

Учреждение образования
«Могилевский государственный университет продовольствия»

УДК 664.71-12

ЦЕДИК ОЛЬГА ДМИТРИЕВНА

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НОВЫХ СОРТОВ РЖИ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В МУКОМОЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

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

Могилев, 2005

Работа выполнена в Учреждении образования «Могилевский государственный университет продовольствия»

- Научный руководитель:** кандидат технических наук, доцент
Рукшан Людмила Викторовна,
УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,
доцент кафедры «Технология хлебопродуктов»
- Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор
Иунихина Вера Сергеевна
НОУ «Международная промышленная академия», заведующая кафедрой пищевых производств,
г. Москва
- кандидат технических наук, доцент
Моргунова Елена Михайловна
УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,
доцент кафедры «Технология пищевых производств»
- Оппонирующая организация:** УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»

Защита диссертации состоится «4» июля 2005 г. в 13⁰⁰ часов на заседании специализированного Совета по защите диссертаций Д 02.17.01 при УО «Могилевский государственный университет продовольствия» по адресу: 212027, Республика Беларусь, г. Могилев, пр. Шмидта, 3, тел. ученого секретаря 44-35-41.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Могилевский государственный университет продовольствия».

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью организации, просьба направлять в адрес ученого секретаря специализированного Совета по защите диссертаций Д 02.17.01.

Автореферат разослан «3» июня 2005 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
по защите диссертаций к.т.н., доцент


Пискун Т.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В соответствии с «Программой совершенствования агропромышленного комплекса Республики Беларусь на 2001-2005 годы» и «Концепцией национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь» неперенным условием суверенитета и продовольственной безопасности страны является необходимость самостоятельного обеспечения населения продуктами питания и формирование конкурентоспособных продовольственных товаров в ассортименте и объемах, достаточных для удовлетворения спроса на внутреннем рынке. Это напрямую связано с эффективным использованием зерновых ресурсов, в том числе и зерна ржи.

В 70-80-е годы XX века в Беларуси широко распространение получила только тетраплоидная рожь, занимающая в настоящее время около 90% всех посевных площадей, отведенных под рожь. В то же время имеются сведения о том, что диплоидная рожь менее требовательна к условиям произрастания, качеству почв и агротехники, более устойчива к болезням, по сравнению с тетраплоидной. В последние годы селекционерами республики созданы новые сорта как тетраплоидной, так и диплоидной ржи, при этом технологически они не изучены, а имеющиеся в литературе сведения о качестве ржи той или иной группы полиплоидии разрознены и противоречивы.

Литературные данные не позволяют однозначно решить проблему выбора того или иного сорта зерна или группы полиплоидии для обеспечения народного хозяйства республики высокоурожайной и качественной рожью, а предприятия, перерабатывающие рожь, хорошим в технологическом плане зерном. Поэтому комплексное изучение технологических свойств диплоидных сортов ржи, выращенных в Республике Беларусь, в сравнении с тетраплоидными, является актуальным.

Отсутствие технологических характеристик существующих и перспективных отечественных сортов диплоидной и тетраплоидной ржи, перечня определяющих показателей качества зерна ржи, данных по их влиянию на выход и качество готовой продукции, данных о возможности расширения ассортимента муки из зерна ржи для производства хлебобулочных изделий не позволяет рационально использовать зерно. Поэтому исследования в этом направлении имеют большую практическую значимость и являются актуальными.

Связь работы с крупными научными программами, темами. Исследования проводились в соответствии с планом НИР Министерства образования Республики Беларусь по темам: «Исследование биохимических, физико-химических и структурных особенностей пищевого сырья и продуктов с целью повышения их качества, совершенствования и интенсификации технологического процесса производства» (ГБ 96-01), регистрационный номер 19961197 (1996-2001 гг.); «Разработка способов повышения эффективности использования зернового сырья, выращиваемого в Республике Беларусь» (ГБ 98-26), регистрационный номер 19981039 (1998-1999 гг.); «Исследование и разработка научных основ уменьшения радиоактивной загрязненности зерна и зернопродуктов, получаемых в Республике Беларусь» (ГБ 01-29), регистрационный номер 20001891 (2001 г.); «Научно-практические основы повышения технологической эффективности производства и использования зерновых культур» (ГБ 21-28), регистрационный номер 20013333 (2001-2005 гг.).

Цель и задачи исследований. Целью работы является разработка практических рекомендаций, обеспечивающих повышение эффективности использования зерна в мукомольной промышленности на основании комплексной оценки и сравнительного анализа новых сортов диплоидной и тетраплоидной ржи белорусской селекции.

В соответствии с этим были поставлены следующие задачи:

- изучить морфолого-анатомического строение и микроструктуру зерна ржи, физические, мукомольные, хлебопекарные свойства и химический состав зерна ржи отечественных сортов;
- разработать комплексный показатель оценки технологического достоинства зерна ржи, поступающего в переработку;
- разработать новый сорт ржаной муки;
- исследовать влияние холодного кондиционирования зерна ржи на степень разрыхления эндосперма с целью разработки оптимальных режимов холодного кондиционирования ржи для получения более высокого выхода нового сорта ржаной муки;
- изучить процесс измельчения зерна ржи в драном процессе с целью получения более высокого выхода нового сорта ржаной муки;
- разработать нормативную документацию и технологию получения нового сорта ржаной муки;
- изучить технологические достоинства нового сорта ржаной муки.

Объект и предмет исследования. Объект исследования – зерно диплоидных сортов ржи Калинка, Радзима, Ясельда, Зубровка, Талисман, Зарница, Юбилейная и тетраплоидных - Верасень, Пуховчанка, Жнивень, Игуменская, Сяброўка, Спадчына, Завя-2, Дубинская урожаяв 1995-2003 гг., выращенное на сортоучастках Минской (БелНИИЗК), Могилевской (ОЭБ «Дашковка») и Гомельской (ОЭБ «Довск») области. Предмет исследования – промежуточные продукты переработки зерна ржи - круподуновые продукты, полученные путем размола зерна в лабораторных и производственных условиях; новый сорт ржаной муки – мука высшего сорта.

Гипотеза. Предполагается, что разработка нового показателя оценки технологических свойств зерна ржи и нового сорта ржаной муки на основании комплексного изучения физических, биохимических и технологических свойств диплоидной и тетраплоидной ржи, выращенной в Республике Беларусь, позволит повысить эффективность использования зерна в мукомольной промышленности, расширить ассортимент ржаной муки.

В ходе проведения исследования выдвинутая гипотеза подтвердилась. Комплексное изучение технологических свойств зерна ржи показало возможность использования диплоидной ржи в мукомольной промышленности наравне с тетраплоидной, позволило разработать комплексный показатель технологического достоинства зерна ржи, получить новый сорт ржаной муки «Мука высшего сорта из зерна ржи».

Методология и методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы общепринятые и специальные методы оценки и анализа технологических процессов, сырья, промежуточных и готовых продуктов. При проведении эксперимента применены различные методы планирования и обработки результатов. Экспериментальные исследования технологических процессов проведены на специальных установках в лабораторных и производственных условиях.

Научная новизна и значимость полученных результатов.

1. Впервые были комплексно исследованы микроструктура и соотношение анатомических частей зерновки, физические, биохимические, мукомольные и хлебопекарные свойства зерна новых сортов диплоидной и тетраплоидной ржи, выращиваемой в Республике Беларусь, как сырья для мукомольной промышленности.
2. Установлено определяющее влияние плотности и натуры зерна ржи на мукомольные свойства, а числа падения и содержания белка на хлебопекарные свойства ржи.

3. Впервые предложен комплексный показатель технологического достоинства (ТД) зерна ржи, позволяющий прогнозировать варианты оптимального использования зерна с учетом его исходного качества.
4. Изучен гранулометрический состав и качество муки, извлекаемой с драных систем, и выявлена возможность получения ржаной муки высшего сорта.
5. Изучены особенности разрыхления эндосперма при холодном кондиционировании зерна диплоидной и тетраплоидной ржи и на этой основе разработаны оптимальные режимы увлажнения и отволаживания зерна перед I драной системой для получения максимального выхода ржаной муки высшего сорта.
6. На основе исследований процесса измельчения зерна диплоидной и тетраплоидной ржи разработаны оптимальные режимы, позволяющие получить максимальный выход муки (до 8%) высшего сорта при 87%-ом обдирном помоле зерна ржи без перенастройки основного технологического оборудования.
7. Впервые изучен химический состав и технологические свойства нового сорта ржаной муки, подтверждающие целесообразность его использования в качестве сырья для хлебопекарной промышленности.
8. Выявлена возможность замены показателя зольности при оценке качества ржаной муки на показатель ее белизны.

Практическая (социальная, экономическая) значимость работы.

1. Предложено оценивать рожь по показателю «ТД» на этапе приемки зерна на хлебоприемные предприятия с целью направления в мукомольное производство наилучших партий для получения различных сортов муки.
2. Разработанная методика расчета показателя «ТД» внедрена в учебный процесс и используется при выполнении лабораторных работ по курсу «Основы научных исследований» и в ходе выполнения научных дипломных работ студентами специализации 49 01 01 01 «Технология хранения и переработки зерна».
3. Разработанная технология получения нового сорта ржаной муки прошла промышленную апробацию и на ее производство утверждена нормативная документация: ТУ РБ 700036606.035-2000 «Мука высшего сорта из зерна ржи» и технологические регламенты на ее производство. Совокупный годовой экономический эффект от внедрения технологии производства муки высшего сорта из зерна ржи на мукомольном заводе производительностью 250 т/сут составляет 266 436 215 бел. руб.
4. Для оценки качества ржаной муки предложены численные значения показателя белизны взамен показателя зольности.

