

Научная статья

УДК 664.663.9

DOI: 10.17586/2310-1164-2023-16-2-20-26

## Реологические свойства пшеничного теста с добавлением муки из кизиловых косточек

Б.А. Джамалдинова<sup>1\*</sup>, И.У. Ушаева<sup>1</sup>, А.А. Герасимов<sup>2</sup>, Н.В. Баракова<sup>2</sup>, С.А. Гринвальд<sup>2</sup><sup>1</sup>Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова, Россия, Грозный, \*dbirlant@list.ru<sup>2</sup>Университет ИТМО, Россия, Санкт-Петербург

**Аннотация.** Исследовали влияние муки из кизиловых косточек на реологические показатели теста, приготовленного из смеси пшеничной муки и муки из кизиловых косточек. Для производства муки косточки кизила измельчали на дезинтеграторе до размера менее 100 нм. Объектами изучения выступали четыре образца: мука пшеничная высшего сорта (контрольный образец) и образцы муки пшеничной с добавлением муки из кизиловых косточек в количестве 2,5; 5,0 и 7,5%. Реологические свойства теста исследовали на приборах альвеограф (Chopin) и фаринограф (Brabender). Установлено, что добавление муки из кизиловых косточек привело к незначительному снижению водопоглотительной способности смеси муки, увеличению времени образования теста, повышению устойчивости теста к замесу и снижению степени разжижения теста. Повышение обобщенного показателя реологических свойств теста свидетельствует о том, что внесение муки из кизиловых косточек в количестве 2,5; 5,0 и 7,5% улучшает качество теста. Изменение упруго-деформационных свойств теста приведет к повышению газодерживающих свойств, что положительно отразится на качестве готового хлебобулочного изделия и придаст ему равномерную пористость.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия; мука из кизиловых косточек; пшеничная мука; реологические свойства теста; водопоглощение муки; фаринограмма; упруго-деформационные свойства теста

Original article

## The rheological properties of wheat dough with the addition of cornel seed flour

Birlant A. Jamaldinova<sup>1\*</sup>, Irina U. Ushaeva<sup>1</sup>, Anton A. Gerasimov<sup>2</sup>, Nadezhda V. Barakova<sup>2</sup>, Svetlana A. Grinvald<sup>2</sup><sup>1</sup>Grozny State Oil Technical University, Grozny, Russia, \*dbirlant@list.ru<sup>2</sup>ITMO University, St. Petersburg, Russia

**Annotation.** The rheological properties of dough made from a mixture of wheat flour and flour made from dogwood seeds are investigated. For the production of flour, dogwood seeds were crushed on a disintegrator to a size of less than 100 nm. The objects of study were a control sample without the addition of cornel seed flour (sample no. 1) and samples with the addition of cornel seed flour in the amount of 2,5%; 5,0%, and 7,5% instead of wheat flour (samples no. 2, 3, and 4, respectively). The rheological properties of the test were studied using alveograph (Chopin) and farinograph (Brabender) devices. It was found that the partial replacement of wheat flour with cornel seed flour led to changes in the properties of the dough, namely, the water absorption capacity of the flour mixture decreased slightly, the time of dough formation increased, the dough resistance to kneading increased, and the degree of dough dilution decreased. An increase in the generalized index of rheological properties of the dough indicates that the introduction of cornel seed flour in the amount of 2,5%; 5,0%, and 7,5% improves the quality of the dough. An increase in the elastic-deformation properties of the dough leads to an increase in gas-retaining properties, which positively affects the quality of the finished bakery product and gives it a uniform porosity.

