

Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения

Наталья В. Науменко	¹	naumenko_natalya@mail.ru
Ирина Ю. Потороко	¹	irina_potoroko@mail.ru
Ирина В. Калинина	¹	9747567@mail.ru
Артем В. Малинин	¹	artemmalinin3@gmail.com
Арам В. Цатуров	¹	aram-chel@mail.ru

¹ Южно-Уральский государственный университет (НИУ), пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования цельнозерновой муки из пророщенного зерна пшеницы как сырьевого компонента содержащего легкоусвояемые сахара, незаменимые аминокислоты, витамины и минеральные вещества. Для интенсификации процесса проращивания используется обработка зерна пшеницы на акустическом источнике упругих колебаний при частоте $(22 \pm 1,65)$ кГц и мощности 340 Вт, продолжительностью воздействия 5 мин. Полученная цельнозерновая мука из пророщенного зерна пшеницы имеет значения средневзвешенного размера частиц муки 177 ± 25 мкм. Данная мука была использована при производстве модельных образцов хлеба путем частичной замены сортовой муки в количестве 10–50%. На основании определения технологических параметров, было установлено, что использование цельнозерновой муки из пророщенного зерна пшеницы повышает сахарообразующую и газообразующую способность смеси муки, интенсифицирует процесс брожения. При этом оказывает незначительное влияние на количество и качество клейковины. Оптимальное значение числа падения было установлено у смеси муки пшеничной хлебопекарной первого сорта и цельнозерновой муки из пророщенного зерна пшеницы в соотношении 80:20 соответственно. Данное соотношение было также определено как наилучшее при органолептической оценке пробной лабораторной выпечке образцов хлеба. Модельный образец имел привлекательный внешний вид, выпуклую коричневую, равномерную пористость, не липкий, эластичный мякиш, выраженный вкус и аромат. Авторами отмечается, что совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием цельнозерновой муки из пророщенного зерна пшеницы возможно путем выбора оптимальной дозировки внесения данного вида сырья и контроля технологических параметров процесса.

Ключевые слова: цельнозерновая мука, интенсификация проращивания зерна пшеницы, ультразвуковое воздействие, хлеб и хлебобулочные изделия

Improving the production technology of bakery products obtained using ingredients of plant origin

Natalia V. Naumenko	¹	naumenko_natalya@mail.ru
Irina Yu. Potoroko	¹	irina_potoroko@mail.ru
Irina V. Kalinina	¹	9747567@mail.ru
Artem V. Malinin	¹	artemmalinin3@gmail.com
Aram V. Tsaturov	¹	aram-chel@mail.ru

¹ South Ural State University (NRU), Lenin Av., 76, Chelyabinsk, 454080, Russia

Abstract. The article considers the possibility of using whole-grain flour from germinated wheat grain as a raw material component containing easily digestible sugars, essential amino acids, vitamins and minerals. For the intensification of the germination process, the treatment of wheat at the acoustic source of elastic oscillations is used at a frequency of (22 ± 1.65) kHz and power of 340 W and an exposure time of 5 minutes. The obtained whole-ground flour from germinated wheat grain has a weighted average particle size of flour 177 ± 25 microns. This flour was used in the production of model bread samples by partial replacement of high-grade flour in the amount of 10–50%. Based on the determination of technological parameters, it was found that the use of whole-grain flour from germinated wheat grain increases the sugar-forming and gas-forming ability of the flour mixture, intensifies the fermentation process. It has little effect on the quantity and quality of gluten. The optimal value of the drop number was found for the first-grade baking wheat flour and whole-grain flour from germinated wheat in a ratio of 80:20, respectively. This ratio was also defined as the best organoleptic evaluation of laboratory test baking bread samples. The model sample had an attractive appearance, a convex brown, uniform porosity, non-sticky, elastic crumb, pronounced taste and aroma. The authors note that the improvement of the production technology of bakery products obtained using whole-grain flour from germinated wheat grain is possible by choosing the optimal dosage of introducing this type of raw material and monitoring the technological parameters of the process.

Keywords: Whole grinding flour, intensification of wheat germination, ultrasonic treatment, bread and bakery products

Для цитирования

Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Калинина И.В., Малинин А.В., Цатуров А.В. Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 108–113. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-108-113

For citation

Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Kalinina I.V., Malinin A.V., Tsaturov A.V. Improving the production technology of bakery products obtained using ingredients of plant origin. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 108–113 (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-108-113

Введение

Сложившаяся ситуация на рынке зерна, его профицит и низкое качество, проблемы, связанные с хранением и безопасностью, являются стимулирующими факторами для поиска инновационных технологий получения пищевых продуктов.

