

УДК 633.111.1:631.526.325

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-398-09-125-133

Данил Ф. Асхадуллин ✉

Дамир Ф. Асхадуллин

Н.З. Василова

Е.С. Кириллова

Г.Р. Саубанова

Г.Р. Гайфуллина

И.И. Хусаинова

М.Р. Тазутдинова

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Казань, Россия

✉ trulik@ya.ru

Поступила в редакцию: 17.06.2025

Одобрена после рецензирования: 13.08.2025

Принята к публикации: 28.08.2025

© Асхадуллин Данил Ф.,
Асхадуллин Дамир Ф., Василова Н.З.,
Кириллова Е.С., Саубанова Г.Р.,
Гайфуллина Г.Р., Хусаинова И.И.,
Тазутдинова М.Р.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-398-09-125-133

Danil F. Askhadullin ✉

Damir F. Askhadullin

Nurania Z. Vasilova

Elena S. Kirillova

Gulnara R. Saubanova

Gulnar R. Gaifullina

Ilsina I. Khusainova

Mukhabbat R. Tazutdinova

Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia

✉ trulik@ya.ru

Received by the editorial office: 17.06.2025

Accepted in revised: 13.08.2025

Accepted for publication: 28.08.2025

© Askhadullin Danil F., Askhadullin Damir F.,
Vasilova N.Z., Kirillova E.S., Saubanova G.R.,
Gaifullina G.R., Khusainova I.I., Tazutdinova M.R.

Качество сортов яровой мягкой пшеницы для изготовления хлеба из цельнозерновой муки

РЕЗЮМЕ

Ввиду благоприятного влияния на здоровье человека потребление цельнозерновых продуктов, в частности пшеничного хлеба из обойной муки, была поставлена цель оценить качество сортов и линий яровой мягкой пшеницы, в том числе фиолетовозерных, созданных в ФИЦ КазНЦ РАН для производства цельнозернового хлеба. Были изучены показатели зерна (содержание белка и клейковины, ее качество, натура, стекловидность), реологические свойства теста (фаринограф, альвеограф), амилографические характеристики муки и хлебопекарные качества. Результаты показали, что большинство сортов соответствуют 3-му классу качества, при этом выделяются сорт Хазинэ и фиолетовозерная линия Кк-21-09-6 с высоким содержанием белка и клейковины. Реологические параметры теста, полученного из цельнозерновой муки, измеренные фаринографом и альвеографом, выявили достоверные различия у отдельных образцов по показателям: ВПС, энергия деформации теста, максимальное избыточное давление, среднее значение абсциссы при разрыве. Амилографический анализ выявил значительные различия в вязкости крахмального клейстера: у Хазинэ она максимальна (860 е. а.), а у Кк-21-09-6 — крайне низка (115 е. а.), что может указывать на повышенную ферментативную активность последней. Хлебопекарные испытания продемонстрировали, что лучшие объем и качество хлеба характерны для сортов Надир и Хазинэ, несмотря на различия в реологических свойствах теста у этих образцов. Корреляционный анализ подтвердил слабую связь между традиционными реологическими тестами и конечным качеством хлеба, выпеченного по ГОСТ 27669-88, что подчеркивает необходимость разработки специализированных методов хлебопекарной оценки для цельнозерновой муки.

Ключевые слова: цельнозерновая мука, пшеница, сорт, окрашенная зерновка, реологические свойства теста, качество зерна, вязкость

Для цитирования: Асхадуллин Данил Ф. и др. Качество сортов яровой мягкой пшеницы для изготовления хлеба из цельнозерновой муки. *Аграрная наука*. 2025; 398(09): 125–133.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-398-09-125-133>

The quality of spring common wheat varieties for making bread from whole grain flour

ABSTRACT

The article presents the results of a quality study of spring common wheat varieties and lines, including purple-grained forms, for the production of whole-grain bread. In view of the beneficial effect on human health of the consumption of whole-grain products, in particular wheat bread made from wallpaper flour, we set the goal to evaluate the quality of spring common wheat varieties and lines, including purple-grained ones, created at FRC Kazan Scientific Center RAS for the production of whole-grain bread. Grain parameters (protein and gluten content, its quality, hectolitre weight, vitreousness), rheological properties of dough (farinograph, alveograph), amylographic characteristics of flour and baking qualities were studied. The results showed that most of the varieties correspond to the 3rd quality class, while the Khazine variety and the purple line of the Kk-21-09-6 high in protein and gluten. Rheological parameters of the dough obtained from whole grain flour, measured by a pharynograph and an alveograph, revealed significant differences in individual samples in terms of indicators: the water absorption, the deformation energy (W), the maximum overpressure (P), the average abscissa to rupture (L). Amylographic analysis revealed significant differences in the viscosity of starch paste: in Khazine it is maximum (860 units), and in Kk-21-09-6 — it is extremely low (115 e. a.), which may indicate increased enzymatic activity of the latter. Baking tests have shown that the best volume and quality of bread are typical for Nadira and Khazine varieties, despite the differences in the rheological properties of the dough in these samples. Correlation analysis confirmed a weak relationship between traditional rheological tests and the final quality of bread baked according to standard GOST 27669-88, which underlines the need to develop specialized baking evaluation methods for whole grain flour.

Key words: whole grain flour, wheat, grade, purple seeds, rheological properties of dough, grain quality, viscosity

For citation: Askhadullin Danil F. *et al.* The quality of spring common wheat varieties for making bread from whole grain flour. *Agrarian science*. 2025; 398(09): 125–133 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-398-09-125-133>

Введение/Introduction

Связь между потреблением цельнозерновых продуктов и снижением риска ряда заболеваний установлена в обширных клинических исследованиях и их метаанализах. Более высокое потребление цельнозерновых продуктов, приводит к снижению риска развития диабета 2-го типа [1, 2]. Кроме того, потребление цельнозерновых продуктов оказывает благотворное влияние на метаболизм глюкозы у пациентов с сахарным диабетом [3].

Потребление цельного зерна связано со снижением риска рака органов пищеварительного тракта [4, 5]. Потребление продуктов из цельнозерновой муки по сравнению с продуктами из сеянной муки значительно влияет на субъективный аппетит и частично объясняет обратную связь между потреблением пищи из цельнозерновой муки и риском избыточного веса и ожирения [6–8].

