

## Разработка инновационных технологий хлебных изделий из цельносмолотой муки разных классов

Шолпан А. Турсунбаева <sup>1</sup>	sholpan_venera02@mail.ru	 0000-0001-9645-3634
Ауелбек И. Изтаев <sup>1</sup>	auelbekking@mail.ru	 0000-0002-7385-482X
Магомед Г. Магомедов <sup>2</sup>	mmg@inbox.ru	 0000-0003-2494-4973
Мадина А. Якияева <sup>1</sup>	yamadina88@mail.ru	 0000-0002-85642912




<sup>1</sup> Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, 050012, Республика Казахстан

<sup>2</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Аннотация.** Исследованы пути применения инновационных технологий для разработки хлеба с применением цельносмолотой муки из пшеницы разных классов. В качестве инновационных технологий были использованы кавитационная и ионоозонная технология. В ходе исследования была использована пшеница III, IV и V классов, а также внеклассовая пшеница. На качество зерна пшеницы большое влияние оказывает аминокислотный состав белков, поэтому он был определен. Выпечка хлебных изделий с применением инновационных технологий проводилась на базе Алматинского технологического университета. Приведены фотографии полученных хлебных изделий с использованием инновационных методов из цельносмолотой пшеницы разного класса. Хлебные изделия были исследованы по органолептическим, физико-химическим и некоторым реологическим показателям. Согласно результатам использование кавитационной и ионоозонной обработки играет решающую роль при оценке качества хлебобулочных изделий, также существенное влияние оказывает класс пшеницы, из которой был выпечен хлеб. Полученные хлебные изделия по сравнению с контрольным образцом обладали более высокими органолептическими показателями, по ряду физико-химических и органолептических показателей в более выгодном свете предстал образец хлеба из цельносмолотой пшеницы III класса. По результатам проведенных исследований можно утверждать, что использование кавитационной и ионоозонной обработки в купе с целенаправленным использованием определенного класса пшеницы может дать улучшенные результаты полученных хлебных изделий по сравнению с контрольным образцом.

**Ключевые слова:** цельносмолотая мука, пшеница разных классов, кавитационная обработка, ионоозонная обработка, хлеб

## Development of innovative technologies for whole-wheat flour products of different classes

Sholpan A. Tursynbaeva <sup>1</sup>	sholpan_venera02@mail.ru	 0000-0001-9645-3634
Auelbek I. Iztayev <sup>1</sup>	auelbekking@mail.ru	 0000-0002-7385-482X
Magomed G. Magomedov <sup>2</sup>	mmg@inbox.ru	 0000-0003-2494-4973
Madina A. Yakiyayeva <sup>1</sup>	yamadina88@mail.ru	 0000-0002-85642912

<sup>1</sup> Almaty Technological University, ul. Tole bi, 100, Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** Various ways of innovative technologies applying for the development of bread using whole-wheat flour of different wheat grades were investigated in this article. Cavitation and ion-ozone technologies were used as innovative technologies. Wheat grades III, IV and V, as well as off-grade wheat were used during the study. When determining the quality of wheat grains, the amino acid composition of proteins is of great importance. Therefore, the total amino acid composition of wheat samples was determined. Bread baking using innovative technologies was carried out on the basis of the Almaty Technological University. The photos of the obtained bread products using innovative methods from whole-wheat of different grades were given in the article. The resulting bread products were investigated by organoleptic, physico-chemical and some rheological indicators. According to the results obtained, the use of cavitation and ion-ozone processing plays a decisive role in assessing the quality of bakery products, and the wheat grade from which the bread was baked has also a significant effect. The obtained bread products in comparison with the control sample had higher organoleptic characteristics; for a number of physicochemical and organoleptic indicators, a sample of bread from whole-ground wheat of grade III appeared to have more favorable characteristics. According to the results of the research, it can be stated that the use of cavitation and ion-ozone processing, together with the targeted use of a certain wheat grade, can give more attractive results of the obtained bread products in comparison with the control sample.