Социальная значимость результатов диссертации состоит в использовании новых сортов ржи белорусской селекции в мукомольной промышленности и получении нового сорта муки, расширяющего ассортимент продукции из зерна ржи.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Особенности и сравнительный анализ анатомического строения и микроструктуры, химического состава и технологических свойств зерна диплоидной и тетраплоидной ржи, выращиваемой в Республике Беларусь.
2. Комплексный показатель технологического достоинства зерна ржи, позволяющий прогнозировать использование зерна ржи в мукомольной промышленности.
3. Оптимальные режимы подготовки и переработки зерна ржи с целью получения максимального выхода муки высшего сорта из зерна ржи.
4. Новые сведения о качестве и пищевой ценности муки высшего сорта из зерна ржи.

Личный вклад соискателя. Автором диссертации самостоятельно выполнен обзор литературы, подобраны методы и методики исследований, проведены экспериментальные исследования, обработка и анализ экспериментальных данных.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на Международной студенческой научной конференции «Проблемы пищевой технологии и техники» (Могилев, 1997 г.); Международных научно-технических конференциях «Техника и технология пищевых производств» (Могилев, 2000 г., 2001 г., 2003г.); на IV Республиканской научной конференции студентов и аспирантов Республики Беларусь (НИРС-1998, Гродно); на Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Независимости Республики Казахстан, (Астана, 2001 г.); на Международных научно-практических конференциях «New Trends in Quality Food Production», «Safety food production for the healthy nutrition», «Innovation development trends of food products» (Латвия, Елгава, 2002 г., 2003 г., 2004 г.), «Новые технологии в пищевой промышленности» (Минск, 2002 г.); «Cereal – Flour – Bread» (Польша, 2003 г.); на III международной научно-практической конференции «Динамика научных достижений '2004» (Украина, Днепропетровск, 2004 г.).

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано 30 работ, в том числе 19 статей (из них 6 в рецензируемых изданиях), 7 тезисов докладов, Технические условия, 2 Технологических регламента, Методические указания для студентов специальности 49 01 01 «Технология хранения и переработки пищевого растительного сырья» специализации 49 01 01 01 «Технология хранения и переработки зерна».

Структура и объем диссертации. Диссертация включает перечень условных обозначений, введение, общую характеристику работы, 6 глав, заключение, список использованных источников и приложения. Полный объем диссертации занимает 258 страниц, в том числе 87 рисунков, 50 таблиц, 75 страниц приложений, 186 наименований используемых источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, изложены цели и задачи исследований; отмечены научная новизна и практическая значимость исследований; приведена связь работы с крупными научными программами; обозначены объект и предмет исследований; выдвинута гипотеза; представлены выносимые на защиту основные положения.

В первой главе проведен аналитический обзор сведений о зерне диплоидной и тетраплоидной ржи, ботанико-физиологических особенностях и технологических свойствах различных сортов ржи, выращиваемой как в Беларуси, так и за рубежом, показана разрозненность и противоречивость сведений и необходимость комплексной оценки качества зерна ржи, выращиваемого в республике. На основании всестороннего анализа литературных данных сформулирована цель и определены задачи исследований.

Во второй главе приведены структура (рис. 1), объекты и методы исследований, перечень стандартных и общепринятых методов и методик оценки качества зерна и продуктов помола.

Исследования микроструктуры зерна и муки проводились с помощью электронного сканирующего микроскопа марки Jeol JSM-35C (Япония).

Аминокислотный состав зерна и муки определялся методом жидкостной хроматографии. Определение 5-алкилрезорцинов осуществлялось по методу Стучинского Е. и Якубовского С., модификации Сысоева А.Ф. с использованием реакции с диазотированным п-нитроанилином. Мукомольные свойства зерна оценивались путем размола зерна на лабораторной мельничной установке ЛМ-80042.

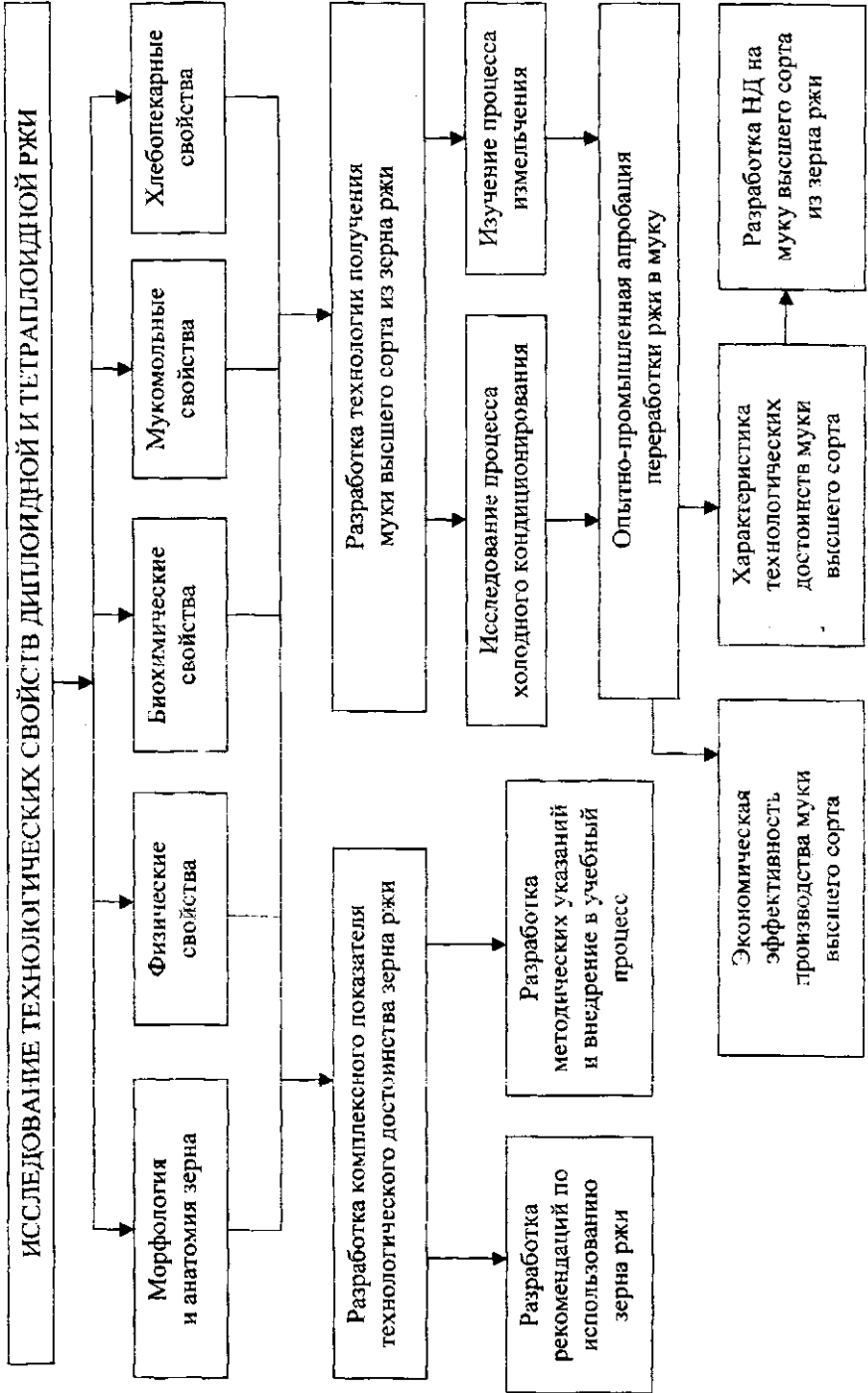


Рис. 1 Структурная схема исследований

Исследования по оптимизации режимов холодного кондиционирования проводились по методу центрального композиционного планирования. Оценка хлебопекарных свойств осуществлялась по результатам пробных лабораторных выпечек.

Математическая обработка результатов исследований проводилась с помощью программных приложений Excel, Statgraphics Plus for Windows.

Исследовано 39 образцов зерна диплоидной и 49 образцов зерна тетраплоидной ржи, выращенной на сортоучастках Минской, Могилевской и Гомельской областей.

В третьей главе приведены результаты комплексной оценки качества районированных и перспективных сортов диплоидной и тетраплоидной ржи, выращенной в Республике Беларусь. Рожь по влажности и содержанию примесей соответствовала требованиям ГОСТ 16990.

Санитарно-гигиеническая оценка зерна ржи показала, что во всех исследуемых образцах зерна ржи количество солей тяжелых металлов не превышает предельно допустимых для зерна концентраций.

В ходе исследования гранулометрической характеристики зерна ржи установлено, что диплоидная рожь мельче тетраплоидной. Анализ вариационных кривых, построенных для зерна различных групп полиплоидии, позволил установить, что диплоидная рожь более выравнена по ширине и интегральному показателю крупности. Зерно диплоидной ржи, уступая тетраплоидной по крупности, превосходит ее по выравненности, и, следовательно, может быть использовано в мукомольной промышленности наравне с тетраплоидными сортами, так как более выравненное зерно эффективнее перерабатывается, для него легче подобрать режимы переработки.

