

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЕГО МУКОМОЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Н. ОНГАРБАЕВА  , А.И. ИЗТАЕВ  , Т.К. КУЛАЖАНОВ  , М.А. ЯКИЯЕВА  * ,
А.Т. КИЯБАЕВА  , Ш.А. ТУРСУНБАЕВА 

(Алматинский технологический университет, 050012, Республика Казахстан,
г. Алматы, ул. Толе би, 100)

Электронная почта автор-корреспондента: yamadina88@mail.ru*

Тритикале — перспективная зерновая культура для аграрного сектора Казахстана, обладающая высокой урожайностью и адаптивностью. Однако технологическая пригодность зерна тритикале для мукомольной переработки требует детального изучения. Целью настоящего исследования является установление взаимосвязи между фракционным составом зерна тритикале казахстанской селекции и его основными мукомольными характеристиками (зольностью, белизной, выходом муки). В рамках работы проведён ситовой анализ зерна, классификация фракций по размеру (2,8×20 мм, 2,5×20 мм, 2,2×20 мм, 2,0×20 мм и менее), а также лабораторное определение мукомольных показателей. Выполнены корреляционный и регрессионный анализы, позволившие выявить устойчивые связи между содержанием отдельных фракций и качеством муки. Установлено, что увеличение доли крупных фракций (2,8×20 мм и 2,5×20 мм) сопровождается снижением зольности и повышением белизны муки. Напротив, рост доли средних фракций (2,0×20 мм и 2,2×20 мм) коррелирует с ухудшением показателей качества. Наиболее значимые зависимости представлены линейными уравнениями регрессии, подтверждающими влияние морфологического состава зерна на его перерабатываемость. Научная значимость работы заключается в уточнении критериев оценки зерна тритикале для мукомольных целей, а практическая — в возможности использования полученных данных при сортировке и стандартизации сырья, а также в селекции. Исследование вносит вклад в развитие технологий оценки качества зерновых культур и может быть использовано в прикладных и научных целях.

Ключевые слова: тритикале, фракционный состав, ситовой анализ, мукомольные свойства, зольность, белизна, регрессия.

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ СЕЛЕКЦИЯДАҒЫ ТРИТИКАЛЕ ДӘНІНІҢ ФРАКЦИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ОНЫҢ ҰН ТАРТУ ҚАСИЕТТЕРІН ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Н. ОНГАРБАЕВА, А.И. ИЗТАЕВ, Т.К. КУЛАЖАНОВ, М.А. ЯКИЯЕВА*,
А.Т. КИЯБАЕВА, Ш.А. ТУРСУНБАЕВА

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012,
Алматы, Төле би көш., 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: yamadina88@mail.ru*

Тритикале – Қазақстанның ауыл шаруашылығы саласы үшін өнімділігі мен бейімделу қабілеті жоғары, болашағы зор дәнді дақыл. Дегенмен, тритикале дәнінің ұнды өңдеуге технологиялық жарамдылығы егжей-тегжейлі зерттеуді қажет етеді. Бұл зерттеудің мақсаты – қазақстандық селекцияның тритикале дәнінің фракциялық құрамы мен оның негізгі ұн тарту сипаттамалары (күлділігі, ақтығы, ұн шығымы) арасындағы байланысты анықтау. Жұмыс шеңберінде астықтың елеушілік талдауы, көлемі бойынша фракциялардың жіктелуі (2,8 × 20 мм, 2,5 × 20 мм, 2,2 × 20 мм, 2,0 × 20 мм және одан аз), сонымен қатар ұн тарту көрсеткіштерін зертханалық анықтау жүргізілді. Корреляциялық және регрессиялық талдаулар жүргізілді, бұл жеке фракциялардың құрамы мен ұн сапасы арасындағы тұрақты байланыстарды анықтауға мүмкіндік берді. Ірі фракциялардың (2,8×20 мм және 2,5×20 мм) үлес салмағының артуы күлділіктің азаюымен және

ұнның ақтығының жоғарылауымен қатар жүретіні анықталды. Керісінше, орташа фракциялар үлесінің артуы (2,0×20 мм және 2,2×20 мм) сапа көрсеткіштерінің нашарлауымен корреляцияланады. Ең маңызды тәуелділіктер дәnnің морфологиялық құрамының оның өңделу қабілетіне әсерін растайтын сызықтық регрессия теңдеулерімен берілген. Жұмыстың ғылыми маңыздылығы ұн тарту мақсатында тритикале дәnnің бағалау критерийлерін нақтылауда, ал практикалық маңыздылығы алынған мәліметтерді шикізатты сұрыптау мен стандарттауда, сонымен қатар селекцияда пайдалану мүмкіндігінде. Зерттеу дәnnді дақылдардың сапасын бағалау технологияларын дамытуға ықпал етеді және қолданбалы және ғылыми мақсаттарда қолданылуы мүмкін.