Метаанализ, проведенный Swaminathan S. и соавт. на основании 34 клинических исследований, показал, что потребление цельнозерновых продуктов не оказывает отрицательного влияния на здоровье человека. В то же время более высокое потребление зерна, лишенного оболочек, связано с более высоким риском общей смертности и серьезных сердечно-сосудистых событий [9]. На основании систематического обзора были сделаны выводы, что большее потребление цельнозерновых продуктов связано с улучшением настроения и снижением тревожности у людей [10].

Эти исследования еще раз подтверждают важность потребления цельнозерновых продуктов для профилактики заболеваний. Благоприятные свойства потребления цельнозерновых продуктов связывают с высоким уровнем пищевых волокон, биоактивных фенольных соединений, антиоксидантов, витаминов и минералов благодаря включению отрубей и зародышей [11].

Еще одним важным компонентом зерна у некоторых сортов пшеницы являются антоцианы^{1,2} [12, 13], содержащиеся в перикарпии и алейроновом слое зерновки. Адекватное ежедневное потребление антоцианов может обеспечить защиту от многочисленных заболеваний и расстройств, особенно нейродегенеративных и сердечно-сосудистых заболеваний [14]. Богатая антоцианами пшеница может быть использована в качестве перспективного источника функционального питания на ранних стадиях нейродегенеративных заболеваний [15]. В то же время при выпечке хлеба большая часть антоцианов теряется [16, 17].

Антоцианы содержатся в зерне и цельнозерновой муке в так называемых фиолетово-, голубо- и чернозерных сортах пшеницы. У фиолетовозерной пшеницы антоцианы накапливаются в перикарпии зерновки, у голубозерной — синтезируются

в алейроновом слое зерновки, у чернозерной — одновременно в перикарпии и алейроновом слое [18].

Основным цельнозерновым продуктом, получаемым из пшеницы, является хлеб, изготавливаемый из обойной (цельнозерновой) муки. Потребительское восприятие цельнозернового хлеба низкое по сравнению с белым хлебом, что связано с более низкими органолептическими характеристиками.

Для улучшения характеристик цельнозернового хлеба используется ряд приемов, связанных с подготовкой и помолом зерна, используемых заквасок и рецептуры, тестоведения и выпечки [19–23]. Имеются сведения о влиянии сорта пшеницы на качество цельнозернового хлеба и неоднозначной связи реологических свойств теста и качества хлеба у разных сортов пшеницы, изготовленного из муки, подвергнутой обработке на вальцовых мельницах с выходом муки 67% и цельнозерновой муки [24].

Schmiele с соавт. [25], сопоставив параметры реологических свойств теста и полученного хлеба, пришли к выводу о необходимости разработки новых реологических норм для цельнозерновой муки, отличных от норм, применяемых для сеянной муки.

Цель исследований — оценить качество сортов и линий яровой мягкой пшеницы, в том числе фиолетовозерных, созданных в Федеральном исследовательском центре «Казанский научный центр Российской академии наук (ФИЦ КазНЦ РАН)», для производства цельнозернового хлеба.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в Татарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства — обособленном структурном подразделении Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук» (Татарском НИИСХ — ФИЦ КазНЦ РАН).

Качество зерна оценивали из урожая 2020–2022 гг., полученного в сортоиспытании на экспериментальных участках, расположенных в Лаишевском районе Республики Татарстан, на серых лесных почвах.

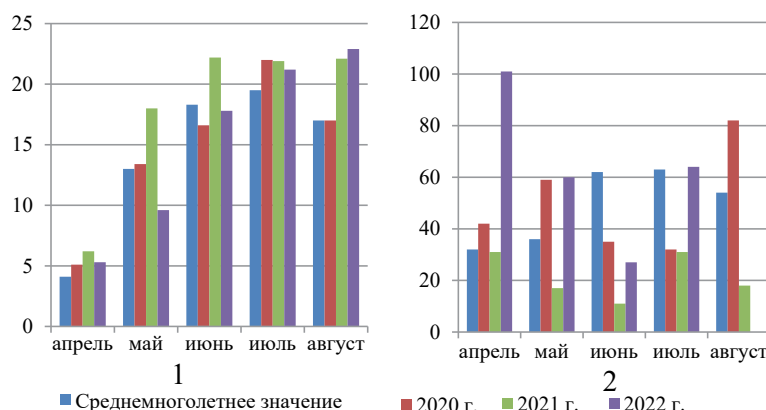
Погодные условия в годы изучения характеризовались различными гидротермическими условиями в период вегетации (рис. 1).

В качестве объектов исследования были сорта и линии собственной селекции ФИЦ КазНЦ РАН: краснозерные сорта Йолдыз, Аль Варис, белозерный сорт Хазинэ, фиолетовозерный сорт Надира, фиолетовозерные линии Кк-21-09-6 и Кк-193-08-1.

¹Шоева О.Ю., Гордеева Е.И., Хлесткина Е.К. Внутригенный ДНК-маркер для отбора пшеницы с повышенным содержанием антоцианов в перикарпе зерновки. ФГБНУ ФИЦ «Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», № 2774444. Заявл. 29.11.2021. Опубл. 21.06.2022. Бюлл. № 18.

²Хлесткина Е.К., Гордеева Е.И., Шоева О.Ю., Кукоева Т.В., Шаманин В.П., Моргунюв А.И. Способ отбора линий яровой мягкой пшеницы с повышенным содержанием антоцианов в зерне. ФГБНУ ФИЦ «Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», № 2762804. Заявл. 09.02.2021. Опубл. 23.12.2021. Бюлл. № 36.

Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха, °C (1) и сумма осадков, мм (2)
Fig. 1. Average monthly air temperature, °C (1) and precipitation, mm (2)



Оценку содержания белка в зерне проводили по ГОСТ 10846-91³ на комплексе оборудования UDK 152 (VELP Scientifica, Италия), количество (ручной метод отмычки) и качество клейковины (на измерителе деформации клейковины ИДК-1, Россия) — по ГОСТ 54478-2011⁴, стекловидность зерна на диафаноскопе (ДСЗ-2М, Россия) — по ГОСТ 10987-76⁵, натуру зерна на литровой пурке (ПХ-1МЦ, Россия) — по ГОСТ 10840-2017⁶, физические характеристики теста с применением фаринографа Е (Brabender GmbH & Co KG, Германия) — по ГОСТ ISO 5530-1-2013⁷, физические характеристики теста с применением прибора альвеограф NG (Chopin Technologies, Франция) — по ГОСТ Р 51415-99 (ISO 5530-4-91)⁸, определение вязкости водно-мучной суспензии в ходе ее клейстеризации при нагревании с применением амилографа 8001 (Brabender GmbH & Co KG, Германия) — по ГОСТ ISO 7973-2013⁹.

Пробную выпечку в лаборатории проводили по ГОСТ 27669-88¹⁰. Рецепт выпечки и условия проведения анализа — согласно вышеуказанному ГОСТу. Применяли тестомесилку (У1-ЕТВ, Россия), шкаф лабораторный расстойный (ШРЛ-065, Россия) и шкаф лабораторный хлебопекарный (ШХЛ-065 СПУ, Россия).

Цельнозерновая мука получена путем восстановления муки, на лабораторной вальцовой мельнице CD 1 Mill (CHOPIN Technologies, Франция) раз-молотыми отрубями в пропорциях, содержащихся

в цельном зерне. Использовали свежие хлебопекарные прессованные дрожжи с подъемной силой не более 70 мин., заявленные производителем как соответствующие ГОСТ 54731-2011¹¹. Для определения объема формового хлеба использовали стеклянные сосуды объемом 2500 мл и семена проса, откалиброванные на решетках с круглыми отверстиями 2,2 мм и 1,2 мм.

Балльная оценка качества хлеба проведена по методическим рекомендациям ОрелГТУ¹², в том числе структуру пористости хлеба опре-

деляли в баллах, где 5 — пористость мелкая, равномерная, тонкостенная, без пустот и уплотнений.

При характеристике органолептических свойств хлеба применяли правила ГОСТ 5667-22¹³, ГОСТ ISO 6658-2016¹⁴, ГОСТ ISO 13299-2015¹⁵.

Статистический анализ результатов эксперимента и корреляционный анализ проведены на основании части второй методики — основ статистической обработки результатов исследований¹⁶.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Пшеницу в зависимости от качества зерна подразделяют на пять классов согласно ГОСТ 9353-2016¹⁷, максимальный класс качества — 1-й. Согласно полученным данным, зерно большинства изученных сортов соответствует 3-му классу качества (табл. 1).

Показатель, приведший к снижению классности, — это качество клейковины на приборе ИДК, которое было более 88 ед. Такая клейковина характеризуется как удовлетворительно слабая. Максимальное содержание белка и клейковины в зерне отмечается у сорта Хазинэ (14,1% и 31,3% соответственно) и линии Кк-21-09-6 (14,6% и 33,5%). Испытанные образцы имеют высокую натуру зерна — от 767 г/л у линии Кк-193-08-1 до 798 г/л у сорта Надира. Сорт Хазинэ при величине общей стекловидности 71% достоверно превосходит все образцы, кроме сорта Аль Варис.

³ ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.

⁴ ГОСТ 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины.

⁵ ГОСТ 10987-76 Зерно. Методы определения стекловидности.

⁶ ГОСТ 10840-2017 Зерно. Методы определения натуры.

⁷ ГОСТ ISO 5530-1-2013 Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа.

⁸ ГОСТ Р 51415-99 Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Определение реологических свойств с применением альвеографа.

⁹ ГОСТ ISO 7973-2013 Зерно и зернопродукты. Определение вязкости с применением амилографа.

¹⁰ ГОСТ 27669-88 Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба.

¹¹ ГОСТ Р 54731-2011 Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия.

¹² Корякина С.Я., Березина Н.А., Хмелева Е.В. Методы исследования качества хлебобулочных изделий. Орел: ОрелГТУ. 2010; 166.

¹³ ГОСТ 5667-22 Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий.

¹⁴ ГОСТ 5667-22 Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий.

¹⁵ ГОСТ ISO 13299-2015 Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля.

¹⁶ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва. 2024; 349.

¹⁷ ГОСТ 9353-2016 Пшеница. Технические условия.

Таблица 1. Качество зерна образцов яровой мягкой пшеницы, 2020–2022 гг.*

Table 1. Grain quality of spring common wheat samples, 2020–2022

Сорт (линия)	Содержание белка, %	Содержание сырой клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	Натура, г/л	Стекло-видность, %
Йолдыз	11,8±1,7	23,1±2,9	88±12	774±29	46±13
Аль Варис	12,7±1,5	27,9±2,7	87±8	786±33	60±14
Хазинэ	14,1±1,0	31,3±4,5	95±5	793±28	71±17
Надира	13,0±0,4	24,4±1,6	95±4	798±22	42±9
Кк-193-08-1	12,2±0,5	23,8±1,1	93±5	767±33	39±10
Кк-21-09-6	14,6±0,8	33,5±5,6	97±7	771±23	41±10
НСР ₀₅	2,0	6,5	–	13	22

Примечание: * содержание белка приведено на абсолютно сухое вещество, натуру зерна и стекловидность определяли при фактической уравниваемой влажности.

При характеристике сортов по качеству особое место принадлежит оценке реологических свойств теста на фаринографе и альвеографе. Методы исследования на этих приборах могут быть использованы и для цельнозерновой муки. Компоненты цельнозерновой муки, особенно фракция клетчатки, оказывают значительное влияние на свойства теста, и, как правило, если использовать современные классификационные параметры, то тесто из цельнозерновой муки будет иметь хорошие фаринографические характеристики для производства хлеба. Но эти реологические параметры неспособны предсказать качество цельнозернового хлеба [26].

Оценка сортов в настоящем эксперименте выяснила, что показатели фаринографа имеют значительную амплитуду по годам изучения.

Достоверны различия между сортами только по водопоглотительной способности ВПС (табл. 2).

В пределах столбца средние значения, обозначенные разными буквами, достоверно отличаются по критерию Фишера при $p < 0,05$.