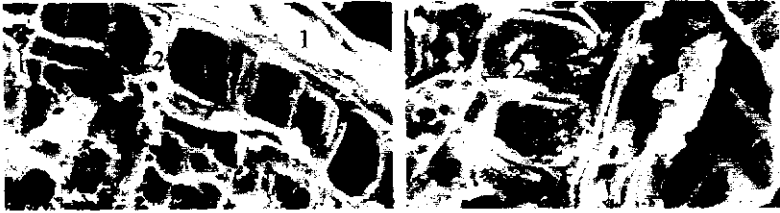
При оценке морфологических особенностей зерна ржи определялись форма, размах и глубина залегания петли бороздки. Замечено, что у исследуемых сортов ржи встречаются все разновидности форм петли бороздки. Отмечено, что по размерам бороздка у диплоидной ржи значительно меньше, чем у тетраплоидной. Установлено, что размах петли бороздки больше у тетраплоидов. Меньшие размеры бороздки диплоидной ржи будут способствовать лучшей вымалываемости зерна и увеличению выхода муки.

При изучении анатомического строения зерна ржи установлено влияние сортовых особенностей на исследуемые показатели. Отмечено, что содержание эндосперма для диплоидов колеблется в пределах 71,1-73,3%, что в среднем незначительно выше, чем у тетраплоидов (71,2-72,9%). Диплоидные сорта содержат больше зародыша со щитком и меньше оболочек, чем тетраплоидные.

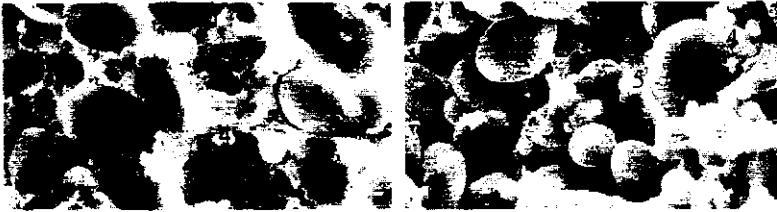
В ходе исследования микроструктуры зерна ржи выявлено различие в структуре оболочек и алевронового слоя для зерна разных групп полиплоидии (рис. 2). У диплоидной ржи слои плодовой и семенной оболочек более плотные, толщина изменяется от 38 мкм до 60 мкм, оболочки тетраплоидной ржи имеют нещелочную, трубчатую структуру, общая толщина их составляет 52-98 мкм. Клетки алевронового слоя диплоидной ржи имеют одинаковую, правильную прямоугольную форму с толстыми стенками, а у ржи тетраплоидных сортов различаются между собой по ширине и толщине.

Центральная часть эндосперма диплоидной ржи имеет хорошо развитую белковую матрицу, которая заполняет промежутки между гранулами крахмала и глобулами белка. Между крупными крахмальными гранулами и белковой матрицей образованы небольшие воздушные полости. Белковая матрица центральной части эндосперма тетраплоидной ржи по сравнению с диплоидной менее развита. Здесь имеется много глобул белка, окружающих крупные и мелкие гранулы крахмала. В белковой матрице и между крахмальными гранулами сформировано много воздушных полостей.

тей, структура эндосперма более рыхлая. Таким образом, более тонкие оболочки и плотная структура эндосперма диплоидной ржи позволят лучше ее вымалывать и получать больший выход низкочольной муки.



Увеличение 300



Увеличение 600

Диплоидная рожь

Тетраплоидная рожь

Рис. 2 Микроструктура зерна ржи

1 – оболочки, 2 – алейроновый слой, 3 – крахмальные гранулы,
4 – глобулы белка, 5 – белковая матрица.

Результаты исследования физических свойств зерна ржи представлены в таблице 1. Выявлено, что зерно диплоидных сортов отличается от тетраплоидных меньшими значениями массы 1000 зерен, объема зерновки, большими значениями патуры, плотности и стекловидности. По твердозерности значительных различий не отмечено. По комплексу физических свойств среди районированных диплоидных сортов лучшими являются Радзима, Калинка, Ясельда, среди перспективных сортов следует отметить сорт Зарница. В тетраплоидной группе хорошими показателями физических свойств характеризуются сорта Верасень, Игуменская, Завая-2, Спадчына.

Анализ биохимических свойств зерна ржи показал, что диплоидная рожь уступает тетраплоидной по содержанию белка и превосходит по содержанию крахмала. Зерно ржи независимо от группы полиплоидии характеризуется невысоким содержанием жира ($2,2 \pm 0,4\%$). Исследование кислотности зерна ржи показало, что все образцы зерна ржи были свежими и не подвергались порче. Зольность зерна диплоидных сортов несколько ниже по сравнению с тетраплоидными сортами ржи. В зерне диплоидной ржи содержание сахаров по сравнению с тетраплоидной на 0,7% меньше, содержание пентозанов – на 0,2% больше. По количеству клетчатки значительных различий не обнаружено.

Установлено, что принадлежность ржи к той или иной группе полиплоидии незначительно сказывается на ферментативной активности зерна. Активность ферментов в значительной степени зависит от года урожая и от сорта ржи. При этом активность α -амилазы в среднем в 2 раза выше активности β -амилазы. Активность β -амилазы и протеолитических ферментов изменяется незначительно для различных сортов ржи. Пониженной активностью пероксидазы характеризуются диплоидные

сорта ржи Зарница, Юбилейная и тетраплоидные Завей-2, Верасень, Спадчына. Зерно сортов Зубровка, Талисман и Ясельда имеет низкую активность о-дифенолоксидазы.

Таблица 1

Физические свойства зерна ржи

Сорт	Натура, г/л	Плотность, г/см ³	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Объем зерновки, мм ³
Диплоидные сорта					
Зарница	710±8	1,37±0,02	16±2	32,8±4,4	29,9±4,2
Зубровка	714±15	1,38±0,05	23±11	29,0±1,6	27,0±2,8
Калинка	716±23	1,39±0,04	21±8	30,2±3,2	25,5±3,1
Радзима	724±18	1,38±0,04	26±9	32,8±3,4	28,8±4,3
Талисман	691±36	1,33±0,07	22±7	27,8±2,1	27,0±5,8
Юбилейная	693±25	1,37±0,07	18±6	33,5±4,6	30,8±3,6
Ясельда	717±21	1,39±0,03	23±7	29,1±3,6	25,4±3,4
Диплоиды	713±23	1,38±0,04	22±8	30,4±3,6	27,0±3,9
Тетраплоидные сорта					
Верасень	690±15	1,35±0,03	19±9	39,1±5,5	34,0±4,4
Дубинская	697±5	1,32±0,01	19±7	43,4±4,4	36,5±1,7
Жнивень	651±10	1,27±0,03	15±12	33,8±2,8	25,3±2,2
Завей-2	682±24	1,36±0,05	21±8	39,1±4,8	34,4±4,1
Игуменская	681±28	1,35±0,05	17±10	38,5±4,8	33,8±4,9
Пуховчанка	673±22	1,31±0,03	14±10	36,1±6,4	33,3±5,9
Спадчына	682±24	1,34±0,05	13±3	39,0±5,9	34,1±1,7
Сяброука	678±22	1,36±0,05	16±6	36,2±7,0	33,9±6,4
Тетраплоиды	680±22	1,34±0,04	17±8	37,9±5,6	33,3±5,1

Установлено, что аминокислотный состав белка зерна ржи зависит от сорта и не зависит от группы полиплоидии. По аминокислотному составу белок ржи близок к «идеальному» белку. Сбалансированность аминокислотного состава белков тетраплоидных сортов ржи, по сравнению с диплоидными несколько выше. Для всех сортов ржи независимо от группы полиплоидии лимитирующей аминокислотой является метионин. Таким образом, для человека зерно диплоидной и тетраплоидной ржи является источником почти всех незаменимых аминокислот.

При исследовании фракционного состава белка, установлено, что в зерне диплоидных сортов содержится больше проламинов, альбуминов и глобулинов, тетраплоидных - глютелинов и белкового остатка. В связи с этим из тетраплоидной ржи возможно получение хлеба с лучшими пористостью и объемом.

Анализ полученных данных по определению витаминов показал, что на количество в зерне витаминов E, B₁ и B₂ оказывает влияние сорт ржи и группа полиплоидии. Более высоким содержанием витаминов E, B₁ и B₂ характеризуется диплоидная группа, а в ее пределах - сорта Радзима, Калинка.

Анализ результатов исследований по определению минеральных элементов показал, что значительное влияние на их содержание оказывает сорт зерна ржи. Наибольшим содержанием минеральных веществ характеризуются такие диплоидные сорта, как Радзима, Зубровка, Зарница, Калинка и тетраплоидные - Пуховчанка и Сяброука (табл. 2).

При определении содержания 5-алкилрезорцинов, относящихся к группе антипитательных веществ, подавляюще действующих на микрофлору кишечника человека, установлено, что их количество зависит от группы полиплоидии зерна, а в пределах каждой группы от года урожая, сорта, района произрастания зерна, крупности,

массы 1000 зерен, окраски зерновок. В зеленоокрашенных зернах ржи содержание 5-алкилрезорцинов выше по сравнению с желтоокрашенными зернами. В зерновке независимо от сорта и группы полиплоидии эти вещества распределены в ее периферийных слоях и, при переработке ржи в муку, удаляются вместе с отрубями.

