

**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

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

**Москва - 2014 г.**

Работа выполнялась в лаборатории технологии и техники мукомольного производства ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии и в Центре реологии пищевых сред ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии.

Научный руководитель:

доктор технических наук,  
Дулаев Валерьян Георгиевич;  
кандидат технических наук,  
Смирнов Станислав Олегович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор  
Шаззо Аслан Юсуфович, ФГБОУ ВПО  
«Кубанский Государственный  
технологический университет», зав.  
кафедрой технологии зерновых,  
пищевкусовых и субтропических продуктов

кандидат технических наук, доцент  
Белецкий Сергей Леонидович,  
ФГБУ НИИПХ Росрезерва

Ведущая организация:

Негосударственное образовательное  
учреждение дополнительного  
профессионального образования  
«Международная Промышленная Академия»

Защита состоится «22» мая 2014 г. в «10.00» на заседании Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.182.08 при ГОУ ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК» по адресу: 302020, Орел, Наугорское шоссе, 29, ауд. 212

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ГОУ ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК» по адресу: 302020, Орел, Наугорское шоссе, 29.

Текст автореферата и объявление о защите диссертации размещены в сети Интернет на сайте Минобрнауки РФ [http:// vak.ed.gov.ru](http://vak.ed.gov.ru) «21» марта 2014 года на сайте ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК» [http:// gu-unpk.ru](http://gu-unpk.ru).

Автореферат разослан «21» апреля 2014 г.

Ученый секретарь диссертационного  
совета, кандидат технических наук



А.П. Симоненкова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** 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 ненасыщенными жирными кислотами (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., Еркинбаева 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 других. Анализ этих работ показывает перспективы применения тритикалевой муки при производстве печенья, крекеров, экструдированных, мучных кондитерских и хлебобулочных изделий и т.п.

### **Цель и задачи исследований**

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, а также 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, 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 технологий 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».

#### **Положения, выносимые на защиту:**

- технология производства крупы из зерна тритикале;
- технология производства макаронной муки и крупки из зерна тритикале;
- технология получения белковых и углеводных фракций из тритикалевой муки;
- совокупность экспериментальных данных по влиянию физико-химических свойств зерна тритикале и продуктов его переработки на режимы технологических операций процессов производства новых видов муки и крупы.

**Степень достоверности и апробация результатов** обеспечивается массивом экспериментальных данных, полученных и обработанных с применением стандартных методов.

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.).

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

**Публикации.** 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.

### Структура и объем диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 192 страницах основного текста, содержит 25 рисунков и 49 таблиц. Список литературы содержит 142 источников Российских и зарубежных авторов.

Структурная схема проведения исследований представлена на рисунке 1.

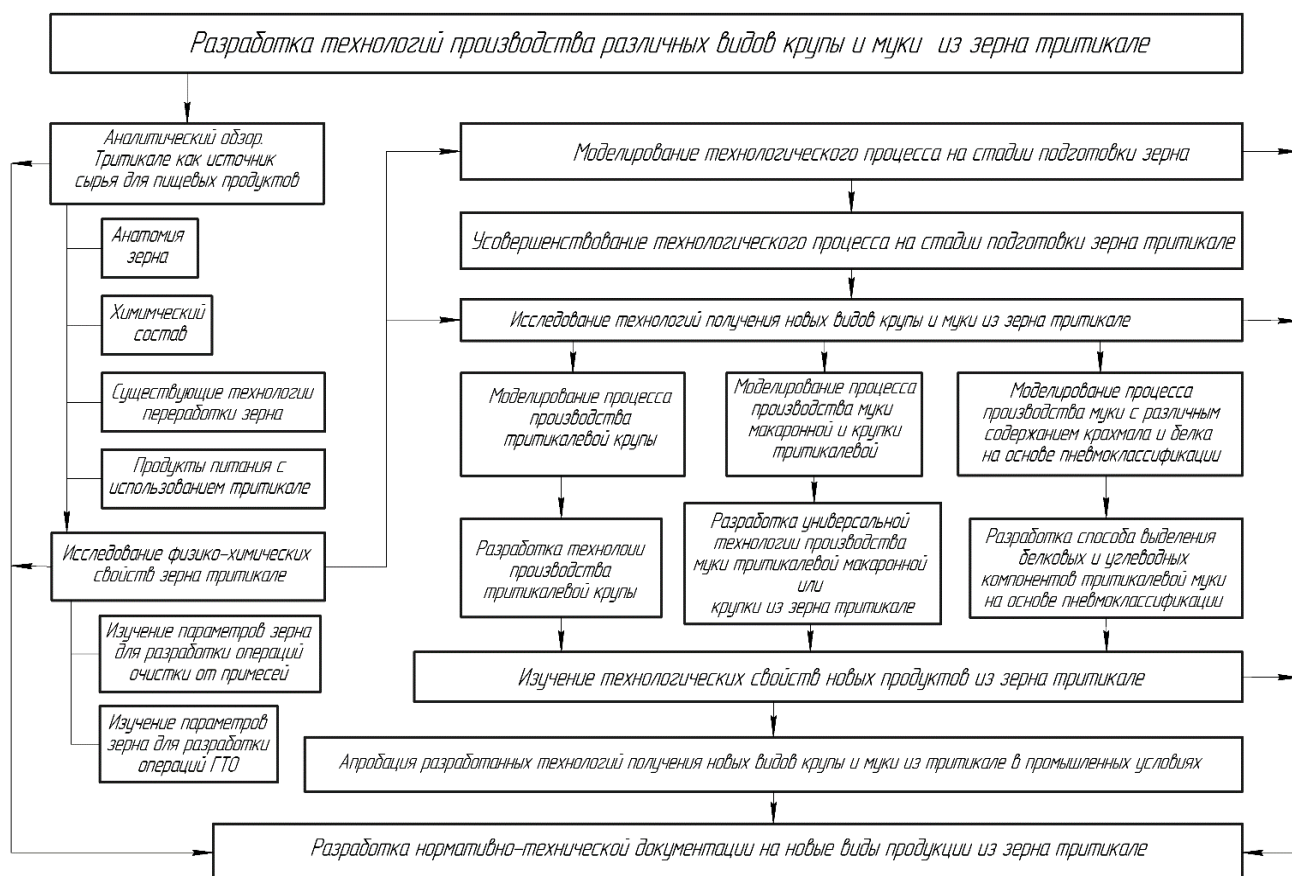


Рисунок 1 - Структурная схема проведения исследований

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** сформулированы актуальность работы, степень её разработанности, цель и задачи исследований, научная новизна, практическая и теоретическая значимость, а также положения, выносимые на защиту.

## **1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

В обзоре литературы проанализированы отечественные и зарубежные данные о морфологических и физико-химических свойствах зерна тритикале различных сортов. Рассмотрены мукомольные свойства зерна, существующие технологии его переработки и технологические свойства получаемых продуктов.

На основе анализа научно-технической литературы, определены цель и задачи исследований, предусматривающие использование зерна тритикале как сырья для производства новых видов продукции, с учетом морфологических особенностей.

## **2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Исследования проводили в лабораториях технологии и техники мукомольного производства ГНУ ВНИИЗ, Центра реологии пищевых сред, отделе биохимических исследований ГНУ ГОСНИИХП, кафедре «Технология переработки растительного сырья» ФГБОУ ВПО МГУПП, ФГБУ Центр оценки качества зерна.

### **2.1. Объекты и методы исследований**

Объектами исследования являлись зерно тритикале, его анатомические части, сорные и зерновые примеси, а также стадии и технологические операции процесса производства крупы и муки, а также зерно пшеницы и ячменя.

