





Разработка технологии центробежного шелушения семян зерновых культур





Игорь В. Мацкевич ¹	imatskevichv@mail.ru	 0000-0002-9532-6673
Виктор Н. Невзоров ¹	nevzorov1945@mail.ru	 0000-0003-2259-2150
Василий Н. Тепляшин ¹	teplyshinvn@list.ru	 0009-0003-9935-3091
Анатолий А. Мальцев ¹	tolik.mal1999@gmail.com	 0000-0003-4603-2115

¹ Красноярский государственный аграрный университет, пр-т Мира, 90, г. Красноярск, 660049, Россия

Аннотация. Рабочая операция шелушение зерна пшеницы является основной для повышения ценности зерна при производстве муки, т.к. при переработке зерна в муку мука высшего и первого сортов используется в основном только эндосперм, а плодовые и семенные оболочки, алейроновый и субалейроновый слои, зародыш уходят в отруби, следовательно из муки уходит 60-90% витаминов группы В, группы Е, фолиевой кислоты, ниацина, а также большая группа микроэлементов сосредоточенных в алейроновом и субалейроновом слоях и зародыше. Современные мукомольные производства не осуществляют эффективного процесса шелушения зерна пшеницы, при котором удалялись бы только плодовые и семенные оболочки, а высокоценные алейроновый и субалейроновый слои, зародыш и эндосперм были бы полностью оставлены в муке. В статье представлены материалы по разработке технологии центробежного шелушения семян зерновых культур базирующейся на новой конструкции центробежного шелушителя, авторские права на который защищены патентом Российской Федерации на полезную модель №114622 «Центробежный шелушитель». Новой технической задачей решенной в конструкции запатентованного центробежного шелушителя является выполнение рабочего корпуса овальным, внутренняя поверхность которого футурирована эластичным материалом, а расположенная внутри овального корпуса гибкая камера устанавливается на приводном валу и на наружной поверхности также покрыта футурированным эластичным материалом. Для обеспечения эффективности процесса шелушения зерна в разработанной конструкции устанавливается необходимый рабочий зазор, за счет изменения числа оборотов электродвигателя и калиброванное зерно, разделенное на фракции, после мойки и отволаживания поступает на шелушение, при котором удаляются только плодовые и семенные оболочки. Таким образом, разработанное новое технологическое оборудование обеспечивает повышение эффективности процесса шелушения в 90-92% за счет снижения потерь алейронового и субалейронового слоев, зародыша и части эндосперма, а также увеличивается выход цельного недробленого зерна.

Ключевые слова: шелушение, оборудование, технология, патент, эффективность.

Development of technology for centrifugal hulling of grain seeds

Igor V. Matskevich ¹	imatskevichv@mail.ru	 0000-0002-9532-6673
Victor N. Nevzorov ¹	nevzorov1945@mail.ru	 0000-0003-2259-2150
Vasily N. Teplyashin ¹	teplyshinvn@list.ru	 0009-0003-9935-3091
Anatoly A. Maltsev ¹	tolik.mal1999@gmail.com	 0000-0003-4603-2115

¹ Krasnoyarsk State Agrarian University, Mira Ave., 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia

Abstract. The working operation of peeling wheat grain is the main one to increase the value of grain in the production of flour, because when processing grain into flour, flour of the highest and first grades is mainly used only endosperm, and fruit and seed shells, aleurone and subaleurone layers, the embryo go into bran, therefore 60-90% of B vitamins, groups of E, folic acid, niacin, as well as a large group of trace elements concentrated in the aleurone and subaleurone layers and the embryo. Modern flour mills do not carry out an effective wheat grain peeling process, in which only the fruit and seed shells would be removed, and the high-value aleurone and subaleurone layers, the embryo and endosperm would be completely left in the flour. The article presents materials on the development of technology for centrifugal peeling of grain seeds based on a new design of a centrifugal husker, the copyright of which is protected by the patent of the Russian Federation for utility model No. 114622 "Centrifugal husker". A new technical task solved in the design of the patented centrifugal husker is to make the working body oval, the inner surface of which is lined with elastic material, and the flexible chamber located inside the oval body is mounted on the drive shaft and on the outer surface is also covered with a textured elastic material. To ensure the efficiency of the grain peeling process, the necessary working gap is established in the developed design, due to the change in the number of revolutions of the electric motor and the calibrated grain divided into fractions, after washing and cooling, goes to peeling, in which only the fruit and seed shells are removed. Thus, the developed new technological equipment provides an increase in the efficiency of the peeling process by 90-92% by reducing the losses of the aleurone and subaleurone layers, the embryo and part of the endosperm, and also increases the yield of whole unbroken grain.