**Keywords:** bakery products; cornel seed flour; wheat flour; rheological properties of the dough; flour water absorption; farinogram; elastic-deformation properties of the dough

## Введение

В последние годы в хлебопечении, особенно на частных малых предприятиях, для улучшения качества пшеничной муки со слабой клейковиной, а также для интенсификации технологических процессов широко применяют пищевые добавки и улучшители. Компоненты, входящие в состав улучшителей, влияют на белково-протеиновый и углеводный комплексы пшеничной муки, что приводит к изменению структурно-механических свойств теста и требует проведения дополнительных

исследований [1]. Например, внесение таких компонентов, как перекись ацетона, кальция, натрия, насыщенные жирные кислоты, пиросульфиты, непредельные жирные кислоты, альдегиды, полидиальдегиды крахмала и анионоактивные эмульгаторы повышают эластичность теста. К улучшителям окислительной природы относят и янтарную кислоту [2, 3].

Считается, что при внесении окислителей укрепление теста происходит за счет окисления сульфгидрильных групп белков клейковины. В процессе дисульфидного взаимодействия -S-H-группы клейковинного белка окисляются в -S-S-группу. В результате окисления, например пектином, молекула пектина вписывается между -S-S-связью, образуя белково-полисахаридный компонент [4], за счет чего происходит укрепление белково-протеинозного комплекса пшеничного теста. Все перечисленные компоненты относятся к улучшителям окислительного действия.

Если используется пшеничная мука с сильной короткорвущейся клейковиной, то обычно применяются улучшители восстанавливающего действия. К ним относятся цистеиновые протеазы и глутатион, тиосульфит натрия (гипосульфит), мочевины, модифицированные окисленные крахмалы, непатогенные эмульгаторы, протеолитические ферменты.

В последние годы в рецептуру хлебобулочных изделий активно добавляются различные компоненты растительного происхождения, которые, помимо повышения полезных свойств хлебобулочных изделий, выступают в роли улучшителей качества пшеничной клейковины [5, 6].

Например, рапсовый лецитин, в котором присутствуют кислые формы фосфолипидов, а именно фосфатидилсерина и фосфатидные кислоты, обладает способностью взаимодействовать с аминокислотными группами белка клейковины [7], что приводит к повышению растяжимости клейковины.

Стоит учитывать, что сырье для разработки новых изделий должно быть доступным, дешевым и технологичным, поэтому применение локального сырья может снизить себестоимость конечной продукции. В последние десятилетия в качестве функциональных ингредиентов при производстве хлебобулочных изделий широко используют плодово-ягодное и овощное сырье [8].

Особую ценность представляют вторичные продукты переработки сырья, например, облепиховый и кедровый шрот, айвовый жом, жмыхи и шроты масличных растений в виде обезжиренной муки, белкового концентрата и изолята и т. д. [9, 10].

Уникальными источниками биологически активных соединений для обогащения хлебобулочных изделий недостающими эссенциальными нутриентами являются дикорастущие растения [11, 12].

Для республик Северного Кавказа представляет интерес переработка косточек мушмулы и кизила, которые являются вторичным сырьевым материалом для создания технологий полного цикла [13]. Из научной литературы известно, что витамины, микроэлементы, а также жирные эфирные масла, содержащиеся в косточках кизила, положительно влияют на организм человека. Косточка кизила обладает противовоспалительными, антибактериальными, ранозаживляющими, регенерирующими, вяжущими свойствами, их рекомендуют применять при лечении патологий печени, сахарного диабета, ожирения, нарушенного обмена веществ [14]. Кроме того, косточки кизила являются отличным сорбентом, который поглощает и выводит токсины из организма. Кизиловые плоды вместе с косточками обладают успокаивающим и тонизирующим действием.

Значительная часть современных исследований в области пищевых биотехнологий направлена на поиск решений, связанных с переработкой вторичных сырьевых материалов, пригодных для применения в пищевом производстве, что позволяет не только сократить количество образуемых отходов, требующих утилизации, но и выделить компоненты, способные выступать в качестве пищевых добавок определенного действия [15].

Цель данной работы – исследование влияния муки из кизиловых косточек на реологические показатели теста, приготовленного из смеси пшеничной муки и муки из кизиловых косточек.