В исследованиях использовалась твердозерная пшеница, параметры качества которой соответствовали требованиям ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия» и ячмень, соответствующий требованиям ГОСТ 28672-90 «Ячмень. Требования при заготовках и поставках» и тринадцать сортов тритикале: «Корнет», «Крона», «Легион», «Трибун», «Сколот», «Топаз», «Зимогор», «Донслав», «Консул», «Капрал», «Ацтек», «Каприз», «Вокализ» и три линии: №3174/09, №3478/09, №3468/09. Пробы данных сортов тритикале были предоставлены ГНУ Донским зональным научно-исследовательским институтом сельского хозяйства, г. Ростов на Дону. Исследуемое зерно тритикале соответствовало требованиям ТУ 8 РФ 11-114-92. «Тритикале. Требования при заготовках и поставках».

Содержание сорной и зерновой примеси зерна тритикале определялось в соответствии с ГОСТ 28419-97 «Зерно. Метод определения сорной и зерновой примесей».

Физико-химические характеристики зерна и продуктов его переработки определяли в соответствии методами и стандартами, существующими на момент проведения исследования: отбор проб зерна и выделение навесок (ГОСТ 13586.3 - 83); определение влажности (ГОСТ — 13586.5 – 85, 9404-88); определение природы (ГОСТ 10840-64); определение крупности и выравненности (ГОСТ 28419-97, 30483-97); определение массы 1000 зерен (ГОСТ 10842 - 89); определение зольности (ГОСТ 10847 – 74, 27494-87); определение «числа падения» (ГОСТ 27676-88), на приборах «Falling Number 1800» (фирма «Perten», Швеция) и «Амилотест АТ-97 (ЧП-ТА)» (фирма НПО «Радиус», Россия); гранулометрический состав крупки и муки определяли на приборе «Гранулометр ГИУ-1; 2» (Россия); определение кислотности муки (ГОСТ 27493-87); определение содержания крахмала (ГОСТ 10845 - 98); определение массовой доли сырого протеина по методу Кельдаля. (ГОСТ 10846-91); определение массовой доли жира осуществляли методом исчерпывающей экстракции в аппарате Сокслета; определение клетчатки по Кюршнеру и Ганеку; газообразующую способность муки определяли волюмометрическим методом на приборе «Rheofermentometre F3» (фирма «Chopin»,

Франция); оценка технологических свойств муки по параметрам амилограммы производилась с помощью прибора RVA (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 «De-corder С3» (фирма «Brabender», Германия); определение насыпной плотности муки и крупки (ГОСТ 19440-94).

Обработку экспериментальных данных проводили с помощью методов математической статистики Microsoft Excel (Office 2013); PTC Mathcad 3.0.

В таблице 1 приведены физико-химические характеристики используемых в работе проб зерна тритикале.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики различных сортов и линий зерна тритикале

Наименование параметров	Сорта и линии тритикале															
	Трибун	Лигион	Топаз	Сколот	Зимогор	Донслав	Консул	Крона	Капрал	Аптек	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, %	2,08	1,91	2,12	1,98	1,81	1,94	1,83	1,79	1,84	1,96	1,98	1,79	2,29	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

Из таблицы 1 видно, что содержание белка в приведенных пробах тритикале находится в диапазоне от 12,6 до 15,6%, а изменение натуры зерна – от 670 до 710 г/л при значениях стекловидности от 56,5 до 85,0%. Параметры, отражающие технологические свойства тритикале – это «число падения», количество и качество клейковины находились в диапазоне – 112 – 274,0с; 17,0 – 30,0%; 79,0 – 105ед.пр.ИДК соответственно.

Исходя из анализа физико-химических характеристик проанализированного зерна тритикале при разработке технологий новых видов крупы и муки необходимо было выявить возможность использования зерна, содержащего как минимальное, так и максимальное значение белка, с учетом его стекловидности и цвета.



## 2.2. Исследование физико-химических характеристик зерна тритикале

Раздел посвящен разделению зерна тритикале по фракциям и определению их химического состава и технологических свойств, а также изучению содержания анатомических частей зерна по выделенным фракциям.

На основании анализа морфологических свойств зерна (таблица 2) были выбраны необходимые параметры ситовых поверхностей для фракционирования зерна при отработке технологий. Для получения необходимых фракций тритикале были подобраны сита по ГОСТ 214-83 с отверстиями прямоугольной формы от 1,7x20мм до 3,2x20мм с кратностью 0,2мм.

Таблица 2 – Фракционный состав по крупности зерна тритикале различных сортов

Сход с сита №, мм	Содержание фракций, %															
	Лигион	Корнет	Топаз	Сколот	Зимогор	Донслав	Консул	Крона	Капрал	Ацтек	Каприз	Трибун	Вокализ	№ 3174/09	№ 3478/09	№ 3468/09
3,2 x 20	3,0	1,5	4,3	5,0	1,2	1,5	2,0	2,5	0,4	14,0	3,2	3,0	0,2	2,0	1,5	1,5
3,0 x 20	13,5	14,7	15,2	18,0	14,5	5,5	14,0	14,0	5,5	26,5	19,0	25,0	1,8	21,0	25,0	18,0
2,8 x 20	38,5	42,9	39,0	25,0	41,0	32,0	39,5	43,0	36,0	34,6	44,5	32,5	21,0	25,0	35,0	20,0
2,6 x 20	21,5	23,5	22,0	24,0	23,5	30,5	23,0	22,0	30,0	14,0	21,0	21,0	33,0	28,5	20,0	35,0
2,4 x 20	10,5	8,4	10,4	18,6	10,0	17,0	8,5	8,5	13,1	5,0	6,0	9,7	22,0	12,3	9,5	12,6
2,2 x 20	9,0	5,4	7,6	6,4	7,0	10,5	9,0	6,0	11,5	4,0	4,0	5,8	19,0	6,7	5,6	8,7
2,0 x 20	2,0	2,1	0,6	1,5	2,0	1,5	2,1	2,8	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	2,5	2,0	2,5
1,7 x 20	1,2	1,5	0,8	1,0	0,7	0,8	1,0	0,7	1,1	0,5	0,8	1,3	1,0	1,5	1,2	1,5
Проход 1,7 x 20	0,8	0,9	0,1	0,5	0,1	0,7	0,9	0,5	0,9	0,4	0,5	0,2	0,5	0,5	0,2	0,2
Исходное зерно	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Из таблицы 2 видно распределение соотношения фракций зерна тритикале применительно к подобранным ситовым поверхностям. Наибольший суммарный процентный сход зерна тритикале, отражающий степень его выравнивания, был получен на смежных ситах, с отверстиями 2,6x20мм и 2,8x20мм. Из полученного распределения зерна тритикале по фракциям видно, что преобладает в основном крупная фракция – это сход с сит 2,6-3,0x20мм. Проход через сито 1,7x20мм, отражающий содержание мелкого зерна практически отсутствует (до 1%). При этом видно, что сорт тритикале «Трибун» обладает наибольшей крупностью, сорт «Корнет» - средней, сорт «Вокализ» - наименьшей.