Keywords: peeling, equipment, technology, patent, efficiency..

Для цитирования

Мацкевич И.В., Невзоров В.Н., Тепляшин В.Н., Мальцев А.А. Разработка технологии центробежного шелушения семян зерновых культур // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 3. С. 42–47. doi:10.20914/2310-1202-2023-3-42-47

For citation

Matskevich I.V., Nevzorov V.N., Teplyashin V.N., Maltsev A.A. Development of technology for centrifugal hulling of grain seeds. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 3. pp. 42–47. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-3-42-47

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Современная хлебопекарная промышленность активно внедряет в производство хлебопекарные изделия повышенной пищевой ценности, на основе зерновых культур, что соответствует современным требованиям нутрициологии – науки о рациональном питании и здоровой пище [2].

Установлено, что сортовой помол зерна пшеницы в муку высшего и первого сортов осуществляется в основном из внутренней части зерна (эндосперм), в то время как остальные не менее полезные части зерна удаляются на стадии шелушения в отходы, так как оборудование, используемое при выполнении данной рабочей операции имеет рабочие органы покрытые абразивом. Применение абразивных рабочих органов при шелушении приводит к активному удалению плодовой и семенной оболочек, алейронового и субалейронового слоев, зародыша и части эндосперма в отруби, что составляет до 40% от массы зерна [5–7], кроме того, в своей работе Анисимов А.В. рассматривает необходимость изменения интенсивности воздействия рабочих органов на разносортное обрабатываемое сырье с целью снижения потерь эндосперма при шелушении [1].

Выполненные научно-исследовательские работы по разработке новой технологии центробежного шелушения зерна и совершенствованию конструкции шелушительных машин и устройств, позволили подобрать новые конструкционные материалы в виде футурированных эластичных материалов для взаимодействия поверхности и зерна при шелушении, а также внести изменения в технологию подготовки зерна пшеницы к процессу шелушения [3, 8, 10, 11–20].

Цель исследования – разработка нового технологического оборудования и технологии центробежного шелушения семян зерновых культур.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести исследования существующих конструкций технологического оборудования, и разработать новое техническое решение ресурсосберегающей шелушительной машины с защитой авторских прав;

2. Разработать технологию шелушения семян зерновых культур с использованием новой конструкции шелушительной машины и построить схему последовательности выполнения технологических операций при шелушении семян зерновых культур.

3. Определить основные технологические параметры выполнения рабочих операций при шелушении семян зерновых культур.

Материалы и методы

Патентные исследования проводились в соответствии с требованиями ГОСТР 15.011–2022 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения» [1], по российским и зарубежным информационным базам.

В процессе исследования анализировались современные технические решения направленные для замены абразивного инструмента шелушения зерна на новые материалы, позволяющие сохранять полезную массу зерна при шелушении.

Выполненные патентные исследования позволили определить основные направления модернизации шелушительных машин, на основании чего был подобран прототип, и разработана нормативно-техническая документация на разработанную новую конструкцию шелушительной машины, которая получила защиту авторских прав патентом на полезную модель № 214682 «Центробежный шелушитель для зерна» [9].

Результаты

По результатам выполненных исследований, анализа существующих конструкции серийного оборудования для шелушения зерновых культур, изучения их конструктивных недостатков и их влияния на качество шелушенного зерна, была разработана новая конструкция шелушителя, кинематическая схема которого представлена на рисунке 1.

