УДК 664.76

DOI 10.29141/2500-1922-2021-6-3-8

Влияние процесса микронизации на содержание микронутриентов в пшене и фасоли обыкновенной

Н.Г. Неборская^{1*}, Е.А. Коротеева¹, Л.Б. Ратникова¹, О.Д. Варнавская¹

¹Сибирский университет потребительской кооперации, г. Новосибирск, Российская Федерация, *e-mail: nebnng@mail.ru

Ключевые слова:

зерновой;
зернобобовый;
пшено;
фасоль
обыкновенная;
микронизация

Реферат

Продукты переработки зерна и зернобобовых культур, в том числе пшено и фасоль обыкновенная, являются источниками витаминов и минеральных веществ. Как известно, в процессе варки традиционных круп часть микронутриентов в них разрушается, главным образом по причине длительного термического воздействия, необходимого для доведения круп до кулинарной готовности. По мнению многих авторов, микронизация, представляющая собой кратковременный ИК-нагрев зернового сырья, позволяет снизить потери микронутриентов. Работа проведена с целью оценки влияния процесса микронизации на содержание витаминов и минеральных веществ в пшене и семенах фасоли красной и белой. В качестве объектов исследования использованы: крупа «пшено шлифованное» – по ГОСТ 572-60 (контроль) и микронизированное (далее – МК) пшено; семена фасоли обыкновенной красной и белой – по ГОСТ 7758 (контроль) и хлопья из МК фасоли красной и белой. Микронизированные продукты произведены ОАО «САД» (пос. Краснообск, Новосибирская обл.) согласно ТУ 9294-002-51720693-00. Параметры микронизации: температура крупы на выходе – 130–150 °С; экспозиция – 18–20 с; толщина плющения для хлопьев – 0,3–0,5 мм. Применялись стандартные и общепринятые методы исследований. Судя по результатам анализа, ИК-обработка пшена и фасоли обыкновенной не влечет снижения содержания в них витаминов группы В и витамина Е; содержание золы в МК пшене, хлопьях из МК фасоли красной и белой не имело достоверных различий по сравнению с исходным сырьем ($p < 0,05$). Полученные результаты согласуются со сведениями из литературных источников. Сделан вывод об отсутствии существенного влияния процесса микронизации на сохранность витаминов и минеральных веществ в продуктах переработки зерновых и зернобобовых культур. МК пшено и хлопья из МК фасоли белой и красной могут считаться источниками витаминов и минеральных веществ, равно как и исходное сырье.

Для цитирования: Неборская Н.Г., Коротеева Е.А., Ратникова Л.Б., Варнавская О.Д. Влияние процесса микронизации на содержание микронутриентов в пшене и фасоли обыкновенной // Индустрия питания/ Food Industry. 2021. Т. 6, № 3. С. 69–75. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-8

Дата поступления статьи: 31 мая 2021 г.

Influence of the Micronization Process on the Micronutrients Content in Wheat and Bulk Beans

Natalia G. Neborskaya^{1*}, Evgeniya A. Koroteeva¹, Larisa B. Ratnikova¹, Olga D. Varnavskaya¹

¹Siberian University of Consumer Cooperatives, Russian Federation, Novosibirsk, *e-mail: nebnng@mail.ru

Keywords:

grain;
leguminous;

Abstract

Products of grain and leguminous crops processing, including millet and common beans, are sources of vitamins and minerals. Traditional cereals cooking destroys some of the mi-

*millet;
common beans;
micronization*

micronutrients in them mainly due to the long-term thermal exposure necessary to bring the cereals to culinary readiness. According to many authors, micronization, which is a short-term IR heating of grain raw materials, allows to reduce the micronutrients loss. The work aim was to assess the micronization process effect on the vitamins and minerals content in millet and seeds of red and white beans. The research objects were the following: cereals "millet" according to the GOST 572-60 (control) and micronized (hereinafter – MC) millet; seeds of common red and white beans according to the GOST 7758 (control) and flakes from MC red and white beans. The PLC "SAD" (Krasnoobsk village, Novosibirsk region) produced micronized products according to the TR 9294-002-51720693-00. Micronization parameters: the cereals temperature at the output is 130–150 °C; the exposure is 18–20 s; the flattening thickness for flakes is 0.3–0.5 mm. A man applied standard and generally accepted research methods in the work. Judging by the analysis results, IR treatment of millet and common beans does not entail a decrease in the B and E vitamins content in them; the ash content in the MC millet, flakes from MC red and white beans did not have significant differences compared to the raw materials ($p < 0.05$). The obtained results are consistent with the information from the literature sources. In conclusion, there is no significant micronization process influence on the vitamins and minerals safety in the products of grain and leguminous crops processing. MC millet and flakes from MC white and red beans can be sources of vitamins and minerals, as well as raw materials.