Исходя из содержания белка в зерне тритикале и его крупности для разработки технологий новых видов крупы и муки были выбраны сорта «Корнет» и «Трибун». Для чего были проведены комплексные исследования физико-химических характеристик всех фракций данных сортов тритикале, представленных в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Физико-химические характеристики зерна тритикале сорта «Корнет»

Сход с сита №, мм	Содержание фракций, %	Объемная масса, г/л	Масса 1000 зерен, г	Зольность, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	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 4 - 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 <sup>3</sup>	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

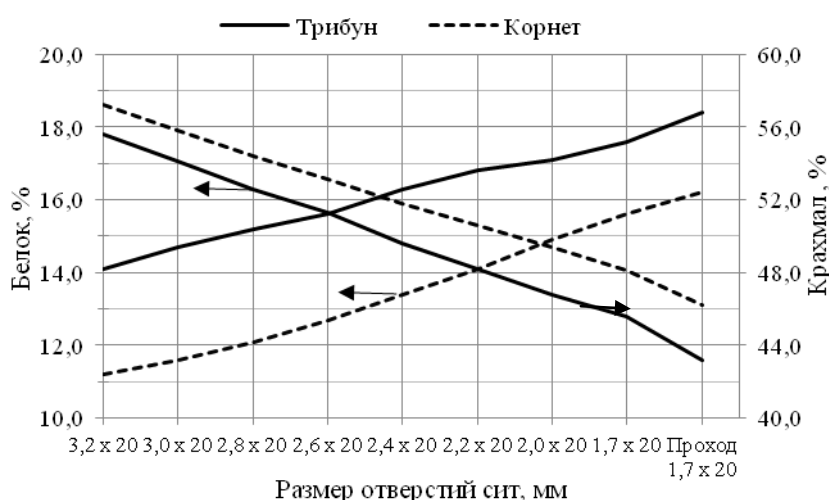


Рисунок 2 – Влияние фракционного состава зерна тритикале на содержание в нем белка и крахмала

Анализ полученных данных позволил установить взаимосвязь между содержанием белка и крахмала в зерне тритикале и его морфологическими особенностями, отображенными на рисунке 2. Из рисунка 2 видно, что содержание белка в зерне тритикале увеличивается с уменьшением его крупности, а крахмала – уменьшается.

Соотношение анатомических частей зерна тритикале сортов «Корнет» и «Трибун» пофракционно представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Соотношение анатомических частей зерна тритикале для сортов «Корнет» и «Трибун»

Сход с сита №, мм	Корнет				Трибун			
	Толщина оболочки с алейроновым слоем, мкм	Содержание, %			Толщина оболочки с алейроновым слоем, мкм	Содержание, %		
		Эндосперм	Зародыш	Оболочки		Эндосперм	Зародыш	Оболочки
3,2 x 20	138	78,4	2,2	19,4	141	77,1	2,4	20,5
3,0 x 20	132	77,7	2,3	20,0	137	76,4	2,5	21,1
2,8 x 20	129	77,0	2,4	20,6	131	75,7	2,8	21,5
2,6 x 20	123	76,3	2,6	21,1	125	75,0	3,0	22,0
2,4 x 20	117	75,5	2,8	21,7	120	74,3	3,3	22,4
2,2 x 20	112	74,6	3,1	22,3	113	73,6	3,5	22,9
2,0 x 20	104	74,0	3,3	22,7	107	72,6	3,7	23,7
1,7 x 20	95	73,8	3,5	22,7	100	71,6	3,9	24,5
Проход 1,7 x 20	79	73,3	3,8	22,9	83	70,9	4,1	25,0
Исходное зерно	125	76,1	2,5	21,4	129	75,4	2,9	21,7

Анализ содержания анатомических частей по фракциям зерна (таблица 5) позволил определить необходимый процент удаления оболочек при шелушении, обуславливающий выход крупы и побочных продуктов при отработке соответствующих технологий.

Одним из технологических факторов, предопределяющих протекание различных стадий переработки зерна тритикале является его влажность, в связи с чем в данном разделе были проведены исследования влияния данной физико-химической характеристики в диапазоне от 10 до 30% на изменение плотности и скважности зерновой массы (см. рисунок 3).

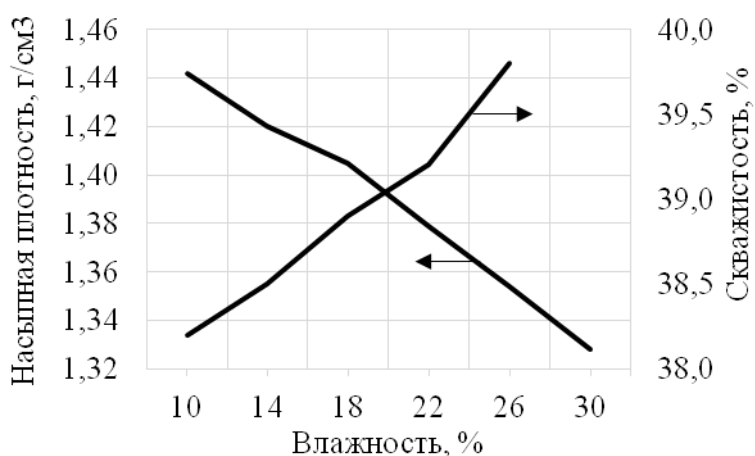


Рисунок 3 - Влияние влажности зерна на плотность и скважность зерновой массы

Из рисунка 3 видно, что плотность зерна тритикале с возрастанием его влажности падает с 1,156 до 1,028 г/см³ при увеличении объема отдельных зерен с 32,4 до 36,2 см³, скважность при этом повышается с 38 до 41%.

Угол естественного откоса зерновой массы увеличился с 33 до 41%, что учитывалось при выборе режимов работы технологического оборудования.

Таким образом, на основании проведенных комплексных исследований свойств различных сортов тритикале были выбраны

необходимые параметры ситовых поверхностей для их фракционирования, а также определены физико-химические характеристики различных фракций зерна и его анатомических частей.

### 2.3. Исследование стадии подготовки зерна тритикале к переработке

Раздел посвящен очистке зерна от примесей и получению гомогенной смеси при использовании различных партий тритикале и выбору технологического оборудования подготовительного отделения.

Проведенные исследования имеющихся примесей в зерне тритикале позволили выбрать необходимое зерноочистительное оборудование и установить последовательность выполняемых технологических операций по очистке зерна.

Исходя из близости морфологии зерна пшеницы и зерна тритикале был вначале разработан новый способ гомогенизации пшеницы, а затем проведена его апробация на тритикале.

Очистка зерна тритикале включает в себя удаление крупных, мелких и легких примесей на ситовоздушном сепараторе, выделение минеральной примеси в камнеотборнике, выделение короткой и длинной примесей в триерах, выделение металломагнитной примеси в магнитном сепараторе. Гидротермическая обработка тритикале включает увлажнение и отволаживание зерна.

По результатам моделирования технологических операций и режимов очистки установлено, что очистку зерна тритикале возможно осуществлять на выпускаемом серийном оборудовании, не внося существенных корректировок в их режимы работы.

Учитывая морфологические особенности зерна тритикале (линейные размеры зерновок, их сферичность и объем), были установлены параметры сит сепарирующих машин. Крупные и мелкие примеси на сепараторах первой системы очистки выделялись сходом с сита  $4,0 \times 20$  и проходом  $1,7 \times 20$  мм соответственно; дополнительно, при отдельной очистке крупной и мелкой фракций зерна использовались пары сит  $3,6 \times 20$  мм и  $2,8(2,6) \times 20$  мм для крупной, и  $3,0 \times 20$  мм,  $2,2 \times 20$  мм для мелкой фракции.

Эффективность очистки зерновой массы от примесей и подготовки её к помолу была обеспечена на основе разработанной структурной схемы стадии подготовки зерна тритикале к переработке, представленной на рисунке 4

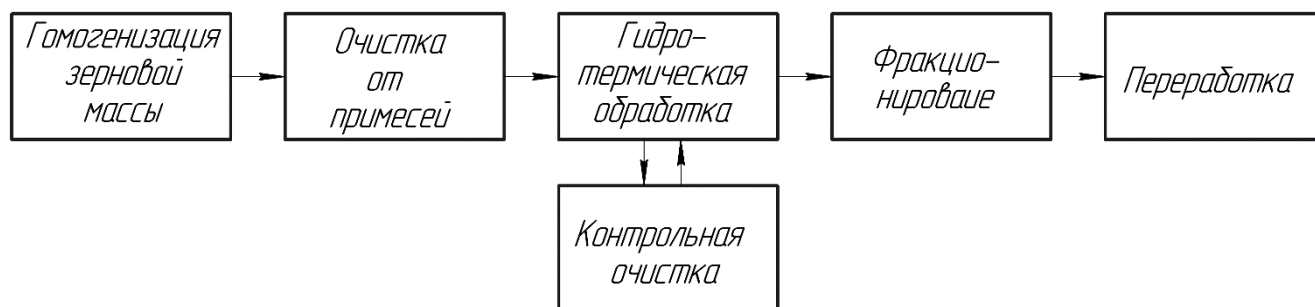


Рисунок 4 – Структурная схема стадии подготовки зерна тритикале к переработке

Стабильность протекания технологических операций в рамках стадии подготовки зерна к переработке была обеспечена на основе разработанного современного способа гомогенизации зерновой массы пшеницы или тритикале, технологическая схема которого представлена на рисунке 5.