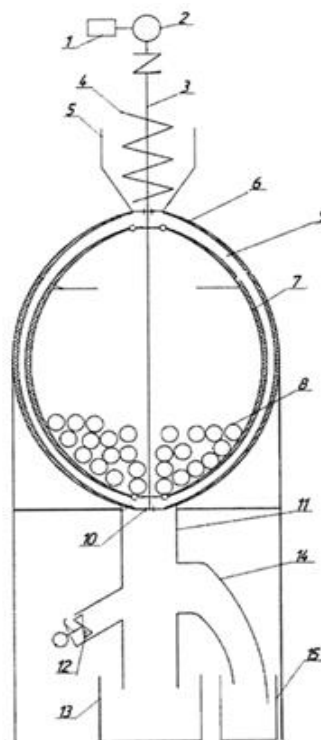


Рисунок 1. Кинематическая схема центробежного шелушителя зерна

Figure 1. Kinematic diagram of a centrifugal grain huller

Центробежный шелушитель зерна состоит из системы управления 1 работой привода 2 рабочего вала 3 с закрепленным подающим шнеком 4 размещенным в бункере 5, который в свою очередь установлен на корпусе шелушителя 6. Внутри корпуса шелушителя 6 на рабочем валу 3 установлена гибкая шелушильная камера 7 с размещенными подвижными шарами 8, при этом гибкая шелушильная камера 7 образует с внутренней частью корпуса шелушителя 6 рабочий зазор 9. В нижней части корпуса шелушителя 6 имеет выходное отверстие 10 с аспирационным патрубком 11, в котором установлен вентилятор 12, для разделения фракций шелушения на шелушенное зерно, отводящееся в приемную емкость 13, и летучих продуктов шелушения отводимых по патрубку 14 в приемную емкость 15.

Для выполнения рабочей операции шелушение зерна, берется увлажненное калиброванное зерно пшеницы. Определяется средний диаметр в партии зерна прошедшей калибровку, и с помощью системы управления 1 запускается в работу привод 2 и задается необходимая частота вращения вала привода 2 и рабочего вала 3. За счет установки на рабочем валу гибкой шелушильной камеры 7 с размещенными подвижными шарами 8 и созданной центробежной силой подвижные шары 8 в гибкой шелушильной камере 7 поднимаются на определенную высоту и создают рабочий зазор 9 между гибкой шелушильной камерой 7 и корпусом шелушителя 6. После установки рабочего зазора 9 в бункер 5 загружается зерно пшеницы и подающим шнеком 4 оно подается в рабочий зазор 9 для шелушения.

Зерно пшеницы прошедшее рабочий зазор 9 через выходное отверстие 10 поступает в аспирационный патрубок 11, где за счет потока воздуха образованного вентилятором 12 летучие продукты шелушения удаляются по патрубку 14 в приемную емкость 15, а цельное зерно поступает в приемную емкость 13.

Проведя анализ цельного зерна пшеницы поступившего в приемную емкость 13, производится оценка качества шелушения зерна, и при не полном удалении плодовых и семенных оболочек, системой управления 1 и приводом 2 увеличивается частота вращения рабочего вала 3, за счет чего происходит подъем подвижных шаров 8 по стенкам гибкой шелушильной камеры 7 и рабочий зазор 9 уменьшается. После уменьшения зазора проводится повторный анализ качества шелушения, при необходимости производится дальнейшая регулировка рабочего зазора.

Анализ технических признаков центробежного шелушителя, кинематическая схема которого, приведена на рисунке 1, показал, что наружный корпус выполняется овальным, а его внутренняя поверхность футурирована гибким эластичным материалом который в процессе работы шелушителя взаимодействует с зерном и образует с другим футурированным эластичным материалом, нанесенным на наружную поверхность вращающейся гибкой камеры, тем самым создавая рабочий зазор в шелушителе для прохода зерна.

Таким образом, на зерно в рабочем зазоре оказывается воздействие гибкой камерой футурированной эластичным материалом, оно хорошо очищается от плодовых и семенных оболочек, не дробится и не образует большой объем мучки, как при использовании абразивного материала.