## **Объекты и методы исследований**

Для проведения экспериментов использовали следующее сырье: муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (ГОСТ 26574–2017), производитель ОАО «ЛКХП Кирова» (Санкт-Петербург), дата выбоа: 27.08.2022, влажность 13,0%; соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574; дрожжи хлебопекарные прессованные ГОСТ Р 54731; вода питьевая ГОСТ Р 51232; муку из кизиловых косточек.

Мука из кизилых косточек (МКК) была получена в лабораторных условиях кафедры Грозненского государственного нефтяного технического университета им. акад. М.Д. Миллионщикова. Использовали кизил, произрастающий в Чеченской Республике, село Дубай-юрт, Шалинского района, дата сбора 05.10.2022 г.

Косточки кизила тщательно очищали от остатков мякоти, высушивали при температуре 35–45°C, после охлаждения косточки подвергали размолу на дезинтеграторе до размера частиц не более 100 нм.

Мука из кизилых косточек представляет собой сыпучую массу кремового цвета без запаха.

Влажность в муке из кизилых косточек определяли на приборе Чижовой методом высушивания при температуре 150°C, массовую долю сырого протеина – методом Кьельдаля по ГОСТ 13496.4-93 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье». Массовую долю сырого жира определяли методом исчерпывающей экстракцией в аппарате Сокслета по ГОСТ 13979.2-94 «Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Метод определения массовой доли жира и экстрактивных веществ». Для исследования влияния МКК на упруго-деформационные свойства пшеничного теста высшего сорта проводили серию опытных испытаний на приборах альвеограф (Chopin, Франция) в соответствии с ГОСТ Р 51415-99; ISO 5530-4-91 и фаринограф (Brabender, Германия) в соответствии с ГОСТ ISO 5530-1-2013. Фаринограф предоставляет надежные и воспроизводимые данные о водопоглотительной способности муки и ее свойствах в процессе образования теста.

Альвеограф (Chopin ГОСТ Р 51415-99; ISO 5530-4-91) предназначен для комплексного определения качества муки и состоит из двух основных частей: месилки и собственно альвеографа. С его помощью определяли такие показатели теста, как упругость ( $P$ ), растяжимость ( $L$  – максимальный объем воздуха, который пузырь теста может удерживать), энергию деформации ( $W$ ), которая характеризует хлебопекарную силу муки.

Физико-химические показатели муки из кизилых косточек представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели муки из косточек кизила

Table 1. Physico-chemical parameters of cornel seed flour

Наименование продукта	Наименование показателя				
	влажность, %	массовая доля сырого протеина на а.с.в., %	массовая доля жира на а.с.в., %	кислотность, град	дисперсность, нм
мука из косточек кизила	6,25	3,19	5,89	3,8	80

Для проведения экспериментов готовили четыре образца пшеничного теста: образец № 1 – мука пшеничная высшего сорта без внесения муки из косточек кизила (контроль); образец № 2 – внесение 2,5% муки из косточек кизила взамен муки пшеничной; образец № 3 – внесение 5% муки из косточек кизила взамен муки пшеничной; образец № 4 – внесение 7,5% муки из косточек кизила взамен муки пшеничной.

Испытанию подвергались образцы, приготовленные из 100% муки пшеничной высшего сорта и 2,5%-го раствора соли – образец № 1. Образец № 2 изготавливали из 97,5% муки пшеничной высшего сорта, 2,5% муки из кизилых косточек и 2,5%-го раствора соли. Образец № 3 изготавливали из 95,0% муки пшеничной высшего сорта, 5,0% муки из кизилых косточек и 2,5%-го раствора соли. Образец № 4 изготавливали из 92,5% муки пшеничной высшего сорта, 7,5% муки из кизилых косточек и 2,5%-го раствора соли.

## Результаты и их обсуждение

Результаты реологических характеристик теста из пшеничной муки, определенных на фаринографе в соответствии с ГОСТ ISO 5530-1-2023, представлены на рисунке 1.

