

Научная статья
УДК 664.64.016
doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-144-151

Технологическая оценка качества зерна тритикале сорта «Слон» и определение направления использования

Юрий Сергеевич Триандофилиди¹, Наталья Викторовна Сокол^{✉2},
Владимир Владимирович Воронин³

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, ул. Калинина, 13,
Краснодар, Россия, 350044

¹2237215@mail.ru

^{✉2}sokol_n.v@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

³vovavoronin2000@mail.ru

Аннотация. Зерновое производство является основой всего продовольственного комплекса Российской Федерации, и каждый год в список районированных сортов зерновых культур добавляются новые сорта. С учетом перспективных направлений развития хлебопекарной отрасли, таких как использование новых сырьевых ресурсов, разработка функциональных продуктов питания из растительного сырья, обладающего специфическими свойствами по сравнению с традиционными зерновыми культурами и оптимизация структуры питания населения, тритикале может занять достойное место среди основных зерновых культур РФ. Зерно тритикале обладает повышенным содержанием полноценного белка, минеральных веществ и весьма устойчиво к грибковым заболеваниям. Поэтому изучение его технологических показателей качества и определение направления использования имеет практическое значение для отрасли хлебопечения. В качестве объектов исследования использовали муку из зерна тритикале сорта «Слон» и пшеницы сорта «Гром» селекции Национального центра зерна Краснодарского научно-исследовательского института имени П. П. Лукьяненко, кексы. Использован способ приготовления кексов на химических разрыхлителях. В связи с этим цель исследования заключалась в сравнительном изучении качества муки из зерна тритикале сорта Слон и пшеницы сорта Гром и их свойств для прогнозирования поведения в технологических процессах производства кексов. Получены результаты, характеризующие качество опытных образцов муки: содержание клейковины в муке тритикале 19,2%, качество клейковины 84 ед. пр. ИДК, в муке пшеничной содержание клейковины 28,7%, качество клейковины и 60 ед. пр. ИДК, число падения (ЧП) в муке тритикале 123 с, в муке пшеничной ЧП 268 с, что говорит о более высокой активности фермента α -амилазы в тритикалевой муке по сравнению с пшеничной мукой. Установлено, что мука тритикалевая и пшеничная проявляют неодинаковую способность связывать и удерживать воду и жир, что обусловлено разным белковым и углеводным составом видов муки. Вододерживающая способность тритикалевой муки в 1,6 раза выше по сравнению с пшеничной, жиродерживающая – в 1,3. Пробная лабораторная выпечка показала, что кексы из муки тритикале не уступают по качеству образцам из пшеничной муки и обладают лучшей пищевой ценностью.

Ключевые слова: пшеница, тритикале, мука, клейковина, число падения, кексы, качество

Для цитирования. Триандофилиди Ю. С., Сокол Н. В., Воронин В. В. Технологическая оценка качества зерна тритикале сорта «Слон» и определение направления использования // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 4(42). С. 144–151. doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-144-151

Original article

Technological assessment of the quality of triticale grain of the "Elephant" variety and determination of the direction of use

Yuriy S. Triandofilidy¹, Natalia V. Sokol^{✉2}, Vladimir V. Voronin³

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 13 Kalinin Street, Krasnodar, Russia, 350044