По результатам анализа последовательности рабочих операций в машине центробежного шелушения зерна, была разработана технологическая схема центробежного шелушения зерна, представленная на рисунке 2.

Анализ последовательности выполнения рабочих операций шелушения зерна представленных на рисунке 2, показал, что для каждой рабочей операции необходима разработка технологических параметров при проектировании опытного образца.

Исходя из предварительного анализа технологического процесса, было установлено, что очистка зерна от сорных примесей осуществляется на вибрационных ситах в течение 30–40 минут, калибровка делит зерно на три фракции, для условий шелушения зерна сорта Новосибирская 15, при чем в первой фракции диаметр зерна составляет 4,5–4,0 мм, в второй 4,0–3, мм, в третьей 3,5–2,5 мм, при чем шелушение производится для первой фракции – 1200 об/мин; второй фракции 1400 об/мин, а для третьей 1600 об/мин.

При выполнении вышеперечисленных параметров центробежного шелушения зерна пшеницы достигается сохранение целостности шелушенного зерна 90–92%, при чем установлено, что дробление происходит той части зерна, которое имеет микротрещины, полученные в период обмолота колосьев, очистки и калибрования. Выход низкого процента мучки 4–6% от массы шелушенного зерна подтверждает эффективность разработанной технологии центробежного шелушения, за счет сохранения алейронового и субалейронового слоев, зародыша и эндосперма.

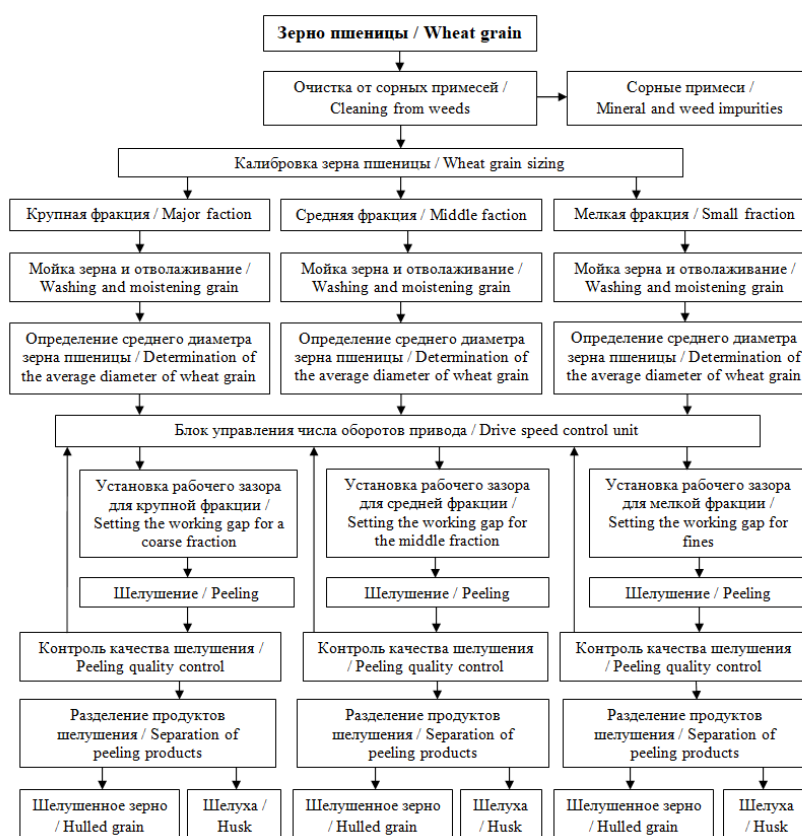


Рисунок 2. Технологическая схема процесса шелушения зерна

Figure 2. Technological diagram of the grain peeling process

Заключение

В результате исследований по научным поисковым системам, были определены научные разработки технических решений, для шелушения зерна, позволившие предложить техническую новизну новой конструкции центробежного шелушителя зерна и получить защиту авторских прав в виде патента РФ на полезную модель № 214682.