Наибольшее водопоглощение муки отмечали у сорта Хазинэ и линии Кк-21-09-6, в среднем, соответственно, 65,4% и 66,3%. Степень разжижения теста у сорта Надира не превышала 64 ед. ф., что свидетельствует о его лучшей устойчивости к деформации. Наибольшую степень разжижения теста наблюдали у линии Кк-21-09-6 20 — до 90 ед. ф. Сорт Аль Варис показал наименьшую устойчивость теста (2,4–8,9 мин.), что указывает на более низкую способность сохранять структуру при механическом воздействии по сравнению с другими образцами. Все сорта и линии показали близкие значения валориметрической оценки (57–62 ед. в.).

Альвеограф измеряет вязкоупругие свойства пузыря теста во время его надувания, что имитирует рост пузырьков, происходящий во время брожения теста и в начале выпечки [27]. Результаты оценки реологических свойств теста из цельнозерновой муки различных сортов и линий яровой мягкой пшеницы, полученные с помощью альвеографа, приведены в таблице 3.

В пределах столбца средние значения, обозначенные разными буквами, достоверно отличаются по критерию Фишера при $p < 0,05$.

Компоненты цельнозерновой муки (отруби) отрицательно влияют на показание альвеографа [28], данное явление отмечается и в настоящем эксперименте. Энергия деформации теста колебалась по годам и образцам испытания — от 52 до 242×10^{-4} Дж. Наибольшие значения энергии деформации отмечены в среднем у линии Кк-21-09-6 (190×10^{-4} Дж) и сорта Хазинэ (163×10^{-4} Дж), что свидетельствует о более высокой устойчивости теста к механическим нагрузкам у этих образцов и его способности сохранять структуру при брожении.

Наиболее упругое и устойчивое к деформации тесто формируется у линии Кк-21-09-6, у которой $P = 125$ мм, что достоверно выше, чем у других образцов. Сорт Хазинэ и линия Кк-21-09-6 обладают наибольшей растяжимостью теста, у которых величина L равна 47 мм и 38 мм соответственно, что важно для формирования пористой структуры хлеба. Достоверных различий по величине отношения упругости к растяжимости (P/L) у изученных образцов не выявлено, высокие значения (в среднем от 2,0 у сорта Хазинэ до 3,3 у линии Кк-21-09-6) указывают

Таблица 2. Фаринографические характеристики свойств теста у образцов яровой мягкой пшеницы, 2020–2022 гг.

Table 2. Farinographic characteristics of the dough in spring common wheat samples, 2020–2022

Сорт (линия)	Значение	Показатель				
		ВПС, %	время образования теста, мин	устойчивость теста, мин.	разжижение теста, ед. ф.	валориметрическая оценка, ед. в.
Йолдыз		60,7 ^c	5,0	8,5	55	60
	lim	59,5–61,9	2,3–7,4	2,3–15,6	35–85	47–71
Аль Варис		63,1 ^{bc}	4,5	4,7	70	58
	lim	61,9–64,0	2,5–7,3	2,4–8,9	59–80	53–68
Хазинэ		65,4 ^{ab}	4,4	5,2	65	57
	lim	61,4–67,6	3,0–5,5	3,2–7,2	50–75	48–62
Надира		61,3 ^c	4,9	7,6	57	62
	lim	58,3–63,8	2,6–6,4	3,2–10,4	48–64	53–66
Кк-193-08-1		60,9 ^c	4,4	7,4	59	58
	lim	58,7–63,1	2,4–6,1	2,4–11,1	40–88	47–66
Кк-21-09-6		66,3 ^a	5,0	6,1	76	59
	lim	66,3–67,9	3,4–6,5	5,1–7,8	57–90	54–64
НСР ₀₅		3,2	–	–	–	–

на преобладание упругости к растяжимости теста.

При отборе сортов для цельно-зернового хлеба важно учитывать не только реологические свойства теста, но и амилографические параметры, особенно максимальную вязкость и температурный профиль (табл. 4).

Изучение процесса клейстеризации на амилографе дает представление о ходе клейстеризации теста в процессе выпечки. Максимальную амилографическую вязкость наблюдали у сорта Хазинэ — в среднем 860 е. а., однако максимальная амплитуда изменения данного показателя среди изученных образцов (1595 е. а.), что указывает на активизацию крахмалрасщепляющих ферментов в зерне у данного сорта в отдельные годы. Наименьшую вязкость максимальной клейстеризации наблюдали у линии Кк-21-09-6 — в среднем 115 е. а (20–265 е. а.), что достоверно ниже, чем у большинства изученных образцов, это может указывать на высокую активность α -амилазы (возможно, ввиду скрытого прорастания зерна или слабкой устойчивости крахмала к нагреванию). В данном случае крахмал связывает небольшое количество воды во время выпечки хлеба и мякиш хлеба становится липким. У большинства образцов начальная температура клейстеризации находится в диапазоне 61,9–63,2 °С, что типично для пшеницы и мало влияет на результат выпечки хлеба.

Самую низкую температуру максимальной (пиковой) вязкости отмечали у линии Кк-21-09-6 — в среднем 71,6 °С (69,0–73,8 °С), что достоверно ниже, чем у других образцов, это указывает на высокую активность α -амилазы. У сортов Йолдыз, Надира и линии Кк-193-08-1 температура, при которой достигается максимальная клейстеризация, превышает 85 °С, чаще всего мука с такими характеристиками способствует хорошей структуре хлеба.

Для хлеба, испеченного из обойной муки, характерны более низкий объем и хлебопекарная оценка по сравнению с хлебом, испеченным из сеяной муки [19], поэтому основными характеристиками такого хлеба служат объем выпекаемого хлеба и общая хлебопекарная оценка (табл. 5).

Таблица 3. Альвеографическая характеристика реологических свойств теста у образцов яровой мягкой пшеницы, 2020–2022 гг.