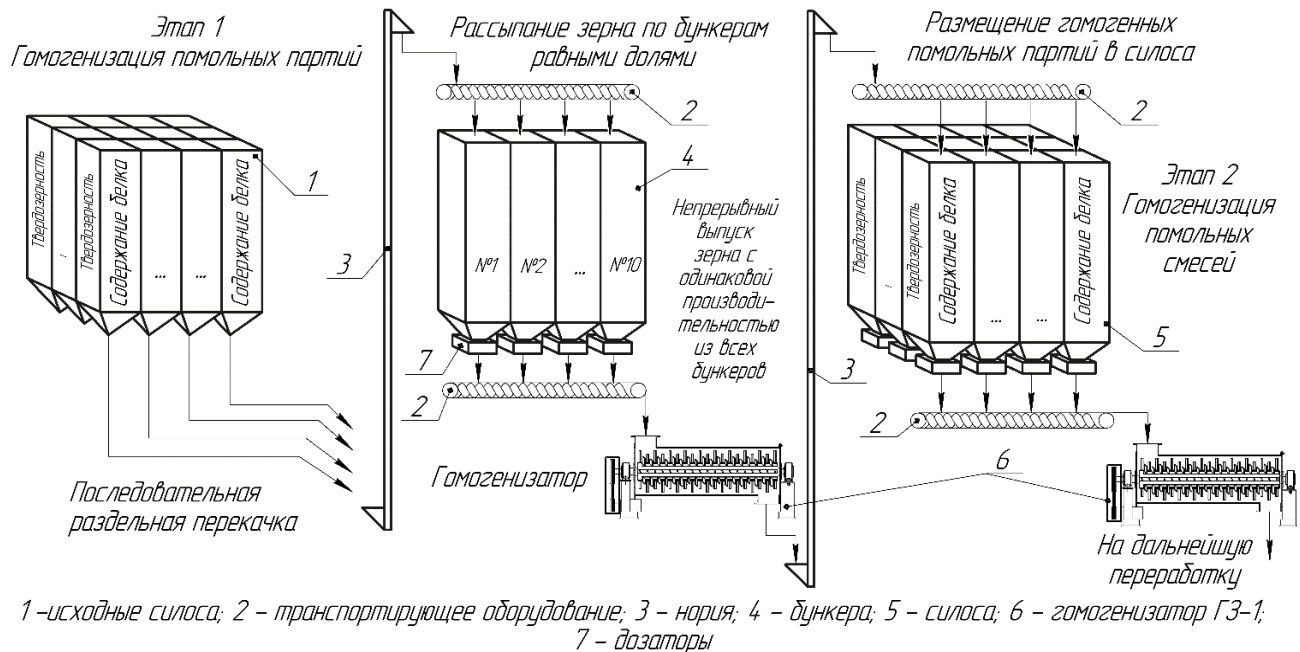


Рисунок 5 – Технологическая схема формирования помольной смеси зерна тритикале

Способ включает последовательное рассыпание компонентов отдельно из каждого исходного силоса по бункерам равными долями, непрерывный выпуск зерна с одинаковой производительностью из всех бункеров на транспортирующее устройство с последующей обработкой в гомогенизаторе. В зависимости от требований технологии из получившихся гомогенных партий формируют помольные смеси с необходимыми технологическими параметрами. Для этого при заданных расчетных значениях расходов дозаторов зерно выпускают на транспортирующее устройство, после чего оно направляется в гомогенизатор, где окончательно приобретает свойства исходной помольной смеси.

Приоритет разработанного способа гомогенизации подтвержден патентом RU 2447931 РФ.

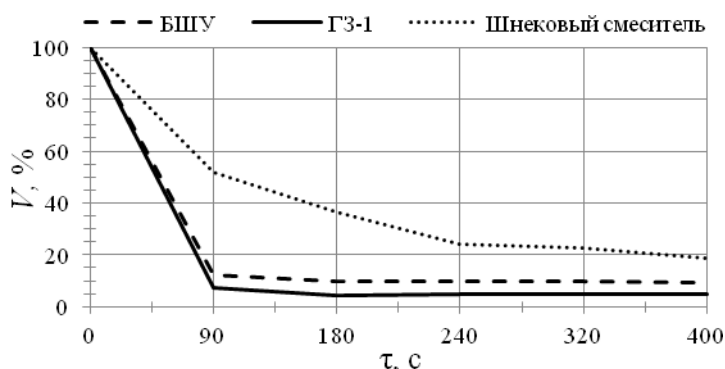


Рисунок 6 – Влияние продолжительности гомогенизации зерновой массы на степень однородности

степень однородности, в пределах 94-96%, обеспечивалась смесителем ГЗ-1.

Таким образом, на основании проведенных исследований разработана структурная схема стадии подготовки зерна к помолу, включающего в свой состав необходимое серийно выпускаемое технологическое оборудование применительно к той или иной технологической операции и обеспечивающего высокую степень очистки зерновой массы от разных примесей в пределах 97-99% и степень гомогенности – 94-96%.

## 2.4. Разработка технологии производства тритикалевой крупы

Раздел посвящен разработке технологии производства крупы из зерна тритикале, а также изучению влияния технологических факторов на выход и качество готовой продукции.

На основании использования существующих технологий производства перловой крупы из ячменя и шлифованной крупы из пшеницы на начальном этапе была получена тритикалевая крупа и произведен сравнительный анализ выходов данных видов крупы, в том числе побочных продуктов, представленных в таблице 6.

Таблица 6 - Выход крупы и побочных продуктов при переработке зерна по традиционным технологиям

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 таблицы 6 видно, что использование существующих технологий производства крупы обеспечивает получение тритикалевой крупы №1 и №2 с выходом в среднем 26,2%.

С целью повышения выхода тритикалевой крупы была разработана новая технология, предусматривающая исключение из стадии подготовки и переработки обочных машин, применение увлажнения зерна на этапе ГТО (исключив пропаривание), выделение мелкого зерна проходом сита 2,2x20мм, разделение зерна на крупную (сход 2,6(2,8)x20мм) и мелкую (сход 2,2x20мм) фракции при подготовке.

Инновациями в разработанной технологии является общее сокращение технологических операций и отдельная переработка крупной и мелкой фракций зерна, что позволило повысить степень шелушения и выход целого ядра. Разработанная технологическая схема производства тритикалевой крупы представлена на рисунке 7. Приоритет выполненных инновационных решений отмечен положительным решением №2013132882(049124) на выдачу патента.

Основным продуктом, вырабатываемым по данной технологической схеме является тритикалевая крупа (№1 и №2), выход которой в среднем составил 50-55%; Крупа, соответствующая номерам 3, 4 и 5 относится к второстепенным продуктам (с выходом 10-15%) и её дальнейшее использование, с определенной доработкой, рекомендуется в качестве ингредиента для производства хлебобулочных изделий, мучных смесей и комбикормов.