Внимание привлекает направление, связанное с получением зерновых продуктов из пророщенного сырья или добавление данного компонента в рецептуру традиционных изделий. При этом сама технология проращивания зерна пшеницы используется исследователями уже долгие годы, т. к. активация биохимических процессов в зерне приводит к накоплению легкоусвояемых сахаров, аминокислот, витаминов и минералов, которые могут обеспечить рынок полезными продуктами. Но данное направление всегда останется актуальным, т. к. меняются качественные характеристики выращенного зерна, используются инновационные методы обеззараживания и интенсификации процесса проращивания зерновых культур [3].

Малым предприятиям пищевой промышленности с гибким графиком объемов производства достаточно сложно самостоятельно проращивать зерновые культуры, т. к. это неизбежно связано с временными затратами и необходимостью больших производственных помещений, а также с хранением пророщенной культуры для дальнейшего использования. Поэтому при производстве хлебобулочных изделий с использованием пророщенного зерна пшеницы целесообразнее использовать консервированный полуфабрикат.

Цель исследования – совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения на основе пророщенного зерна пшеницы.

Объекты и методы

Для проращивания использовали зерно пшеницы сортов Любава и Эритроспериум 59, выращенное в степной зоне Челябинской области. Предварительно проводили пятикратное промывание зерна и интенсификацию процесса путем обработки зерна на акустическом источнике упругих колебаний при частоте $(22 \pm 1,65)$ кГц и мощности 340 Вт, продолжительность воздействия 5 мин. В качестве источника ультразвукового воздействия (УЗВ) был использован акустический источник упругих колебаний ультразвуком – прибор «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ [2, 4, 5]. Проращивание осуществлялось

при контроле длительности процессов замачивания (6–8 ч) и проращивания (12–14 ч) до величины ростка 1,0–1,5 мм, затем зерно высушивалось до влажности 12–14%, измельчалось на мельнице Brabender Break Mill SM3 и в виде цельносмолотой муки вводилось в качестве зерновой добавки в исследуемые образцы хлеба. Данный вид муки имеет влажность 12,5–14,0%, упаковывается в полимерную вакуумную упаковку и хранится без изменения свойств в течение 6 мес.

Полученная цельносмолотая мука оценивалась по: гранулометрическому составу (метод ААСС 55–40.01 лазерного динамического светорассеяния с использованием прибора Microtrac S3500 с использованием изопропилового спирта в присутствии тритона X100 для полного исключения набухания и растворения частиц муки и метод электронной сканирующей микроскопии с использованием микроскопа JSM-7001F (JEOL), увеличение $\times 1000$).

Также готовилась смесь муки пшеничной хлебопекарной 1-го сорта и цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в соотношении 90:10 (смесь муки 1); 80:20 (смесь муки 2); 70:30 (смесь муки 3); 60:40 (смесь муки 4) и 50:50 (смесь муки 5). Были определены следующие показатели:

- количество и качество клейковины (метод определения согласно ГОСТ 27839–2013);

- число падения (ЧП) муки (метод Хагберга-Пертена согласно ГОСТ ISO 3093–2016 на приборе Falling Number FN 1500);

- сахарообразующая способность муки (определяли общепринятым методом путем определения продуктов гидролитического расщепления крахмала с последующим пересчетом на сахарозу) [1];

- газообразующая способность муки – по количеству CO_2 , выделившегося за установленный период времени при брожении теста на приборе Яго-Островского.

Для производства исследуемых образцов хлеба использовалось следующее сырьё:

- пшеничная мука 1-го сорта производства ООО «Объединение «Союзпищепром», г. Челябинск;

- дрожжи хлебопекарные прессованные Люкс экстра, производитель ООО САФ-НЕВА.

Для изготовления образцов хлебобулочных изделий за основу была взята рецептура хлеба из пшеничной муки 1-го сорта.

Контролем был хлеб пшеничный, полученный из муки 1-го сорта по традиционной рецептуре и технологии.

Все модельные образцы хлеба были изготовлены из муки 1-го сорта и цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в следующих соотношениях:

- модельный образец 1 – 90:10;
- модельный образец 2 – 80:20;
- модельный образец 3 – 70:30;
- модельный образец 4 – 60:40;
- модельный образец 5 – 50:50.