Основные показатели, полученные в результате обработки графических материалов, представлены в таблице 2.

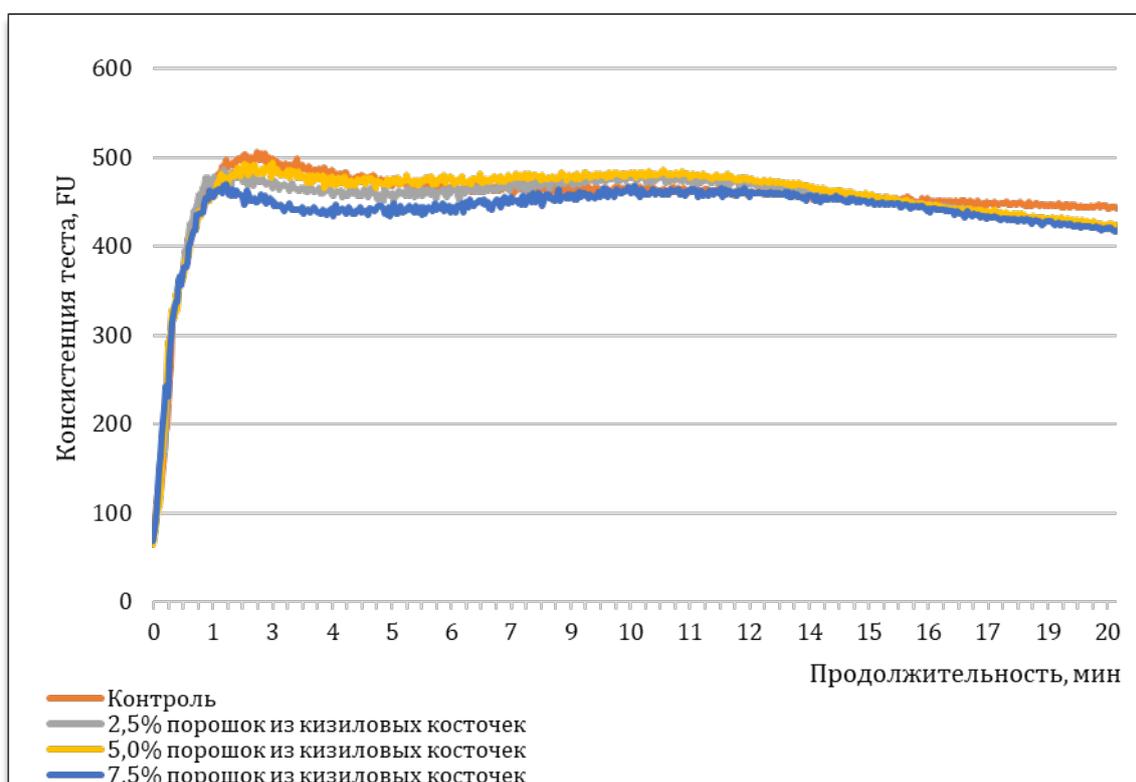


Рисунок 1 – Фаринограммы теста из пшеничной муки и смеси муки пшеничной и муки из кизиловых косточек  
 Figure 1. Farinograms of wheat flour dough and a mixture of wheat flour and cornel seed flour

Таблица 2. Результаты определения реологических свойств теста на фаринографе  
 Table 2. The results of determining the rheological properties of the test on the farinograph

Наименование показателя	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
водопоглотительная способность, %	57,9	57,6	57,4	57
время образования теста, мин	2:03	2:12	2:41	9:54
устойчивость теста к замесу, мин	9:37	13:51	15:16	17:00
степень разжижения теста, ЕФ	44	25	16	–
показатель качества фаринографа, мм	57	148	158	174

Из данных таблицы 2 следует, что по мере увеличения количества вносимой МКК косточек водопоглотительная способность смеси муки пшеничной и муки из кизиловых косточек незначительно снижается с 57,9 до 57%. Снижение водопоглотительной способности смеси муки пшеничной и муки из кизиловых косточек объясняется тем, что по мере увеличения количества вносимой МКК количество белковой фракции, которая в первую очередь отвечает за водопоглотительные свойства муки, уменьшается.