Негізгі сөздер: тритикале, фракциялық құрам, елеуіштік талдау, фрезерлік қасиеттер, күлділік, ақтық, регрессия.

FRACTIONAL COMPOSITION OF KAZAKHSTAN-BREED TRITICALE GRAIN AS A FACTOR IN THE FORMATION OF ITS FLOUR-MILLING PROPERTIES

N. ONGARBAYEVA, A.I. IZTAYEV, T.K. KULAZHANOV, M.A. YAKIYAYEVA*,
A.T. KIYABAYEVA, SH.A. TURSUNBAYEVA

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, st. Tole bi, 100)

Email of the corresponding author: yamadina88@mail.ru*

Triticale is a promising grain crop for the agricultural sector of Kazakhstan, with high productivity and adaptability. However, the technological suitability of triticale grain for flour processing requires detailed study. The purpose of this study is to establish the relationship between the fractional composition of triticale grain of Kazakhstan selection and its main flour-milling characteristics (ash content, whiteness, flour yield). As part of the work, a sieve analysis of grain, classification of fractions by size (2.8 × 20 mm, 2.5 × 20 mm, 2.2 × 20 mm, 2.0 × 20 mm and less), as well as laboratory determination of flour-milling indicators were carried out. Correlation and regression analyses were performed, which made it possible to identify stable relationships between the content of individual fractions and the quality of flour. It was found that an increase in the proportion of large fractions (2.8×20 mm and 2.5×20 mm) is accompanied by a decrease in ash content and an increase in flour whiteness. On the contrary, an increase in the proportion of medium fractions (2.0×20 mm and 2.2×20 mm) correlates with a deterioration in quality indicators. The most significant dependencies are presented by linear regression equations confirming the influence of the morphological composition of grain on its processability. The scientific significance of the work lies in clarifying the criteria for assessing triticale grain for milling purposes, and the practical significance lies in the possibility of using the obtained data in sorting and standardizing raw materials, as well as in selection. The study contributes to the development of technologies for assessing the quality of grain crops and can be used for applied and scientific purposes.

Keywords: triticale, fractional composition, sieve analysis, milling properties, ash content, whiteness, regression.

Введение

В условиях нарастающей потребности в адаптивных и высокопродуктивных зерновых культурах особое внимание уделяется тритикале — межродовому гибриду пшеницы (*Triticum aestivum*) и ржи (*Secale cereale*), обладающему высоким агроэкологическим потенциалом, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и широким спектром использования в пищевой, кормовой и технической отраслях [1, 2]. Благодаря сочетанию высоких показателей урожайности и устойчивости к засухе, кислотным и щелочным почвам,

тритикале становится перспективной культурой для возделывания в различных природно-климатических зонах, включая засушливые и рискованные земледельческие регионы Казахстана [3, 4].

В Казахстане селекционная работа по созданию сортов тритикале ведётся с середины XX века и по сей день активно продолжается в рамках государственных и отраслевых научно-исследовательских программ. Ведущим учреждением в этой области является Казахский научно-исследовательский институт земледелия и

растениеводства (КазНИИЗиР), где разрабатываются и внедряются новые сорта зерновых культур, адаптированных к разнообразным агроэкологическим условиям страны [5, 6]. Результаты многолетней селекции и адаптационных испытаний регулярно включаются в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан. Современные сорта тритикале демонстрируют устойчивость к основным биотическим и абиотическим стрессам, хорошую выровненность зерна и улучшенные технологические свойства [7, 8].

В современных условиях важной задачей остаётся не только создание новых сортов, но и комплексная оценка их технологической пригодности, особенно в аспекте переработки на муку [9, 10]. Одним из ключевых параметров, определяющих качество помола и выход целевых продуктов, является фракционный состав зерна — распределение по размерам и массе зерновок в партии [11, 12]. Он оказывает значительное влияние на эффективность помольного процесса, выход и качество муки, её зольность, гранулометрический состав, а также на энергозатраты при переработке [13, 14].

