали дифференцированную величину извлечения при удельной нагрузке на вальцовую линию 600-900 кг/см·сут. На первом этапе дробления зерна продукт после измельчения на первой системе направляли в рассев сортирования на фракции по крупности, наиболее крупные фракции размером более 950 мкм

направляли на вторую систему. Аналогичные фракции второй системы измельчения направляли на третью. Продукт, полученный на первой драной системе, с размером частиц 670 - 950 мкм объединяли с продуктами, полученными на второй драной системе с размером частиц 670 - 850 мкм и третьей драной системе с размером частиц 670 - 710 мкм, затем направляли на первую шлифовочную систему, где шлифовочный процесс осуществлялся при следующих режимах: расположение рифлей «острие по острию», удельная нагрузка 100-150 кг/см·сут. Продукт после измельчения на первой шлифовочной системе рассортировывали на фракции по крупности, наиболее крупные фракции размером более 670 мкм направляли на вторую шлифовочную систему, фракции второй системы измельчения размером более 600 мкм направляли на третью шлифовочную систему, а фракции третьей шлифовочной системы размером более 560 мкм направляли на IV др.с.

После размола и сортирования круподунстовые продукты направляли для обогащения на ситовые машины. На 1-ю ситовую систему поступали фракции, полученные при измельчении на первых трех драных и двух шлифовочных системах, причем со всех драных систем и первой шлифовочной системы отбирали продукты крупностью 530-670 мкм, а со второй шлифовочной системы – 530-600 мкм. Сход с верхнего яруса сит ситовой системы, как продукт, содержащий наибольшее количество оболочек, направляли на пятую драную систему.

Для обогащения на 2-ой ситовой системе объединяли продукты, выделенные на первых трех драных системах и двух шлифовочных системах, при этом крупность продуктов, находилась в пределах 250-530 мкм. Сход с верхнего яруса сит ситовой системы, как продукт, содержащий наибольшее количество оболочек, направляли на пятую драную систему.

Для обогащения на 3-ей ситовой системе объединяли продукты, выделенные на 3 шлифовочной системе и четвертой драной системе, при этом крупность продуктов, находится в пределах 450-560 мкм. Сход с верхнего яруса сит ситовой системы, в зависимости от качества, направляют на пятую драную систему, остальные сходовые фракции этой системы, направляли на 1-ую систему размольного процесса.

Для обогащения на 4-ой ситовой системе объединяли продукты, выделенные на 3 шлифовочной системе, четвертой драной и первой размольной системах, при этом крупность продуктов, находится в пределах 160-450 мкм, Сход с верхнего яруса сита 4-ой ситовой системы отправляли в отруби, остальные сходовые фракции этой системы, как продукт, содержащий наибольшее количество оболочек, направляли на 2-ую систему размольного процесса.

На размольных системах применяли вальцы с микрошероховатой поверхностью.

Макаронную муку тритикальную формировали из потоков средней и мелкой крупок и дунстов, полученных в драном и шлифовочном процессе после их обогащения в ситовых машинах.

Общий выход макаронной муки составил 47 %, муки «второго сорта» 30 %, выход отрубей 23 %.

Показатели качества полученной макаронной муки представлены ниже.

Наименование показателя	Содержание характеристик
Внешний вид	Однородный крупитчатый сыпучий продукт
Цвет	Светло - кремовый.
Вкус	Без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Запах	Без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Влажность, %	15,5
Массовая доля золы, %	1,1
Массовая доля сырой клейковины, %	18,2
Качество сырой клейковины, усл. ед. прибора ИДК	72,4
Массовая доля белка, %	15,8
Число падения, с	239
Крупность помола, % остаток на сите по ГОСТ 4403 из полиамидной ткани № 12,5 ПЧ-240	2,0
проход через сито по ГОСТ 4403 из полиамидной ткани № 27 ПЧ-120	18,0
кислотность муки, град.	1,6

Полученная макаронная мука из зерна тритикале по разработанной технологии по внешнему виду, потребительским достоинствам мало отличается от макаронной муки из зерна мягкой пшеницы и может быть рекомендована для массового производства как новый зерновой продукт.

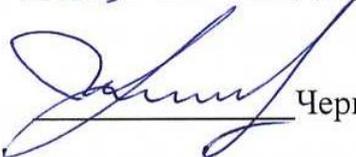
Главный технолог ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» к.т.н.

 Жирнова Е.В.

Начальник ИПТЛ ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках»

 Докучаева В.В.

Начальник «Центр реологии и пищевых сред» ГНУ ГОСНИИХП, д.т.н., проф.

 Черных В.Я.

Научный сотрудник лаборатории технологии макаронных и экструдированных продуктов ГНУ ГОСНИИХП

 Урубков С.А.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2447931

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ПРОИЗВОДСТВА
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГОМОГЕННЫХ
ПОМОЛЬНЫХ ПАРТИЙ И СМЕСЕЙ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Патентообладатель(ли): *Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и
продуктов его переработки Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИЗ
Россельхозакадемии) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010143329

Приоритет изобретения 25 октября 2010 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 20 апреля 2012 г.