Table 3. Alveographic characteristics of rheological properties of dough in spring soft wheat samples, 2020–2022

Сорт (линия)	Значение	Энергия деформации теста, 10 ⁻⁴ J	Максимальное избыточное давление P, мм	Среднее значение абсциссы при разрыве L, мм	Показатель формы кривой P/L
Йолдыз		102 ^b	87 ^b	30 ^c	2,9
	lim	60–151	50–120	28–35	1,4–4,2
Аль Варис		90 ^b	84 ^b	27 ^c	3,1
	lim	78–103	66–102	25–29	2,3–4,0
Хазинэ		163 ^{ac}	94 ^b	47 ^a	2,0
	lim	74–229	53–123	44–49	1,2–2,6
Надира		107 ^{bc}	83 ^b	29 ^c	2,8
	lim	53–137	50–103	26–33	1,9–3,5
Кк-193-08-1		87 ^b	79 ^b	26 ^c	3,0
	lim	52–126	50–103	23–31	2,2–3,4
Кк-21-09-6		190 ^a	125 ^a	38 ^b	3,3
	lim	101–242	72–158	37–39	1,8–4,1
HCP ₀₅		58	24	6	–

Таблица 4. Характеристика водно-мучной суспензии у образцов яровой мягкой пшеницы, 2020–2022 гг.

Table 4. Characteristics of water-flour suspension in spring common wheat samples, 2020–2022

Сорт (линия)	Значение	Максимальная амилографическая вязкость, е. а.	Начальная температура клейстеризации, °С	Температура максимальной вязкости, °С
Йолдыз		570	62,7	87,6
	lim	210–940	61,8–64,5	80,7–91,5
Аль Варис		620	62,3	82,7
	lim	200–1225	61,2–63,9	74,4–88,8
Хазинэ		860	61,9	84,5
	lim	100–1695	60,9–62,7	71,4–91,2
Надира		520	62,8	86,3
	lim	210–910	61,8–63,9	78,9–90,9
Кк-193-08-1		618	63,2	85,1
	lim	200–1080	62,7–64,2	77,7–90,0
Кк-21-09-6		115	65,5	71,6
	lim	20–265	62,4–67,2	69,0–73,8

Таблица 5. Оценка хлеба из образцов яровой мягкой пшеницы, 2020–2022 гг.

Table 5. Evaluation of bread from spring common wheat samples, 2020–2022

Сорт (линия)	Объемный выход формового хлеба, см ³ / 100 г муки	Общая хлебопекарная оценка, балл	Формоустойчивость подового хлеба	Оценка внешнего вида, балл	Структура пористости мякиша, балл
Йолдыз	456 ± 59	3,99 ± 0,16	0,37 ± 0,02	4,55 ± 0,11	3,93 ± 0,40
Аль Варис	496 ± 56	4,20 ± 0,16	0,42 ± 0,06	4,36 ± 0,48	4,03 ± 0,35
Хазинэ	511 ± 45	4,24 ± 0,26	0,39 ± 0,02	4,52 ± 0,17	4,33 ± 0,06
Надира	529 ± 47	4,11 ± 0,09	0,39 ± 0,01	4,14 ± 0,15	4,13 ± 0,23
Кк-193-08-1	473 ± 39	3,58 ± 0,13	0,32 ± 0,03	3,84 ± 0,44	3,40 ± 0,36
Кк-21-09-6	504 ± 50	3,94 ± 0,11	0,41 ± 0,05	3,88 ± 0,18	3,93 ± 0,40

Достоверных различий между образцами пшеницы по показателю «объемный выход формового хлеба» не выявлено, при этом следует отметить, что образцы, выпеченные по ГОСТ 27669-88¹⁰, имеют высокий объем

Рис. 2. Хлеб из фиолетовозерных образцов яровой мягкой пшеницы, 2020 г.

Fig. 2. Bread from purple-grain samples of spring common wheat, 2020



Таблица 6. Коэффициенты корреляции между показателями качества образцов яровой мягкой пшеницы

Table 6. Correlation coefficients between the quality indicators of spring common wheat samples

Показатель	Объем хлеба	Общая хлебопекарная оценка
Содержание белка в зерне	0,25	0,25
Содержание сырой клейковины в зерне	0,32	0,23
ИДК	0,06	-0,25
Стекловидность	0,02	0,50*
ВПС	0,23	0,11
Время образования теста	0,15	-0,23
Устойчивость теста	-0,05	-0,09
Разжижение теста	0,49*	0,09
Валориметрическая оценка	0,03	-0,25
Энергия деформации теста	0,13	-0,11
Упругость теста (P)	0,12	-0,24
Растяжимость (L)	0,23	0,35
P/L	-0,01	-0,40
Максимальная амилографическая вязкость	-0,19	0,37

(456–529 см³ / 100 г муки), сопоставимый с хлебом, выпеченным из сеяной муки. Наибольший и стабильный по годам объемный выход хлеба отмечали у фиолетовозерного сорта Надира — в среднем 529 см³ / 100 г муки. По интегральному показателю — общая хлебопекарная оценка — выделяются сорта Хазинэ (4,24 балла) и Аль Варис (4,20 балла), у которых высокая оценка внешнего вида, пористости и формоустойчивости. Наихудшей по качеству хлеба из обойной муки является фиолетовозерная линия Кк-193-08-1 (рис. 2).

Следует отметить, что наилучшим качеством хлеба из обойной муки обладают сорта с разными показателями качества зерна и муки. Для определения связи этих показателей с качеством хлеба из цельнозерновой муки был проведен корреляционный анализ (табл. 6).

Ввиду небольшой выборки из всех изученных показателей качества имеется средняя достоверная линейная корреляционная связь между показателями разжижения теста на фаринографе и объемным выходом хлеба ($r = 0,49^*$), а также стекловидностью зерна и общей хлебопекарной оценкой ($r = 0,50^*$).

Выводы/Conclusions

Большинство изученных сортов и линий пшеницы (Йолдыз, Аль Варис, Хазинэ, Надира, Кк-193-08-1, Кк-21-09-6) соответствуют 3-му классу качества по ГОСТ 9353-2016. Сорта Хазинэ и Кк-21-09-6 выделяются максимальным содержанием белка (14,1% и 14,6% соответственно) и клейковины (31,3% и 33,5%), но качество клейковины у данных образцов соответствует только 2-й группе качества (удовлетворительно слабая, ИДК > 78 ед.)

