

Научная статья

УДК 664.64.016

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-137-144

## Оценка хлебопекарных свойств зерна тритикале сорта Валентин-90

Юрий Сергеевич Триандофилиди<sup>1</sup>, Наталья Викторовна Сокол<sup>✉2</sup>

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

<sup>1</sup>2237215@mail.ru

<sup>✉2</sup>sokol\_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

**Аннотация.** Современное развитие технологий предусматривает наращивание производства продуктов, обогащенных функциональными ингредиентами, что продиктовано расширенным интересом потребителей к продуктам здорового питания. Поэтому в технологии производства продуктов питания наметилась тенденция использования натуральных источников функциональных нутриентов. В связи с чем необходим поиск новых видов зернового сырья, пригодного для хлебопечения, с более сбалансированным нутриентным составом. В такой ситуации особый интерес представляет зерно тритикале, которое имеет полноценный состав белка, богато витаминами и минеральными веществами, устойчиво к грибковым заболеваниям. Улучшение пищевого статуса хлеба за счет муки тритикале позволит восполнить потребности организма в жизненно необходимых аминокислотах, витаминах и минеральных веществах. Селекционерами ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко» созданы сорта зерна тритикале, для продвижения которого на продовольственный рынок нужны дополнительные исследования по изучению его хлебопекарных свойств. Объектами изучения стали зерно тритикале Валентин-90 и озимой мягкой пшеницы сорта Баграт, из которых была получена мука и проведена оценка качества на приборе Инфраскан 3150. Получены данные массовой доли белка в муке тритикале сорта Валентин-90 – 14,9%, в муке пшеничной сорта Баграт – 13,7%. Содержание сырой клейковины в муке тритикале Валентин-90 было 23,6%, второй группы качества, в пшеничной муке сорта Баграт 28,6%, первой группы качества. Показатель ЧП (число падения) у тритикала был 205 с, у муки пшеничной сорта Баграт 545 с. Данные реологии теста на приборе фаринограф показали, что в чистом виде мука тритикале не пригодна для выработки хлеба. Подсортировка муки пшеницы сорта Баграт в дозировках 70, 50, 30%, улучшила показатели качества. Валориметрическая оценка фаринограммы муки пшеничной сорта Баграт и смеси из пшеничной и тритикалевой муки в соотношении 70:30% практически не отличалась от контроля. Хлеб из такой смеси не уступал контрольному образцу по объему, показателю пористости и был лучше сбалансирован по нутриентному составу.

**Ключевые слова:** зерно, пшеница, тритикале, качество, мука, хлебопекарные свойства

**Для цитирования.** Триандофилиди Ю. С., Сокол Н. В. Оценка хлебопекарных свойств зерна тритикале сорта Валентин-90 // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 137–144. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-137-144

Original article

## Evaluation of baking properties of triticale grain of the Valentin-90 variety

Yuriy S. Triandofilidy<sup>1</sup>, Natalia V. Sokol<sup>✉2</sup>

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

<sup>1</sup>2237215@mail.ru

<sup>✉2</sup>sokol\_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

**Abstract.** Modern technology development provides for increasing the production of products enriched with functional ingredients, which is dictated by the increased interest of consumers in healthy food products. Therefore, there is a tendency to use natural sources of functional nutrients in food production technology. Therefore, it is necessary to search for new types of grain raw materials suitable for baking, with a more balanced nutrient composition. In such a situation, triticale grain is of particular interest, which has a full-fledged protein composition, is rich in vitamins and minerals, and is resistant to fungal diseases. Improving the nutritional status of bread due to triticale flour will make it possible to fill the body's needs for vital amino acids, vitamins and minerals. Breeders of the National Center of Grain named after P.P. Lukyanenko have created varieties of triticale grain for promotion, which requires additional research on the food market to study its baking properties. The objects of study were triticale Valentin-90 grain and Bagrat winter soft wheat, from which flour was obtained and a quality assessment was carried out on the Infraskan 3150 device. Data on the mass fraction of protein in triticale flour of the Valentin-90 variety – 14.9%, in wheat flour of the Bagrat variety – 13.7% were obtained. The crude gluten content in triticale Valentin-90 flour was 23.6%, of the second quality group, in Bagrat wheat flour 28.6%, of the first quality group. The PE indicator (the number of drops) for triticale was 205 c, for Bagrat wheat flour 545 C. The rheology data of the test on the farinograph device showed that in its pure form, triticale flour is not suitable for bread production. The grading of Bagrat wheat flour in doses of 70, 50, 30% improved quality indicators. The valorimetric evaluation of the farinograms of Bagrat wheat flour and a mixture of wheat and triticale flour in the ratio of 70 : 30% practically did not differ from the control. Bread from such a mixture was not inferior to the control sample in terms of volume, porosity and was better balanced in terms of nutrient composition.