Таблица 2

Средние значения содержания минеральных веществ в зерне ржи, мг/100 г

Минеральные вещества	Диплоидная рожь	Тетраплоидная рожь
Фосфор	327±18	319±7
Калий	374±30	365±21
Кальций	44±7	43±4
Натрий	3,5±0,4	3,4±0,3
Магний	116±2	116±2
Марганец	2,43±0,06	2,47±0,03
Железо	4,73±0,05	4,73±0,05

Для оценки мукомольных характеристик зерна использовались количественные (выход муки по системам, общий выход), качественные (зольность, белизна муки) и комплексный показатель (технологический коэффициент, равный отношению выхода муки к ее зольности). Сопоставимость результатов помолов обеспечивалась одинаковыми режимами холодного кондиционирования и измельчения для всех образцов зерна. Замечено, что характер изменения выходов муки по системам процесса помола зависит от сорта, группы полиплоидии, года урожая. Выход муки, полученной с драных и размольных систем, в среднем на 4,5% выше, а муки, полученной после пересева аспирационных отсосов, на 4% ниже у зерна диплоидных сортов, чем у тетраплоидных. По общему выходу муки различия незначительны (табл. 3). Диплоидные сорта Калинка, Радзима, Ясельда и тетраплоидные сорта Верасень, Завяя-2, Игуменская, Спадчына по сравнению с остальными исследуемыми сортами характеризуются более высоким общим выходом муки.

Таблица 3

Средние значения выхода муки из зерна ржи различных групп полиплоидии

Системы процесса помола	Выход муки, %		
	Диплоиды	Тетраплоиды	
I др.с.	18,9±3,9	16,1±3,2	
II др.с.	11,2±4,0	11,2±4,2	
III др.с.	7,9±3,4	7,5±3,4	
1 р.с.	19,9±2,9	18,7±3,6	
2 р.с.	3,88±2,5	3,9±2,5	
3 р.с.	3,4±2,4	3,3±2,1	
Итого:	с драных и размольных систем	65,2±5,9	60,7±7,1
	после пересева аспирационных отсосов	16,4±4,2	20,4±4,2
Общий выход обдирной муки		81,6±3,2	81,1±4,9
Выход отрубей		18,4±3,2	18,9±4,9

Установлена высокая корреляционная связь общего выхода муки с плотностью и натурой зерна. На рис. 3 и 4 представлены графические зависимости указанных показателей качества, уравнения регрессии и коэффициенты корреляции для зерна диплоидной и тетраплоидной ржи. Отмечено, что с увеличением плотности и натурой зерна увеличивается общий выход ржаной муки.

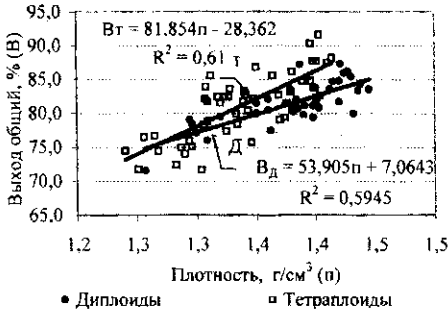


Рис. 3 Связь общего выхода ржаной муки и плотности зерна

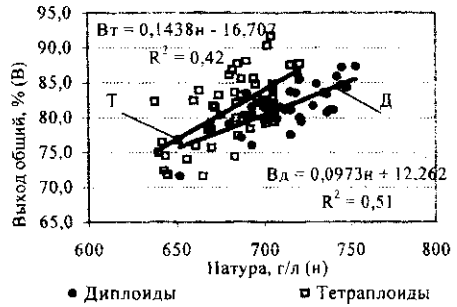


Рис. 4 Связь общего выхода ржаной муки и натуры зерна

Выявлено, что с увеличением зольности муки показатель белизны уменьшается, коэффициент корреляции составляет 0,98 (рис. 5).

Установлено, что показатель белизны способен заменить показатель зольности при оценке сортности ржаной муки:

- улучшенная – не менее 49 ед. пр. (при зольности не более 0,65%);
- сеяная – не менее 43 ед. пр. (при зольности не более 0,75%);
- обдирная – до 43 ед. пр. (при зольности не более 1,45%).

Анализ гранулометрического состава ржаной муки показал, что частицы муки имеют размер от 80 до 350 мкм (рис. 6). При этом основная их часть представлена частицами размером 264 мкм, 219 и 132 мкм. Мука из зерна диплоидных сортов содержит больше частиц размером 80-132 мкм и меньше частиц размером 219 мкм.

Анализ кумулятивных кривых, построенных по результатам лабораторных помолов, показал, что из зерна ржи диплоидных сортов получается больше сеяной муки, по сравнению с тетраплоидными сортами.

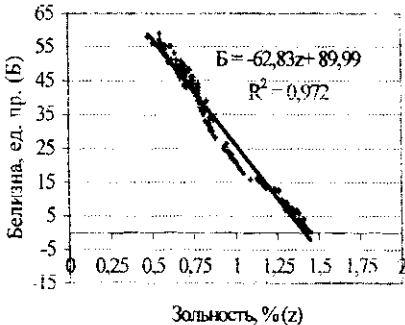


Рис. 5 Связь белизны и зольности ржаной муки

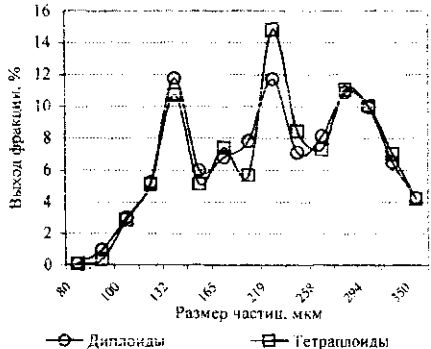


Рис. 6 Гранулометрический состав ржаной муки, полученной из зерна различных групп полиплоидии

Изучены хлебопекарные свойства зерна ржи. Установлено, что диплоидные сорта ржи характеризуются более высокими значениями числа падения. Хлеб, выпеченный из муки, полученной из диплоидных сортов ржи, отличается лучшими органолептическими показателями качества. Он более светлый, без подрывов и трещин, с

равномерной пористостью мякиша. Подовый хлеб, выпеченный из этой муки, имеет более высокие значения формоустойчивости, чем хлеб, выпеченный из муки, полученной из тетраплоидных сортов ржи. По таким показателям, как влажность, пористость, кислотность значительных различий между полиплоидами не обнаружено. Все образцы хлеба соответствовали требованиям ГОСТ 2077 на ржаной хлеб.

Установлено, что число падения зерна оказывает влияние на формоустойчивость ржаного хлеба (рис. 7). Коэффициент корреляции, характеризующий связь этих показателей для диплоидной ржи составил 0,70, для тетраплоидной - 0,59. Установлена зависимость удельного объема хлеба от содержания белка в зерне ржи (рис. 8). При этом для тетраплоидной ржи эта зависимость выражена в большей степени.

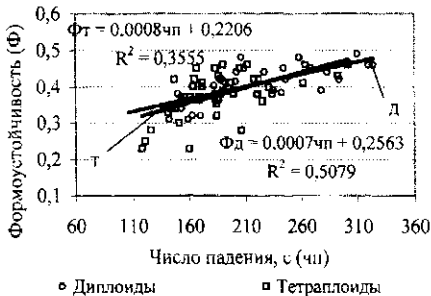


Рис. 7 Влияние числа падения зерна ржи на формоустойчивость хлеба

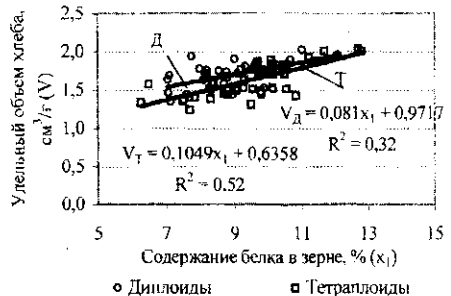


Рис. 8 Зависимость удельного объема хлеба от содержания белка в зерне ржи

Анализ вышесприведенных результатов свидетельствует о том, что по комплексу физических, биохимических, мукомольных и хлебопекарных свойств зерно диплоидной ржи различных сортов, выращиваемых в Республике Беларусь, не уступает тетраплоидным сортам и может быть использовано в мукомольной промышленности наравне с ними.

В четвертой главе рассмотрены вопросы по повышению эффективности использования зерна ржи, выращиваемого в республике.

Разработка комплексного показателя «Технологическое достоинство» зерна ржи. С целью выявления показателей качества, определяющих технологическое достоинство зерна ржи на основании анализа литературных данных и собственных исследований были выбраны такие 12 показателей, достаточно полно отражающих мукомольные и хлебопекарные свойства ржи, как:

- плотность, натура, масса 1000 зерен, стекловидность (физические);
- содержание белка, крахмала, зольность, число падения (биохимические);
- общий выход муки, технологический показатель К (мукомольные);
- формоустойчивость, удельный объем (хлебопекарные).

В ходе однофакторного корреляционного анализа установлена связь плотности с натурой зерна ржи ($r=0,83$), технологическим коэффициентом К ($r=0,81$) и общим выходом муки ($r=0,65$); натуры с технологическим коэффициентом К ($r=0,77$) и общим выходом муки ($r=0,56$); числа падения зерна с формоустойчивостью подового хлеба ($r=0,59-0,70$); содержания белка в зерне ржи с удельным объемом хлеба ($r=0,56-0,72$).

Дальнейшую обработку данных проводили методом классического факторного анализа, сущность которого заключается в том, что от большого количества парамет-

ров (показателей качества зерна) переходят к меньшему числу переменных, характеризующих наиболее существенные свойства изучаемого объекта.