Показатель – время образования теста определяет промежуток времени, который требуется для достижения заданной консистенции теста (500 ед. прибора). Увеличение времени образования теста по мере увеличения дозы внесения муки из кизиловых косточек говорит о повышении упругих свойств клейковины муки. Данный показатель коррелирует с показателем устойчивости, стабильности теста к механическим воздействиям, которая также значительно увеличивается по мере увеличения количества муки из кизиловых косточек. В последующем приготовлении теста с добавлением МКК необходимо учитывать, что время приготовления теста из смеси пшеничной муки и муки из кизиловых косточек будет увеличиваться относительно времени приготовления теста только из пшеничной муки.

Устойчивость теста зависит от количества поглощенной мукой воды. Если воды присутствует много, то при замесе теста часть воды может высвободиться в матрицу теста и его стабильность снижается более интенсивно. Повышение устойчивости теста по мере увеличения дозы внесения муки из кизиловых косточек коррелирует с показателем снижения водопоглотительной способности муки. При внесении

муки из кизиловых косточек в количестве 2,5; 5 и 7,5% взамен массы пшеничной муки увеличивает устойчивость теста относительно контрольного образца на 45, 61 и 81% соответственно.

Устойчивость теста коррелирует с таким понятием, как число качества по фаринографу, которое определяется как протяженность (в мм) вдоль оси времени между точкой прилива воды и точкой, в которой уровень центра кривой отклонится на 30 ЕФ по сравнению с уровнем центра кривой в точке, соответствующей окончанию времени образования теста и является обобщающим показателем реологических характеристик теста [16].

Степень разжижения теста – это разница между значением центра фаринограммы в конце времени образования теста и значением центра фаринограммы через 12 мин после прохождения этой точки. Чем больше величина разжижения, тем тесто становится более слабым по своим характеристикам, что также коррелирует с показателями времени образования теста и его стабильности. Степень разжижения теста с добавлением 2,5; 5 и 7,5% муки из кизиловых косточек имеет меньшее значение, чем в контрольном образце. Снижение показателя степени разжижения свидетельствует об улучшении реологических свойств теста.

Показатель качества фаринограммы повышается с увеличением процентного содержания муки из кизиловых косточек. Изменения с 57 мм (образец № 1) до 174 мм (образец № 4) демонстрируют положительную динамику в формировании качества тестовых полуфабрикатов.

Дальнейшие исследования качества пшеничной муки с добавлением разного количества муки из кизиловых косточек проводили на приборе альвеограф. Влияние МКК на упруго-деформационные свойства теста представлены на рисунке 2.