Срок действия патента истекает 25 октября 2030 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU**⁽¹¹⁾ **2013 132 882**⁽¹³⁾ **A**(51) МПК
A23L 1/182 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2013132882/13, 17.07.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.07.2013

(43) Дата публикации заявки: 10.12.2013 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

127434, Москва, Дмитровское ш., 11, ГНУ
ВНИИЗ Россельхозакадемии, ОПиНТИ

(71) Заявитель(и):

Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский
институт зерна и продуктов его переработки
Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИЗ
Россельхозакадемии) (RU)

(72) Автор(ы):

Смирнов Станислав Олегович (RU),
Урубков Сергей Александрович (RU)(54) **СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА КРУПЫ ИЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ (ТИПА ПЕРЛОВАЯ)**

(57) Формула изобретения

Способ производства крупы из зерна тритикале, предусматривающий очистку, увлажнение, отволаживание, разделение зерна на две фракции - крупную и мелкую, пофракционное шелушение, отделение из продуктов шелушения шелушенного зерна, его шлифование с получением крупы, отличающийся тем, что зерно тритикале перед обработкой увлажняют и выдерживают при температуре 18-20°C до влагосодержания 15 мас.%, разделение зерна осуществляют на ситах с размером отверстий для крупной фракции 2,8-2,6×20 мм, для мелкой фракции с размером отверстий 2,4-2,2×20 мм, на повторное шелушение направляют фракции, полученные сходом с этих сит, а проходные фракции с указанных сит направляют непосредственно на шлифование.

RU 2013132882 A

RU 2013132882 A

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ 2013 145 231 ⁽¹³⁾ **A**

(51) МПК

B02B 1/00 (2006.01)*B02C* 9/00 (2006.01)*B02B* 3/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2013145231/13, 09.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.10.2013

(43) Дата публикации заявки: 20.01.2014 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

127434, Москва, Дмитровское ш., 11, ГНУ
ВНИИЗ Россельхозакадемии, ОПиНТИ

(71) Заявитель(и):

Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский
институт зерна и продуктов его переработки
Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИЗ
Россельхозакадемии) (RU)

(72) Автор(ы):

Смирнов Станислав Олегович (RU),
Урубков Сергей Александрович (RU)(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННОЙ МУКИ ИЛИ КРУПЫ (ТИПА МАННАЯ) ИЗ
ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ

(57) Формула изобретения

1. Способ производства макаронной муки или крупы (типа манная) из зерна тритикале, предусматривающий подготовку зерна к помолу, включающую очистку от посторонних примесей, увлажнение и отволаживание, поэтапное измельчение на драных системах с выделением фракций крупок и дунстов, шлифование, ситовоздушное разделение продуктов размола и формирование сортов муки по показателям крупности и зольности, отличающийся тем, что, с целью увеличения выхода крупки с более однородной структурой по крупности, на первой системе измельчения устанавливают величину извлечения: на I др.с. равной 10-12%, на II др.с. - 45-50%, на III др.с. - 40-45% при удельной нагрузке на вальцовую линию 600-900 кг/см сут; продукт, полученный на первой драной системе, с размером частиц 670-950 мкм объединяют с продуктами, полученными на второй драной системе с размером частиц 670-850 мкм и третьей драной системе с размером частиц 670-710 мкм, затем направляют на первую шлифовочную систему, где шлифовочный процесс осуществляют при удельной нагрузке на вальцовую линию 100-150 кг/см сут; после измельчения продукт направляют в рассев сортирования на фракции по крупности, затем для обогащения круподунстовых продуктов на ситовые системы направляют фракции, полученные при измельчении на первых трех драных системах и двух шлифовочных системах; сходовые продукты, полученные на последней ситовоечной системе, распределяют по системам размольного процесса в зависимости от их качества.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на 1-ю ситовую систему направляют фракции, полученные при измельчении на первых трех драных системах, причем со всех драных систем и первой шлифовочной системы отбирают продукты крупностью 530-670 мкм, а со второй шлифовочной системы - 530-600 мкм.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что для обогащения на 2-ой ситовоечной системе объединяют продукты, выделенные на первых трех драных системах и двух

RU 2013145231 A

RU 2013145231 A

шлифовочных системах, при этом крупность продуктов, находится в пределах 250-530 мкм.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что обогащения на 3-ой ситовеечной системе объединяют продукты, выделенные на 3 шлифовочной системе и четвертой драной системе, при этом крупность продуктов, находится в пределах 450-560 мкм.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что для обогащения на 4-ой ситовеечной системе объединяют продукты, выделенные на 3 шлифовочной системе, четвертой драной, и первой размольной системах, при этом крупность продуктов, находится в пределах 160-450 мкм.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что сходовые продукты, полученные на 3-ей и 4-ой ситовеечной системе, распределяют по системам размольного процесса в зависимости от их качества, сход с верхнего яруса сит ситовеечных систем, как продукт, содержащий наибольшее количество оболочек, направляют на последнюю, 2-ую систему размольного процесса.