Наглядное представление факторных решений в виде геометрической интерпретации для зерна ржи представлено на рис. 9. Факторные нагрузки (ФН) по каждому показателю качества представляют собой проекции вектора на оси координат. Факторную нагрузку считают существенной величиной, если ее абсолютная величина превышает 0,4. Учитывая вышеизложенное, было получено два фактора. Наибольшие факторные нагрузки у первого фактора имеют такие показатели, как плотность (ФН₁=0,91), натура (ФН₁=0,87), технологический коэффициент К (ФН₁=0,89), общий выход муки (ФН₁=0,69) и содержание крахмала (ФН₁=0,48). В связи с этим этот фактор интерпретирован нами, как фактор мукомольных свойств. Второй фактор, наиболее тесно связанный с формоустойчивостью (ФН₂=0,79), удельным объемом хлеба (ФН₂=0,76), числом падения (ФН₂=0,59), содержанием белка (ФН₂=0,52) и стекловидностью (ФН₂=0,42) интерпретирован нами как фактор хлебопекарных свойств.

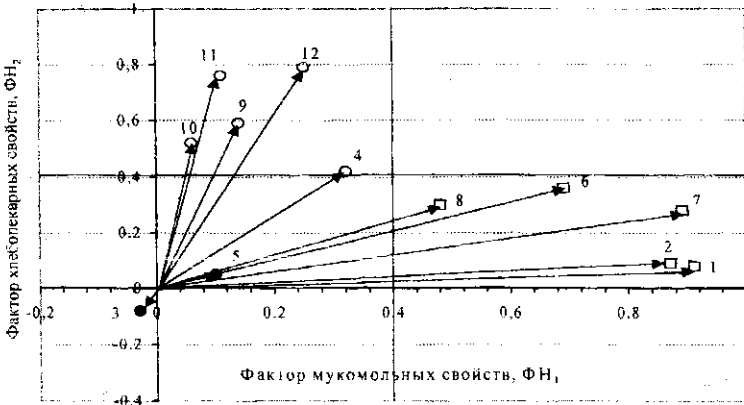


Рис. 9 Геометрическое изображение 12 показателей качества в системе двух факторов для зерна ржи

- 1 - плотность, г/см³; 2 - натура, т/л; 3 - зольность, %; 4 - стекловидность, %;
 5 - масса 1000 зерен, г; 6 - выход муки, %; 7 - технологический коэффициент К;
 8 - содержание крахмала, %; 9 - число падения, с; 10 - содержание белка, %;
 11 - удельный объем хлеба, см³/г; 12 - формоустойчивость;
 □ - фактор мукомольных свойств (ФН₁); ○ - фактор хлебопекарных свойств (ФН₂);
 ● - незначимые показатели

В рамках фактора мукомольных свойств выявлены показатели, имеющие наибольшие факторные нагрузки, и, следовательно, наиболее значимые - это плотность и натура зерна ржи, а в рамках фактора хлебопекарных свойств - число падения и содержание белка.

На основании вышеизложенного впервые разработан комплексный показатель, оценивающий технологические свойства зерна ржи. Этот показатель определяется расчетным путем и назван нами «Технологическое достоинство» (ТД) зерна ржи.

В настоящее время в производственных условиях нет возможности приемки ржи с учетом группы полиплоидии, и от хлебопечников принимаются смеси зерна диплоидных и тетраплоидных сортов ржи. По результатам факторного анализа показателей качества диплоидной и тетраплоидной ржи установлена идентичность рас-

пределения параметров и факторных нагрузок для зерна ржи различной полиплоидии. Поэтому предложенный показатель «ГД» справедлив как для отдельных полиплоидов, так и для их смесей. В дальнейших исследованиях при оценке «ГД» зерна группа полиплоидии не учитывалась.

Для расчета «Технологического достоинства» вводится фактор значимости показателя качества ржи, оцениваемый двумя числами 5 или 4. Поскольку плотность оказывает более сильное влияние на мукомольные свойства, чем натура, а число падения больше влияет на хлебопекарные свойства, чем содержание белка, то этим показателям присвоена значимость, равная 5. Показателям натуры и содержания белка присвоена меньшая значимость, равная 4.

Возможные значения каждого показателя качества зерна ржи на основании экспериментальных исследований подразделены нами на интервалы, оценивающиеся определенными баллами. Каждый балл выражает уровень потенциального технологического достоинства зерна ржи по исследуемым показателям. Самый высокий уровень оценен пятью баллами. Следующий интервал соответствует среднему уровню, поэтому он оценен удовлетворительной оценкой – тремя баллами, последний интервал соответствует низкому качеству зерна, и он оценен неудовлетворительно - двумя баллами. В табл. 4 представлены интервалы значений, баллы и значимость определяющих показателей.

Таблица 4

Оценка технологического достоинства зерна ржи по баллам

Показатель качества	Интервалы значений	Балл	Значимость
Плотность, г/см ³	свыше 1,38	5	5
	1,30-1,38	3	
	менее 1,30	2	
Число падения, с	свыше 200	5	5
	200-141	3	
	140-80	2	
Натура, г/л	свыше 740	5	4
	670-740	3	
	менее 670	2	
Содержание белка, %	Свыше 10	5	4
	8-10	3	
	менее 8	2	

Предложен следующий расчет «ГД»: балл по каждому показателю умножается на значимость, затем суммируются их произведения, и полученное значение делится на сумму значимостей, т.е. на 18. Аналитическое выражение расчета имеет вид:

$$ГД = \frac{B_1 \cdot 5 + B_2 \cdot 5 + B_3 \cdot 4 + B_4 \cdot 4}{18} \quad (1)$$

где B_1 , B_2 , B_3 и B_4 – балл по показателям плотности, числа падения, натуры и содержания белка, соответственно.

На основании полученных расчетных данных рожь по качеству, оцениваемому комплексным показателем «ГД», подразделена на следующие группы:

- первая – 5,00-4,50 балла, качество зерна отличное;
- вторая – 4,45-2,50 балла, качество зерна удовлетворительное;
- третья – менее 2,45 баллов, качество зерна неудовлетворительное.

Учитывая результаты экспериментальных данных по оценке мукомольных и хлебопекарных свойств по «ТД», зерно ржи отличного качества предлагается использовать в мукомольной промышленности для производства муки высоких сортов, а зерно ржи удовлетворительного качества – для выработки муки обдирной и муки высоких сортов, а также муки обойной. В случае, если зерно ржи оценивается как неудовлетворительное, то такое зерно рекомендуется применять в комбикормовом производстве и на технические цели.

Суммарную характеристику мукомольных и хлебопекарных свойств, выражаемых четырьмя показателями (общий выход муки, технологический коэффициент K , формоустойчивость и удельный объем хлеба), можно представить в виде некоторой площади четырехугольника S , образованного на плоскости в системе четырех ортогональных векторов (рис. 10), каждый из которых характеризует изменение одного показателя качества (единицы измерений показателей качества приравнены к единицам длины).

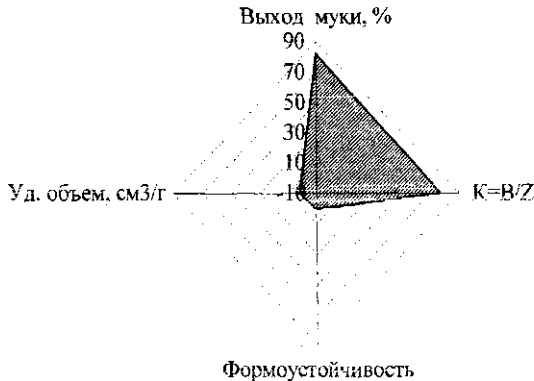


Рис. 10 Графическая интерпретация суммарной характеристики технологических свойств зерна ржи (сорт Зарница урожая 2002 года)

K – технологический коэффициент, равный отношению выхода муки (B) к ее зольности (Z)

Установлено, что чем выше значения вышеперечисленных показателей технологических свойств, тем больше площадь полученной фигуры, тем лучше качество зерна с точки зрения мукомольных и хлебопекарных свойств.

Представленная на рис. 11 связь показателя «ТД» и суммарной характеристики мукомольных и хлебопекарных свойств (площади S), полученной по результатам экспериментальных данных и имеющей высокий коэффициент корреляции, указывает на достаточно тесную зависимость мукомольных и хлебопекарных свойств зерна ржи от показателя «ТД».

Методика расчета показателя «ТД» с помощью оценки в баллах внедрена в учебный процесс и используется студентами специализации 49 01 01 01 «Технология хранения и переработки зерна» при выполнении лабораторных работ по курсу «Основы научных исследований» и в ходе выполнения научных дипломных работ.

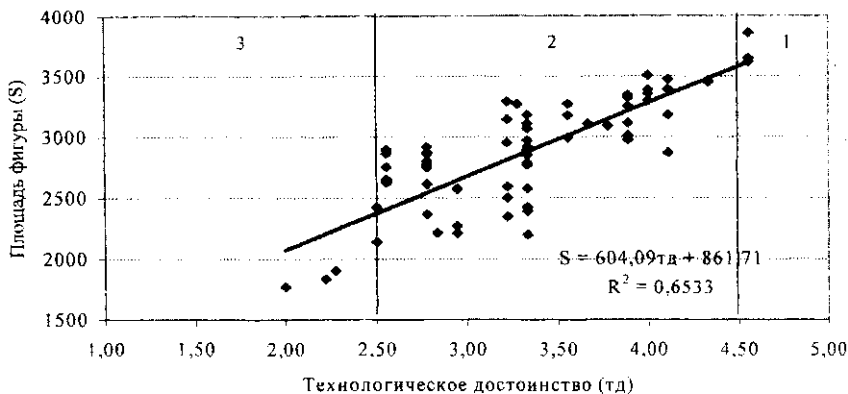


Рис. 11 Взаимосвязь показателя «ТД» зерна ржи и площади фигуры S, суммарно характеризующей мукомольные и хлебопекарные свойства ржи

Получение нового сорта ржаной муки. В ходе изучения гранулометрического состава и качества муки, получаемой на драных системах, установлено, что фракции муки крупностью 118 мкм и менее (проход капронового сита №58) отличаются от более крупных фракций муки более светлым цветом, меньшей зольностью и более высокой белизной. Из этих фракций был сформирован поток муки, называемый в дальнейшем как высший сорт. Полученная мука имела зольность, равную 0,50%, белизну - 61,2 ед. пр., щелочеудерживающую способность - 111%, седиментационный осадок - 7,5 мл. Извлечение муки высшего сорта по отношению к продукту, поступившему на I др. с. изменялось от 3,1 до 7,9%. Причем из диплоидной ржи муки высшего сорта извлекалось больше на 1-1,5%, чем из тетраплоидной.