Фракционный анализ зерна позволяет не только определить технологическую однородность партий, но и служит объективным критерием при сравнительной оценке сортов в рамках селекционного отбора. Сорта, зерно которых характеризуется преимущественно крупной и выровненной фракцией, как правило, обеспечивают более стабильный и качественный выход муки [15-17]. В связи с этим изучение фракционного состава тритикале казахстанской селекции представляет собой актуальное направление, способствующее научному обоснованию сортовой политики и повышению эффективности мукомольного производства в республике.

Актуальными остаются вопросы, связанные с выяснением закономерностей формирования фракционного состава с определением степени однородности фракций в пределах одного сорта, а также с выявлением наиболее информативных методов оценки этого показателя применительно к зерну тритикале. Несмотря на наличие отдельных публикаций, комплексное изучение фракционного состава тритикале казахстанской селекции, особенно в контексте его переработки на муку для хлебопечения, остаётся недостаточным. Это

затрудняет объективную оценку технологического потенциала зерна и ограничивает возможности целенаправленного использования сортов с благоприятной структурой зерна.

В связи с этим изучение фракционного состава сортообразцов тритикале представляется важным как с теоретической, так и с практической точки зрения, поскольку позволяет повысить эффективность сортовой селекции, а также обоснованно подходить к выбору зерна, наиболее пригодного для мукомольной переработки и последующего хлебопекарного использования.

Целью настоящего исследования является установление взаимосвязей между фракционным составом зерна тритикале казахстанской селекции и его мукомольными свойствами для оценки технологической пригодности зерна к переработке.

Задачи исследования:

- изучить фракционный состав зерна сортов тритикале, отобранных для оценки их технологических свойств при мукомольной переработке;
- установить соотношение крупных, средних и мелких фракций, а также оценить их однородность в пределах каждого сортообразца;
- определить влияние фракционного состава на выход муки, её зольность и степень помола;
- выявить сортовые особенности, обуславливающие различия в распределении зерновых фракций;
- оценить информативность методов анализа фракционного состава применительно к зерну тритикале.

Научная новизна исследования заключается в комплексном анализе фракционного состава зерна тритикале с установлением зависимостей между параметрами фракционного распределения и показателями его мукомольных свойств.

Практическая значимость работы состоит в возможности использования полученных данных для обоснованного выбора сортов тритикале, наиболее целесообразных для конкретных направлений переработки, а также для оптимизации технологических режимов на мукомольных предприятиях.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования служили сортообразцы тритикале казахстанской селекции – Таза, Азиада и Кожа, районированные в южных регионах Республики Казахстан и включённые в Государственный реестр селекционных

достижений. Образцы отбирали с учётом их потенциальной пригодности для переработки в муку. Зерно отбирали с соблюдением требований репрезентативности, очищали от примесей и сортировали перед анализом.

Фракционный состав определяли методом ситового анализа с использованием лабораторных сит с размером ячеек от 3,0 до 1,4 мм, включая поддон. Просеивание проводили на лабораторном вибростите; масса фракций выражалась в процентах от общей навески.

Оценку технологических свойств зерна проводили по стандартным методикам. Помол выполняли на мельничной установке МЛУ-202; выход муки определяли по массе готового продукта. Зольность муки устанавливали согласно ГОСТ 9404-88 с применением муфельной печи. Белизну муки определяли по ГОСТ 26361-201, Мука. Методы определения белизны.

Обработка экспериментальных данных проводилась методами вариационной статистики. Для выявления зависимостей между фракционным составом зерна и технологическими показателями применяли корреляционный анализ и графическую интерпретацию результатов.

Результаты и их обсуждение

На начальном этапе проведена оценка исходных технологических свойств зерна сортов тритикале, отобранных для последующего фракционного анализа. Изученные показатели характеризуют мукомольную пригодность сырья и отражают сортовые различия, влияющие на эффективность переработки. Оценка выполнена по стандартным методикам лабораторного помола и химического анализа. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные физико-химические и технологические показатели зерна сортообразцов тритикале

Показатель	№1	№2	№3
Физические характеристики			
Масса 1000 зерен, г	37,8	35,6	35,4
Натура, г/л	629	612	614
Общая стекловидность, %	62	54	38
Выравненность, %	80,2	69,9	65,3
Крупность, % (сход сита 2,5×20)	97,0	75,1	68,4
Проход 2,0×20/ сход 1,8×20, %	0,5	0,4	0,4
Химические характеристики (содержание, % на СВ)			
Клейковина, % /ИДК	26,6/85	21,1/84	16,4/95
Белок	14,5	12,5	12,2
Крахмал	54,0	55,0	53,7
Сахаров	5,0	4,8	4,2
Клетчатка	8,8	9,8	9,0
Жир	4,4	7,7	5,7
Зола	2,02	2,01	2,09

Примечание: № 1 – образец сорта Таза; № 2 – образец сорта Азиада; № 3 – образец сорта Кожа.