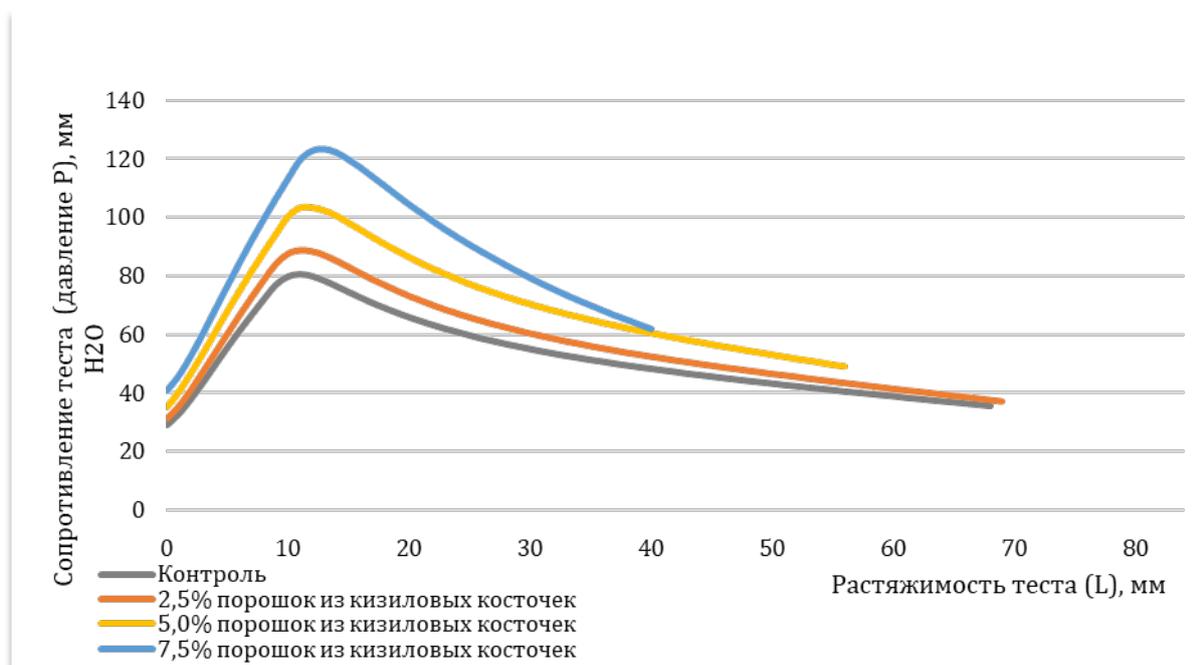


Рисунок 2 – Влияние муки из косточек кизила на упруго-деформационные свойства теста  
Figure2. The effect of cornel seed flour on the elastic-deformation properties of the dough

По результатам обработки графических материалов были получены основные показатели теста, представленные в таблице 3, из анализа которых следует, что добавление муки из кизиловых косточек при замесе теста приводит к повышению его упругости, снижению растяжимости, увеличению отношения упругости к растяжению и энергии деформации теста в сравнении с контрольным образцом.

Внесение 2,5; 5,0 и 7,5% МКК взамен пшеничной муки повысило упругость пшеничного теста на 10; 28 и 53% соответственно, вероятно, вызвано появлением дополнительных ионных, водородных связей при взаимодействии белков муки с полисахаридами МКК. Улучшение упругих свойств теста приведет к снижению технологических потерь при разделке теста, повышению формоустойчивости тестовых заготовок в процессе расстойки теста.

Таблица 3. Результаты определения реологических свойств смеси пшеничной муки и МКК на альвеографе  
 Table 3. Results of determination of rheological properties of a mixture of wheat flour and cornel seed flour on an alveograph

Наименование показателя	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
упругость теста ( $P$ )	89	98	114	136
растяжимость теста ( $L$ )	67	68	56	39
отношение $P/L$	1,33	1,44	2,04	3,49
энергия деформации ( $W$ )	234	258	258	261

Повышение отношения упругих свойств теста к энергии деформации теста в дальнейшем приведет к увеличению газодерживающей способности теста [16] и как следствие к формированию тонкостенной равномерной пористости готовых хлебобулочных изделий.

## Заключение

Анализ реологических показателей теста, приготовленного из смеси пшеничной муки и муки из кизилевых косточек, показал перспективность применения данного полуфабриката в технологии хлебобулочных изделий.