Изучение режимов холодного кондиционирования зерна ржи с целью увеличения выхода муки высшего сорта. В ходе изучения влияния степени увлажнения и длительности отволаживания при холодном кондиционировании на разрыхление эндосперма диплоидной и тетраплоидной ржи по плотности зерна установлено, что при увлажнении зерна ржи до влажности 13,4-14,0% и отволаживании в течение 4-5 часов достигается максимальное разрыхление эндосперма, что способствует увеличению выхода муки высоких сортов.

Оптимизацию режимов холодного кондиционирования зерна ржи для получения муки высшего сорта, проводили методом центрального композиционного планирования. В качестве независимых факторов выбрали влажность зерна перед первой драной системой (w_3 , %) и время отволаживания (τ , час). В качестве параметра оптимизации выбран выход муки высшего сорта (I_m). Основным уровнем влажности составил 14,5%, времени отволаживания - 6 час. Интервалы варьирования факторов находились в пределах: w_3 - 12-17%, а для τ - 2-10 часов

В ходе обработки данных было получено уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние независимых факторов на параметр оптимизации:

$$I_m = -136,958 + 25,2284w_3 - 0,135\tau - 0,947w_3^2 - 0,148\tau^2 + 0,108w_3\tau$$

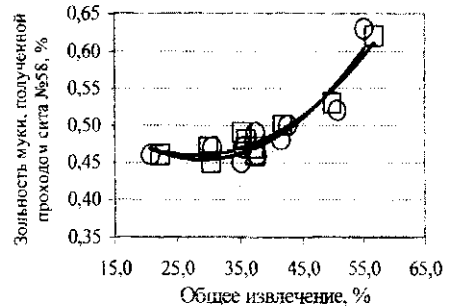
Анализ графика поверхности отклика, представленного на рис. 12, выявил, что оптимальные значения фактора w_3 для ржи независимо от сорта и группы полиплоид-

дни лежат в интервале 13,0-14,0%, фактора τ – 3,5-5,5 часов. Расчетным путем получены оптимальные значения этих факторов, при которых выход муки высшего сорта максимален: $w_v = 13,5\%$, $\tau = 4,5$ часа. Установлено, что для диплоидной ржи при холодном кондиционировании оптимальной для получения наибольшего выхода муки высшего сорта является влажность 13,6%, время отволаживания – 4,4 часа, а для тетраплоидной ржи – влажность 13,5%, время отволаживания – 4,6 часа.

Изучение процесса измельчения зерна ржи с целью получения максимального выхода муки высшего сорта. Размол зерна, подготовленного по рекомендуемым выше режимам холодного кондиционирования, осуществляли таким образом, чтобы общее извлечение на первой драной системе (I др.с.) изменялось от 20% до 55%, на второй драной системе (II др.с.) – от 30% до 60% по отношению к данной системе. После измельчения определяли извлечение муки (проход сита №58) и ее зольность (рис. 13).



Рис. 12 Результаты оптимизации режимов холодного кондиционирования зерна ржи



□ Тетраплоид ○ Диплоид
Рис. 13 Влияние общего извлечения продуктов на первой драной системе на зольность муки, извлекаемой проходом сита №58

Результаты исследований показали, что мука, извлекаемая проходом сита №58, соответствует по зольности муке высшего сорта (не более 0,50%) при общем извлечении не более 45% на I др.с. и не более 55% на II др.с. Следовательно, оптимальным режимом измельчения зерна ржи с целью получения муки высшего сорта будет режим, при котором общее извлечение продуктов на I др.с. будет 40-45%, на II др.с. 50-55%. Эти режимы соответствуют режимам измельчения, рекомендуемым «Правилами...», и применяемым на предприятиях при 87%-ом обдирном помоле зерна ржи.

На основании проведенных исследований установлено, что получение муки высшего сорта возможно на первых двух драных системах (I др.с. и II др.с.). При этом в производственных условиях не требуется дополнительно изменять технические характеристики вальцовых станков.

В пятой главе приводятся результаты опытно-промышленных испытаний основных результатов исследований.

Опытно-промышленные испытания были проведены на мукомольном заводе обдирного 87%-го помола ОАО «Пинский КХП» по существующей технологической схеме при замене сит на рассевах I др.с. и II др.с. Разработаны и утверждены технологической регламент и технические условия ТУ РБ 700036606.034-2001 «Мука высшего сорта из зерна ржи».

Внедрение в производство технологии получения муки высшего сорта из зерна ржи осуществлялось на мукомольном заводе обдирного помола ржи ОАО «Речицкий КХП», для которого была разработана технологическая схема двухсортного 85% помола зерна ржи с выходом муки высшего сорта 7%, муки обдирной 78%. На основании данной схемы разработан и утвержден технологический регламент ТР РБ 400145266.001-2004.

Совокупный экономический эффект от внедрения технологии производства муки высшего сорта из зерна ржи на мукомольном заводе производительностью 250 т/сут составляет 266 436 215 руб.

В шестой главе приведена характеристика муки высшего сорта из зерна ржи.

Проведено исследование микроструктуры муки высшего сорта, результаты представлены на рис. 14.

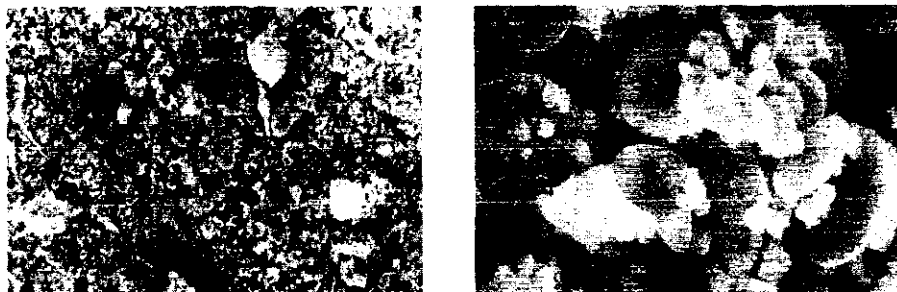


Рис. 14 Микроструктура муки высшего сорта из зерна ржи
1 – увеличение в 60 раз, 2 – увеличение в 600 раз

Отмечено, что мука имеет равномерную структуру, состоит из крупных гранул крахмала, покрытых прикрепленным белком, мелких крахмальных гранул, а также частиц промежуточного белка. Благодаря выравненности частиц и однородности структуры муки, полученное из нее по оптимальной рецептуре тесто будет иметь равномерную консистенцию, а, следовательно, хороший по качеству хлеб.

Установлено, что мука высшего сорта из зерна ржи характеризуется пониженными значениями содержания белка, пентозанов, сахаров, жира, зольности и более высоким содержанием крахмала по сравнению с мукой ржаной улучшенной и сеяной (табл. 5, 6). Содержание витаминов E, B₁ и B₂ в муке высшего сорта из зерна ржи соответствует уровню муки сеяной. Анализ аминокислотного состава ржаной муки высшего сорта свидетельствует о наличии всех незаменимых аминокислот.

Таблица 5

Показатели качества муки высшего сорта из зерна ржи

Показатели	Значения
Влажность, %, не более	15,0
Зольность в пересчете на сухое вещество, % не более	0,50
Число падения, с, не менее	200
Крупность, %:	
остаток на сите из шелковой ткани №38 по ГОСТ 4403, или эквивалентной ткани из полиамидных мононитей, не более	2
проход через сито из шелковой ткани №58 по ГОСТ 4403, или эквивалентной ткани из полиамидных мононитей, не менее	90

Таблица 6

Химический состав ржаной муки

Сорт муки	Содержание- белка, %	Содержание жира, %	Содержание углеводов, %			Золь- ность, %	Энергети- ческая ценность, кДж
			крахма- ла	сахар- ов	пенто- занов		
Высший	5,7	1,1	76,3	1,2	3,2	0,49	1374
Улучшен- ная ¹	6,7	1,3	71,0	3,4	-	0,60	1376
Сеяная	7,0	1,3	66,5	3,9	8,7	0,71	1314

Фракционный состав белка муки высшего сорта характеризуется высокой долей водо- и солерастворимых белков и низким содержанием щелочерастворимой фракции. Около 15% от общего азота приходится на долю небелковых азотистых соединений.

Поскольку мука высшего сорта получается из центральных частей эндосперма зерна ржи, для нее характерно более низкое содержание солей тяжелых металлов, по сравнению с другими сортами ржаной муки.

Основными показателями, определяющими потребительские качества хлебо-булочных изделий, являются органолептические свойства. Хлеб из муки ржаной высшего сорта вследствие более светлого мякиша, золотисто-желтой корочки будет пользоваться популярностью у населения. Кроме того, он обладает большим удельным объемом и пористостью по сравнению с хлебом, выпеченным из сеяной муки. Однако подовый хлеб из муки высшего сорта характеризуется низкой формоустойчивостью, что связано с высоким содержанием водорастворимых веществ в муке. Поэтому по традиционной технологии из муки высшего сорта лучше выпекать формовой хлеб или кондитерские изделия. При разработке оптимальных рецептур, режимов тестоведения и выпечки можно добиться положительных результатов и при выпечке подового хлеба.