Максимальную стекловидность зерна отмечали у сортов Хазинэ (в среднем 71%) и Аль Варис (в среднем 60%), что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к «сильной» пшенице по ГОСТ 34702-2020. Наибольшую водопоглотительную способность муки отмечали у сорта Хазинэ (61,4–67,6%) и линии Кк-21-09-6 (66,3–67,9%), что благоприятно для получения повышенного припека хлеба. Наибольшую энергию деформации теста отмечали у линии Кк-21-09-6 (в среднем 190×10^{-4} J) и сорта Хазинэ (в среднем 163×10^{-4} J). Потенциально данные образцы имеют большее газоудержание при выпечке хлеба.

Отруби снижают показатели альвеографа, но сорта с высокой растяжимостью, как у сорта Хазинэ, у которого $L = 44$ –49 мм, что достоверно выше, чем у других образцов, формируют лучшую пористость мякиша. Кроме того, у данного сорта лучший баланс между упругостью и растяжимостью среди изученных образцов ($P/L = 1,2$ –2,6 мм). Вязкость максимальной клейстеризации, определенной на амилографе, у сорта Хазинэ подвержена наибольшим изменениям по годам испытания — от 100 е. а. (высокая активность α -амилазы) до 1695 е. а. (во время нагревания формируется плотный студень).

Низкую вязкость отмечали у линии Кк-21-09-6 — в среднем 115 е. а., вероятно, из-за высокой α -амилазной активности. Мука из данного образца может быть использована в хлебопечении только в смеси.

Несмотря на средние значения реологических показателей теста на фаринографе и альвеографе, у фиолетовозерного сорта Надира отмечался наибольший объем хлеба — 529 ± 47 см³ / 100 г муки.

Лучшую хлебопекарную оценку (как итоговый интегральный показатель) отмечали у сортов Хазинэ ($4,24 \pm 0,26$ балла) и Аль Вариса ($4,20 \pm 0,16$ балла), у которых сочетаются высокая стекловидность зерна (71% и 60%), более низкая устойчивость теста при замесе на фаринографе (4,7 мин. и 5,2 мин.) и максимальная амилографическая вязкость (620 е. а. и 860 е. а.) соответственно.

Сорта Хазинэ и Надира демонстрировали наилучший баланс качества зерна, реологических свойств и хлебопекарных характеристик для цельнозернового хлеба. Однако требуется разработка специализированных методов хлебопекарной оценки, опираясь на полученные данные, учитывающих специфику цельнозерновой муки.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства ФИЦ «Казанский научный центр РАН».

FUNDING

The study was conducted as part of a government assignment of the Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hu Y. *et al.* Intake of whole grain foods and risk of type 2 diabetes: results from three prospective cohort studies. *The BMJ*. 2020; 370: m2206. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2206>
2. Ghanbari-Gohari F., Mousavi S.M., Esmailzadeh A. Consumption of whole grains and risk of type 2 diabetes: A comprehensive systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Food Science & Nutrition*. 2022; 10(6): 1950–1960. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2811>
3. Xu D. *et al.* Role of Whole Grain Consumption in Glycaemic Control of Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*. 2022; 14(1): 109. <https://doi.org/10.3390/nu14010109>
4. Zhang X.-F. *et al.* Association of whole grains intake and the risk of digestive tract cancer: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Journal*. 2020; 19: 52. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00556-6>
5. Guo H., Wu H., Sajid A., Li Z. Whole grain cereals: the potential roles of functional components in human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022; 62(30): 8388–8402. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1928596>
6. Sanders L.M., Zhu Y., Wilcox M.L., Koecher K., Maki K.C. Effects of Whole Grain Intake, Compared with Refined Grain, on Appetite and Energy Intake: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition*. 2021; 12(4): 1177–1195. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa178>
7. Чуклин И.А., Тепляков Д.В., Снегирева Н.В. Разработка рецептуры пшеничного хлеба функционального назначения для питания космонавтов. *Аграрная наука в контексте времени. Сборник трудов LX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья*. 2025; 23–27. <https://elibrary.ru/lwnblm>
8. Махмудов Ф.А., Азимова С.Т., Ребезов М.Б., Изтаев А.И., Конарбаева З.К. Технология производства и качество выпеченного хлеба из цельномолотой пшеничной муки. *Вестник Университета Шакарима. Серия: Технические науки*. 2024; (1): 165–173. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1\(13\)-21](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1(13)-21)
9. Swaminathan S. *et al.* Associations of cereal grains intake with cardiovascular disease and mortality across 21 countries in Prospective Urban and Rural Epidemiology study: prospective cohort study. *The BMJ*. 2021; 372: m4948. <https://doi.org/10.1136/bmj.m4948>
10. Ross A.B., Shertukde S.P., Staffier K.L., Chung M., Jacques P.F., McKeown N.M. The Relationship between Whole-Grain Intake and Measures of Cognitive Decline, Mood, and Anxiety — A Systematic Review. *Advances in Nutrition*. 2023; 14(4): 652–670. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.04.003>
11. Фитилева З.Е., Сибикеев С.Н. Селекция мягкой пшеницы на продукты функционального питания. *Аграрный научный журнал*. 2023; 7: 48–55. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i7pp48-55>
12. Шоева О.Ю., Гордеева Е.И., Хлесткина Е.К., Гашимов М.Э., Куркиев К.У. Исследование редких видов пшениц как доноров для селекции на содержание антоцианов в зерне. *Сельскохозяйственная биология*. 2024; 59(5): 955–972. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2024.5.955rus>
13. Kuznetsova E.A., Rebezov M.B., Kuznetsova E.A., Nasrullaeva G.M. Study of Changes in Antioxidant Activity, Microstructure, and Mineral Composition of Nadir Wheat Grain During Preparation for Whole Grain Bread Production. *Agrarian science*. 2024; (12): 166–172. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-166-172>
14. Mattioli R., Francioso A., Mosca L., Silva P. Anthocyanins: A Comprehensive Review of Their Chemical Properties and Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Diseases. *Molecules*. 2020; 25(17): 3809. <https://doi.org/10.3390/molecules25173809>
15. Tikhonova M.A. *et al.* Evaluating the Effects of Grain of Isogenic Wheat Lines Differing in the Content of Anthocyanins in Mouse Models of Neurodegenerative Disorders. *Nutrients*. 2020; 12(12): 3877. <https://doi.org/10.3390/nu12123877>