¹2237215@mail.ru

^{✉2}sokol_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

³vvovavoronin2000@mail.ru

Abstract. Grain production is the basis of the entire food complex of the Russian Federation, and every year new varieties are added to the list of zoned varieties of grain crops. Taking into account the promising directions of the bakery industry development, such as the use of new raw materials, the development of functional food products from plant raw materials with specific properties compared to traditional grain crops and the optimization of the nutrition structure of the population, triticale can take a worthy place among the main grain crops of the Russian Federation. Triticale grain has an increased content of high-grade protein, minerals and is very resistant to fungal diseases. Therefore, the study of its technological quality indicators and the determination of the direction of use is of practical importance for the bakery industry. Flour from triticale grain of the "Elephant" variety and wheat of the "Thunder" variety selected by the Grain Research Center of the P.P. Lukyanenko Krasnodar Research Institute, cupcakes were used as objects of research. The method of making cupcakes on chemical baking powder is used. In this regard, the purpose of the study was a comparative study of the quality of flour from triticale grain of Elephant and wheat of the Grom variety and their properties for predicting behaviour in technological processes of cupcake production. The results characterizing the quality of experimental flour samples were obtained: the gluten content in triticale flour is 19.2%, the quality of gluten is 84 units, etc. IDK, in wheat flour the gluten content is 28.7%, the quality of gluten and 60 units, etc. IDC, the number of drops (PE) in triticale flour 123 s, in wheat flour PE 268 s, which indicates a higher activity of the enzyme α -amylase in triticale flour compared to wheat flour. It has been established that triticale and wheat flour exhibit unequal ability to bind and retain water and fat, which is due to the different protein and carbohydrate composition of flour types. The water-holding capacity of triticale flour is 1.6 times higher compared to wheat flour, fat-holding capacity is 1.3. Trial laboratory baking showed that triticale flour cupcakes are not inferior in quality to wheat flour cakes and have the best nutritional value.

Keywords: wheat, triticale, flour, gluten, number of drops, cupcakes, quality

For citation. Triandofilidy Y.S., Sokol N.V., Voronin V.V. Technological assessment of the quality of triticale grain of the "Elephant" variety and determination of the direction of use. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;4(42):144–151. (In Russ.).

doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-144-151

Введение. Приоритетным направлением Государственной политики РФ является формирование устойчивого развития отечественного производства продовольствия и сырья в достаточном количестве для обеспечения продовольственной безопасности страны, а также наращивание производства новых обогащенных, диетических и функциональных пищевых продуктов, что нашло отражение в Доктрине продовольственной безопасности РФ от 21.01.2020. Поэтому представляет ин-

терес изучение технологических особенностей новых видов сырья и в частности зерна тритикале (пшенично-ржаного гибрида). Зерновая культура тритикале обладает высокой урожайностью, устойчивостью к заморозкам и болезням [1, 2]. Ученые из разных стран занимаются исследованиями, которые помогают продвижению продуктов переработки этой злаковой культуры на продовольственный рынок для использования в продуктах питания [3–6].

Основное использование зерна тритикале в России – это производство комбикормов [7]. В хлебопечении тритикале используется в небольшом количестве несмотря на высокую биологическую и пищевую ценность, сбалансированный состав минеральных веществ, витаминов А, С, Е, белка, крахмала и незаменимых аминокислот [8–10]. Недостатком культуры является то, что технологические свойства зерна тритикале не у всех сортов достигают уровня пшеницы, поэтому необходимо изучение новых сортов этой культуры и определение их технологического потенциала для производства продуктов питания [11].

Исследование зерна культуры тритикале с высоким содержанием биологически активных веществ и возможностей его рационального использования в технологии мучных кондитерских изделий группы «Здоровье», предназначенных для профилактического питания, является актуальным.

Поэтому **цель исследований** – сравнительное изучение качества муки из зерна тритикале сорта Слон и пшеницы сорта Гром селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко и их свойств для прогнозирования поведения в технологических процессах.

Методы и объекты исследований. Объектами исследований стали образцы муки, полученные из зерна тритикале сорта Слон, зерна пшеницы сорта Гром селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко и опытные образцы кексов, приготовленных по технологии на химических разрыхлителях.

Размол зерна исследуемых сортов тритикале и пшеницы осуществлялся на лабораторной автоматической мельнице Бюллер с пневматической подачей продуктов помола. Выход муки при помоле опытных образцов составил 70%. Помол производился в лаборатории технологической и биохимической оценки зерна НЦЗ имени П. П. Лукьяненко.

Влажность муки была определена согласно ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности». Количество и качества клейковины определяли согласно ГОСТ 27839-2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины». Показатель число падения определяли на приборе ПЧП-7 по ГОСТ 27267 – 88 «Зерно и продукты его переработки. Метод

определения числа падения». Водоудерживающая способность определялась количеством связанной и удержанной воды мукой после ее настаивания и центрифугирования водной суспензии; жирудерживающая способность – количеством жидкого растительного масла, адсорбированного и удержанного мукой после настаивания ее смеси с маслом и последующего центрифугирования. Опытные образцы кексов готовились по рецептуре кекса «Столичный» [12].