For citation: Natalia G. Neborskaya, Evgeniya A. Koroteeva, Larisa B. Ratnikova, Olga D. Varnavskaya. Influence of the Micronization Process on the Micronutrients Content in Wheat and Bulk Beans. Индустрия питания/Food Industry. 2021. Vol. 6, No. 3. Pp. 69–75. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-8

Paper submitted: May 31, 2021

Введение

Зерновые и зернобобовые культуры играют важную роль в обеспечении населения России продовольствием [1; 2]. Высокая пищевая ценность зерновых и зернобобовых, широкий ассортимент продуктов, получаемых при их переработке, возможность создания продуктов с заданными свойствами – факторы, делающие названные товарные группы привлекательным материалом для исследований.

В качестве объектов работы были выбраны пшено и семена фасоли обыкновенной. Критерием выбора послужила следующая предпосылка – продукты должны существенно различаться строением зерна. На наш взгляд, разная «упаковка» зерна при одинаковом воздействии на эти объекты дает возможность оценить ее «степень участия» в полученных результатах и в изменении свойств самого продукта.

Пшено представляет собой зерна проса, освобожденные от цветочных пленок, зерна богаты белком, витаминами группы В и минеральными веществами. Семена фасоли также характеризуются высоким содержанием хорошо усвояемого белка, витаминов группы В, являются источником витамина Е, минеральных веществ и пищевых волокон [3; 4; 5].

Крупяные продукты, прошедшие обработку, нацеленную на ускорение процесса их приготовления, пользуются стабильным спросом [6; 7].

Меньшее по сравнению с традиционным время доведения продукта до кулинарной готовности – значимый фактор его выбора как для предприятий общественного питания, так и для домашних хозяйств. Преимуществом круп быстрого приготовления в данном случае является снижение трудозатрат и издержек производства [7; 8; 9].

Известно, что в процессе варки традиционных круп часть микронутриентов разрушается, главным образом, по причине длительного термического воздействия, необходимого для их доведения до кулинарной готовности.

На сегодняшний день существует много способов обработки зерновых и зернобобовых культур, нацеливающих на сокращение времени их последующего приготовления: дополнительное гидротермическое воздействие, шлифование, плющение, экструдирование и др. [10; 11]. Дополнительная обработка позволяет модифицировать технологические свойства зернового сырья, но вместе с тем в большей степени влияет на его биохимический состав [6; 8; 12].

В этой связи более привлекательными можно признать те способы воздействия на зерновое и зернобобовое сырье, которые позволяют минимизировать потери лабильных веществ. Одним из таких способов является микронизация круп или семян, их термообработка посредством инфракрасного (ИК) излучения.

Благодаря микронизации сокращается время последующей кулинарной обработки круп и семян, что, в свою очередь, позволяет снизить в них потери микронутриентов – витаминов и минеральных веществ. В научной литературе приводятся данные о сохраняемости витаминов в кулинарных изделиях из микронизированных круп и зернобобовых на 20–30 % больше, чем в кулинарных изделиях, получаемых при традиционных способах термообработки [9; 12; 13; 14].

Снижение потерь микронутриентов, безусловно, является преимуществом микронизации, поскольку микронутриенты относятся к эссенциальным веществам, необходимым для нормального функционирования организма человека. Витамины и минеральные вещества участвуют в обменных процессах, помогают в защите от неблагоприятных факторов внешней среды, способствуют сохранению водно-солевого баланса, участвуют в ферментативных процессах, а также выполняют пластические функции [3; 9; 14–17].