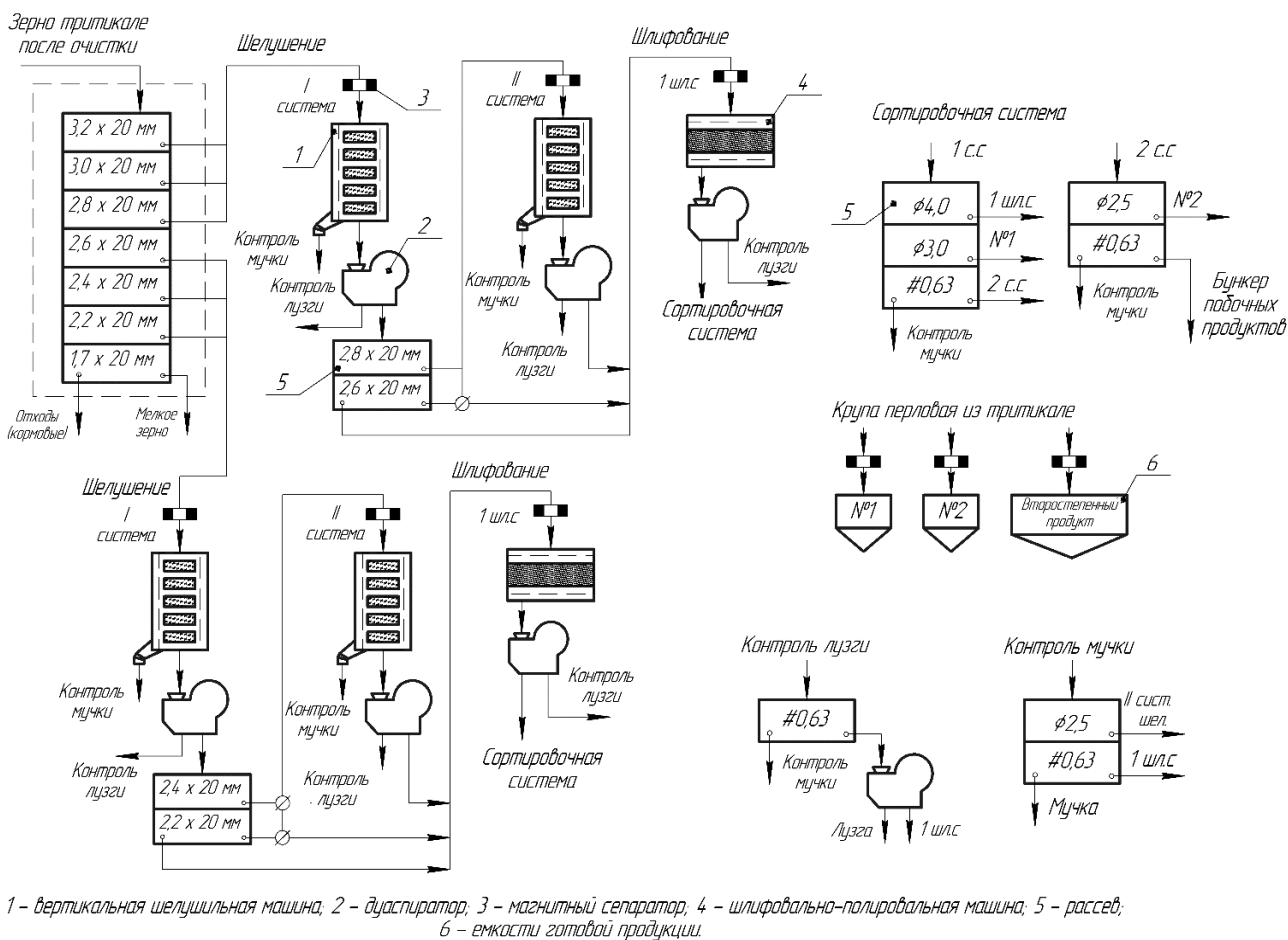


Рисунок 7 – Технологическая схема стадии выработки тритикалевой крупы.

Химический состав и энергетическая ценность продуктов переработки ячменя, пшеницы и тритикале представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Химический состав и энергетическая ценность полученных продуктов из тритикале в сравнении с ячменём и пшеницей

№ крупы, и побочных продуктов	Наименование зерновой культуры и получаемой крупы																		
	Ячмень «Перловая»						Пшеница «Полтавская»						Тритикале «Тритикалевая крупа»						
	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	320,5	11,5	1,2	68,5	1,10	1,11	335,2	12,5	1,30	66,3	1,38	1,25	332,4	
№ 2	9,1	1,02	67,8	1,34	1,15	322,1	11,3	1,18	69,4	0,96	1,01	337,2	12,1	1,27	67,5	1,26	1,12	334,9	
№ 3	8,9	0,96	68,6	1,21	1,08	323,4	11,0	1,15	70,6	0,82	0,89	340,0	11,8	1,24	69,2	1,14	1,04	339,7	
№ 4	8,7	0,91	69,1	1,04	1,00	323,5	10,8	1,13	71,3	0,75	0,78	341,5	11,6	1,22	70,8	0,92	0,96	344,2	
№ 5	8,6	0,87	70,1	0,85	0,90	326,0	«Артек»						11,4	1,20	71,0	0,84	0,78	343,7	
							10,6	1,10	72,0	0,54	0,61	342,4							
Мука	15,7	4,60	57,2	6,70	3,70	359,8	16,8	3,70	56,7	6,10	3,20	351,7	18,7	4,10	54,8	7,10	3,80	359,3	

Лузга	3,80	0,62	20,2	58,6	6,80	335,9	2,40	0,56	18,4	56,7	6,20	315,0	3,60	0,67	17,9	57,6	6,60	322,4
-------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------	------	------	-------

Анализ полученных данных (см. таблицу 7) показывает, что тритикалевая крупа превосходит аналогичную продукцию из ячменя и пшеницы по содержанию белка и не уступает по другим физико-химическим характеристикам.

Одним из технологических факторов, обуславливающим выход крупы, является влажность зерна, в связи с чем были проведены исследования влияния данной физико-химической характеристики на выход целой и дробленой крупы при операциях шелушения (см. рисунок 8).

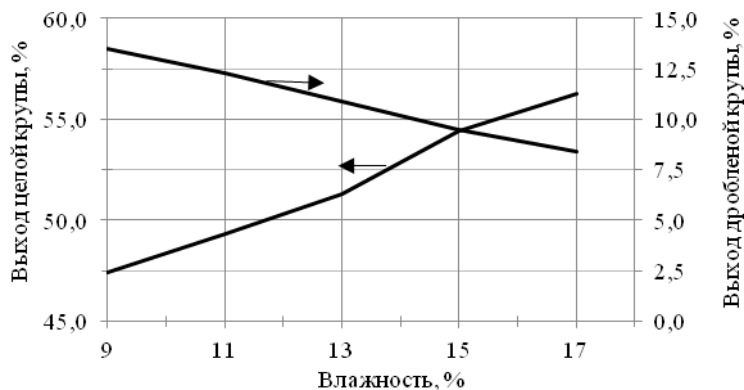


Рисунок 8 – Влияние влажности зерна на выход целой и дробленой крупы

Исследования показали, что при шелушении зерна в диапазоне влажности 9-17% содержание дробленой крупы в полученном зерновом продукте не превышает 15%. При этом за базисную влажность зерна тритикале была принята влажность, равная 15%, позволяющая получать наибольший выход целого ядра тритикалевой крупы до 55%.

Отклонение влажности зерна от базисного значения в меньшую сторону приводит к тому, что ядро становится менее прочным, вследствие чего снижается эффективность шелушения, а при отклонении влажности в большую сторону плодовые оболочки становятся менее хрупкими, приводя также к снижению эффективности шелушения, а кроме этого еще и к увеличению энергозатрат при высушивании готовой продукции.