В таблице 1 представлены результаты оценки физико-химических характеристик зерна трёх сортообразцов тритикале: №1 – Таза, №2 – Азиада, №3 – Кожа. Приведены данные по массе

1000 зерен, натуре, стекловидности, выравненности, крупности, а также химическому составу. Крупность характеризует долю крупнозерновой фракции, прошедшей через сито

2,5×20 мм, а выравненность – однородность зерна по размеру. Эти показатели влияют на формирование фракционного состава, предопределяя преобладание определённых фракций при просеивании. Более крупное и выравненное зерно, как правило, обеспечивает больший выход муки и ниже зольность за счёт уменьшения доли оболочек.

В соответствии с задачей исследования, представленной в первом разделе, проведено изучение фракционного состава зерна тритикале отобранных сортов. Результаты ситового анализа отражены в таблице 2.

Таблица 2. Распределение зерна тритикале по фракциям крупности (остаток на ситах), %

Номера сит (диаметр отверстий, мм)	Сорта тритикале		
	Таза	Азиада	Кожа
3,0 × 20	6,92	7,50	7,75
2,8 × 20	40,25	22,76	15,32
2,5 × 20	34,03	46,61	28,44
2,2 × 20	12,97	15,87	29,49
2,0 × 20	4,25	6,51	17,46
1,7 × 20	0,62	0,66	0,54
1,4 × 20	0,27	0,38	0,37
Поддон	0,20	0,22	0,14

Результаты ситового анализа (табл. 2) выявили различия в распределении зерна по фракциям крупности в зависимости от сорта. У сорта Таза преобладали фракции, представленные остатками на ситах 3,0×20 и 2,8×20 (в сумме 47,17%), при наличии выраженной доли фракции выше средней крупности — 2,5×20 (34,03%), что свидетельствует о преобладании крупного зерна. У сорта Азиада основная масса распределена между фракциями выше средней (46,61%) и крупной (30,26%). Для сорта Кожа характерна доминирующая доля средней фракции (46,95%) при меньших значениях крупной (23,07%) и выше средней (28,44%).

Мелкие фракции во всех сортах составляют менее 1,3%, что указывает на хорошую выполненность зерна исследуемых сортов тритикале. Различия в распределении по фракциям создают предпосылки для варьирования выхода и

зольности муки, а также влияют на эффективность переработки зерна.

Визуальное представление соотношения крупной, выше средней, средней и мелкой фракций по сортам тритикале представлено на рисунке 1.

Гистограмма (рис. 1) иллюстрирует различия в распределении фракций по крупности у сортов тритикале. Сорт Таза характеризуется преобладанием фракций более крупных частиц, совокупная доля которых превышает 77%. У Азиады основное зерно сосредоточено в зонах выше средней и средней крупности, с меньшим содержанием крупных частиц. Для сорта Кожа наиболее выражена средняя фракция, при относительно сбалансированном участии крупных и выше средних фракций. Незначительное количество мелких частиц (менее 1,3%) во всех образцах указывает на хорошую выполненность зерна и низкое содержание оболочечных включений.