Оценку качества тритикалевой и пшеничной муки, выпечку и оценку кексов по показателям качества проводили в лабораториях кафедры «Технологии хранения и переработки растениеводческой продукции» Кубанского ГАУ.

Результаты исследований. При использовании муки в производстве мучных изделий важно учитывать ее качественные показатели и функционально-технологические свойства, оказывающие влияние на формирование реологических свойств теста, процесс выпечки и текстуру готовых изделий [13]. В муке тритикалевой и пшеничной изучаемых сортов определяли показатели качества: влажность, массовую долю клейковины и ее качество, показатель ЧП. Данные, полученные в экспериментальных исследованиях по оценке качества муки из зерна тритикале сорта «Слон» и пшеничной из сорта «Гром», приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели качества опытных образцов муки

Table 1. Quality indicators of experimental flour samples

Наименование показателя	Фактическое значение	
	мука тритикалевая из зерна сорта Слон	мука пшеничная из зерна сорта Гром
Влажность, %	15,0±0,2	14,5±0,02
Массовая доля клейковины, %	19,2±1,0	28,7±1,5
Качество клейковины, ед. приб. ИДК	84±2,0	60±2,0
Число падения, с	123±5,0	268±4,5

Показатели, которые характеризуют хлебопекарные свойства муки, – массовая доля

сырой клейковины и ее качество в муке тритикале были значительно ниже по сравнению с пшеничной мукой. Число падения в муке тритикале превышало этот показатель в 2 раза, по сравнению с пшеничной мукой. Такой результат обусловлен присутствием генома ржи в зерне тритикале, оказавшего влияние на повышенную активность фермента α -амилазы. Выпекание хлеба из такой муки в чистом виде является нецелесообразным, а для мучных кондитерских изделий она представляет интерес ввиду специфических свойств клейковинных белков и может стать отличным сырьем для производства мучных кондитерских изделий высокого качества.

Учитывая информативность и значимость показателей водоудерживающей (ВУС) и жирудерживающей (ЖУС) способностей, эти показатели определялись в опытных образцах муки. Водоудерживающая способность муки зависит от взаимодействия молекул воды с гидрофильными группами белков и углеводов в составе муки, и чем выше этот показатель, тем лучше происходит формирование структуры теста, увеличивается выход изделий, пролонгируется срок хранения.

Определение водоудерживающей способности опытных образцов муки проводилось в трех повторностях. Полученные экспериментальные данные по видам муки представлены на рисунке 1.

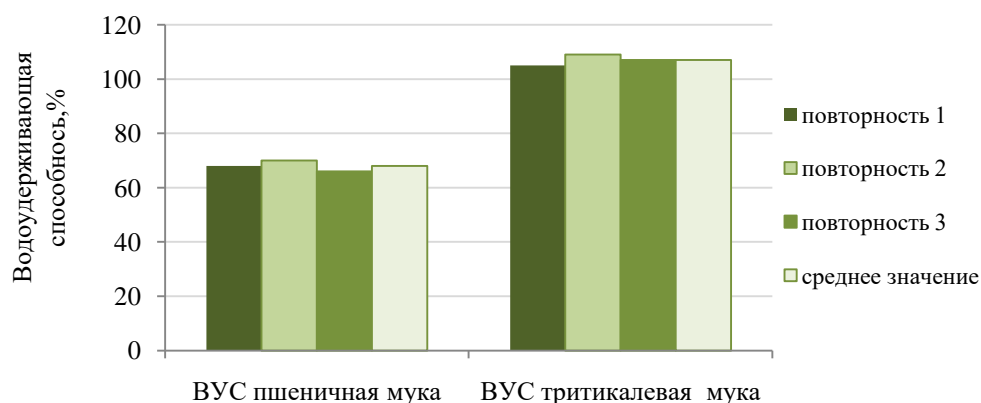


Рисунок 1. Водоудерживающая способность пшеничной и тритикалевой муки
Figure 1. Water-holding capacity of wheat and triticale flour

Как следует из рисунка 1, тритикалевая мука имеет водоудерживающую способность в 1,6 раза выше по сравнению с пшеничной мукой. Такой результат можно объяснить повышенным содержанием гидроколлоидов в муке из зерна тритикале. Повышенная ВУС является положительным фактором при замесе теста, так как улучшает его пластичность, что важно в технологии мучных кондитерских изделий и выходе готовой продукции.