Все исследуемые образцы готовились безопарным способом. Пробную лабораторную выпечку проводили согласно ГОСТ 27669–88. Готовые образцы хлеба оценивались через 4 часа после выпечки. Пробная лабораторная выпечка хлеба массой 500 г проводилась при температуре 200 °С.

Органолептические показатели качества формового хлеба оценивали с использованием 40-балльной шкалы.

Результаты и обсуждение

Цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы является нестандартным сырьем для производства хлебобулочных изделий. В результате процесса проращивания становятся более мягкими оболочечные части зерна пшеницы, в такой муке присутствует зародыш и все анатомические части. Это приводит не только к повышению биологической ценности белка, накоплению витаминов и минеральных веществ, но и влечет за собой разнородность полученного сырья по гранулометрическому составу (рисунок 1).

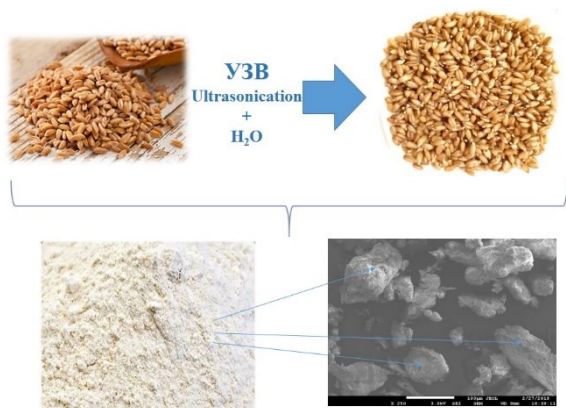


Рисунок 1. Получаемая цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы

Figure 1. Obtained whole-ground flour from germinated wheat

Размер частиц цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы является важным фактором, влияющим на качество готового продукта и функциональность. Полученная

мука представляет собой полидисперсный порошок с размером частиц от 9 до 497 мкм, поэтому целесообразнее в исследованиях ориентироваться на значения средневзвешенного размера частиц муки, величина которого составила 177 ± 25 мкм. Такой размер частиц позволят им полностью быть замешенными в массу теста, и в готовых изделиях вносимая мука не визуализируется как разнородный по размерному составу зерновой продукт. Форма частиц характеризуется неправильной формой и достаточно большой разнородностью. Незначительную часть всей муки составляют частицы размером менее 15 ± 3 мкм. Это могут быть мелкие зерна крахмала, частицы белковой подложки и кусочки клеток эндосперма, не разделенные на крахмал и белок. Далее присутствуют частицы среднего размера от 18 ± 3 до 30 ± 3 мкм, можно предположить, что это средние и крупные зерна крахмала. Большая часть имеет размер частиц более 37–190 мкм. Авторы описывают [7, 8], что в эту фракцию входят крупные зерна крахмала, освободившиеся от белковой подложки. Данный фракционный состав свидетельствует о том, что мелкие частицы муки способны участвовать в процессе тестоприготовления, простые сахара (полученные в результате осахаривания крахмала при проращивании зерна) – интенсифицировать жизнедеятельность дрожжевых клеток, а наличие крупных фракций позволяет корректировать реологические свойства теста путем умеренного действия фермента α -амилазы и получать изделия хорошего качества [2, 7–10].

Результаты исследования образцов муки представлены на рисунке 2.

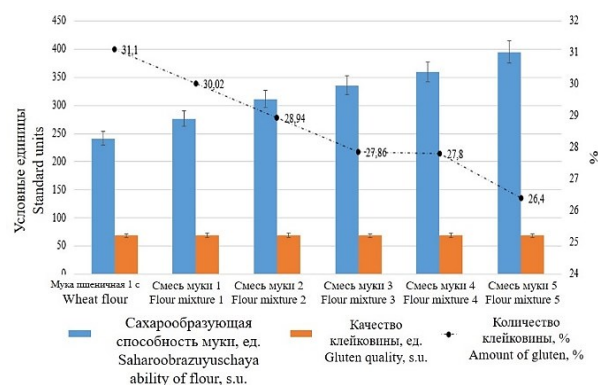


Рисунок 2. Результаты определения сахарообразующей способности, количества и качества клейковины исследуемых образцов муки

Figure 2. The results of determining the sugar-forming ability, the quantity and quality of gluten of the studied flour samples

Полученные данные свидетельствуют о том, что проращивание зерна пшеницы и получение из нее цельносмолотой муки приводит к увеличению сахарообразующей способности муки и полученной смеси, что будет интенсифицировать процесс тестоприготовления и газообразования (рисунок 3). Сахарообразующая способность муки увеличивает свое значение линейно, согласно проценту внесения цельносмолотой муки. При этом проращивание пшеницы до длины ростка 1,0–1,5 мм не позволяет активизировать протеолитические ферменты (количество и качество клейковины), остается на прежнем уровне, что позволит в дальнейшем удержать клейковинный каркас теста и повысить удельный объем готовых изделий.