**Keywords:** whole flour, wheat of different classes, cavitation processing, ion-processing, bread

### Введение

Директор НИИ хлебопекарной промышленности РФ Марина Костюченко в интервью журналу Известия сказала: «С хорошим зерном сегодня большая проблема. Если раньше зерна 3-го класса, из которого получают хлебопекарную муку, было в общем объеме 80%, то сейчас – около 20%. Проблема не с качеством хлеба – хлебопекарная отрасль готова и старается производить

качественный хлеб. Есть проблема с качеством муки и зерна. Сельхозпроизводителям невыгодно производить высококлассное зерно» [1].

Нами предлагаются пути повышения качества хлеба с использованием инновационных способов (кавитационная и ионоозонная технология) в хлебопечении с пшеницей разных классов.

Пшеница является одним из основных источников калорий в повседневном питании

Для цитирования

Турсунбаева Ш.А., Изтаев А.И., Магомедов М.Г., Якияева М.А. Разработка инновационных технологий хлебных изделий из цельносмолотой муки разных классов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 83–88. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-83-88

For citation

Tursynbaeva Sh.A., Iztayev A.I., Magomedov M.G., Yakiyayeva M.A. Development of innovative technologies for whole-wheat flour products of different classes. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 83–88. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-83-88

человека. Согласно стандартам США к I классу принадлежит пшеница T.durum, которая соответствует согласно ГОСТ Р 52554–2006 твердо зерновой пшенице II типа, II, III и IV классы в американском стандарте соответствуют ботаническому виду T. aestivum, мягкозерновая пшеница соответствует отдельным IV и VI классам [2].

Оптимальный химический состав и строение пищевой матрицы цельного зерна пшеницы могут способствовать профилактическому действию и снижению рисков появления хронических заболеваний. Также было высказано предположение, что, помимо воздействия пищевых волокон, синергетическое действие некоторых биоактивных соединений способствует защите здоровья и поддержанию нормальной жизнедеятельности организма [3].

Цельносмолотая мука пшеницы – это основной источник белка и крахмала, который может присутствовать в хлебе, сохранив полностью исходную пищевую ценность пшеницы, при этом обогатив состав хлеба макро- и микронутриентами.

В цельносмолотой пшеничной муке все анатомические компоненты зерна, такие как эндосперм, зародыш и оболочечные слои, присутствуют в тех же пропорциях, что и в зерне. Такая мука содержит значительно больше пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ по сравнению с сортовыми видами муки. Используя цельносмолотую муку, создаются дополнительные риски заражения готовых продуктов плесневыми грибами и продуктами их жизнедеятельности – микотоксинами.

Исследования ученых из различных стран показали, что потребление продуктов из цельного зерна может снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний, различных типов рака, диабета 2-го типа и, возможно, улучшить регуляцию массы тела [3].

Технология приготовления хлеба на кавитационно-активированной воде, сопровождающаяся гидратационной структуризацией белков клейковины, позволяет увеличить удельный объем хлеба, повысить его эластичность, замедлить очерствение и сократить использование хлебопекарных улучшителей [4,5].

Ионоозонная обработка продуктов влияет на биологическое и физиологическое воздействие, на развитие и жизнедеятельность, производит обеззараживающее действие, повышает биологическую ценность хлеба, повышает срок хранения готового хлеба за счет уменьшения негативного влияния внешних факторов (повышение безопасности зерна, уменьшение факторов, приводящих к болезням хлеба и т. д.) на хранение готового хлеба [6].

**Цель работы** – разработка технологии хлеба из пшеницы разных классов с применением инновационных технологий.

### **Материалы и методы**

В качестве объекта исследований было определено цельносмолотое зерно пшеницы следующих классов: III, IV, V, а также внеклассовая пшеница. Отбор проб зерна проводили согласно ГОСТ 13586.3–2015.

Массовую долю белка в пересчете на сухое вещество определяли согласно ГОСТ 10846–91. Общий аминокислотный состав – по ГОСТ 32195–2013. Аминокислотный скор рассчитывали путем сравнения аминокислотного состава белка зерна со шкалой адекватности содержания незаменимых аминокислот в «идеальном белке» согласно ФАО/ВОЗ применительно к потребностям человека во взрослом возрасте. В качестве лимитирующей аминокислоты была определена аминокислота – лизин.

Исследования и выпечка хлебных изделий были проведены на базе научных лабораторий Алматинского технологического университета.