Мучные кондитерские изделия всегда содержат в составе рецептуры жиры. Жирудерживающая способность муки обусловлена связыванием жира гидрофобными группами в составе муки и адсорбцией поверхности твердых частиц. Высокий показатель жирудерживающей способности сырья говорит о его влиянии на текстуру изделий, предотвращении миграции жира и уменьшении потерь при термообработке.

Экспериментальные данные показателей жирудерживающей способности в опытных образцах муки представлены на рисунке 2.

Значения жирудерживающей способности у исследуемых видов муки зависят не только от содержания в них белка и пищевых волокон, но и от адсорбции жира твердыми частицами, которые имеют различный размер и твердость. Отмечена высокая жирудерживающая способность у тритикалевой муки, ее показатель был на 33% больше, чем у пшеничной.

Нами были исследованы органолептические и физико-химические показатели кексов, выработанных из тритикалевой муки на химических разрыхлителях, в сравнении с кексами, приготовленными из пшеничной муки (рис. 3).

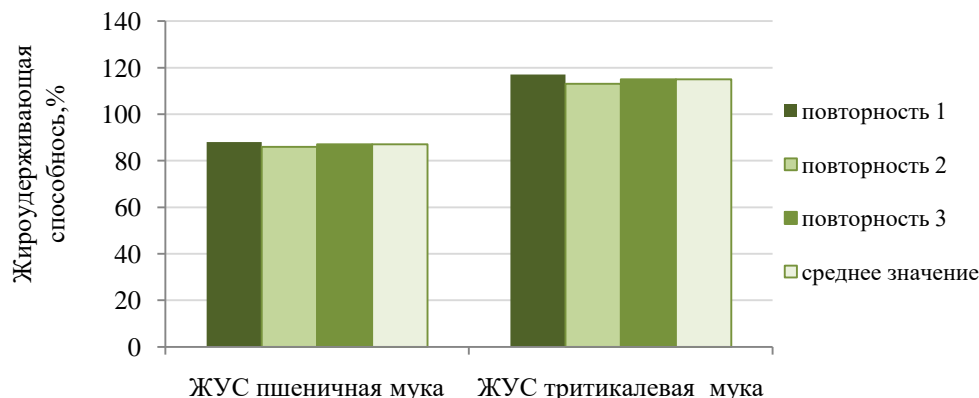


Рисунок 2. Жироудерживающая способность пшеничной и тритикалевой муки
Figure 2. Fat-holding capacity of wheat and triticale flour



a



b

Рисунок 3. Опытные образцы кексов из разных видов муки:

a – кекс из пшеничной муки; b – кекс из тритикалевой муки

Figure 3. Prototypes of cupcakes from different types of flour:

a – wheat flour cupcake; b – triticale flour cupcake

Следует отметить, что кексы, приготовленные из муки тритикале, имели более темную окраску по сравнению с кексами из пшеничной муки. Такой результат можно объяснить характерными особенностями

тритикалевой муки из ржано-пшеничного гибрида. Пористость у всех изделий в разрезе была мелкой, тонкостенной, равномерной. Мякиш у изделий был эластичным, легко сжимался и восстанавливал форму. Все изделия имели приятный аромат и вкус.