Газообразующая способность смеси пшеничной муки и цельносмолотой из пророщенного зерна заметно увеличивается уже при замене 20% сортовой муки на цельносмолотую. Данная характеристика выше сразу после 1 ч брожения, и зависимость сохраняется на протяжении 5 ч. С увеличением процента замены муки 1-го сорта на цельносмолотую значения данного показателя повышаются.

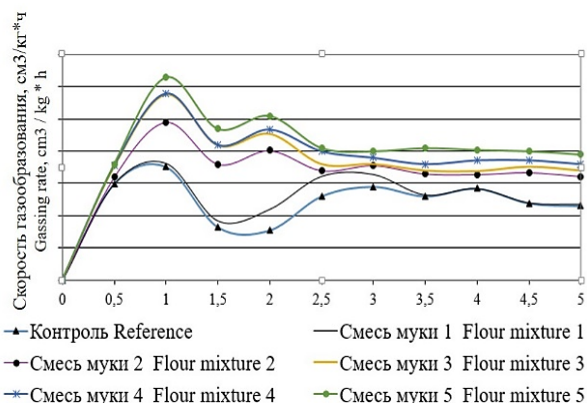


Рисунок 3. Результаты определения газообразующей способности исследуемых образцов муки

Figure 3. The results of determining the gas-forming ability of the samples of flour

Наибольшая характеристика отмечается у смеси муки 4 и 5, но данное количество используемой муки может привести к получению изделий пониженного объема (из-за недостаточного количества клейковины, с липким влажным мякишем, что объясняется повышенной активностью α -амилазы и низким значением ЧП (рисунок 4).

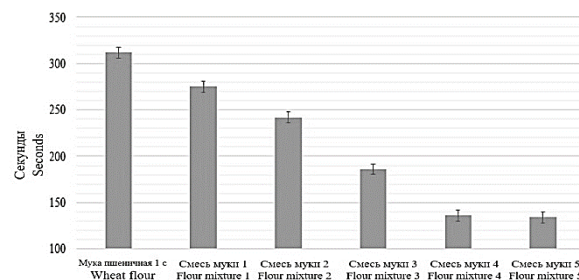


Рисунок 4. Результаты определения ЧП исследуемых образцов муки

Figure 4. The results of determining the number of falling samples of flour

Полученные данные позволяют сказать, что оптимальное значение числа падения (235 ± 15 с) [6] отмечается у смеси муки в соотношении 80:20. Замена 20% сортовой муки на цельносмолотую из пророщенного зерна пшеницы является оптимальной, т. к. данное соотношение позволяет повысить в тесте количество простых сахаров, тем самым интенсифицировать процесс брожения и получить готовые изделия с высокими потребительскими характеристиками (рисунок 5–6).