Продолжительность процесса изготовления хлеба белого из пшеничной муки: предварительный замес теста составляет 9 мин, затем происходит замес теста длительностью 18–22 мин, следующим этапом является первая расстойка тестовой заготовки, которая по длительности составляет 60–70 мин. Продолжительность обминки теста составляет 20 мин, затем происходит второй этап расстойки теста продолжительностью 70 мин, обеспечивающий воздушную и однородную структуру хлеба. Выпечка хлеба длится 63–68 мин, окончание выпечки составляет 10–19 мин.

В цельносмолотой муке пшеницы разных классов был определен аминокислотный состав. В готовых хлебных изделиях с применением инновационных технологий были определены следующие показатели: органолептические свойства, влажность, кислотность, пористость, сохраняемость готовых изделий.

### **Результаты**

Как известно, для корректного оценивания пищевого достоинства пшеницы как зерна, огромное значение играет аминокислотный состав белков, причем большое значение имеет сбалансированность их аминокислотного состава. При этом даже незначительное действие протеолитических ферментов способствует гидролизу белков с образованием пептидов и аминокислот [6], следовательно, изменяется аминокислотный состав зерна пшеницы. В наибольшем количестве в цельном зерне пшеницы содержится лейцин ( $75,2 \pm 0,7$  мг / 1 г белка), фенилаланин ( $52,1 \pm 0,6$  мг / 1 г белка) и глутаминовая кислота + глутамином ( $219,2 \pm 4$  мг / 1 г белка), что характерно для данного вида пшеницы [2].

Наименьшие значения можно отметить у лизина ( $19,8 \pm 0,3$  мг / 1 г белка), триптофана ( $10,1 \pm 0,3$  мг / 1 г белка), треонина ( $18,7 \pm 0,3$  мг / 1 г белка).

Из исследованных образцов пшеницы разных классов были получены хлебные изделия с применением инновационных технологий из цельносмолотой муки.

Для достижения поставленной цели были выработаны образцы хлеба из пшеничной муки разного класса по традиционным рецептурам с применением воды для технических целей

и кавитированной воды с применением ионо-озонной обработки.

Традиционная рецептура хлеба формового на выход 859 г включает в себя следующие ингредиенты – мука пшеничная: 465 г, дрожжи прессованные – 7,5 г, соль – 6,5 г, вода – 380 мл. За контрольный образец был принят хлеб без использования инновационных методов с применением пшеницы 1-го сорта. Внешний вид полученных изделий можно оценить на рисунке 1.