Цель работы – оценка влияния процесса микронизации на содержание витаминов и минеральных веществ в пшенице и семенах красной и белой фасоли.

Задачи исследования: определить содержание витаминов и минеральных веществ в микронизированном пшенице, хлопьях из микронизированных семян красной и белой фасоли; обосновать степень сохранности витаминов и минеральных веществ.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовались: крупа «пшено шлифованное» – по ГОСТ 572-60 (контроль) и микронизированное пшено; семена фасоли обыкновенной красной и белой – по ГОСТ 7758 (контроль) и хлопья из микронизированной фасоли красной и белой.

Микронизированные (далее – МК) продукты изготовлены в производственных условиях, обеспеченных ОАО «САД» (п. Краснообск, Новосибирская обл.) – по ТУ 9294-002-51720693-00.

Технология получения МК продуктов. Семена или крупу пропускали через оснащенную генераторами ИК-волн установку, где продукты подвергались ИК-облучению в течение 18–20 с. Проникновение ИК-лучей внутрь продукта инициировало его быстрый внутренний нагрев до температуры 130–150 °С, вследствие которого зерна крупы и семена размягчались и вспучивались. Далее, в зависимости от свойств конкретного продукта (размер зерна, механическая прочность) его подвергали плющению (фасоль обыкновенная) и получали МК хлопья (толщина плющения – 0,3–0,5 мм), либо исключали плющение и получали МК крупу (пшено).

В процессе работы применялись стандартные и общепринятые методы исследований. Содержание микроэлементов определяли методом атомной абсорбции на спектрофотометре «Перкин-Эльмер» по ГОСТ 51637, зольность – по ГОСТ 10847-2019. Витамины определяли методом инфракрасной спектроскопии на приборе ИК-4500. Статистическая обработка результатов выполнена с использованием пакета программ Statistica-6,0. Для оценки достоверности различий использовался тест Уилкоксона. Различия считали достоверными при 95 %-м уровне значимости ($p < 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение

Работа проводилась в несколько этапов. Первый этап – определение содержания витаминов группы В, РР и Е в пшенице и семенах фасоли (контроль) и в МК продуктах из них (МК пшено, хлопья из МК семян фасоли). Результаты показаны на рис. 1–3.

Анализ данных показал, что между содержанием витаминов В₁, В₂, В₃, РР, В₆ и Е в исходном сы-

Рис. 1. Содержание витаминов в пшенице и МК пшенице ($M \pm m$; $n = 9$)
Fig. 1. Vitamin Content of Wheat and MC Millet ($M \pm m$; $n = 9$)

Рис. 2. Содержание витаминов в семенах и МК хлопьях из семян фасоли красной ($M \pm m$; $n = 9$)
Fig. 2. Vitamin Content in Seeds and MC Flakes from Red Bean Seeds ($M \pm m$; $n = 9$)

Рис. 3. Содержание витаминов в семенах и МК хлопьях из семян фасоли белой ($M \pm m$; $n = 9$)
Fig. 3. Vitamin Content in Seeds and MC Flakes from White Bean Seeds ($M \pm m$; $n = 9$)

рые и в МК продуктах отсутствуют достоверные различия.

Следующий этап – изучение минерального состава объектов исследования. Результаты определения содержания макро- и микроэлементов в пшене (контроль) и МК пшени, в семенах фасоли (контроль) и хлопьях из МК семян фасоли представлены в табл. 1–3.

Как следует из показанных в таблицах результатов изучения минеральных веществ, не

установлены статистически значимые различия в содержании:

- макро- (K, Ca, Na, Mg, P) и микроэлементов (Fe, Mn, Cu, Zn) в пшени (контроль) и МК пшени;
- макро- (K, Na, Mg) и микроэлементов (Fe, Mn, Cu, Zn) в семенах фасоли белой (контроль) и хлопьях из МК семян фасоли белой;
- макро- (K, Na, Mg) и микроэлементов (Fe, Mn, Cu, Zn) в семенах фасоли красной (контроль) и хлопьях из МК семян фасоли красной.