Таким образом, на основании проведенных исследований разработана технология производства тритикалевой крупы общим выходом 65%, в том числе с выходом целого ядра до 55%. Установлено влияние влажности зерна тритикале на динамику выхода готовой продукции и дробленой крупы; определена базисная влажность зерна, равная 15%. Использование в разработанной технологии различных фракций зерна тритикале позволяет вырабатывать крупу с различным химическим составом.

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

Раздел посвящен разработке универсальной технологии производства муки макаронной или крупки из зерна тритикале с учетом его мукомольных свойств, а также изучению влияния режимов работы драных систем на выход и качество готовой продукции.

На основании использования существующей схемы двухсортного (65% крупки + 10% муки) помола твердой пшеницы были получены данные о выходах круподунстовых продуктов из зерна тритикале. Общее извлечение из зерна тритикале с I по IV дранную систему составило: круподунстовых продуктов 44-48%, муки 30-36%. По результатам моделирования выход муки из тритикале в 3-3,5 раза, превысил выход муки из зерна пшеницы, также наблюдался увеличенный выход жесткого (14,7%) и мягкого (21,2%) дунстов. Полученные данные позволили сделать вывод о нецелесообразности применения данной технологической схемы при



получении тритикалевой крупки или муки тритикалевой макаронной в связи с небольшим их выходом.

Проведенные исследования и анализ промежуточных продуктов позволили установить требуемые границы извлечения круподунстовых продуктов по системам драного процесса, а также технические характеристики вальцов, приведенных в таблицах 8 и 9 соответственно.

Таблица 8 - 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

Таблица 9 - 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

Анализ полученных выходов круподунстовых продуктов (таблица 8) позволил определить количество крупобразующих и ситовечных систем, а также направление и распределение потоков между ними, что в целом предопределяет весь процесс производства, технологическая схема которого представлена на рисунке 10. Приоритет разработанной технологии подтвержден положительным решением №2013145231(069884) на выдачу патента.

Универсальность разработанной технологии заключается в возможности получения конечного продукта для целевого использования виде крупки для кулинарии, или в виде муки для производства макаронных изделий, с учетом мукомольных свойств зерна тритикале (стекловидность, твердозерность), а также его цвета.

Разработанная технология была апробирована на тритикале и пшенице. Апробация показала, что при переработке зерна тритикале линии №3478/09, с показателем общей стекловидности 85%, выход крупки в среднем составил 50%, при использовании сорта «Трибун» со стекловидностью 68,8% выход готового продукта

не превышал 45%, из сорта «Корнет» со стекловидностью 66,3% выход крупки составил 41%, при использовании твердозерной пшеницы со стекловидностью 89% общий выход крупки не превысил 50%.

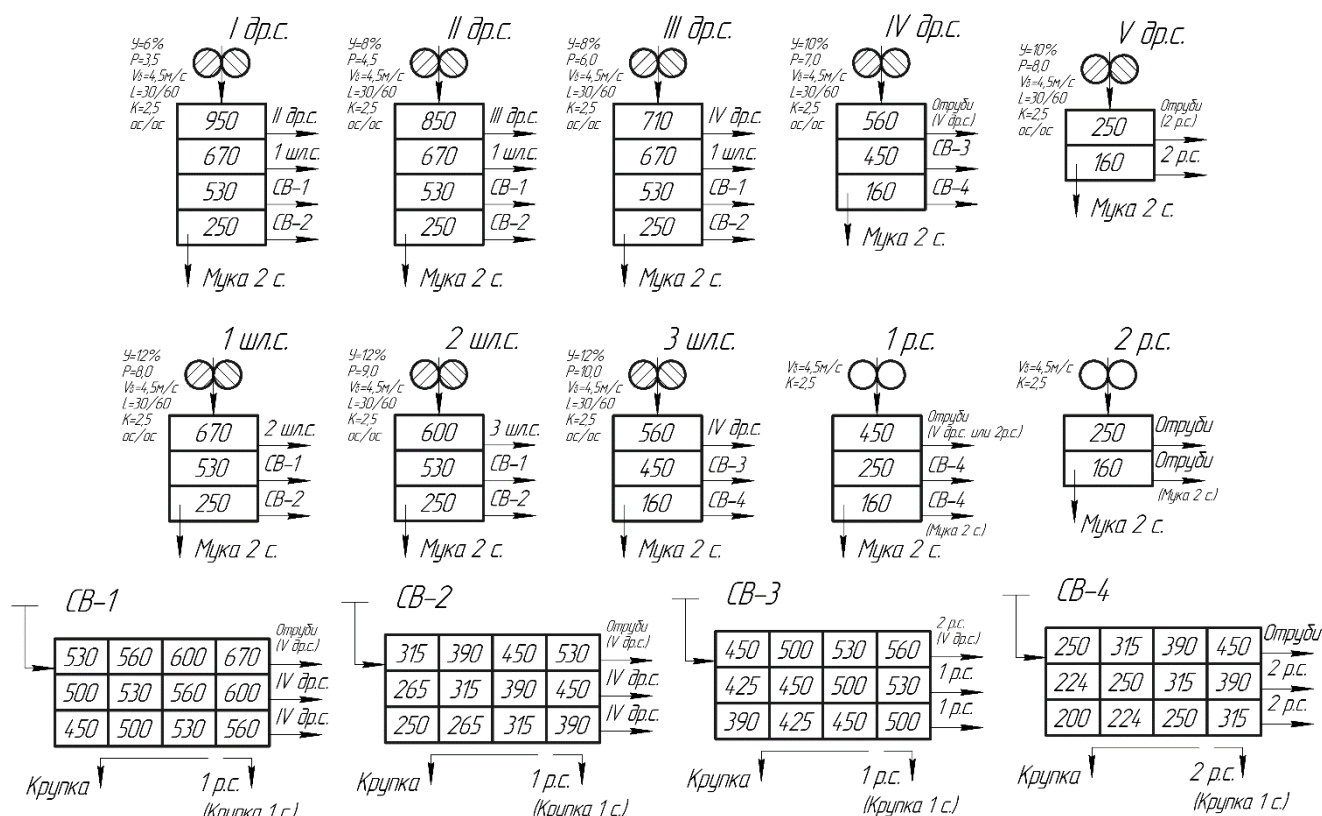


Рисунок 10 – Универсальная технологическая схема выработки муки тритикалевой макаронной или крупки из зерна тритикале

Сравнительный анализ гранулометрического состава крупки из зерна тритикале сорта «Трибун» и крупки из зерна пшеницы, выработанных по разработанной технологии, показал (см. рисунок 11), что крупность круподунстовых продуктов тритикале и пшеницы схожи. Это позволило предположить, что режимы формирования структуры макаронного теста при замесе и макаронных изделий при прессовании из тритикалевой крупки будут такие же, как из пшеничной крупки.

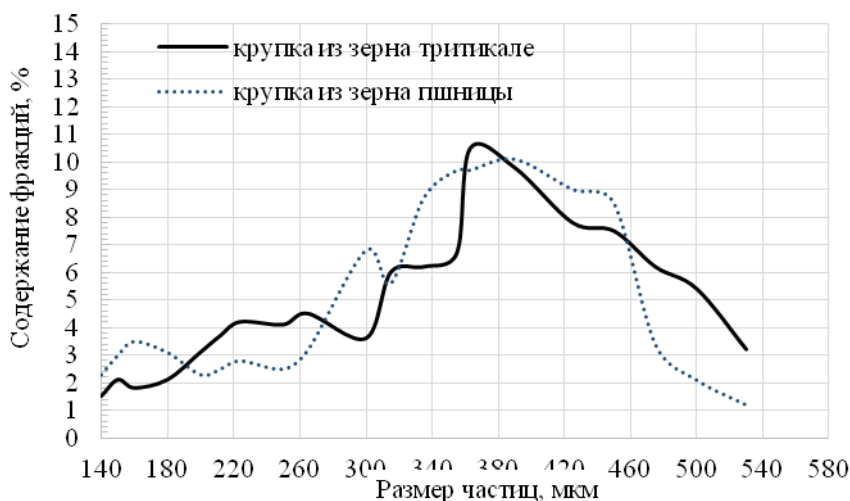


Рисунок 11 – Гранулометрический состав крупки из тритикале и пшеницы

Помимо гранулометрического состава, при комплексной оценке физико-химических свойств полученной крупки, определяли показатели, характеризующие состояние углеводно-амилазного, белково-протеиназного и липид – гидролазно – липоксигеназного комплексов, значения которых представлены в

таблице 10.