На базе новой конструкции центробежного шелушителя была разработана схема ресурсосберегающей технологии шелушения зерна

пшеницы, а выполненные экспериментальные исследования позволили произвести калибровку зерна пшеницы на три фракции с диаметром первой фракции 4,5–4,0 мм, второй 4,0–3,5 мм, и первой 3,5–2,5 мм.

Для шелушения зерна каждой фракции экспериментально были определены технологические параметры оборотов электродвигателя для ресурсосберегающего шелушения, эффективность нового технологического процесса шелушения обеспечивает целостность шелушенного зерна на 90–92%.

Литература

- 1 Анисимов А.В. Прогноз степени шелушения зерна пшеницы от показателей товарного качества зерна на основе уравнений множественной регрессии // Аграрные конференции. 2022. № 6(36). С. 1–4.
- 2 Асенова Б.К., Смольникова Ф.Х., Ребезов М.Б. Использование зародышей пшеницы в производстве функциональных хлебобулочных изделий. Пища. Экология. Качество // Труды XIV международной научно-практической конференции. Новосибирск: Издательский центр «Золотой колос» Новосибирского государственного аграрного университета, 2017. С. 58–61.
- 3 Гольдштейн В.Г., Куликов Д.С., Страхова С.А. Перспективы глубокой переработки зерна пшеницы // Пищевая промышленность. 2018. № 7. С. 14–19.
- 4 ГОСТР 15.011–2022. Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. Москва: Стандартинформ, 2022. 15 с.
- 5 Кандроков Р.Х., Панкратов Г.Н. Роль шелушения зерна в технологии переработки твердой пшеницы // Хлебопродукты. 2013. № 3. С. 44–45.
- 6 Журба О.С., Карамзин А.В., Крикунова Л.Н., Рябова С.М. Влияние шелушения зерна на параметры процесса его измельчения // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 8. С. 18–23.

- 7 Хосни Р.К. Зерно и зернопереработка; пер. с англ., под общ. ред. Н.П. Черняева. Санкт-Петербург: Профессия, 2006. 330 с.
- 8 Невзоров В.Н., Кожухарь Е.Н., Салыхов Д.В. и др. Оптимизация технологического процесса шелушения зерна пшеницы // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 1(361). С. 78–83. doi: 10.26297/0579–3009.2018.1.22
- 9 Пат. № 214682, RU, B02B 3/02. Центробежный шелушитель для зерна / Невзоров В.Н., Мацкевич И.В., Мальцев А.А. № 2022104232; Заявл. 17.02.2022; Опубл. 10.11.2022.
- 10 Nevzorov V.N., Matskevich I.V., Salykhov D.V., Bezyazikov D.S. Resource-saving grain husking technology // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. P. 659. № 1. P. 012052.
- 11 Remadnia M. et al. Electrostatic Separation of Peeling and Gluten from Finely Ground Wheat Grains // Particulate Science and Technology. 2014. V. 32. № 6. P. 608–615.
- 12 Chen Z., Zha B., Wang L., Wang R. et al. Dissociation of aleurone cell cluster from wheat bran by centrifugal impact milling // Food research international. 2013. V. 54. № 1. P. 63–71. doi: 10.1016/j.foodres.2013.05.032
- 13 Imthiyas A., Saravanan M., Kumar P., Meclar F.R. et al. Design of Muskmelon Seed Peeling machine // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2020. V. 993. № 1. P. 012032. doi: 10.1088/1757-899X/993/1/012032
- 14 Wood J.A., Malcolmson L.J. Pulse milling technologies // Pulse foods. Academic Press, 2021. P. 213–263. doi: 10.1016/B978-0-12-818184-3.00010-6
- 15 Staichok A.C.B., Mendonça K.R.B., dos Santos P.G.A., Garcia L.G.C. et al. Pumpkin peel flour (*Cucurbita máxima* L.)–Characterization and technological applicability // Journal of Food and Nutrition Research. 2016. V. 4. № 5. P. 327–333. doi: 10.12691/jfnr-4-5-9
- 16 Nevzorov V.N., Matskevich I.V., Salykhov D.V., Bezyazikov D.S. Resource-saving grain husking technology // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. V. 659. № 1. P. 012052. doi: 10.1088/1755-1315/659/1/012052
- 17 Bourekoua H., Różyło R., Gawlik-Dziki U., Benatallah L. et al. Pomegranate seed powder as a functional component of gluten-free bread (Physical, sensorial and antioxidant evaluation) // International Journal of Food Science & Technology. 2018. V. 53. № 8. P. 1906–1913.
- 18 Qi Y., Yang Y., Hamadou A.H., Li B. et al. Gentle debranning as a technology to reduce microbial and deoxynivalenol levels in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its application in milling industry // Journal of Cereal Science. 2022. V. 107. P. 103518. doi: 10.1016/j.jcs.2022.103518
- 19 Tian X., Wang Z., Yang S., Wang X. et al. Microstructure observation of multilayers separated from wheat bran // Grain & Oil Science and Technology. 2021. V. 4. № 4. P. 165–173. doi.org/10.1016/j.gaost.2021.10.002
- 20 Azimov U., Oripov A. Comparative assessment of physico-chemical and technological characteristics of safflower seeds // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. V. 1112. № 1. P. 012105. doi: 10.1088/1755-1315/1112/1/012105