Данные физико-химических показателей опытных образцов кексов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Оценка кексов по физико-химическим показателям
Table 2. Evaluation of cupcakes by physico-chemical parameters

Наименование показателей	Фактические значения	
	мука тритикалевая из зерна сорта Слон	мука пшеничная из зерна сорта Гром
Массовая доля влаги, %	12,0±0,1	13,2±0,2
Плотность, г/см ³	0,57±0,03	0,59±0,02
Щелочность, град	1,9±0,05	1,7±0,03

В образцах кексов из муки тритикале отмечена повышенная влажность по сравнению с кексами из пшеничной муки, но она была в пределах нормы в соответствии с требованиями ГОСТ 15052-2014 для данной группы изделий. Такой результат можно объяснить более высокой водоудерживающей способностью муки тритикале. Снижение показателя щелочности у изделий из муки тритикале связано с наличием в муке большего количества органических кислот,

чем в пшеничной муке. Показатель плотности изделий у образцов из разных видов муки был в пределах требований ГОСТа.

Выводы. Проведенные исследования показали, что мука из зерна сорта тритикале «Слон» может быть рекомендована к использованию в производстве мучных конди-

терских изделий, в частности кексов. Использование тритикалевой муки позволит получать продукцию, не уступающую по качеству продукции из пшеничной муки, повышенной пищевой ценности, с учетом ее богатого химического состава по сравнению с пшеничной мукой.

Список литературы

1. Горянина Т. А., Горянин О. И. Урожайность и качество зерна сортов озимой тритикале в Поволжье // *Аграрный научный журнал*. 2023. № 10. С. 33–37. DOI: 10.28983/asj.y2023i10pp33-37. EDN: NICUBX
2. Медведев А. М. Особенности формирования признаков продуктивности и качества зерна озимых тритикале республики Беларусь // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. № 2(46). С. 125–133. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-125-133. EDN: ОВРЕНТ
3. Асеева Т. А., Зенкина К. В., Рубан З. С., Ломакина И. В. Использование тритикалевой муки в хлебопечении // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 5. С. 81–88. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10521. EDN: XROHBZ
4. Андреев Н. Р., Колпаков В. В., Гольдштейн В. Г. К вопросу глубокой переработки зерна тритикале // *Пищевая промышленность*. 2018. № 9. С. 30–33. EDN: YAJWMX
5. Зверев С. В., Панкратьева И. А., Политуха О. В., Грабовец А. И. Высококаротиноидное тритикале – перспективная культура для получения крупы функционального назначения // *Хлебопродукты*. 2019. № 4. С. 54–55. EDN: UBRCMU
6. Кузнецова Л. И., Савкина О. А., Лаврентьева Н. С. Современное состояние и перспективы применения в хлебопечении муки из зерна тритикале // *Хлебопродукты*. 2019. № 11. С. 52–55. DOI: 10.32462/0235-2508-2019-28-11-52-55. EDN: BYVBUA
7. Шпилев Н. С., Лебедько Л. В., Шепелев С. И., Ториков В. Е., Мельникова О. В. Тритикале – важная кормовая культура // *Вестник Брянской ГСХА*. 2023. № 4(98). С. 19–24. EDN: BLEXOA
8. Сухова О. В. Исследование химического состава зерна тритикале как основного белковосодержащего сырья // *Вестник НГИЭИ*. 2013. № 8(27). С. 85–90. EDN: RBNNAP
9. Zhu F. Triticale: Nutritional composition and food uses // *Food Chemistry*. 2018. 15(241). Pp. 468–479. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.09.009
10. Витол И. С., Герасина А. Ю., Мелешкина Е. П. Амилолитические ферменты в комплексной оценке качества зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 и их активация увлажнением и подсушиванием // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019. № 4 (174). С. 27–33. EDN: NDKSND
11. Antanas S., Alexa E., Negrea M., Guran E., Lazureanu A. Studies regarding rheological properties of triticale, wheat and rye flours. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 2013. Vol. 17 (1): 345–349.
12. Апет Т. К., Пашук З. Н. Справочник технолога кондитерского производства. В 2-х томах. Т.1. Технологические рецепты. Санкт-Петербург: ГИОРД. 2004. 500 с.
13. Курицына Ю. С., Гарькина П. К. Возможности расширения ассортимента мучных кондитерских изделий // *Инновационная техника и технология*. 2023. Т. 10. № 1. С. 28–31. EDN: WBILNV