## Литература

1. Юсупова Г.Г. Методы контроля качества муки по реологическим свойствам теста // Хлебопекарное производство. 2011. № 2. С. 48–53.
2. Коршенко Л.О. Стабилизация качества хлеба из пшеничной муки с низкими хлебопекарными свойствами // Науковедение. 2014. № 6. Статья 115TVN614. DOI: 10.15862/115TVN614
3. Старовойтова С.В., Сардиева А.А., Мингалиева З.Ш., Решетник О.А. Исследование реологических характеристик теста с использованием добавки антиоксидантного действия // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 18. С. 216–218.
4. Новиченко Е.Д., Очарова Е.Н., Ниджляева И.А. Производство мучных кондитерских изделий с использованием пектина // Социально-экономические и экологические аспекты развития Прикаспийского региона: сб. тр. Элиста: Изд-во Калмыцкого гос. ун-та им. Б.Б. Городовикова, 2014. С. 483–486.
5. Джахангирова Г.З., Турсунходжаев П.М. Роль растительного сырья в профилактике алиментарно-зависимых заболеваний // Современные инновации. 2016. № 12. С. 26–28.
6. Лукин А.А., Меренкова С.П. Разработка технологии производства хлебобулочного изделия с использованием муки из проросшего зерна пшеницы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2016. Т. 4. № 3. С. 5–12. DOI: 10.14529/food160301
7. Пожидаева Р.С., Лисовая Е.В., Тарасова Н.Б. Рапсовый лецитин – улучшитель хлебопекарных свойств пшеничной муки // Новые технологии. 2012. № 4. С. 22–25.
8. Gomes M., Martinez M.M. Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018, V. 58, Is. 13, pp. 2119–2135. DOI: 10.1080/10408398.2017.1305946
9. Захарова А.С., Кузьмина С.С., Егорова Е.Ю. Использование дикорастущего сырья алтайского края при производстве печенья // Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 12–17. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.003
10. Кадьров С.В., Дерканосова Н.М., Тертычная Т.Н., Стуруа А.В. Способ производства хлеба «Амарантовый»: пат. 2305941 Российская Федерация. 2007. Бюл. № 26. 5 с.
11. Milla P.G., Peñalver R., Nieto G. Health benefits of uses and applications of moringa oleifera in bakery products. *Plants*. 2021, V. 10, no. 2, article 318. <https://doi.org/10.3390/plants10020318>.
12. Хашимова Н.Х., Джахангирова Г.З. Обогащение муки и хлебобулочных изделий на основе нетрадиционного сырья // Universum: технические науки. 2022. № 11.
13. Думанишева З.С. Разработка способов получения и применения порошков дикорастущей мушмулы в производстве булочных и мучных кондитерских изделий: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2013.
14. Matkarimova G.M. *Cornus Mas L.* biological value and healing properties. *International Journal of Studies in Natural and Medical Sciences*. 2023, V. 2, Is. 4, pp. 62–65.
15. Kaliniewicz Z. Variation and correlation between the physical properties of dogwood seeds. *Walailak Journal of Science and Technology*. 2020, V. 17, no. 11, pp. 1252–1265. DOI: <https://doi.org/10.48048/wjst.2021.6461>.

16. Лошаков В.Г., Личко Н.М., Элмер Ф., Бегулов М.Ш. Стандартизированный метод определения качества пшеничной муки на фаринографе // Известия Тимирязевской сельскохоз. академии. 2002. № 4. С. 153–158.