Таблица 1. Содержание минеральных веществ в пшени и МК пшени ($M \pm m$; $n = 9$, мг/100 г)

Table 1. Mineral Substances Content in Millet and MC Millet ($M \pm m$; $n = 9$, mg/100 g)

Минеральные вещества		Образцы пшени	
		Пшени (контроль)	МК пшени
Макроэлементы	K	212,00 ± 8,40	222,20 ± 7,32
	Ca	13,33 ± 2,72	10,31 ± 1,45
	Na	48,00 ± 3,27	48,85 ± 2,54
	Mg	107,00 ± 12,34	100,33 ± 3,17
	P	292,33 ± 36,50	254,08 ± 6,22
Микроэлементы	Fe	5,20 ± 2,19	2,47 ± 0,18
	Mn	1,57 ± 0,17	0,96 ± 0,03
	Cu	0,52 ± 0,14	0,50 ± 0,13
	Zn	2,25 ± 0,36	1,86 ± 0,17

Таблица 2. Содержание минеральных веществ в семенах и МК хлопьях фасоли красной ($M \pm m$; $n = 9$, мг/100 г)
Table 2. Mineral Content in Seeds and MC Red Beans Flakes ($M \pm m$; $n = 9$, mg/100 g)

Минеральные вещества		Образцы фасоли красной	
		Семена (контроль)	МК хлопья
Макроэлементы	K	1 299,68 $\pm$ 102,54	1 319,67 $\pm$ 117,13
	Na	19,40 $\pm$ 10,44	19,83 $\pm$ 10,17
	Mg	124,33 $\pm$ 10,81	124,33 $\pm$ 10,81
Микроэлементы	Fe	6,60 $\pm$ 0,38	6,30 $\pm$ 0,23
	Mn	1,16 $\pm$ 0,04	1,16 $\pm$ 0,04
	Cu	0,67 $\pm$ 0,02	0,65 $\pm$ 0,05
	Zn	2,90 $\pm$ 0,11	2,60 $\pm$ 0,20

Таблица 3. Содержание минеральных веществ в семенах и МК хлопьях фасоли белой ($M \pm m$; $n = 9$, мг/100 г)
Table 3. Mineral Substances Content in Seeds and MC White Beans Flakes ($M \pm m$; $n = 9$, mg/100 g)

Минеральные вещества		Образцы фасоли белой	
		Семена (контроль)	МК хлопья
Макроэлементы	K	1 571,67 $\pm$ 235,94	1 565,00 $\pm$ 232,50
	Na	20,50 $\pm$ 10,21	20,60 $\pm$ 10,14
	Mg	147,00 $\pm$ 25,12	144,33 $\pm$ 25,21
Микроэлементы	Fe	7,65 $\pm$ 1,41	8,05 $\pm$ 1,32
	Mn	1,60 $\pm$ 0,20	1,50 $\pm$ 0,30
	Cu	0,84 $\pm$ 0,14	0,87 $\pm$ 0,12
	Zn	3,04 $\pm$ 0,64	2,92 $\pm$ 0,76

Совокупность полученных данных о содержании витаминов и минеральных веществ в пшенице и семенах фасоли (контроль) и в МК продуктах из них (МК пшено, хлопья из МК семян фасоли) позволяет заключить, что технология микронизации не оказывает негативного влияния на содержание макро- и микронутриентов в продуктах переработки зерновых и зернобобовых культур. Высокая степень сохранности микронутриентов в исследуемых МК образцах, очевидно, объясняется крайне непродолжительным (18–20 с) термическим воздействием на исходное сырье.

Результаты проведенного нами исследования согласуются с результатами других авторов, назвавших высокую сохраняемость микронутриентов в числе преимуществ технологии микронизации.

Выводы

Исследовано содержание витаминов и минеральных веществ в пшенице и фасоли обыкновенной белой и красной, а также в изготовленных из них МК продуктах – МК крупе (пшено) и МК хлопьях (фасоль).

Получены новые данные, свидетельствующие, что микронизация пшеницы и фасоли обыкновенной белой и красной не влияет на содержание в них витаминов B₁, B₂, B₃, PP, B₆, E, а также макро- (K, Ca, Na, Mg, P) и микроэлементов (Fe, Mn, Cu, Zn).