References

1. Goryanina T.A., Goryanin O.I. Yield and grain quality of winter triticale varieties in the volga region. *Agrarian scientific journal*. 2023;(10):33–37. DOI: 10.28983/asj.y2023i10pp33-37. (In Russ.). EDN: NICUBX
2. Medvedev A.M. Features of formation of sings of productivity and quality of winter triticale grain of the republic Belarus. *Zernobobovye i krupânye kul'tury* [Legumes and groat crops]. 2023;2(46):125–133. (In Russ.). DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-125-133. EDN: ОВРЕНТ
3. Aseeva T.A., Zenkina K.V., Ruban Z.S., Lomakina I.V. Use of triticale flour in baking of bread. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2018;32(5):81–88. (In Russ.). DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10521. EDN: XROHBZ

4. Andreev N.R., Kolpakov V.V., Goldshtein V.G. To the question of profound triticale grain processing. *Food processing industry*. 2018;(9):30–33. (In Russ.). EDN: YAJWMX
5. Zverev S.V., Pankratyeva I.A., Politukha O.V., Grabovets A.I. High-carotenoid triticale is a promising crop for obtaining cereals for functional purposes. *Khleboproducty*. 2019;(4):54–55. (In Russ.). EDN: UBRCMU
6. Kuznetsova L.I., Savkina O.A., Lavrentieva N.S. Current state and prospects for the use of triticale grain flour in baking. *Khleboproducty*. 2019;(11):52–55. (In Russ.). DOI: 10.32462/0235-2508-2019-28-11-52-55. EDN: BYBBUA
7. Shpilev N.S., Lebed'ko L.V., Shepelev S.I., Torikov V.E., Mel'nikova O.V. Triticale is an important forage crop. *Vestnik of the Bryansk state agricultural academy*. 2023;4(98):19–24. (In Russ.). EDN: BLEXOA
8. Suhova O.V. Research of the chemical composition of tritikal grain as main raw materials containing proteins. *Bulletin NGIEI*. 2013;8(27):85–90. (In Russ.). EDN: RBNNAP
9. Zhu F. Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food Chemistry*. 2018;15(241): 468–479. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.09.009
10. Vitol I.S., Gerasina A.YU., Meleshkina E.P. Amylolytic enzymes in the complex grain quality evaluation of triticale variety "Timiryazevskaya 150" and their activation by moistening and drying. *Bulletin of Altai state agricultural university*. 2019;4(174):27–33. (In Russ.). EDN: NDKSND
11. Antanas S., Alexa E., Negrea M., Guran E., Lazureanu A. Studies regarding rheological properties of triticale, wheat and rye flours. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 2013;17(1):345–349.
12. Apet T.K., Pashuk Z.N. *Spravochnik tekhnologa konditerskogo proizvodstva. V 2-kh tomakh. T.1. Tekhnologicheskiye retseptury* [Handbook of confectionery production technologist. In 2 volumes. T.1. Technological recipes]. Saint Petersburg: GIOR. 2004. 500 p. (In Russ.).
13. Kuricyna YU. S., Gar'kina P.K. Possibilities of expanding the range of flour confectionery products. *Innovative Machinery and Technology*. 2023;10(1):28–31. (In Russ.). EDN: WBILNV

Сведения об авторах

Триандофилиди Юрий Сергеевич – аспирант направления научной специальности 4.3.3 «Пищевые системы», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Сокол Наталья Викторовна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», SPIN-код: 1488-4080, Scopus ID: 57216852506, Researcher ID: ABC-7301-2021

Воронин Владимир Владимирович – магистрант направления подготовки 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Information about the authors

Yuriy S. Triandofilidy – Post graduate student of scientific specialty 4.3.3 "Food Systems", Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Natalia V. Sokol – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, SPIN-code: 1488-4080, Scopus ID: 57216852506, Researcher ID: ABC-7301-2021

Vladimir V. Voronin – Master's student of the Direction of Training 19.04.02 "Food products from vegetable raw materials", Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 16.11.2023;
одобрена после рецензирования 06.12.2023;
принята к публикации 14.12.2023.*

*The article was submitted 16.11.2023;
approved after reviewing 06.12.2023;
accepted for publication 14.12.2023.*