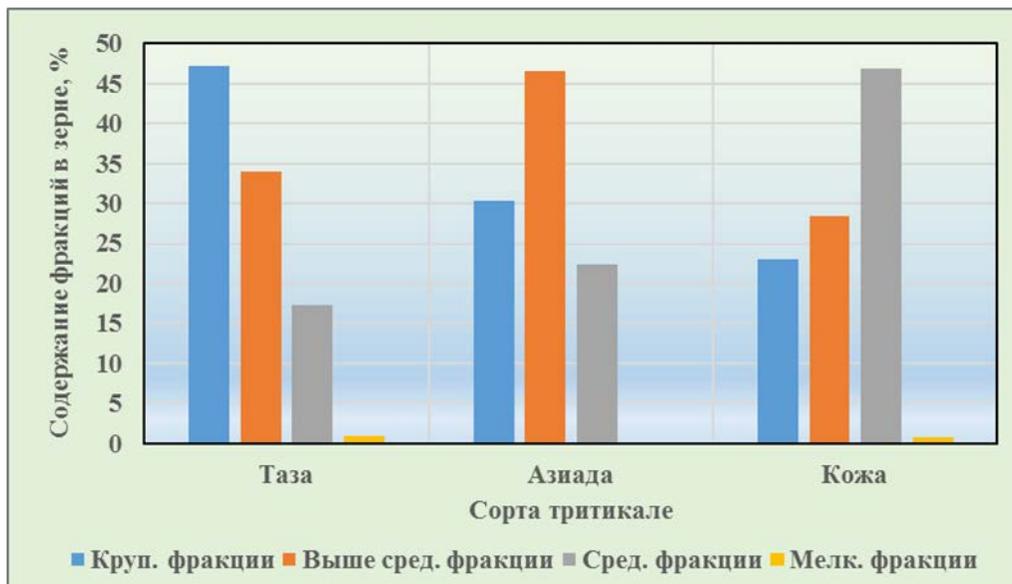


Рисунок 1. Соотношение фракций различной крупности в зерне сортов тритикале

После анализа соотношения фракций (рис. 1) проведена оценка степени изменчивости их содержания в сортообразцах. Для этого использован коэффициент вариации (CV) – относительный показатель разброса, рассчитываемый как отношение стандартного отклонения к среднему значению и выражаемый в процентах. Он позволяет количественно оценить однородность фракционного состава: чем ниже значение CV, тем выше стабильность размера частиц внутри сорта. Напротив, более высокие

значения указывают на неравномерность распределения, что может отрицательно сказываться на равномерности помола и технологических свойствах муки. Результаты расчётов приведены в таблице 3. Кроме того, для наглядного представления вариабельности фракций был построен график (рис. 2), отражающий значения коэффициента вариации по ситам в разрезе сортов.

Таблица 3. Коэффициенты вариации фракций зерна тритикале по результатам ситового анализа, %

Номера сит (диаметр отверстий, мм)	Сорта тритикале		
	Таза	Азиада	Кожа
3,0 × 20	30,1	14,1	40,4
2,8 × 20	32,4	60,3	71,4
2,5 × 20	44,2	28,1	38,3
2,2 × 20	8,6	18,0	30,6
2,0 × 20	72,9	37,7	46,5
1,7 × 20	38,7	25,5	11,6
1,4 × 20	44,4	60,2	98,7
Поддон	81,4	77,3	52,4



Рисунок 2. Коэффициенты вариации фракционного состава зерна сортов тритикале

Рисунок 2 демонстрирует изменчивость распределения фракций по ситам в разрезе сортов тритикале на основе коэффициента вариации. Установлено, что наибольшая стабильность содержания наблюдается в среднеразмерных фракциях (2,5×20 и 2,2×20 мм), где значения CV минимальны, особенно у сорта Азиада. Наибольшие колебания зафиксированы в мелких и крайних фракциях (1,4×20 и поддон), что указывает на их наименьшую однородность. У сорта Кожа отмечена высокая вариабельность почти по всем фракциям, в то время как Азиада демонстрирует наиболее устойчивое распределение. Эти различия отражают степень

фракционной однородности зерна и подтверждают сортовую специфику, важную для прогноза перерабатываемости.

С целью установления взаимосвязи между фракционным составом зерна и его мукомольными свойствами проведены лабораторные помолы опытных сортообразцов тритикале. Наряду с определением выхода муки, оценивались её качественные характеристики, включая зольность, степень белизны, а также содержание и качества сырой клейковины. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4. Мукомольные характеристики исследуемых сортообразцов тритикале

Сорта тритикале	Выход муки, %	Выход отрубей, %	Белизна, ед. пр.	Зольность, %	Клейковина % / ИДК
Таза	69,1	29,0	49,5	0,78	26,8/88
Азиада	68,6	29,2	48,8	0,95	21,2/93
Кожа	68,2	29,0	46,5	1,04	16,6/101

Анализ мукомольных характеристик исследуемых сортов тритикале (табл. 4) показал, что сорта Таза, Азиада и Кожа имеют сопоставимые значения выхода муки, варьирующие в пределах 68,2– 69,1%. Зольность муки возрастает от сорта

Таза (0,78%) к сорту Кожа (1,04%), отражая увеличение доли оболочечных частиц в продукте. Белизна муки снижалась по тому же направлению, достигая наименьшего значения у сорта Кожа (46,5 ед. пр.). Показатели клейковины также

демонстрировали сортовые различия: от 26,8% и ИДК 88 у сорта Таза до 16,6% и ИДК 101 у сорта Кожа, что свидетельствует об уменьшении содержания и ухудшении качества клейковины по этому ряду. Полученные данные позволяют оценить технологическую направленность каждого сорта и их пригодность для получения муки различного назначения.