Отсутствие существенного влияния процесса микронизации на витаминный и минеральный состав продуктов переработки зерновых и зернобобовых культур позволяет считать МК пшено и хлопья из МК семян фасоли белой и красной источниками витаминов и минеральных веществ.

Библиографический список

1. Агапкина А.М. Крупы: технология производства, ассортимент, пищевая ценность, нормирование качества // Товаровед продовольственных товаров. 2020. № 3. С. 6–12.

Bibliography

1. Agapkina, A.M. Krupy: Tekhnologiya Proizvodstva, Assortiment, Pishchevaya Cennost', Normirovanie Kachestva [Cereals: Production Technology, Assortment, Nutritional Value, Quality Rationing]. Tovaroved Prodovol'stvennykh Tovarov. 2020. No. 3. Pp. 6–12.

2. Лаврова Л.Ю. Повышение витаминно-минерального состава блюд из круп // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 16 апреля 2019 г.). Екатеринбург: Изд-во Уральск. гос. экон. ун-та, 2019. С. 77–81.
3. Коденцова В.М., Рисник Д.В., Ладодо О.Б. Потребление витаминов: вклад отдельных пищевых продуктов и последствия различных диет // Медицинский оппонент. 2021. С. 48–56.
4. Манжестов В.И., Чурикова С.Ю. Особенности химического состава и повышение пищевой ценности бобов фасоли в аспекте использования в пищевых технологиях // Вестник Воронежского государственного университета. 2011. № 3(30). С. 88–91.
5. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник. М.: Дели принт, 2002. 235 с. ISBN 5-94343-028-8.
6. Сокол Е., Приезжева Л., Игорянова Н., Чиркова Л., Политуха О., Вережникова И. Новая крупа быстрого приготовления на базе дробленого ядра овса // Хлебопродукты. 2011. № 2. С. 56–58.
7. Шалагина Ю.А., Кисимов Б.М. Возможность создания функциональных продуктов питания на основе быстрорастворивающихся круп // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2, № 1. С. 91–93.
8. Гумеров Т.Ю., Решетник О.А. Влияние различных способов кулинарной обработки на пищевую ценность готовых блюд // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 15. С. 181–188.
9. Bellido, G.G.; Arntfield, S.D.; Scanlon, M.G.; Cenkowski, S. The Effect of Micronization Operational Conditions on the Physicochemical Properties of Navy Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*. 2003. Vol. 68. Iss. 5. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb12320.x>.
10. Wray, S.L.; Cenkowski, S. Nutritional Changes of Yellow Peas during Infrared Processing. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 2005. Vol. 45. Iss. 4. Pp. 1023–1027. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.9914>.
11. Mermelstein, N.H. High-Temperature, Short-Time Processing. *Journal of Food Science and Technology*. 2001. Vol. 55. Iss. 6. Pp. 65–74.
12. Елькин Н.В., Кирдяшкин В.В. Высокотемпературные инфракрасные технологии нового тысячелетия. М.: ПК «Старт», 2004. 240 с.
13. Стрельченко Е.А. Использование микронизированных продуктов как направление развития высокотехнологичных производств // Наука и образование XXI века: Актуальные вопросы теории и практики: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 28 августа 2020 г.). Чебоксары: Изд-во НОЧУ ДПО «Экспертно-методический центр», 2020. С. 32–37. ISBN 978-5-6044615-6-3.
14. Султанова М.Ж., Кизатова М.Е., Омаралиева А.М., Абдрахманов Х.А., Боровский А.Ю., Чаканова Ж.М. Обоснование режимов микронизации зернобобовых культур // Вестник Алматинского технологического университета. 2019. № 3. С. 69–73.
15. Габсаликова Л.М., Мингазова Р.Ф., Габдукаева Л.З. Исследование круп и бобовых культур в технологии кулинарной продукции повышенной пищевой ценности // Будущее науки – 2019: сб. науч. ст. 7-й Междунар. молодежн. науч. конф. (Курск, 25–26 апреля 2019 г.). Курск: Изд-во Юго-Зап. гос. ун-та, 2019. С. 299–302.
16. McKevith, B. Nutritional Aspects of Cereals. *British Nutrition Foundation Bulletin*. 2004. Vol. 29. Pp. 111–142. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2004.00418.x>.