Анализ результатов исследований оценки качества муки высшего сорта из зерна ржи подтверждает целесообразность ее использования в качестве безопасного сырья для хлебопекарной промышленности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа результатов исследований установлено:

1. По комплексу физических, биохимических, мукомольных и хлебопекарных свойств зерно различных сортов диплоидной ржи, выращиваемой в Республике Беларусь, не уступает тетраплоидным сортам и наравне с ними может быть использовано в мукомольной промышленности. На основании этого рекомендуется увеличивать производство диплоидной ржи в республике и использовать в мукомольной промышленности такие диплоидные сорта, как Калинка, Ясельда, Радзима, Талисман, Зарница, Юбилейная и тетраплоидные Верасень, Завая-2, Игуменская, Спадчына, Дубинская /1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 20, 21/.

2. Установлено, что на мукомольные свойства наибольшее влияние оказывают плотность и натура зерна ржи, а на хлебопекарные свойства – число падения и со-

¹ по данным Машковой И.А.

держание белка. На основании этого впервые разработан комплексный показатель оценки технологических свойств зерна ржи (ТД), который определяется расчетным путем и позволяет прогнозировать варианты оптимального использования зерна с учетом его исходного качества. Методика расчета показателя «ТД» внедрена в учебный процесс и используется при выполнении лабораторных работ по курсу «Основы научных исследований» и в ходе выполнения научных дипломных работ студентами специализации 49 01 01 01 «Технология хранения и переработки зерна» /22, 23, 26/.

3. Изучение гранулометрического состава и качества муки, полученной с дражных систем, позволило выделить отдельный поток муки, названный мукой высшего сорта из зерна ржи, отличающийся дисперсностью, низкой зольностью, высокой белизной и высоким числом падения. Выход муки изменяется от 3,1 до 7,9%. Из диплоидной ржи извлекается больше муки высшего сорта, чем из тетраплоидной ржи /9, 16, 19, 24/.

4. Проведены исследования процессов холодного кондиционирования и измельчения зерна ржи. Установлены оптимальные режимы, позволяющие получить максимальный выход муки высшего сорта при 87%-ом обдирном помоле зерна ржи на существующем оборудовании без его перенастройки – влажность зерна ржи перед первой дражной системой 13,5%, отволаживание в течение 4,5 часов; общее извлечение продуктов на первой дражной системе 40-45%, на второй дражной системе – 50-55% /24, 25/.

5. Технология получения муки высшего сорта из зерна ржи внедрена на мукомольном заводе ОАО «Речицкий КХП». Разработаны и утверждены технические условия ТУ РБ 700036606.034-2001 «Мука высшего сорта из зерна ржи» и технологический регламент ТР РБ 400145266.001-2004 на производство сортовой ржаной муки с выходом 85% (7% муки высшего сорта и 78% муки обдирной) /9, 24, 25/.

6. Проведены исследования химического состава и технологических свойств нового сорта ржаной муки. Установлено, что мука высшего сорта из зерна ржи характеризуется пониженными значениями содержания белка, пентозанов, сахаров, жира, зольности и более высоким содержанием крахмала по сравнению с мукой ржаной улучшенной и сеяной. Мука высшего сорта из зерна ржи является безопасным сырьем и позволяет получить ароматный, светлый хлеб с хорошими показателями качества, что подтверждает целесообразность ее использования в качестве сырья для хлебопекарной промышленности /9, 16, 19/.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Качество тетраплоидной ржи, районированной в Республике Беларусь // НТИ и рынок.-1998. - № 2.- С.44-45.
2. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Мукомольные свойства тетраплоидной ржи // НТИ и рынок. – 1998. - № 3. - С.45-47.
3. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Хлебопекарные свойства тетраплоидной и диплоидной ржи // НТИ и рынок. – 1998. - № 4. - С.46-47.
4. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Содержание минеральных веществ в диплоидной ржи и продуктах ее переработки // Международный аграрный журнал. – 1999. - № 8. - С.55-57.
5. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Содержание витаминов в зерне ржи и продуктах из нее // Хлебопродукты. – 1999. - № 11. - С. 24-26.

6. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Почвенно-климатические условия и содержание белка в зерне ржи // Международный аграрный журнал. – 2000. - №1. – С. 54-56.
7. Рукшан Л.В. Рябая (Цедик) О.Д. Аминокислотный состав зерна ржи // Хлебпродукты. – 2000. - № 6. - С. 15-17.
8. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Сравнительная оценка качества диплоидной ржи // Агропанорама. – 2000. - № 4. - С.22-24.
9. Мука высшего сорта из зерна ржи. ТУ РБ 700036606.034-2001: Введ. 01.07.2001 г. – Могилев: МТИ. 2001. – 10 с.
10. Rukschan L.W., Rjabaja (Цедик) O.D. Die Eigenschaften von tetraploiden Roggen, angebaut in verschiedenen Regionen der Republik Weißrußland // Getreide Mehl und Brot. – 2001. - Heft3 (Mai/Juni).- S.143-145.
11. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Диплоидная рожь Беларуси // Проблемы научного обеспечения производства, послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна и других продуктов растениеводства: Материалы междунар. научно-практич. конференции, посвящ. 10-летию Независимости Республики Казахстан / Казахский научно-исслед. инст-т зерна и продуктов его переработки. – Астана, 2001. – С. 114-118.
12. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Морфология и анатомия диплоидной ржи // Проблемы научного обеспечения производства, послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна и других продуктов растениеводства: Материалы Междунар. научно-практич. конференции, посвящ. 10-летию Независимости Республики Казахстан / Казахский научно-исслед. инст-т зерна и продуктов его переработки. – Астана, 2001. – С. 132-133.
13. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Питательная ценность зерна и продуктов его переработки // New Trends in Quality Food Production: International Scientific Practical Conference Reports / Latvia University of Agriculture. - Jelgava, LVA, 2002. - С. 16 –22.
14. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Морфолого-анатомические особенности ржи в Беларуси // Зерновое хозяйство. - 2002. - №1. - С.16-17.
15. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Технологические свойства диплоидной ржи // Зерновое хозяйство. - 2002. - №3. - С.20-22.
16. Рябая (Цедик) О.Д., Рукшан Л.В. Повышение эффективности использования зерна, выращиваемого в Республике Беларусь // Новые технологии в пищевой промышленности: Материалы междунар. научно-практ. конф. 2-4 октября 2002 г. / БелНИИ пищевых продуктов. – Минск, 2002. – С.50-52.
17. Рябая (Цедик) О., Рукшан Л., Урбан А. Ферментативная активность зерна ржи, выращенного в Беларуси // Safety Food Production For The Healthy Nutrition: International Scientific Practical Conference Reports/ Latvia University of Agriculture.- Jelgava, LVA, 2003.- С. 14-19.
18. Рябая (Цедик) О., Рукшан Л., Урбан А. Содержание алкилрезорцинов в различных сортах ржи // Safety Food Production For The Healthy Nutrition: International Scientific Practical Conference Reports / Latvia University of Agriculture.- Jelgava, LVA, 2003.- С. 19-22.
19. Рукшан Л.В., Рябая (Цедик) О.Д. Использование показателя белизны для оценки качества ржаной муки // Техника и технология пищевых производств: Материалы IV междунар. науч.-техн. конф. 26-28 марта 2003 г., Ч.1 / МГУП.– Могилев, 2003. - С.16.

20. Ryabaya (Tsedik) O., Rukshan L. The technological quality of tetraploid rye growing in several location of Belarus // *Sereal – Flour – Bread: Konferencja naukowo-techniczna / Akademia Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, 2003.- S. 23.*
21. Rukshan L., Ryabaya (Tsedik) O. The comparative appreciation of diploid rye quality // *Sereal – Flour – Bread: Konferencja naukowo-techniczna / Akademia Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, 2003.- S. 24.*
22. Цедик О., Рукшан Л., Сологубик А. Перспективы использования зерна диплоидной и тетраплоидной ржи, выращиваемой в Республике Беларусь // *Innovation development trends of food products: International Scientific Practical Conference Reports / Latvia University of Agriculture. - Jelgava, LVA. 2004.- С. 15-19.*
23. Цедик О.Д., Рукшан Л.В. Разработка методики балловой оценки качества зерна ржи // *Динамика научных исследований: Материалы III Междунар. научно-практ. конф., Днепропетровск, 21-30 июня 2004 г./ Днепропетровск, 2004.- С.30-33.*
24. Технологический регламент на производство муки высшего сорта из зерна ржи: Введ. 18.04.2000 г. - Могилев: Мог. технолог. институт, 2000. – 19 с.
25. Технологический регламент на производство сортовой ржаной муки с выходом 85% (7% муки высшего сорта из зерна ржи, 78% обдирной муки) ТР РБ 400145266.001-2004: Введ. 29.03.2004 г.- Могилев: Мог. гос. универ. продовольствия., 2004.- 18 с.
26. Балловая оценка технологического достоинства зерна ржи: Метод. указания для студ. спец. 49 01 01 «Технология хранения и переработки пищевого растительного сырья» / Мог. гос. универ. продовольствия; Сост. Цедик О.Д., Рукшан Л.В.- Могилев. 2004.- 10 с.