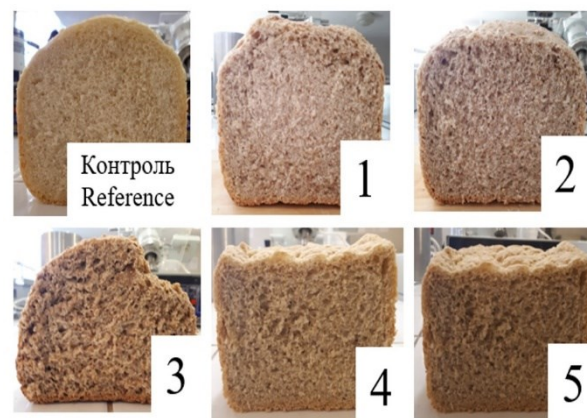


Рисунок 5. Внешний вид модельных образцов хлеба

Figure 5. Appearance of model bread samples

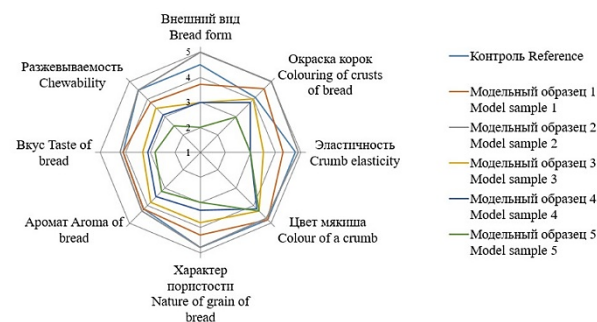


Рисунок 6. Результаты органолептической оценки модельных образцов хлеба

Figure 6. Results of organoleptic evaluation of model bread samples

В результате органолептической оценки модельных образцов было установлено, что максимальное количество баллов имеет образец 2. У него выпуклая корка с приятной характерной окраской (коричневой), эластичный, хорошо разжевываемый мякиш, с равномерной пористостью. Приятный вкус и выраженный аромат. Тогда как образцы под номерами 4 и 5 имеют впалую корку, заниженный объем изделий с липким заминающимся мякишем, что обусловлено повышенной активностью α -амилазы. Образец под номером 3 также отличается пониженным объемом, на поверхности присутствуют подрывы корки, а мякиш можно охарактеризовать как излишне влажный.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сказать, что использование цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы как сырьевого компонента, содержащего легкоусвояемые сахара, незаменимые аминокислоты, витамины и минеральные вещества целесообразно и возможно, но при этом необходимо совершенствовать рецептуру и определять оптимальное соотношение вносимого компонента.

Цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы является нестандартным сырьем для производства хлебобулочных изделий. Данное сырье имеет разнородность по гранулометрическому составу, значения средневзвешенного размера частиц муки составляют 177 ± 25 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корячкина С.Я., Лабутина Н.В., Березина Н.А., Хмелёва Е.В. Контроль хлебопекарного производства: учебное пособие для вузов. Орел: ОрелГТУ, 2010. 705 с.
2. Наumenко Н.В., Паймулина А.В., Велямов М.Т. Влияние размеров частиц муки из пророщенного зерна на ее технологические свойства и качество готовых изделий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7. № 1. С. 40–50. doi: 10.14529/food190105
3. Нилова Л.П., Маркова К.Ю., Чунин С.А., Калинина И.В. и др. Прогноз развития рынка обогащенных хлебобулочных изделий // Товаровед продовольственных товаров. 2011. № 5. С. 25–30.
4. Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Богуш В.И., Потороко И.Ю. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции. М.: ГИОРД, 2013. 150 с.
5. Хмелев В.Н., Попова О.В. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: монография. Барнаул: АлтГТУ, 1997. 160 с.
6. Черных В.Я., Бердышникова О.Н., Жирнова Е.В., Митин В.Ю. Влияние дисперсности пшеничной муки на ее технологические свойства и параметры замеса теста // Хлебопродукты. 2015. № 7. С. 56–58.

На основании определения технологических параметров было установлено, что использование цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы повышает сахарообразующую и газообразующую способность смеси муки, интенсифицирует процесс брожения. При этом оказывает незначительное влияние на количество и качество клейковины. Оптимальное значение числа падения было установлено у смеси муки пшеничной хлебопекарной 1-го сорта и цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы в соотношении 80:20 соответственно. Данное соотношение было определено как наилучшее при органолептической оценке пробной лабораторной выпечки образцов хлеба. Модельный образец имел привлекательный внешний вид, выпуклую коричневую равномерную пористость, нелипкий эластичный мякиш, выраженный вкус и аромат. Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы, возможно путем выбора оптимальной дозировки внесения данного вида сырья и контроля технологических параметров процесса.

Благодарности

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление №211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011 и при финансовой поддержке государственных заданий № 40.8095.2017/БЧ и гранта РФФИ 18-53-45015.