## References

1. Yusupova G.G. Methods of flour quality control by rheological properties of dough. *Khleboproducty*. 2011, no. 2, pp. 48–53. (In Russian)
2. Korshenko L.O. Stabilization of wheat bread's quality with low baking properties. *Naukovedenie*. 2014, no. 6, article 115TVN614. DOI: 10.15862/115TVN614. (In Russian)
3. Starovoitova S.V. Sariyeva A.A., Mingaleeva Z.Sh., Reshetnik O.A. Investigation of rheological characteristics of the test using an additive of antioxidant action. *Vestnik of Kazan National Research Technological University*. 2013, no. 18, pp. 216–218. (In Russian)
4. Novichenko E.D., Bocharova E.N., Nijlyayeva I.A. Production of flour confectionery products using pectin. Socio-economic and environmental aspects of the development of the Caspian region. *Collection of work*. Elista, B.B. Gorodovikov Kalmyk State University Publ. 2014, pp. 483–486. (In Russian)
5. Jahangirova G.Z., Tursunkhodzhaev P.M. The role of plant raw materials in the prevention of alimentary-dependent diseases. *Modern Innovations*. 2016, no. 12, pp. 26–28. (In Russian)
6. Lukin A.A., Merenkova S.P. Development of the bakery goods production technology using flour from germinated wheat grains. *Bulletin of the South Ural State University, Series "Food and Biotechnology"*. 2016, V. 4, no. 3, pp. 5–12. DOI: 10.14529/food160301. (In Russian)
7. Pozhidaeva R.S., Lisovaya E.V., Tarasova N.B Colza lecithin – improver of bakery properties of wheat flour. *New Technologies*. 2012, no. 4, pp. 22–25. (In Russian)
8. Gomes M., Martinez M.M. Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018, V. 58, Is. 13, pp. 2119–2135. DOI: 10.1080/10408398.2017.1305946
9. Zakharova A.S., Kuzmina S.S., Egorova E.Yu. The use of wild-growing raw materials of the Altai Territory in the production of cookies. *Polzunovskiy vestnik*. 2020, no. 2, pp. 12–17. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.003 (In Russian)
10. Kadyrov S.V., Derkanosova N.M., Tertychnaja T.N., Sturua A.V. *Method for producing of "Amaranth" bread*. Patent RF, no. 2305941. 2007.
11. Milla P.G., Peñalver R., Nieto G. Health benefits of uses and applications of moringa oleifera in bakery products. *Plants*. 2021, V. 10, no. 2, article 318. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10020318>.
12. Hashimova N.H., Jahangirova G.Z. Enrichment of flour and bakery products based on non-traditional raw materials. *Universum: technical sciences*. 2022, no. 11. (In Russian)
13. Dumanisheva Z.S. Development of methods for obtaining and applying powders of wild medlar in the production of bakery and flour confectionery products. *Candidate's thesis*. Moscow, 2013. (In Russian)
14. Matkarimova G.M. *Cornus Mas L*. biological value and healing properties. *International Journal of Studies in Natural and Medical Sciences*. 2023, V. 2, Is. 4, pp. 62–65.
15. Kaliniewicz Z. Variation and correlation between the physical properties of dogwood seeds. *Walailak Journal of Science and Technology*. 2020, V. 17, no. 11, pp. 1252–1265. DOI: <https://doi.org/10.48048/wjst.2021.6461>.
16. Loshakov V.G., Lichko N.M., Ellmer F., Begeulov M.S. Standardized method for determining the quality of wheat flour on a farinograph. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2002, no. 4, pp. 153–158. (In Russian)

## Информация об авторах

Бирлант Абдулаева Джамалдинова – канд. техн. наук, доцент кафедры технологий продуктов питания и броидильных производств  
Ирина Увайсовна Ушаева – старший преподаватель кафедры технологий продуктов питания и броидильных производств  
Антон Алексеевич Герасимов – аспирант факультета биотехнологий  
Надежда Васильевна Баракова – канд. техн. наук, доцент, доцент факультет биотехнологий  
Светлана Александровна Гринвальд – аспирант факультета биотехнологий

## Information about the authors

Birlant A. Jamalidinova, Ph.D., Associate Professor of the Department of Technology of Food and Fermentation Industries  
Irina U. Ushaeva, Senior Lecturer of the Department of Technology of Food and Fermentation Industries  
Anton A. Gerasimov, Postgraduate Student of the Faculty of Biotechnologies  
Nadezhda V. Barakova, Ph.D., Associate Professor of the Faculty of Biotechnologies  
Svetlana A. Grinvald, Postgraduate Student of the Faculty of Biotechnologies

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 10.04.2023  
Одобрена после рецензирования 30.05.2023  
Принята к публикации 31.05.2023

The article was submitted 10.04.2023  
Approved after reviewing 30.05.2023  
Accepted for publication 31.05.2023