REFERENCES

1. Hu Y. *et al.* Intake of whole grain foods and risk of type 2 diabetes: results from three prospective cohort studies. *The BMJ*. 2020; 370: m2206. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2206>
2. Ghanbari-Gohari F., Mousavi S.M., Esmailzadeh A. Consumption of whole grains and risk of type 2 diabetes: A comprehensive systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Food Science & Nutrition*. 2022; 10(6): 1950–1960. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2811>
3. Xu D. *et al.* Role of Whole Grain Consumption in Glycaemic Control of Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*. 2022; 14(1): 109. <https://doi.org/10.3390/nu14010109>
4. Zhang X.-F. *et al.* Association of whole grains intake and the risk of digestive tract cancer: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Journal*. 2020; 19: 52. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00556-6>
5. Guo H., Wu H., Sajid A., Li Z. Whole grain cereals: the potential roles of functional components in human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022; 62(30): 8388–8402. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1928596>
6. Sanders L.M., Zhu Y., Wilcox M.L., Koecher K., Maki K.C. Effects of Whole Grain Intake, Compared with Refined Grain, on Appetite and Energy Intake: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition*. 2021; 12(4): 1177–1195. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa178>
8. Chuklin I.A., Teplyakov D.V., Snegireva N.V. Development of a recipe for functional wheat bread for astronaut nutrition. *Agricultural science in the context of time. Collection of papers of the LX International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists*. Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals. 2025; 23–27 (in Russian). <https://elibrary.ru/lwnblm>
8. Makhmudov F.A., Azimova S.T., Rebezov M.B., Iztaev A.I., Konarbayeva Z.K. Technology for production and quality of bread baked from whole grain wheat flour. *Bulletin of Shakarim University. Series: Technical Sciences*. 2024; (1): 165–173 (in Russian). [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1\(13\)-2](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1(13)-2)
9. Swaminathan S. *et al.* Associations of cereal grains intake with cardiovascular disease and mortality across 21 countries in Prospective Urban and Rural Epidemiology study: prospective cohort study. *The BMJ*. 2021; 372: m4948. <https://doi.org/10.1136/bmj.m4948>
10. Ross A.B., Shertukde S.P., Staffier K.L., Chung M., Jacques P.F., McKeown N.M. The Relationship between Whole-Grain Intake and Measures of Cognitive Decline, Mood, and Anxiety — A Systematic Review. *Advances in Nutrition*. 2023; 14(4): 652–670. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.04.003>
11. Fitileva Z.E., Sibikeev S.N. Bread wheat breeding for functional nutrition products. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal*. 2023; (7): 48–55 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i7pp48-55>
12. Shoeva O.Yu., Gordeeva E.I., Khlestkina E.K., Gashimov M.E., Kurkiev K.U. Study of rare species of wheat as donors for breeding for functional nutrition. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural biology*. 2024; 59(5): 955–972 (in Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2024.5.955rus>
13. Kuznetsova E.A., Rebezov M.B., Kuznetsova E.A., Nasrullaeva G.M. Study of Changes in Antioxidant Activity, Microstructure, and Mineral Composition of Nadir Wheat Grain During Preparation for Whole Grain Bread Production. *Agrarian science*. 2024; (12): 166–172. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-166-172>
14. Mattioli R., Francioso A., Mosca L., Silva P. Anthocyanins: A Comprehensive Review of Their Chemical Properties and Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Diseases. *Molecules*. 2020; 25(17): 3809. <https://doi.org/10.3390/molecules25173809>
15. Tikhonova M.A. *et al.* Evaluating the Effects of Grain of Isogenic Wheat Lines Differing in the Content of Anthocyanins in Mouse Models of Neurodegenerative Disorders. *Nutrients*. 2020; 12(12): 3877. <https://doi.org/10.3390/nu12123877>