2. Lavrova, L.Yu. Povyshenie Vitaminno-Mineral'nogo Sostava Blyud iz Krup [Increasing the Vitamin and Mineral Composition of Cereals Dishes]. *Innovacionnye Tekhnologii v Pishchevoj Promyshlennosti i Obshchestvennom Pitanii: Sb. Materialov VI Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf. (Ekaterinburg, 16 Aprelya 2019 g.)*. Ekaterinburg: Izd-vo Ural'sk. Gos. Ekon. Un-ta. 2019. Pp. 77–81.
3. Kodencova, V.M.; Risnik, D.V.; Ladodo, O.B. Potreblenie Vitaminov: Vklad Otdel'nykh Pishchevykh Produktov i Posledstviya Razlichnykh Diet [Vitamin Intake: Contribution of Individual Foods and Consequences of Various Diets]. *Medicinskij Oponent*. 2021. Pp. 48–56.
4. Manzhestov, V.I.; Churikova, S.Yu. Osobennosti Himicheskogo Sostava i Povyshenie Pishchevoj Cennosti Bobov Fasoli v Aspekте Ispol'zovaniya v Pishchevykh Tekhnologiyah [Chemical Composition Features and Increase in the Nutritional Value of Beans in the Aspect of Use in Food Technologies]. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2011. No. 3(30). Pp. 88–91.
5. Skurihin, I.M.; Tutel'yan, V.A. Himicheskij Sostav Rossijskikh Pishchevykh Produktov [Chemical Composition of Russian Food Products]: Spravochnik. M.: Deli Print. 2002. 235 p. ISBN 5-94343-028-8.
6. Sokol, E.; Priezzheva, L.; Igoryanova, N.; Chirkova, L.; Polituha, O.; Verezhnikova, I. Novaya Krupa Bystrogo Prigotovleniya na Baze Droblenogo Yadra Ovsy [New Instant Cereals Based on Crushed Oat Kernels]. *Hleboprodukty*. 2011. No. 2. Pp. 56–58.
7. Shalagina, Yu.A.; Kisimov, B.M. Vozmozhnost' Sozdaniya Funkcional'nykh Produktov Pitaniya na Osnove Bystrorazvarivayushchihysya Krup [Development Possibility of Functional Food Products Based on Fast-Growing Cereals]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Pishchevye i Biotekhnologii*. 2014. Vol. 2. No. 1. Pp. 91–93.
8. Gumerov, T.Yu.; Reshetnik, O.A. Vliyanie Razlichnykh Sposobov Kulinar'noj Obrabotki na Pishchevuyu Cennost' Gotovykh Blyud [Influence of Various Methods of Culinary Processing on the Nutritional Value of Ready-Made Dishes]. *Vestnik Kazanskogo Tekhnologicheskogo Universiteta*. 2011. No. 15. Pp. 181–188.
9. Bellido, G.G.; Arntfield, S.D.; Scanlon, M.G.; Cenkowski, S. The Effect of Micronization Operational Conditions on the Physicochemical Properties of Navy Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*. 2003. Vol. 68. Iss. 5. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb12320.x>.
10. Wray, S.L.; Cenkowski, S. Nutritional Changes of Yellow Peas during Infrared Processing. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 2005. Vol. 45. Iss. 4. Pp. 1023–1027. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.9914>.
11. Mermelstein, N.H. High-Temperature, Short-Time Processing. *Journal of Food Science and Technology*. 2001. Vol. 55. Iss. 6. Pp. 65–74.
12. Elkin, N.V.; Kirdyashkin, V.V. Vysokotemperaturnye Infrakrasnye Tekhnologii Novogo Tysyacheletiya [High-Temperature Infrared Technologies of the New Millennium]. M.: PK "Start". 2004. 240 p.
13. Strelchenko, E.A. Ispol'zovanie Mikronizirovannykh Produktov kak Napravlenie Razvitiya Vysokotekhnologichnykh Proizvodstv [Products as a Direction for the High-Tech Industries Development]. *Nauka i Obrazovanie XXI Veka: Aktual'nye Voprosy Teorii i Praktiki: Sb. Materialov Vseros. Nauch.-Prakt. Konf. (Cheboksary, 28 Avgusta 2020 g.)*. Cheboksary: Izd-vo NOCHU DPO "Ekspertno-Metodicheskij Centr". 2020. Pp. 32–37. ISBN 978-5-6044615-6-3.
14. Sultanova, M.Zh.; Kizatova, M.E.; Omaraliev, A.M.; Abdrahmanov, H.A.; Borovskij, A.Yu.; Chakanova, Zh.M. Obosnovanie Rezhimov Mikronizatsii Zernobobovykh Kul'tur [Micronization Regimes Justification of Leguminous Crops]. *Vestnik Almatinskogo Tekhnologicheskogo Universiteta*. 2019. No. 3. Pp. 69–73.