References

- 1 Anisimov A.V. Forecast of the degree of husking of wheat grains from indicators of commercial grain quality based on multiple regression equations. Agrarian conferences. 2022. no. 6(36). pp. 1–4. (in Russian).
- 2 Asenova B.K., Smolnikova F.Kh., Rebezov M.B. Use of wheat germ in the production of functional bakery products. Food. Ecology. Quality. Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference. Novosibirsk, Publishing center “Golden Ear” of Novosibirsk State Agrarian University, 2017. pp. 58–61. (in Russian).
- 3 Goldshtein V.G., Kulikov D.S., Strakhova S.A. Prospects for deep processing of wheat grain. Food Industry. 2018. no. 7. pp. 14–19. (in Russian).
- 4 GOSTR 15.011–2022. System for developing and putting products into production. Patent research. Contents and procedure. Moscow, Standartinform, 2022. 15 p. (in Russian).
- 5 Kandrov R.Kh., Pankratov G.N. The role of grain peeling in durum wheat processing technology. Bread products. 2013. no. 3. pp. 44–45. (in Russian).
- 6 Zhurba O.S., Karamzin A.V., Krikunova L.N., Ryabova S.M. The influence of grain peeling on the parameters of the grinding process. Storage and processing of agricultural raw materials. 2012. no. 8. pp. 18–23. (in Russian).
- 7 Hosni R.K. Grain and grain processing; lane from English, under general ed. N.P. Chernyaeva. St. Petersburg, Profession, 2006. 330 p. (in Russian).
- 8 Nevzorov V.N., Kozhukhar E.N., Salykhov D.V. and others. Optimization of the technological process of peeling wheat grain. News of higher educational institutions. Food technology. 2018. no. 1(361). pp. 78–83. doi: 10.26297/0579–3009.2018.1.22 (in Russian).
- 9 Nevzorov V.N., Matskevich I.V., Maltsev A.A. Centrifugal huller for grain. Patent RF, no. 214682, 2022.
- 10 Nevzorov V.N., Matskevich I.V., Salykhov D.V., Bezyazikov D.S. Resource-saving grain husking technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. pp. 659. no. 1. pp. 012052.
- 11 Remadnia M. et al. Electrostatic Separation of Peeling and Gluten from Finely Ground Wheat Grains. Particulate Science and Technology. 2014. vol. 32. no. 6. pp. 608–615.
- 12 Chen Z., Zha B., Wang L., Wang R. et al. Dissociation of aleurone cell cluster from wheat bran by centrifugal impact milling. Food research international. 2013. vol. 54. no. 1. pp. 63–71. doi: 10.1016/j.foodres.2013.05.032
- 13 Imthiyas A., Saravanan M., Kumar P., Meclar F.R. et al. Design of Muskmelon Seed Peeling machine. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2020. vol. 993. no. 1. pp. 012032. doi: 10.1088/1757-899X/993/1/012032