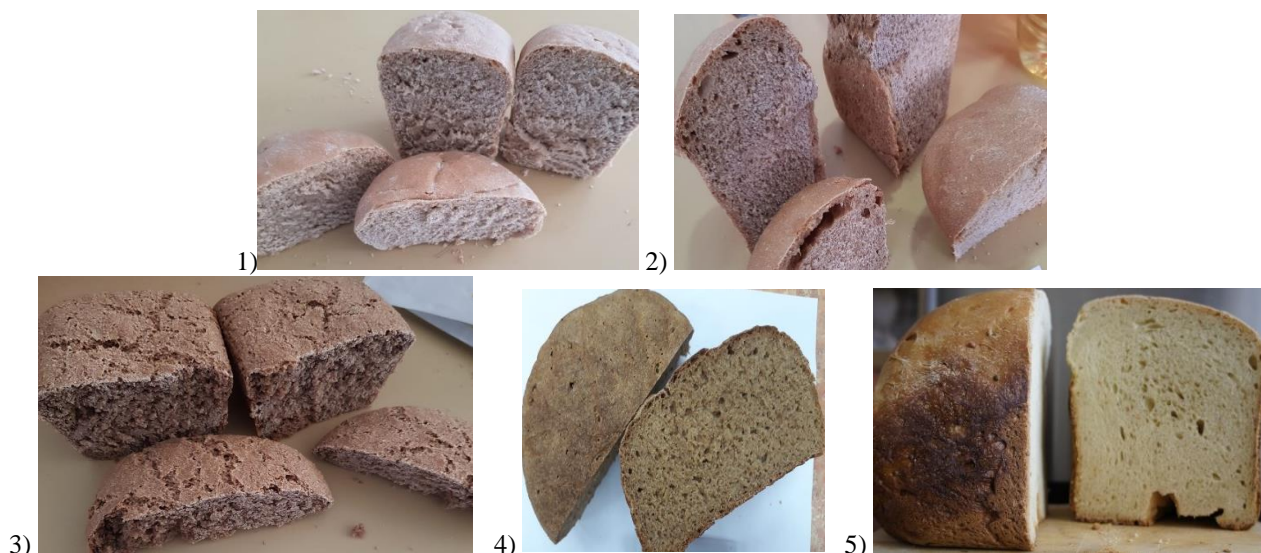


Рисунок 1. Внешний вид полученных хлебных изделий, где (слева направо): 1 – контрольный образец, хлеб из пшеницы III класса; 2 – хлеб из пшеницы IV класса; 3 – хлеб из пшеницы V класса; 4 – хлеб из пшеницы вне класса; 5 – контроль

Figure 1. Appearance of the obtained bread products, where (from left to right): 1 – control sample, bread from wheat of class III; 2 – bread from wheat of class IV; 3 – bread from wheat of class V; 4 – bread from wheat outside the class; 5 – control

Из органолептических показателей были определены: внешний вид готового хлеба, окраска корок, характер пористости, эластичность и разжевываемость мякиша.

Судя по полученным результатам, среди полученных образцов хлеба значительных изменений вкуса, аромата и цвета мякиша изделий отмечено не было, вышеуказанные показатели в дальнейшем анализе не учитывались (рисунок 2).

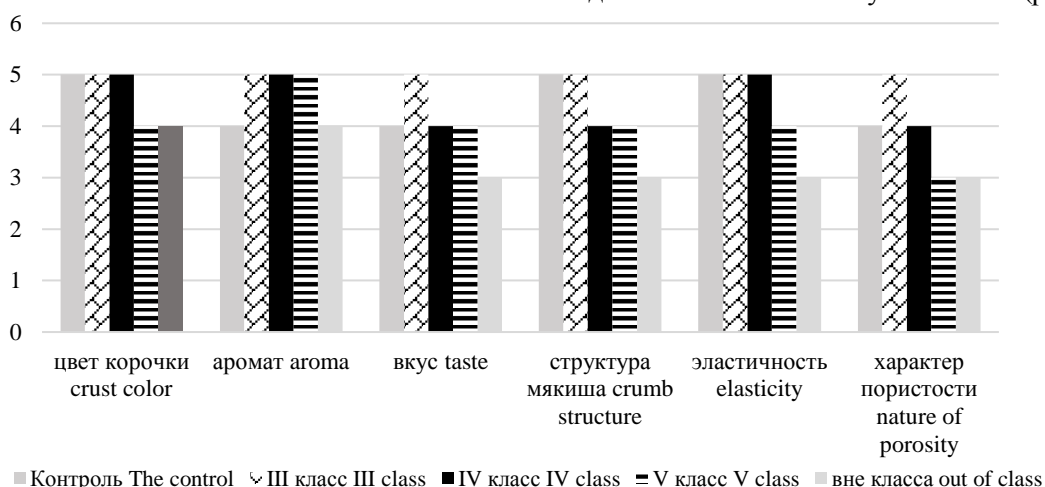


Рисунок 2. Органолептические показатели полученных образцов хлеба

Figure 2. Organoleptic characteristics of the obtained bread samples

Из результатов оценки можно выявить, что образец хлеба из пшеницы III класса, полученный на основе кавитированной воды, имеет суммарную оценку, которая составляет максимально 25 баллов, что значительно выше, чем у контрольного образца, полученного из воды для технических целей, оценка которого составляет 23 балла.

Показатель «характер пористости» у образца, полученного на основе кавитированной воды из пшеницы III класса, выше, чем у контрольного образца хлеба. Для образца хлеба из пшеницы III класса, полученного на основе кавитированной воды и ионоозонной обработки, органолептические показатели выражены более характерно и обуславливаются наличием правильной формы с несколько выпуклой верхней коркой без боковых выплывов, увеличением объема изделия, наличием развитой тонкостенной пористости с порами округлой формы, без пустот и уплотнений, а также мягкого и эластичного мякиша.

Для образца хлеба из пшеницы вне класса было выявлено наличие плотной низкой корки, неравномерная толстостенная пористость с уплотнениями и без пустот, недостаточно эластичный и слегка заминающийся мякиш.