Анализ выявил тесные корреляционные связи между содержанием отдельных фракций зерна тритикале и мукомольными характеристиками. Классификация фракций по крупности проводилась на основе ситового анализа, аналогичного принятому для мягкой пшеницы: к крупным отнесён сход сита 2,8×20 мм и 2,5×20 мм; к средним – 2,2×20 мм; к мелким – 1,7×20 мм и ниже.

Установлено, что увеличение доли схода фракций 2,8×20 мм и 2,5×20 мм сопровождается снижением зольности и повышением белизны муки, что отражает лучшую выполненность зерна. В то же время увеличение доли схода фракций 2,0×20 мм и 2,2×20 мм связано с повышением зольности и снижением белизны.

Наиболее значимые зависимости установлены при помощи линейной регрессии:

1. Зависимость зольности от схода фракции 2,8×20 мм:

$$Y_{\text{зольн.}} = -0,013 \cdot X_{2,8 \times 20} + 1,32$$

2. Зависимость выхода муки от схода фракции 2,0×20 мм:

$$Y_{\text{выход}} = -0,068 \cdot X_{2,0 \times 20} + 69,5$$

3. Зависимость белизны муки от схода фракции 2,2×20 мм:

$$Y_{\text{белизна}} = -0,11 \cdot X_{2,2 \times 20} + 51,9$$

Полученные зависимости подтверждают влияние фракционного состава зерна на мукомольные характеристики и подчёркивают его значимость при оценке технологической пригодности зерна к переработке.

Заключение. выводы

Целью настоящего исследования было установление влияния фракционного состава зерна тритикале казахстанской селекции на его мукомольные характеристики, такие как зольность, белизна и выход муки. Для достижения поставленной цели применялись методы ситового анализа для фракционирования зерна по размеру частиц, лабораторные методы определения мукомольных показателей, а также корреляционный и регрессионный анализы для выявления взаимосвязей между переменными.

В результате исследования установлены сортовые различия в распределении фракций зерна тритикале, определена степень их однородности и вариабельности. Анализ показал наличие устойчивых корреляционных связей между содержанием отдельных фракций и мукомольными характеристиками. Увеличение доли крупных фракций (2,8×20 мм и 2,5×20 мм) коррелирует с улучшением качества муки — снижением зольности и повышением белизны. В то же время увеличение доли средних фракций (2,0×20 мм и 2,2×20 мм) сопровождается снижением белизны и ростом зольности. Полученные регрессионные зависимости количественно подтверждают значимость морфологического состава зерна как одного из ключевых факторов его технологической пригодности.

Таким образом, результаты работы подтверждают гипотезу о том, что фракционный состав зерна тритикале оказывает существенное влияние на его перерабатываемость в муку. Это знание расширяет научное представление о показателях качества зерновых культур и может быть использовано как в агрономии и зерновой селекции, так и в мукомольной промышленности для оценки и сортировки сырья.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования полученных данных при селекционной оценке сортов тритикале, разработке стандартов качества и оптимизации процессов переработки. Внедрение результатов позволит повысить экономическую эффективность переработки зерна за счёт рационального отбора сортов и улучшения качества муки.

В дальнейшем перспективными направлениями исследований являются изучение влияния агротехнологических условий на фракционный состав зерна тритикале, расширение выборки по сортам, а также разработка моделей прогнозирования мукомольных свойств на основе морфологического профиля зерна.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Исследование проведено в рамках научно-технической программы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан № BR22886613 «Разработка инновационных технологий по переработке и хранению сельскохозяйственной растениеводческой продукции и сырья» (проект

№9-2024/2026 «Разработка инновационной технологии хранения и переработки различных сортов тритикале в высокоэффективную продукцию зерноперерабатывающей отрасли»).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уразалиев Р. А., Айнабекова Б. А. Селекция сортов озимого тритикале для юга и юго-востока Казахстана // Достижения и перспективы развития аграрной науки в области земледелия и растениеводства: сб. пленар. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию КазНИИЗиР. В 2 т. – Т. 2, 2014. – С. 410–412.

2. Кузнецова И. А., Никитина С. В. Мукомольные свойства озимых сортов зерна тритикале // Известия вузов. Пищевая технология. – 2020 – № 5. – С. 45–49.

3. Нурмагамбетова Г. С., Баймуханова А. Р., Мусина Ж. Т. Технологические свойства зерна тритикале казахстанской селекции продовольственного назначения // Вестник КазНАУ. – 2021. – № 3. – С. 92–98.