REFERENCES

1. Koryachkina S.Ya., Labutina N.V., Berezina N.A., Khmeleva E.V. Kontrol' khlebopekarnogo proizvodstva: uchebnoye posobiye dlya vuzov [Baking production control: a textbook for universities]. Orel, Orel State Technical University, 2010. 705 p. (in Russian).
2. Naumenko N.V., Paymulin A.V., Velyamov M.T. The effect of particle sizes of flour from germinated grain on its technological properties and the quality of finished products. *Vestnik YUUrGU. Seriya "Pishchevye i biotekhnologii"* [Bulletin of SUSU. Series "Food and Biotechnology"]. 2019. vol. 7. no. 1. pp. 40–50. doi: 10.14529 / food190105 (in Russian).
7. Hemdane S., Leys S., Jacobs P.J., Dornez E. et al. Wheat milling by-products and their impact on bread making // *Food Chemistry*. 2015. № 187. P. 280–289. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.04.048
8. Lai C.S., Hosney R.C., Davis A.B. Effects of wheat bran in breadmaking // *Cereal Chemistry*. 1989. № 66. P. 217–219.
9. Liu R.H. Whole grain phytochemicals and health // *Journal of Cereal Science*. 2007. V. 46. № 3. P. 207–219. doi: 10.1016/j.jcs.2007.06.010
10. Moder G.J., Finney K.F., Bruinsma B.L., Ponte J.G. et al. Bread-making potential of straight-grade and whole-wheat flours of Triumph and Eagle-plainsman V hard red winter wheats // *Cereal Chemistry*. 1984. V. 61. № 4. P. 269–273.

3 Nilova L.P., Markova K.Yu., Chunin S.A., Kalinina I.V. et al. Forecast of the development of the market of enriched bakery products. *Tovarovod prodovol'stvennykh tovarov* [Commodity expert of food products]. 2011. no. 5. pp. 25–30. (in Russian).

4 Shestakov S.D., Krasulya O.N., Bogush V.I., Potoroko I.Yu. Tekhnologiya i oborudovaniye dlya obrabotki pishchevykh sred s ispol'zovaniyem kavitatsionnoy dezintegratsii [Technology and equipment for the treatment of food environments using cavitation disintegration]. Moscow, GIOR, 2013. 150 p. (in Russian).

5 Khmelev V.N., Popova O.V. Mnogofunktsional'nyye ul'trazvukovyye apparaty i ikh primeneniye v usloviyakh mal'kh proizvodstv, sel'skom i domashnem khozyaystve [Multifunctional ultrasonic devices and their application in small industrial, agricultural and household conditions: a monograph]. Barnaul, AltSTU, 1997. 160 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья В. Науменко к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственные университеты, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, naumenko_natalya@mail.ru

Ирина Ю. Потороко д.т.н., профессор, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, irina_potoroko@mail.ru

Ирина В. Калинина к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, 9747567@mail.ru

Артём В. Малинин магистрант, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, artemmalinin3@gmail.com

Арам В. Цатуров магистрант, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, aram-chel@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья В. Науменко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Ирина Ю. Потороко, Ирина В. Калинина консультация в ходе исследования

Артём В. Малинин, Арам В. Цатуров обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провели эксперимент, выполнили расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.04.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2019

6 Chemikh V.Ya., Berdyshnikova O.N., Zhimova E.V., Mitin V.Yu. The effect of the dispersion of wheat flour on its technological properties and parameters of the dough kneading. *Khleboprodukty* [Bread products]. 2015. no. 7. pp. 56–58. (in Russian).

7 Hemdane S., Leys S., Jacobs P.J., Dornez E. et al. Wheat milling by-products and their impact on bread making. *Food Chemistry*. 2015. no. 187. pp. 280–289. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.04.048

8 Lai C.S., Hosney R.C., Davis A.B. Effects of wheat bran in breadmaking. *Cereal Chemistry*. 1989. no. 66. pp. 217–219.

9 Liu R.H. Whole grain phytochemicals and health. *Journal of Cereal Science*. 2007. vol. 46. no. 3. pp. 207–219. doi: 10.1016/j.jcs.2007.06.010

10 Moder G.J., Finney K.F., Bruinsma B.L., Ponte J.G. et al. Bread-making potential of straight-grade and whole-wheat flours of Triumph and Eagle-plainsman V hard red winter wheats. *Cereal Chemistry*. 1984. vol. 61. no. 4. pp. 269–273.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia V. Naumenko Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, naumenko_natalya@mail.ru

Irina Yu. Potoroko Dr. Sci. (Engin.), professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, irina_potoroko@mail.ru

Irina V. Kalinina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, 9747567@mail.ru

Artem V. Malinin master student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, artemmalinin3@gmail.com

Aram V. Tsaturov master student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, aram-chel@mail.ru

CONTRIBUTION

Natalia V. Naumenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Irina Yu. Potoroko, Irina V. Kalinina consultation during the study

Artem V. Malinin, Aram V. Tsaturov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.20.2019

ACCEPTED 5.18.2019