При использовании инновационных способов поры мякиша готовых образцов хлеба стали более тонкостенными и равномерными. Изменения показателей кислотность и влажность мякиша хлеба из пшеницы III и IV классов не имели существенной разницы от контрольного

образца. Они отличались от контрольного образца достаточной пористостью (хотя по сравнению с образцом из пшеницы III класса поры были менее выражены). Цвет хлебных готовых изделий с увеличением класса цельносомлотой пшеницы становился все более интенсивным. Также было замечено отличие во внешнем виде и надрывах: с увеличением класса цельносомлотой пшеницы увеличивается количество и глубина разрывов и надрывов, а также уменьшается высота готовых изделий.

Несмотря на то что объем хлеба из пшеницы III класса уступает контрольному образцу, по пористости и остальным органолептическим показателям отличается улучшенными результатами. Наименьшие показатели были у хлеба из пшеницы вне класса, где цвет оказался самым темным, поры мякиша стали наименее заметными, вкус, структура мякиша, эластичность и характер мякиша имели наименее привлекательные для потребителя показатели.

Таким образом, можно сделать вывод, что инновационные технологии позволяют улучшить органолептические показатели хлеба, тем самым повысить его привлекательность для потребителя, но также имеется связь между классом пшеницы и органолептическими свойствами полученных образцов хлеба [6, 8–12].

В таблице 1 показаны результаты исследования некоторых физико-химических показателей готового хлеба с использованием инновационных способов в сравнении с контрольным образцом.

Таблица 1.  
Физико-химические показатели качества полученного хлеба из пшеницы разных классов с применением инновационных технологий

Table 1.  
Physico-chemical quality indicators of the obtained wheat bread of different classes using innovative technologies

Показатели качества Quality indicators	Контрольный хлеб Control	Хлеб из пшеницы III класса Grade III Wheat Bread	Хлеб из пшеницы IV класса Grade IV Wheat Bread	Хлеб из пшеницы V класса Grade V Wheat Bread	Хлеб из внеклассовой пшеницы Out of Class Wheat Bread
Влажность, % Humidity, %	47,2	49,5	48,6	47,20	45,4
Кислотность, град Acidity, degrees	3,5	3,3	3,3	3,4	3,6
Удельный объем хлеба, см <sup>3</sup> /100 г The specific volume of bread, cm <sup>3</sup> /100 g	187,3	178,5	168,3	164,1	157,2
Пористость мякиша, % The porosity of the crumb, %	64,0	67,0	65,7	63,1	59,4

После проведенной выпечки образцы хлеба были исследованы на сохраняемость. Кавитированная вода и ионоозонная обработка оказали заметное влияние на замедление

процессов черствения хлеба. Только через 48 ч у исследуемых образцов увеличилась крошливость, что свидетельствует о проходящем в хлебе процессе черствения. Критическими часами

для хранения хлеба стали 96 ч, когда резко усилился неприятный запах, появился кислый запах с нотками затхлости, структура мякиша хлеба и пористость с объемом хлеба снизились. Тогда как контрольный образец хлеба отличился изначально низкими показателями качества при хранении и спустя 48 ч данный вид хлеба имел низкие показатели.

Оценка физико-химических показателей качества хлеба в процессе хранения подтвердила результаты органолептической оценки и показала, что образцы, полученные с использованием инновационных способов, уже в начальный период хранения имеют значение выше, чем у контрольного образца.

### Обсуждение

В соответствии с проведенным анализом литературных источников [4–6, 8–15] результаты органолептические, физико-химические свойства хлебных образцов, полученных с применением инновационных технологий из пшеницы разных классов, показали, что кавитационная и ионоозонная обработка оказывают влияние на качество готовых изделий. Вместе с тем можно утверждать, что класс пшеницы оказывает значительное влияние на качество готовых образцов хлеба.