РЕЗЮМЕ

Цедик Ольга Дмитриевна

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НОВЫХ СОРТОВ РЖИ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В МУКОМОЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Ключевые слова: диплоидная и тетраплоидная рожь, зерно, полиплоидия, содержание 5-алкилрезорцинов, мукомольные и хлебопекарные свойства, технологическое достоинство, холодное кондиционирование, измельчение, мука высшего сорта из зерна ржи.

В последние годы селекционерами республики созданы новые сорта как тетраплоидной, так и диплоидной ржи, при этом технологически они не изучены, а имеющиеся в литературе сведения о качестве ржи той или иной группы полиплоидии разрозненны и противоречивы. Поэтому комплексное изучение технологических свойств диплоидных и тетраплоидных сортов ржи, выращенных в Республике Беларусь, является актуальным. При этом выявление определяющих показателей качества зерна ржи, влияющих на выход и качество готовой продукции, расширение ассортимента ржаной муки для производства хлеба и хлебобулочных изделий позволит более рационально использовать зерновые ресурсы страны.

Целью работы является разработка практических рекомендаций, обеспечивающих повышение эффективности использования зерна в мукомольной промышленности на основании комплексной оценки и сравнительного анализа новых сортов диплоидной и тетраплоидной ржи белорусской селекции.

При проведении комплексного изучения технологических свойств зерна новых сортов диплоидной и тетраплоидной ржи, выращиваемой в Республике Беларусь, получены новые данные о микроструктуре и соотношении анатомических частей зрнотки, физико-механических, биохимических, мукомольных и хлебопекарных свойствах, зерна новых сортов диплоидной и тетраплоидной ржи, выращиваемой в Республике Беларусь, как сырья для мукомольной промышленности.

Установлено определяющее влияние плотности и натуры зерна ржи на мукомольные свойства, а числа падения и содержания белка на хлебопекарные свойства ржи, на основании этого предложен комплексный показатель технологического достоинства (ТД) зерна ржи, позволяющий прогнозировать варианты оптимального использования зерна с учетом его исходного качества.

Изучен гранулометрический состав и качество муки, извлекаемой с драных систем, и выявлена возможность получения ржаной муки высшего сорта. Изучены особенности разрыхления эндосперма при холодном кондиционировании зерна диплоидной и тетраплоидной ржи и на этой основе разработаны оптимальные режимы увлажнения и отволаживания зерна перед I драной системой для получения максимального выхода ржаной муки высшего сорта. На основе исследований процесса измельчения зерна диплоидной и тетраплоидной ржи разработаны оптимальные режимы, позволяющие получить максимальный выход муки (до 8%) высшего сорта при 87%-ом обдирном помеле зерна ржи без перенастройки основного технологического оборудования.

Изучен химический состав и технологические свойства нового сорта ржаной муки, подтверждающие целесообразность его использования в качестве сырья для хлебопекарной промышленности. выявлена возможность замены показателя зольности при оценке качества ржаной муки на показатель ее белизны.

РЭЗЮМЕ

Цэдзік Вольга Дзмітрыеўна

**ПАВЫШЭННЕ ЭФЕКТЫЎНАСЦІ ВЫКАРЫСТАННЯ НОВЫХ САРТОЎ ЖЫТА
БЕЛАРУСКАЙ СЕЛЕКЦЫІ Ў МУКАМОЛЬНОЙ ПРАМЫСЛОВАСЦІ НА АСНОВЕ
КОМПЛЕКСНАГА ДАСЛЕДАВАННЯ
ІХ ТЭХНАЛАГІЧНЫХ УЛАСЦІВАСЦЕЙ**

Ключавыя словы: дыплоіднае і тэтраплоіднае жыта, зерне, поліплаідны, утрыманне 5-алкілрэзарцынаў, мукамольныя і хлебапякарныя ўласцівасці, тэхналагічная вартасцю, халоднае кандыцыяніраванне, здрабненне, мука вышэйшага гатунку з зерня жыта.

У апошнія гады селекцыянерамі рэспублікі створаны новыя сарты як тэтраплоіднага, так і дыплоіднага жыта, тэхналагічна яны не вывучаны, а існуючыя ў літаратуры звесткі аб якасці жыта той або іншай групы паліплаідны рознення і супярэчлівыя. Таму комплекснае вывучэнне тэхналагічных якасцей дыплоідных і тэтраплоідных сартоў жыта, якое вырашчваецца ў Рэспубліцы Беларусь, з'яўляецца актуальным. Пры гэтым выяўленне вызначальных паказчыкаў якасці зерня жыта, уплываючых на выхад і якасць гатовай прадукцыі, пашырэнне асартыменту жытняй мукі для вытворчасці хлеба дазволіць больш рацыянальна ужываць зерневыя рэсурсы краіны.

Мэтай работы з'яўляецца распрацоўка практычных рэкамендацый, якія забяспечваюць павышаную эфектыўнасць ужывання зерня жыта беларускай селекцыі ў мукамольнай прамысловасці на аснове комплекснай ацэнкі і параўнальнага аналізу дыплоіднага і тэтраплоіднага жыта беларускай селекцыі.

Пры правядзенні комплекснага вывучэння тэхналагічных уласцівасцей жыта, якое вырашчваецца ў Рэспубліцы Беларусь, атрыманы новыя даныя аб мікраструктуры і суадносінках анатамічных часцей зерня, фізічных, біяхімічных, мукамольных і хлебапякарных уласцівасцях зерня новых сартоў дыплоіднага і тэтраплоіднага жыта, як сыравіны для мукамольнай прамысловасці.

Выяўлен вызначальны ўплыў нчыльнасці і натуры зерня жыта на мукамольныя ўласцівасці, а чысла падзення і утрымання бялка на хлебапякарныя ўласцівасці жыта, на падставе гэтага прапанаваны комплексны паказчык тэхналагічнай вартасці (ТВ) зерня жыта, які дазваляе прагназіраваць варыянтны аптымальнага ўжывання зерня з улікам яго зыходнай якасці.

Вывучаю грануламетрычны састаў і якасць мукі, якая атрымліваецца з драных сістэм, і выяўлена магчымасць атрымання жытняй мукі вышэйшага гатунку. Вывучаны асаблівасці разрыхлення эндасперму ў час халоднага кандыцыяніравання зерня дыплоіднага і тэтраплоіднага жыта і распрацаваны аптымальныя рэжымы ўвільгатнення і адважжвання зерня перад і драной сістэмай з мэтай атрымання найбольшага выхаду мукі вышэйшага гатунку. На падставе даследавання працэсу здрабнення дыплоіднага і тэтраплоіднага жыта распрацаваны аптымальныя рэжымы, якія дазваляюць атрымаць найбольшы выхад мукі (да 8%) вышэйшага гатунку пры 87%-ым шатравальным памале зерня жыта без пераналаджвання асноўнага тэхналагічнага абсталявання.

Вывучаны хімічны састаў і тэхналагічныя ўласцівасці новага гатунку жытняй мукі, якія пацверджваюць мэтазгоднасць яго выкарыстання ў якасці сыравіны для хлебапякарнай прамысловасці.

Выяўлена магчымасць замены паказчыка зольнасці на паказчык белізны для ацэнкі якасці жытняй мукі.

SUMMARY

Tsedik Olga Dmitrievna

**INCREASE OF EFFICIENCY OF USE NEW RYE GRADES OF THE BELARUS
SELECTION IN MILLING INDUSTRY ON THE BASIS
OF COMPLEX RESEARCH OF THEIR TECHNOLOGICAL PROPERTIES**

Keywords: diploid and tetraploid rye, grain, poliploid, contents of 5-alkilresorcin, milling and baking properties, technological advantage, cold conditioning, milling, high-grade rye flour.

Last years selectors of republic create new grades both tetraploid, and diploid rye, thus technologically they are not studied, and data available in the literature on rye quality of this or that poliploid group are isolated and inconsistent. Therefore complex studying of technological properties diploid and tetraploid rye grades which has been grown up in Byelorussia, is actual. Thus revealing of defining parameters of quality of rye grain, influencing an output and quality of finished goods, expansion of assortment of rye flour for manufacture of bread and bakery products will allow to use grain resources of the country more rationally.

The purpose of work is development of the practical recommendations providing increase of efficiency of grain use in the milling industry on the basis of a complex estimation and the comparative analysis of new grades diploid and tetraploid rye of the Belarus selection.

At carrying out of complex studying technological properties of rye, which is grown up in Byelorussia, new data about a microstructure and a parity of anatomic parts of kernel, physicomechanical, biochemical, milling and baking properties of new grades diploid and tetraploid rye, as raw material for the milling industry are obtained.

Defining influence of density and hectoliter weight of rye grain on flour-grinding properties, and falling number and protein content on baking properties of rye is established, on the basis of it the complex parameter of technological advantage (ТД) of the rye grain is offered, allowing to predict variants of optimum use of grain in view of its initial quality.

It is studied granulometry and quality of the flour taken from break rolls, and the opportunity of reception of high-grade rye flour is revealed. Features of endosperm destruction are studied at cold conditioning of diploid and tetraploid rye grain and on this basis optimum modes of humidifying and conditioning time of grains before 1 break roll are developed for reception of the maximal output of high-grade rye flour. On the basis of researches of milling process of diploid and tetraploid rye grain the optimum modes are developed, allowing to receive the maximal output of high-grade rye flour (up to 8 %) at 87 %-s' grinding of rye grain without recustomizing the basic process equipment.

The chemical compound and technological properties of a new grade rye flour, its uses confirming expediency as raw material for the baking industry is studied.

The opportunity of replacement of ash parameter on its parameter whiteness is revealed at an estimation of quality of rye flour.