Таблица 10 – Физико-химические характеристики крупки из тритикале

Наименование исходного продукта	Клейковина				Влажность, %	Кислотность, %	Зольность, % на а.с.в.	Число падения, с
	Содержание сырой, %	Содержание сухой, %	Качество, ед. прибора ИДК, группа	Растяжимость, см				
Контроль - крупка из твердозерной пшеницы	28	12,1	80 (II)	21	12,0	1,7	0,9	267
Крупка из сорта «Корнет»	18	11,3	55 (I)	9	11,2	1,6	1,1	194
Крупка из сорта «Трибун»	25	12,5	60 (I)	11	11,6	1,7	1,2	172
Крупка из линии «3478/09»	24	12,7	72 (I)	13	11,8	2,0	1,0	265

Полученные данные показывают соответствие физико-химических характеристик тритикалевой крупки требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 52668-2006 «Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия».

Дополнительно для оценки макаронных свойств тритикалевой крупки было проведено пробное прессование макаронных изделий с использованием матрицы, включающей фильеры диаметром 1,2мм и проведена сравнительная оценка их качества с макаронными изделиями, полученными из пшеничной крупки. Органолептические показатели качества макаронных изделий и их варочные свойства приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Показатели качества макаронных изделий из крупки полученной из твердозерной пшеницы и тритикале

Наименование продукта	Внешний вид изделия			Варочные свойства		
	Поверхность	Излом	Цвет	Длительность варки, мин	Коэффициент увеличения объема, К	Количество сухих веществ в варочной воде, %
Контроль - макароны из твердозерной пшеницы	гладкая	стекловидный	желтый с янтарным оттенком	7,0	1,65	5,6
Макаронные изделия из сорта «Корнет»	слегка шероховатая	полустекловидный	белый с желтоватым оттенком	6,0	1,71	9,4
Макаронные изделия из сорта «Трибун»	гладкая	полустекловидный	белый с желтоватым оттенком	6,0	1,68	8,6
Макаронные изделия из линии «3478/09»	гладкая	стекловидный	желтый с янтарным оттенком	6,5	1,66	7,8

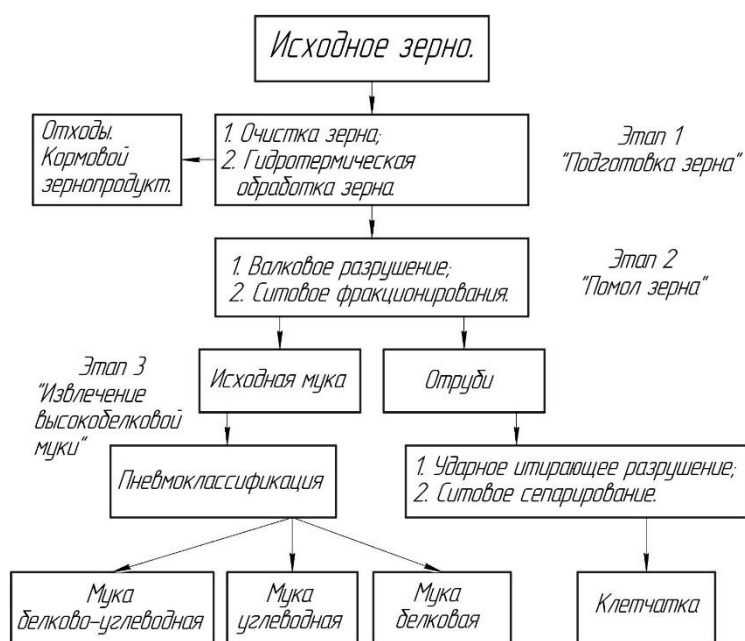
Полученные данные (см. таблицу 11) показывают возможность использования продуктов переработки зерна тритикале различных сортов при производстве

макаронных изделий. Исходя из технологических свойств крупки и качества получаемой готовой продукции, можно рекомендовать для производства макаронных изделий тритикале сорта «Трибун» и линию «3478/09», содержащую природный органический пигмент каратиноид.

Таким образом, на основании проведенных исследований была разработана универсальная технология муки макаронной или крупки из зерна тритикале с общим выходом 45-50%, муки 32-33%, отрубей 18–22%, а также определены основные технологические параметры процесса их производства.

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

Раздел посвящен разработке способа получения фракций из тритикалевой муки, содержащих в своем составе в большей степени белки или углеводы на основе центробежно-роторной пневмокласификации исходной пробы муки, а также изучению свойств полученных фракций.



При разработке способа исходным продуктом являлась тритикалевая мука, выработанная по схеме односортового помола пшеницы. Реализация способа осуществлялась в рамках структурной схемы, представленной на рисунке 12.

Основой способа являлось разделение муки на три фракции с определенным гранулометрическим составом: первая фракция со среднеэквивалентным размером частиц в пределах 30мкм, вторая – 50мкм и третья – 80мкм. Первая фракция по своему

химическому составу содержала наибольшее количество белка – до 28%, а углеводов до 55%; вторая - содержала в среднем 18% белка и 66% углеводов, а третья фракция содержала до 6% белка и 80% углеводов.

Рисунок 12 – Структурная схема производства нативных пищевых ингредиентов целевого назначения

Первой фракции было присвоено название – белковая мука; второй – белково-углеводная, третьей – углеводная.

Отработка способа осуществлялась с использованием центробежно-роторного пневмокласификатора производительностью 75кг/ч с окружной скоростью ротора 70м/с, обеспечивая скорость уноса частиц – в пределах 1,0 – 1,5м/с.

При оценке крупности помола исходной тритикалевой муки по удельной площади поверхности (для получения установленных фракций) она должна быть не менее 2650см<sup>2</sup>/г.

Применительно к исследуемым сортам зерна тритикале сортов «Корнет» и «Трибун» было установлено, что общий выход белковой муки из тритикале сорта

«Корнет» составил 12,6% с концентрацией белка 25,9%, при этом получено 39,3% углеводной муки и 48,1% муки белково-углеводной. Общий выход из тритикале сорта «Трибун»: муки белковой – 14,8% с концентрацией белка 28,6%, муки углеводной – 34,2%, муки белково-углеводной – 51,0%.

Технологические свойства полученных продуктов, обусловленные состоянием их макрокомплексов: углеводно-амилазного, белково-протеиназного и липид – гидролазно – липоксигеназного представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристика новых видов муки из зерна тритикале

Наименование продукта	Число падения, с	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 <sub>2</sub> , 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

Из таблицы 12 видно, что полученные новые виды муки могут использоваться целевым образом для изменения химического состава производимых мучных продуктов.

На рисунке 13 представлены параметры новых видов муки из зерна тритикале сорта «Корнет».