### Литература

- 1 Мотренко Е. Сакральный продукт: как вернуть былую славу хлебу // Пищевая индустрия. 2019. № 1. С. 28–30.
- 2 ГОСТ Р 52554–2006. Пшеница. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2006.
- 3 Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Велямов М.Т. Цельнозерновая мука из пророщенного зерна пшеницы как пищевой ингредиент в технологии продуктов питания // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7. № 3. С. 23–30.
- 4 Калинина И.В., Фаткуллин Р.И. Применение эффектов ультразвукового кавитационного воздействия как фактора интенсификации извлечения функциональных ингредиентов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2016. Т. 4. № 1. С. 64–70. doi: 10.14529/food160108
- 5 Якияева М.А. Определение физико-химических показателей качества зернобобовых культур после ионной, озонной, ионоозонной и ионоозонокавитационной обработки // European research. 2016. № 5. С. 18–20.
- 6 Мелешкина Е.П. Современные требования, предъявляемые к качеству зерна пшеницы и пшеничной муки // Хлебопродукты. 2018. № 10. С. 14–15.
- 7 Iztayev A.I., Feydengold V.B., Kizatova M.Zh., Maemerov M.M. et al. Application of ion-ozone cavitation treatment for long-term storage of seeds chickpea variety “Echard Elite” // The Eleventh International Conference on Eurasian scientific development. 2016. P. 98–102.
- 8 Singh A.B., Singh A.K., Rehal J., Kaur A. et al. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review // Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 2015. V. 55 (11). P. 1575–1589.
- 9 Данина М.М., Иванченко О.Б. Использование экструдированной пшеницы в пивоварении // Вестник Международной академии холода. 2015. № 2. С. 18–22.
- 10 Luo D., Wu R., Zhang J., Zhang K. et al. Effects of ultrasound assisted dough fermentation on the quality of steamed bread // Journal of Cereal Science. 2018. V. 83. P. 147–152. doi: 10.1016/j.jcs.2018.07.016
- 11 Kalinina I., Naumenko N., Fatkullin R. Perspectives of Using of Ultrasonic Cavitation in Water Treatment Technology for the Food Productions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. V. 272. P. 1–9. doi: 10.1088/1755–1315/272/3/032077
- 12 Poudel R., Rose D.J. Changes in enzymatic activities and functionality of whole wheat flour due to steaming of wheat kernels // Food Chemistry. 2018. V. 263. P. 315–320. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.05.022
- 13 Obadi M., Zhu K.-X., Peng W., Sulieman A.A. et al. Effects of ozone treatment on the physicochemical and functional properties of whole grain flour // Journal of Cereal Science. 2018. V. 81. P. 127–132. doi: 10.1016/j.jcs.2018.04.0088
- Alexandre A., Castanha N., Costa N., Santos A. et al. Ozone technology to reduce zearalenone contamination in whole maize flour: degradation kinetics and impact on quality // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. V. 99. № 15. P. 6814–6821. doi: 10.1002/jsfa.9966

### Заключение

В процессе выпечки хлеба с инновационными технологиями увеличивается количество таких незаменимых аминокислот, как изолейцин, лейцин, лизин, треонин, улучшаются органолептические и физико-химические показатели в соответствии с классом пшеницы. Правильность выбора оптимального соотношения дозировки ржаных и пшеничных отрубей в тесте подтвердили серией параллельных экспериментов, которые показали сходимость результатов. Самым лучшим практически по всем исследованным показателям по сравнению с контрольным образцом хлеба является хлеб из пшеницы III класса. Полученные результаты позволяют рекомендовать более тщательное исследование данной темы и дальнейшее внедрение в производство технологии получения хлеба из пшеницы III класса с применением инновационных технологий.


### Благодарности


Авторы выражают благодарности зав. кафедрой технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, ассоциированному профессору С.Т. Жиенбаевой за поддержку оказанную во время проведения лабораторных исследований.