- 14 Wood J.A., Malcolmson L.J. Pulse milling technologies. Pulse foods. Academic Press, 2021. pp. 213-263. doi: 10.1016/B978-0-12-818184-3.00010-6
- 15 Staichok A.C.B., Mendonça K.R.B., dos Santos P.G.A., Garcia L.G.C. et al. Pumpkin peel flour (*Cucurbita máxima* L.)—Characterization and technological applicability. Journal of Food and Nutrition Research. 2016. vol. 4. no. 5. pp. 327-333. doi: 10.12691/jfmr-4-5-9
- 16 Nevzorov V.N., Matskevich I.V., Salykhov D.V., Bezyazikov D.S. Resource-saving grain husking technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. vol. 659. no. 1. pp. 012052. doi: 10.1088/1755-1315/659/1/012052
- 17 Bourekoua H., Różyło R., Gawlik-Dziki U., Benatallah L. et al. Pomegranate seed powder as a functional component of gluten-free bread (Physical, sensorial and antioxidant evaluation). International Journal of Food Science & Technology. 2018. vol. 53. no. 8. pp. 1906-1913.
- 18 Qi Y., Yang Y., Hamadou A.H., Li B. et al. Gentle debranning as a technology to reduce microbial and deoxynivalenol levels in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its application in milling industry. Journal of Cereal Science. 2022. vol. 107. pp. 103518. doi: 10.1016/j.jcs.2022.103518
- 19 Tian X., Wang Z., Yang S., Wang X. et al. Microstructure observation of multilayers separated from wheat bran. Grain & Oil Science and Technology. 2021. vol. 4. no. 4. pp. 165-173. doi.org/10.1016/j.gaost.2021.10.002
- 20 Azimov U., Oripov A. Comparative assessment of physico-chemical and technological characteristics of safflower seeds. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. vol. 1112. no. 1. pp. 012105. doi: 10.1088/1755-1315/1112/1/012105

Сведения об авторах

Игорь В. Мацкевич к.т.н., доцент, кафедра технологии оборудования бродильных и пищевых производств, Красноярский государственный аграрный университет, пр-т Мира, 90, г. Красноярск, 660049, Россия, imatskevichv@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9532-6673>

Виктор Н. Невзоров д.с.-х.н., профессор, кафедра технологии оборудования бродильных и пищевых производств, Красноярский государственный аграрный университет, пр-т Мира, 90, г. Красноярск, 660049, Россия, nevzorov1945@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2259-2150>

Василий Н. Тепляшин к.т.н., доцент, кафедра технологии оборудования бродильных и пищевых производств, Красноярский государственный аграрный университет, пр-т Мира, 90, г. Красноярск, 660049, Россия, teplyshinvn@list.ru

<https://orcid.org/0009-0003-9935-3091>

Анатолий А. Мальцев аспирант, кафедра технологии оборудования бродильных и пищевых производств, Красноярский государственный аграрный университет, пр-т Мира, 90, г. Красноярск, 660049, Россия, tolik.mal1999@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4603-2115>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Igor V. Matskevich Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology equipment of fermentation and food production department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Mira av., 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, imatskevichv@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9532-6673>

Victor N. Nevzorov Dr. Sci. (Agric.), professor, technology equipment of fermentation and food production department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Mira av., 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, nevzorov1945@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2259-2150>

Vasily N. Teplyashin Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology equipment of fermentation and food production department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Mira av., 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, teplyshinvn@list.ru

<https://orcid.org/0009-0003-9935-3091>

Anatoly A. Maltsev graduate student, technology equipment of fermentation and food production department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Prospekt Mira, 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, tolik.mal1999@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4603-2115>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 05/07/2023	После редакции 07/08/2023	Принята в печать 30/08/2023
Received 05/07/2023	Accepted in revised 07/08/2023	Accepted 30/08/2023