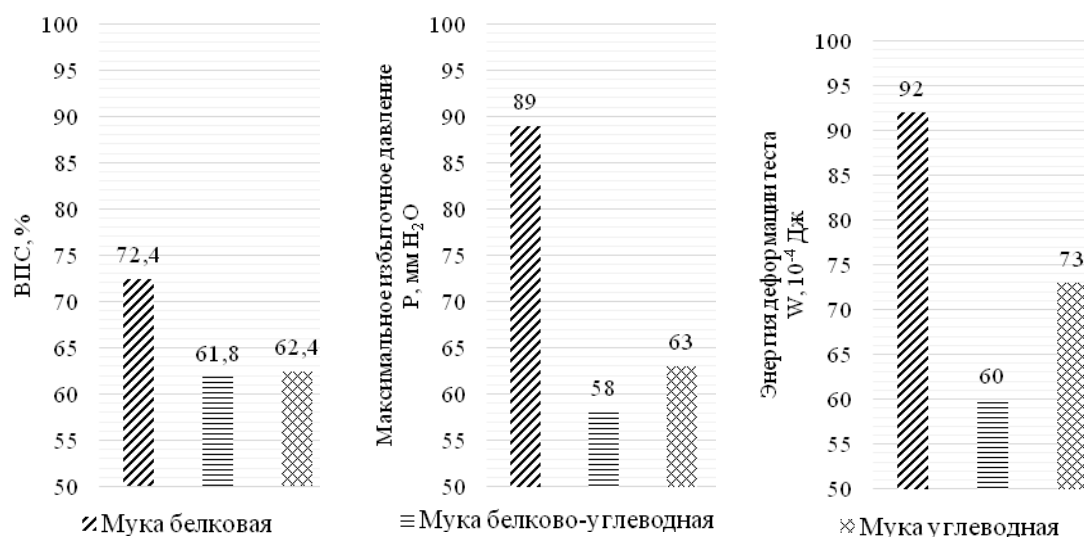


Рисунок 13 – Параметры фаринограммы и альвеограммы новых видов тритикалевой муки

Из рисунка 13 видно, что белковая мука, при сравнении с другими видами муки, обеспечивает получение теста с большими значениями параметров фаринограммы и альвеограммы, например, ВПС, максимальное избыточное давление и энергия деформации теста у белой муки выше чем у других проб.

Для новых видов муки также были определены углы естественного откоса и трения, удельная площадь поверхности, а также сила сцепления с поверхностью и сыпучесть, что учитывалось при выборе режимов работы технологического оборудования.

Таким образом, на основании проведенных исследований был разработан «сухой» способ производства новых видов тритикалевой муки: белковой, белково-углеводной и углеводной на основе использования центробежно-роторного пневмокласификатора и формулирования требований по крупности помола исходной партии тритикалевой муки. Определены их физико-химические характеристики.

### **3. АПРОБАЦИЯ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ**

На основании проведенных исследований разработаны проекты нормативно-технической документации на технологии и продукты переработки зерна тритикале в промышленных условиях.

В условиях ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» (г. Москва) проведены производственные испытания двух разработанных технологий производства крупы и крупки из зерна тритикале. Акты производственных испытаний представлены в приложениях диссертации.

Экономическая эффективность разработанных технологий состоит в повышении ценовой доступности получаемых продуктов по сравнению с традиционно используемыми. Рентабельность и срок окупаемости производства, на примере технологии тритикалевой крупы, составили 372,4% и 0,42года, соответственно, что говорит о высокой экономической эффективности предлагаемых технологий.

### **4. ВЫВОДЫ**

**На основании проведенных комплексных исследований 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 сделаны следующие выводы:**

1. Получены новые экспериментальные данные по физико-химическим, в том числе, структурно-механическим свойствам зерна тритикале. Пофракционно изучены химический состав зерна тритикале и соотношение анатомических частей, позволившие сформировать основные требования к разработке новых технологий крупы и муки из данной зерновой культуры.
2. Определены основные примеси зерна тритикале и их физические свойства, позволившие реализовать эффективную технологию 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 зерна тритикале на выход готовой продукции; определена базисная влажность зерна тритикале равная 15%, позволяющая достичь выхода тритикалевой крупы до 55%;
4. Разработана универсальная технология производства крупки или макаронной муки с учетом 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 производства белковой и углеводной тритикалевой муки на основе процесса центробежно-роторной пневмокласификации. Способ позволяет, например, получить белковую муку с содержанием белка в 1,5 – 1,8раз превышающего содержание этого макронутриента в исходной муке; определены химический состав и технологические свойства новых видов муки;
6. По результатам проведенных исследований разработаны проекты нормативно-технической документации на новые виды продуктов переработки зерна тритикале.
7. Проведена производственная апробация технологий получения крупы и муки макаронной из зерна тритикале в условиях ОАО «Мелькомбинат в Сокольниках» (г. Москва);

**Список работ, в которых опубликованы основные положения диссертации**

*в изданиях, входящих в список ВАК:*

1. 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.
2. Смирнов, С.О. Перспективные технологические решения осуществления процесса производства крупы (типа перловая) из новой зерновой культуры – зерна тритикале. / С.О. Смирнов, С.А Урубков //Хлебопродукты. – 2014. – №2. – С.52-54.

*в других изданиях*

3. Урубков, С.А. Обоснование гомогенизации помольных партий зерна пшеницы как перспективного процесса, направленного на повышение выхода и качества муки. / С.А Урубков // Сборник материалов 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
4. 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.
5. Урубков, С.А. Гомогенизация помольных партий и смесей зерна мягкой пшеницы как инновационный подход к подготовке зерна к помолу. / С.А

- Урубков // Современные методы направленного изменения физико-химических и технологических свойств сельскохозяйственного сырья для производства продуктов здорового питания: 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.
6. Дулаев, В.Г. Производство гомогенных помольных партий и смесей зерна мягкой пшеницы на элеваторах и мукомольных заводах / Дулаев В.Г., С.А Урубков // Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал. – 2011. – №9(147). (Украина).
  7. 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
  8. Урубков, С.А. Перспективы глубокой переработки зерна тритикале. / С.А Урубков // Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК: 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.
  9. Урубков, С.А. Перспективы переработки зерна тритикале с целью получения продуктов целевого назначения / С.А Урубков // Сборник материалов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство», Воронеж, 2013. – С.106-109.
  10. Смирнов, С.О. «Сухой» способ концентрации белковых и углеводных фракций из зерна с сохранением их нативных свойств. / С.О. Смирнов, С.А Урубков // Глубокая переработка зерна для производства крахмала, его модификаций и сахаристых продуктов. Тенденции развития производства и потребления: Труды Международной научно-практической конференции, 25-26 сентября 2013 г. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – С.259-266.

*патенты*



11. Патент RU 2447931 РФ, МПК В01F7/04(2006.01) «Способ и устройство производства многокомпонентных гомогенных помольных партий и смесей зерна пшеницы» / В.Г. Дулаев, С.А.Урубков// Москва, ФИПС, отделение выпуска официальных изданий, заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии № 2010143329; заявл.25.10.10; опубл. 20.04.2012
12. Положительное решение на получение патента на изобретение РФ №2013132882(049124) «Способ производства крупы из зерна тритикале (типа перловая)» / С.О. Смирнов, С.А.Урубков // Приоритет от 17.07.2013г. Москва, ФИПС
13. Положительное решение на получение патента на изобретение РФ №2013145231(069884) «Способ производства макаронной муки или крупы (типа манная) из зерна тритикале» / С.О. Смирнов, С.А.Урубков // Приоритет от 09.10.2013г. Москва, ФИПС

### **The summary**

Complex research to expand the assortment of cereals and flour products from grain of triticale was held. New experimental data on the properties of grain of triticale were obtained. Method of forming a homogeneous milling mixtures and flowsheet of preparation of grain of triticale have been improved. Method of production of pearl barley from triticale and universal mode of production of semolina or pasta flour from grain of triticale was developed. Developed a mechanical method for concentrating the protein and carbohydrate components from flour of triticale. The resulting products from triticale meet modern requirements and quality.