## References


- 1 Motrenko E. Sacred product: how to return the former glory to bread. Food industry. 2019. no. 1. pp. 28–30. (in Russian).
- 2 GOST R 52554–2006. Wheat. Technical conditions. Moscow, Standartinform, 2006. (in Russian).
- 3 Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Velamov M.T. Whole-ground flour from germinated wheat grain as a food ingredient in food technology. Vestnik SUSU. Series “Food and Biotechnology”. 2019. vol. 7. no. 3. pp. 23–30. (in Russian).
- 4 Kalinina I.V., Fatkullin R.I. Application of the effects of ultrasonic cavitation effects as a factor in the intensification of the extraction of functional ingredients. Vestnik SUSU. Series “Food and Biotechnology”. 2016. vol. 4. no. 1. pp. 64–70. doi: 10.14529/food160108 (in Russian).
- 5 Yakiyaeva M.A. Determination of physico-chemical indicators of the quality of leguminous crops after ionic, ozone, ion-ozone and ion-ozone-cavitation treatment. European research. 2016. no. 5. pp. 18–20. (in Russian).
- 6 Meleshkina E.P. Modern requirements for the quality of wheat and wheat flour. Bread products. 2018. no. 10. pp. 14–15. (in Russian).
- 7 Iztayev A.I., Feydengold V.B., Kizatova M.Zh., Maemerov M.M. et al. Application of ion-ozone cavitation treatment for long-term storage of seeds chickpea variety “Echard Elite”. The Eleventh International Conference on Eurasian scientific development. 2016. pp. 98–102.
- 8 Singh A.B., Singh A.K., Rehal J., Kaur A. et al. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review. Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 2015. vol. 55 (11). pp. 1575–1589.
- 9 Danina M.M., Ivanchenko O.B. The use of extruded wheat in brewing. Bulletin of the International Academy of cold. 2015. no. 2. pp. 18–22. (in Russian).
- 10 Luo D., Wu R., Zhang J., Zhang K. et al. Effects of ultrasound assisted dough fermentation on the quality of steamed bread. Journal of Cereal Science. 2018. vol. 83. pp. 147–152. doi: 10.1016/j.jcs.2018.07.016
- 11 Kalinina I., Naumenko N., Fatkullin R. Perspectives of Using of Ultrasonic Cavitation in Water Treatment Technology for the Food Productions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. vol. 272. pp. 1–9. doi: 10.1088/1755-1315/272/3/032077
- 12 Poudel R., Rose D.J. Changes in enzymatic activities and functionality of whole wheat flour due to steaming of wheat kernels. Food Chemistry. 2018. vol. 263. pp. 315–320. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.05.022
- 13 Obadi M., Zhu K.-X., Peng W., Sulieman A.A. et al. Effects of ozone treatment on the physicochemical and functional properties of whole grain flour. Journal of Cereal Science. 2018. vol. 81. pp. 127–132. doi: 10.1016/j.jcs.2018.04.0088
- 14 Alexandre A., Castanha N., Costa N., Santos A. et al. Ozone technology to reduce zearalenone contamination in whole maize flour: degradation kinetics and impact on quality. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. vol. 99. no. 15. pp. 6814–6821. doi: 10.1002/jsfa.9966

## Сведения об авторах

**Шолпан А. Турсунбаева** докторант, кафедра технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, 050012, Республика Казахстан, sholpan\_venera02@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>

**Ауелбек И. Изтаев** д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, 050012, Республика Казахстан, auelbekking@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-7385-482X>

**Магомед Г. Магомедов** д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающих производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, ул. Революции, д. 19, г. Воронеж, Российская Федерация, mmg@inbox.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2494-4973>

**Мадина А. Якияева** Ph.D, кафедра технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, 050012, Республика Казахстан, yamadina88@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-85642912>

## Вклад авторов

**Шолпан А. Турсунбаева** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты  
**Ауелбек И. Изтаев** руководство и контроль над проведением начного эксперимента


**Магомед Г. Магомедов** консультация в ходе исследования


**Мадина А. Якияева** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат


## Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Sholpan A. Tursynbaeva** doctoral, technology of bakery products and processing industries department, Almaty Technological University, Tole bi str., 100, Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan, sholpan\_venera02@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>

**Auelbek I. Iztayev** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of bakery products and processing industries department, Almaty Technological University, Tole bi str., 100, Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan, auelbekking@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-7385-482X>

**Magomed G. Magomedov** Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mmg@inbox.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2494-4973>

**Madina A. Yakiyayeva** Ph.D, technology of bakery products and processing industries department, Almaty Technological University, Tole bi str., 100, Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan, yamadina88@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-85642912>

## Contribution

**Sholpan A. Tursynbaeva** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

**Auelbek I. Iztayev** guidance and control over the initial experiment

**Magomed G. Magomedov** consultation during the study

**Madina A. Yakiyayeva** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 02/11/2019

После редакции 18/11/2019

Принята в печать 03/12/2019

Received 02/11/2019

Accepted in revised 18/11/2019

Accepted 03/12/2019