17. Martin-Cabrejas, M.A.; Jaime, L.; Karanja, C.; Downie, A. J.; Parker, M.L.; Lopez-Andreu, F.J.; Maina, G.; Esteban, R.M.; Smith, A.C.; Waldron, K.W. Modifications to Physicochemical and Nutritional Properties of Hard – To-Cook Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by Extrusion Cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999. Vol. 47. Iss. 3. Pp. 1174–1182. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf980850m>.
15. Gabsalikova, L.M.; Mingazova, R.F.; Gabdukaeva, L.Z. Issledovanie Krup i Bobovyh Kul'tur v Tekhnologii Kulinarnej Produkcii Povyshennoj Pishchevoj Cennosti [Cereals and Legumes Research in the Technology of Culinary Products of Increased Nutritional Value]. *Budushchee Nauki – 2019: Sb. Nauch. St. 7-j Mezhdunar. Molodezhn. Nauch. Konf. (Kursk, 25–26 Aprelya 2019 g.)*. Kursk: Izd-vo YUgo-Zap. Gos. Un-ta, 2019. Pp. 299–302.
16. McKeith, B. Nutritional Aspects of Cereals. *British Nutrition Foundation Bulletin*. 2004. Vol. 29. Pp. 111–142. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2004.00418.x>.
17. Martin-Cabrejas, M.A.; Jaime, L.; Karanja, C.; Downie, A. J.; Parker, M.L.; Lopez-Andreu, F.J.; Maina, G.; Esteban, R.M.; Smith, A.C.; Waldron, K.W. Modifications to Physicochemical and Nutritional Properties of Hard – To-Cook Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by Extrusion Cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999. Vol. 47. Iss. 3. Pp. 1174–1182. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf980850m>.

Информация об авторах / Information about Authors

**Неборская
Наталья Георгиевна**
Neborskaya,
Natalia Georgievna

Тел./Phone: +7 (383) 315-34-25
E-mail: nebng@mail.ru

*Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания
Сибирский университет потребительской кооперации
630087, Российская Федерация, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 26*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Public Catering Organization
Siberian University of Consumer Cooperatives
630087, Russian Federation, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 26*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1262-9239>

**Коротеева
Евгения Александровна**
Koroteeva,
Evgeniya Aleksandrovna

Тел./Phone: +7 (383) 315-34-25
E-mail: ramzes_krg@mail.ru

*Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания
Сибирский университет потребительской кооперации
630087, Российская Федерация, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 26*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Public Catering Organization
Siberian University of Consumer Cooperatives
630087, Russian Federation, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 26*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0542-238X>

**Ратникова
Лариса Борисовна**
Ratnikova,
Larisa Borisovna

Тел./Phone: +7 (383) 315-31-25
E-mail: ralabo@mail.ru

*Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания
Сибирский университет потребительской кооперации
630087, Российская Федерация, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 26*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Public Catering Organization
Siberian University of Consumer Cooperatives
630087, Russian Federation, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 26*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3502-5817>

**Варнавская
Ольга Дмитриевна**
Varnavskaya,
Olga Dmitrievna

Тел./Phone: +7 (383) 315-34-25
E-mail: olyvarnak@yandex.ru

*Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания
Сибирский университет потребительской кооперации
630087, Российская Федерация, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 26*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Public Catering Organization
Siberian University of Consumer Cooperatives
630087, Russian Federation, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 26*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2255-4533>