R U 2 0 1 3 1 4 5 2 3 1 A

R U 2 0 1 3 1 4 5 2 3 1 A

Российская академия сельскохозяйственных наук**Государственное научное учреждение
Государственный научно-исследовательский институт хлебопекарной
промышленности (ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии)**

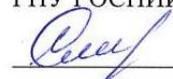
ОКП

Группа Н 31

УТВЕРЖДАЮ:_____/_____/_____
« ____ » _____ 20 ____ г.**КРУПА ТРИТИКАЛЕВАЯ****Технические условия**
ТУ _____
Введены впервые

Дата введения - 2014 г.

РАЗРАБОТАНО:

Зав. лабораторией технологий макарон-
ных и экструдированных продуктов
ГНУ ГОСНИИХП С.О. Смирнов

Научный сотрудник, ГНУ ГОСНИИХП

 С.А. УрубковМосква
2014

Российская академия сельскохозяйственных наук

Государственное научное учреждение
Государственный научно-исследовательский институт хлебопекарной
промышленности (ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии)

ОКП

Группа Н 31

УТВЕРЖДАЮ:

_____/_____/_____
« ____ » _____ 20 ____ г.

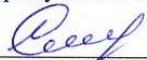
МУКА ИЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Технические условия
ТУ _____
Введены впервые

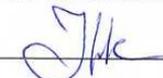
Дата введения - 2014 г.

РАЗРАБОТАНО:

Зав. лабораторией технологий
макаронных и экструдированных
продуктов ГНУ ГОСНИИХП

 С.О. Смирнов

Научный сотрудник,
ГНУ ГОСНИИХП

 С.А. Урубков

Москва
2014

Российская академия сельскохозяйственных наук

Государственное научное учреждение
Государственный научно-исследовательский институт хлебопекарной
промышленности (ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии)

ОКП

Группа Н 31

УТВЕРЖДАЮ:

_____/_____/_____
« ____ » _____ 20 ____ г.

МУКА ТРИТИКАЛЕВАЯ БЕЛКОВАЯ

Технические условия

ТУ _____

Введены впервые

Дата введения - 2014 г.

РАЗРАБОТАНО:

Зав. лабораторией технологий
макаронных и экструдированных
продуктов ГНУ ГОСНИИХП

 С.О. Смирнов

Научный сотрудник,
ГНУ ГОСНИИХП

 С.А. Урубков

Москва
2014

Российская академия сельскохозяйственных наук**Государственное научное учреждение
Государственный научно-исследовательский институт хлебопекарной
промышленности (ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии)**

ОКП

Группа Н 31

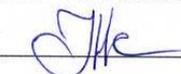
УТВЕРЖДАЮ:_____/_____/_____
« ____ » _____ 20 ____ г.**МУКА ТРИТИКАЛЕВАЯ БЕЛКОВАЯ****Технические условия**

ТУ _____

Введены впервые

Дата введения - 2014 г.

РАЗРАБОТАНО:

Зав. лабораторией технологий
макаронных и экструдированных
продуктов ГНУ ГОСНИИХП С.О. СмирновНаучный сотрудник,
ГНУ ГОСНИИХП С.А. УрубковМосква
2014

ПРОЕКТ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии)

УТВЕРЖДАЮ:

_____ / _____ /
« _____ » _____ 20 _____ г.

**Опытный технологический регламент
процесса производства крупы тритикалевой**

РАЗРАБОТАНО:

Зав. лабораторией технологий макаронных
и экструдированных продуктов ГНУ
ГОСНИИХП, канд. техн. наук


_____ С.О. Смирнов
” ” _____ 2014 г.

Научный сотрудник ГНУ ГОСНИИХП


_____ С.А. Урубков
” ” _____ 2014 г.

Москва 2014

ПРОЕКТ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии)

УТВЕРЖДАЮ:

_____/_____/_____
« ____ » _____ 20 ____ г.

Опытный технологический регламент
процесса производства макаронной муки или крупки тритикалевой

РАЗРАБОТАНО:

Зав. лабораторией технологий макаронных
и экструдированных продуктов ГНУ
ГОСНИИХП, канд. техн. наук

” ” _____ С.О. Смирнов
_____ 2014 г.

Научный сотрудник ГНУ ГОСНИИХП

” ” _____ С.А. Урубков
_____ 2014 г.

Москва 2014

ПРОЕКТ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии)

УТВЕРЖДАЮ:

_____/_____/_____
« ____ » _____ 20 ____ г.Опытный технологический регламент
процесса производства муки тритикалевой белковой и углеводной

РАЗРАБОТАНО:

Зав. лабораторией технологий
макаронных и экструдированных
продуктов ГНУ ГОСНИИХП, канд.
техн. наук_____
" " _____ С.О. Смирнов
" " _____ 2014 г.

научный сотрудник ГНУ ГОСНИИХП

" " _____ С.А. Урубков
" " _____ 2014 г.

Москва 2014