4. Гришина Н. Г., Лукьяненко Г. А. Мукомольные достоинства зерна тритикале // Научные труды ВНИИЗ. – 2018. – № 2(14). – С. 22–26.

5. Dżiki, D., Hassoon, W. H., Kramek, A., & Krajewska, A. Grinding Characteristics of New Varieties of Winter Triticale Grain. Processes, 2023. – 11(5). – 1477. <https://doi.org/10.3390/pr11051477>.

6. Dżiki D., Gawlik-Dżiki U., Różyło R. Effect of the size of triticale kernel on milling energy consumption, flour yield and granulometric composition of flour // Powder Technology. – 2017. – Vol. 320. – P. 482–488. https://www.researchgate.net/publication/313478543_Effect_of_the_size_of_triticale_kernel_on_milling_energy_consumption_flour_yield_and_granulometric_composition_of_flour

7. ГОСТ 26361–2010. Мука. Методы определения белизны. – Взамен ГОСТ 26361–84. – М.: Стандартинформ, 2011. – 7 с.

8. Kandrov, R. K. Influence of the Ratio of Triticale-Rye Grain Grinding Mixture on the Grain-Forming Ability and Yield of Triticale-Rye Flour. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research, 2022. – 44(3). <https://doi.org/10.26717/bjstr.2022.44.007046>

9. Kryuchenko, E. V., Chernukha, I. M., Kuzlyakina, Y. A., & Zamula, V. S. Detection of unlabelled gluten in meat products and gluten-free flour by PCR and ELISA methods. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. – 854(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/854/1/012047>

10. Кандроков Р.Х., Панкратов Г.Н., Рындин А.А., Конорев П.М. Мукомольные свойства озимых сортов зерна тритикале. Хранение и переработка сельхозсырья, 2021. – №2. – С. 38-51. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.145>

11. Kandrov, R. H., & Pankratov, G. N. Development of an efficient technological scheme for

processing graintriticale in bakery flour. Rossiiskaia Selskokhoziaistvennaia Nauka, 2019. – 1(1). – С.62–65. <https://doi.org/10.31857/s2500-26272019162-65>

12. Погонец Е. В. Технологические достоинства зерна тритикале продовольственного назначения и разработка направлений его использования: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01 / Е. В. Погонец. – Уфа, 2015. – 24 с.

13. Жанабаева К.К., Онгарбаева Н.О., Рукшан Л.В., Есеева Г.К., Смолякова В.Л. Особенности технологических свойств зерна тритикале казахстанской селекции // Журнал инженерных и прикладных наук. – 2018. – Т. 13. – С. 8292–8299.

14. Горянина Т. А., Макушин А. Н. Качество зерна сортов озимого тритикале селекции Самарского НИИ сельского хозяйства // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 7. – С. 4–8. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp4-8.

15. Жанабаева К. К., Онгарбаева Н. О., Рукшан Л. В. Исследование гранулометрического состава и качества муки из тритикале казахстанской селекции. – М.: МГУП, 2018. – 28 с.

16. Онгарбаева Н. О., Жанабаева К. К., Рукшан Л. В. Представляем тритикале казахстанской селекции. – ББК 31.19(4Бен) 43, 2018. — 146 с.

17. Zhanabayeva K., Zhamalova D., Ruchkina G. [et al.] Biochemical characteristics of triticale flour formed from separate fractions on grinding grain of Kazakhstan selection // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2020. – Vol. 12, № 6. – P. 709–711. DOI: 10.5373/JARDCS/V12I6/S20201084

REFERENCES

1. Urazaliev R. A., Ainabekova B. A. Seleksiya sortov ozimogo tritikale dlya yuga i yugo-vostoka Kazakhstan [Breeding of winter triticale varieties for the south and southeast of Kazakhstan] // Dostizheniya i perspektivy razvitiya agrarnoi nauki v oblasti zemledeliya i rastenievodstva: sb. plenar. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoi 80-letiyu KazNIIZiR. V 2 t. – Т. 2, 2014. – S. 410–412. (In Russian)

2. Kuznetsova I. A., Nikitina S. V. Mukomol'nye svoystva ozimyykh sortov zerna tritikale [Flour-milling properties of winter varieties of triticale grain] // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2020 – № 5. – S. 45–49. (In Russian)

3. Nurmagambetova G. S., Baimukhanova A. R., Musina Zh. T. Tekhnologicheskie svoystva zerna tritikale kazakhstanskoi seleksii prodovol'stvennogo naznacheniya [Technological properties of triticale grain of Kazakhstan selection for food purposes] // Vestnik KazNAU. – 2021. – № 3. – S. 92–98. (In Russian)

4. Grishina N. G., Luk'yanenko G. A. Mukomol'nye dostoinstva zerna tritikale [Flour-milling qualities of triticale grain] // Nauchnye trudy VNIIZ. – 2018. – № 2(14). – S. 22–26. (In Russian)

5. Dziki, D., Hassoon, W. H., Kramek, A., & Krajewska, A. Grinding Characteristics of New Varieties of Winter Triticale Grain. *Processes*, 2023. – 11(5). – 1477. <https://doi.org/10.3390/pr11051477>.