16. Gamel T.H., Saeed S.M.G., Ali R., Abdel-Aal E.-S.M. Purple Wheat: Food Development, Anthocyanin Stability, and Potential Health Benefits. *Foods*. 2023; 12(7): 1358. <https://doi.org/10.3390/foods12071358>
17. Valieva A.I., Akulov A.N., Rumyantseva N.I. Phenolic compounds in purple whole-wheat flour and bread: Comparative analysis. *Foods and Raw Materials*. 2024; 12(2): 334–347. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2024-2-611>
18. Chumanova E.V., Efremova T.T., Sobolev K.V., Kosyaeva E.A. Anthocyanins and phenolic compounds in colored wheat grain. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2025; 29(3): 392–400. <https://doi.org/10.18699/vjgb-25-42>
19. Gómez M., Gutkoski L.C., Bravo-Núñez Á. Understanding whole-wheat flour and its effect in breads: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020; 19: 3241–3265. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12625>
20. Ma S. *et al.* Sourdough improves the quality of whole-wheat flour products: Mechanisms and challenges — A review. *Food Chemistry*. 2021; 360: 130038. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130038>
21. Zeng F., Yang Y., Liu Q., Yang J., Jin Z., Jiao A. Effect of fermentation methods on properties of dough and whole wheat bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2023; 103(10): 4876–4886. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12565>
22. Быковская Е.И., Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Говядова И.А. Анализ показателей качества цельнозернового хлеба на хмелевых заквасках. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2023; 85(1): 71–78. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2023-1-71-78>
23. Шмалько Н.А., Ваницкая Т.В., Кудрявцева Л.А., Никитин И.А., Пономарева Л.Ф., Соловьева Е.А. Технология приготовления пшеничного хлеба из цельнозерновой муки. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2024; 86(4): 122–135. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-4-122-135>
24. Li C., Chen G., Tilley M., Chen Y., Li Y. Comparing bread-making properties of white and whole wheat flours from 64 different genotypes: A correlation analysis. *Journal of Cereal Science*. 2023; 114: 103793. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103793>
25. Schmiele M., Jaekel L.Z., Patricio S.M.C., Steel C.J., Chang Y.K. Rheological properties of wheat flour and quality characteristics of pan bread as modified by partial additions of wheat bran or whole grain wheat flour. *International Journal of Food Science and Technology*. 2012; 47(10): 2141–2150. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03081.x>
26. Sehn G.A.R., Steel C.J. Classification of whole wheat flour using a dimensionless number. *Journal of Food Science and Technology*. 2017; 54(12): 3827–3836. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2811-5>
27. Jødal A.-S.S., Larsen K.L. Investigation of the relationships between the alveograph parameters. *Scientific Reports*. 2021; 11: 5349. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84959-3>
28. Verbeke C., Debonne E., Versele S., Van Bockstaele F., Eeckhout M. Technological Evaluation of Fiber Effects in Wheat-Based Dough and Bread. *Foods*. 2024; 13(16): 2582. <https://doi.org/10.3390/foods13162582>
16. Gamel T.H., Saeed S.M.G., Ali R., Abdel-Aal E.-S.M. Purple Wheat: Food Development, Anthocyanin Stability, and Potential Health Benefits. *Foods*. 2023; 12(7): 1358. <https://doi.org/10.3390/foods12071358>
17. Valieva A.I., Akulov A.N., Rumyantseva N.I. Phenolic compounds in purple whole-wheat flour and bread: Comparative analysis. *Foods and Raw Materials*. 2024; 12(2): 334–347. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2024-2-611>
18. Chumanova E.V., Efremova T.T., Sobolev K.V., Kosyaeva E.A. Anthocyanins and phenolic compounds in colored wheat grain. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2025; 29(3): 392–400. <https://doi.org/10.18699/vjgb-25-42>
19. Gómez M., Gutkoski L.C., Bravo-Núñez Á. Understanding whole-wheat flour and its effect in breads: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020; 19: 3241–3265. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12625>
20. Ma S. *et al.* Sourdough improves the quality of whole-wheat flour products: Mechanisms and challenges — A review. *Food Chemistry*. 2021; 360: 130038. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130038>
21. Zeng F., Yang Y., Liu Q., Yang J., Jin Z., Jiao A. Effect of fermentation methods on properties of dough and whole wheat bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2023; 103(10): 4876–4886. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12565>
22. Bykovskaya E.I., Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Govyadova I.A. Analysis of the quality indicators of whole grain bread on hop ferments. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2023; 85(1): 71–78 (in Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2023-1-71-78>
23. Shmal N.A., Vanitskaya T.V., Kudryavtseva L.A., Nikitin I.A., Ponomareva L.F., Solov E.A. The technology of making wheat bread made of whole grain flour. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2024; 86(4): 122–135 (in Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-4-122-135>
24. Li C., Chen G., Tilley M., Chen Y., Li Y. Comparing bread-making properties of white and whole wheat flours from 64 different genotypes: A correlation analysis. *Journal of Cereal Science*. 2023; 114: 103793. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103793>
25. Schmiele M., Jaekel L.Z., Patricio S.M.C., Steel C.J., Chang Y.K. Rheological properties of wheat flour and quality characteristics of pan bread as modified by partial additions of wheat bran or whole grain wheat flour. *International Journal of Food Science and Technology*. 2012; 47(10): 2141–2150. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03081.x>
26. Sehn G.A.R., Steel C.J. Classification of whole wheat flour using a dimensionless number. *Journal of Food Science and Technology*. 2017; 54(12): 3827–3836. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2811-5>
27. Jødal A.-S.S., Larsen K.L. Investigation of the relationships between the alveograph parameters. *Scientific Reports*. 2021; 11: 5349. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84959-3>
28. Verbeke C., Debonne E., Versele S., Van Bockstaele F., Eeckhout M. Technological Evaluation of Fiber Effects in Wheat-Based Dough and Bread. *Foods*. 2024; 13(16): 2582. <https://doi.org/10.3390/foods13162582>

ОБ АВТОРАХ

Данил Фидусович Асхадуллин

кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
trulik@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2601-6735>

Дамир Фидусович Асхадуллин

кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
tatnii-rape@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2717-7178>

Нурания Зуфаровна Василова

кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
nurania59@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1135-486x>

Елена Семёновна Кириллова

научный сотрудник
tatniva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2006-5525>

ABOUT THE AUTHORS

Danil Fidusovich Askhadullin

Candidate of Agricultural Sciences,
Leading Researcher
trulik@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2601-6735>

Damir Fidusovich Askhadullin

Candidate of Agricultural Sciences,
Leading Researcher
tatnii-rape@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2717-7178>

Nurania Zufarovna Vasilova

Candidate of Agricultural Sciences,
Leading Researcher
nurania59@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1135-486x>

Elena Semenovna Kirillova

Researcher
tatniva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2006-5525>

Гульнара Ринатовна Саубанова

младший научный сотрудник
mirxazijnova08@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2896-9855>

Гульнар Ришатовна Гайфуллина

научный сотрудник
fanzil419@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0942-8321>

Ильсина Илнуровна Хусаинова

научный сотрудник
husainovail823@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0369-6221>

Мухаббат Рустамджановна Тазутдинова

научный сотрудник
tazutdinova1974@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4753-7644>

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Оренбургский тракт, 48, Казань, 420059, Россия

Gulnara Rinatovna Saubanova

Junior Researcher
mirxazijnova08@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2896-9855>

Gulnar Rishatovna Gaifullina

Researcher
fanzil419@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0942-8321>

Ilsina Ilnurovna Khusainova

Researcher
husainovail823@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0369-6221>

Mukhabbat Rustamdzhанovna Tazutdinova

Researcher
tazutdinova1974@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4753-7644>

Tatar Scientific Research Institute of Agriculture,
FRC Kazan Scientific Center Russian Academy of Sciences,

48 Orenburgsky Trakt, 420059, Kazan, Russia



15–17 ОКТЯБРЯ 2025

АГРОРУСЬ

34-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



РЕКЛАМА



КОНГРЕССНАЯ ПРОГРАММА



ЭКСПОЗИЦИИ РЕГИОНОВ



ЦЕНТР ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ



ОТРАСЛЕВОЙ КОНКУРС
«ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ»

AGRORUS.EXPOFORUM.RU

ПО ВОПРОСАМ УЧАСТИЯ:

+7 (812) 240 40 40, ДОБ. 2980, 2427, 2401

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1 | КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



16+