6. Dziki D., Gawlik-Dziki U., Różyło R. Effect of the size of triticale kernel on milling energy consumption, flour yield and granulometric composition of flour // *Powder Technology*. – 2017. – Vol. 320. – P. 482–488. https://www.researchgate.net/publication/313478543_Effect_of_the_size_of_triticale_kernel_on_milling_energy_consumption_flour_yield_and_granulometric_composition_of_flour

7. GOST 26361–2010. Muka. Metody opredeleniya belizny [Flour. Methods for determining whiteness]. – Vzamen GOST 26361–84. – M.: Standartinform, 2011. – 7 s. (In Russian)

8. Kandrov, R. K. Influence of the Ratio of Triticale-Rye Grain Grinding Mixture on the Grain-Forming Ability and Yield of Triticale-Rye Flour. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 2022. – 44(3). <https://doi.org/10.26717/bjstr.2022.44.007046>

9. Kryuchenko, E. V., Chernukha, I. M., Kuzlyakina, Y. A., & Zamula, V. S. Detection of unlabelled gluten in meat products and gluten-free flour by PCR and ELISA methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021. – 854(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/854/1/012047>

10. Kandrov R.Kh., Pankratov G.N., Ryndin A.A., Konorev P.M. Mukomol'nye svoystva ozimyykh sortov zerna tritikale [Flour-milling properties of winter triticale grain varieties]. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*, 2021. – №2. – S. 38-51. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.145> (In Russian)

11. Kandrov, R. H., & Pankratov, G. N. Development of an efficient technological scheme for processing graintriticale in bakery flour. *Rossiiskaia Selskokhoziaistvennaia Nauka*, 2019. – 1(1). – S.62–65. <https://doi.org/10.31857/s2500-26272019162-65>

12. Pogonets E. V. Tekhnologicheskie dostoinstva zerna tritikale prodovol'stvennogo naznacheniya i razrabotka napravlenii ego ispol'zovaniya: avtoref. dis. kand. tekhn. Nauk [Technological advantages of triticale grain for food purposes and development of directions for its use: author's abstract. diss. candidate of technical sciences]: 05.18.01 / E. V. Pogonets. – Ufa, 2015. – 24 s. (In Russian)

13. Zhanabaeva K.K., Ongarbaeva N.O., Rukshan L.V., Eseeva G.K., Smolyakova V.L. Osobennosti tekhnologicheskikh svoystv zerna tritikale kazakhstanskoi selektsii [Features of technological properties of triticale grain of Kazakhstan selection] // *Zhurnal inzhenernykh i prikladnykh nauk*. – 2018. – T.13. – S.8292–8299. (In Russian)

14. Goryanina T. A., Makushin A. N. Kachestvo zerna sortov ozimogo tritikale selektsii Samarskogo NII sel'skogo khozyaistva [Grain quality of winter triticale varieties bred by the Samara Research Institute of Agriculture] // *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. – 2021. – № 7. – S. 4–8. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp4-8. (In Russian)

15. Zhanabaeva K. K., Ongarbaeva N. O., Rukshan L. V. Issledovanie granulometricheskogo sostava i kachestva muki iz tritikala kazakhstanskoi selektsii [Study of granulometric composition and quality of flour from triticale of Kazakhstan selection]. – M.: MGUP, 2018. – 28 s. (In Russian)

16. Ongarbaeva N. O., Zhanabaeva K. K., Rukshan L. V. Predstavlyaem tritikale kazakhstanskoi selektsii [Introducing triticale of Kazakhstan selection]. – BBK 31.19(4Bei)43, 2018. — 146 s. (In Russian)

17. Zhanabayeva K., Zhamalova D., Ruchkina G. [et al.] Biochemical characteristics of triticale flour formed from separate fractions on grinding grain of Kazakhstan selection // *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. – 2020. – Vol. 12, № 6. – P. 709–711. DOI: 10.5373/JARDCS/V12I6/S20201084