**Keywords:** grain, wheat, triticale, quality, flour, baking properties

**For citation:** Triandofilidy Y.S., Sokol N.V. Evaluation of baking properties of triticale grain of the Valentin-90 variety. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):137–144. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-137-144

**Введение.** Приоритетным направлением пищевой индустрии РФ является – формирование системы здорового питания населения, так как потребляемые нами продукты не удовлетворяют физиологические потребности организма, что в свою очередь приводит к развитию заболеваний алиментарного характера. Решение существующей проблемы возможно созданием оптимизированной структуры питания населения за счет добавления в рацион питания продуктов функционального назначения [1, 2].

Хлеб является наиболее доступным продуктом питания для всех категорий населения и поэтому в первую очередь следует обратить внимание на повышение биологической и пищевой ценности этого продукта. Достичь повышенной биологической и пищевой ценности хлеба можно за счет использования новых видов зернового сырья, которое лучше сбалансировано по нутриентному составу по сравнению с зерном пшеницы. К такому сырью относится зерно культуры тритикале, имеющее достаточное количество витаминов, минеральных веществ,

богатое белком и имеющее на генетическом уровне высокую устойчивость к различным вредным микроорганизмам [3, 4].

В последние годы в Краснодарском крае наблюдается устойчивый рост производства зерна тритикале, что объясняется широким применением культуры в кормопроизводстве для нужд птицеводства и животноводства [5].

В Европейских странах тритикале считается хлебной культурой и находит применение в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий благодаря своей пищевой ценности [6].

В Российской Федерации зерно тритикале и продукты его переработки очень трудно продвигаются на продовольственный рынок. Причиной данной ситуации является недостаточность информации по изучению мукомольных и хлебопекарных свойств сортов зерна тритикале [7].

Применение продуктов переработки зерна тритикале в производстве продуктов питания повышенной пищевой ценности, учитывая ценовую доступность сырья, является весьма актуальным.

Поэтому целью проводимого исследования было проведение хлебопекарной оценки качества зерна тритикале сорта Валентин-90 в условиях Краснодарского края и выявление возможностей использования в технологии хлебопечения.

**Методы и объекты исследования.** В качестве объектов исследований были выбраны: зерно тритикале сорта Валентин-90, пшеницы сорта Багра́т селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, полуфабрикаты хлебопекарного производства; опытные образцы хлеба из муки тритикале и пшеницы и их смесей. Зерно, используемое в исследованиях, было выращено в хозяйстве ООО «КХ Участие» Новокубанского района Краснодарского края.

Опытные образцы зерна размалывали на лабораторной автоматической мельнице МЛУ-2 Бюлера. Мельница предназначена для получения односортной муки 68-70% выхода. Оценку качества муки из зерна исследуемых образцов проводили на инфракрасном экспресс анализаторе Инфраскан-3150 фирмы «ЭКАН» (рис. 1).



**Рисунок 1.** Инфракрасный анализатор Инфраскан-3150

**Figure 1.** Infrared analyzer Infraskan-3150

Показатель число падения (ЧП) в муке определяли на приборе ПЧП-7 по ГОСТ 27267-88. Определение физических свойств теста осуществляли на фаринографе Бранднера<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> ГОСТ ISO 5530-1-2013 Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа.

Оценку хлебопекарных свойств зерна изучаемых сортов тритикале Валентин-90, пшеницы Багра́т и их мучных смесей проводили методом пробной лабораторной выпечки [8].

Исследования проводились в лабораториях кафедры «Технологии хранения и переработки растениеводческой продукции» Кубанского ГАУ.

**Результаты исследования.** При использовании муки для нужд оценки хлебопечения важно знать показатели, характеризующие ее качество. Данные оценки качества исследуемых образцов муки тритикале Валентин-90 и пшеничной муки сорта Багра́т представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Показатели качества муки опытных образцов

**Table 1.** The quality indicators of the flour of the prototypes

Наименование показателя	Мука	
	тритикале Валентин-90	пшеничная Багра́т
Влажность, %	14,5±0,2	13,2±0,2
Массовая доля белка а. с. в., %	14,9±0,5	13,7± 0,7
Количество сырой клейковины, %	23,6±1,5	28,2±2,0
Качество сырой клейковины, ед. приб. ИДК-3М	92,3±2,0	65,9±1,5
Число падения (ЧП), с	205±5,0	545±5,0

Из данных таблицы 1 видно, что мука тритикале содержит больше белка по сравнению с пшеничной мукой на 1,2% за счет присутствия геномов ржи и пшеницы, а по содержанию сырой клейковины и качеству уступает пшеничной муке. Значение показателя ЧП в муке тритикале 205 с, что значительно ниже в сравнении с пшеничной мукой, где ЧП было 545 с. Полученные данные подтверждают уже имеющиеся данные о повышенной активности фермента α-амилаза у муки тритикале, полученные другими исследователями [9].

Предварительная оценка качества муки тритикале показала, что по комплексу характеристик ее можно использовать в хлебопе-

чении. Однако полученные данные по содержанию клейковины в муке и ее качеству, показателю ЧП дают основание сделать заключение о необходимости использования муки тритикале в смеси с пшеничной мукой для выпечки качественного хлеба. Для проверки выдвинутой гипотезы, формировались смеси из муки тритикале и пшеницы в соотношениях 30:70, 50:50 и 70:30% соответственно, для

установления оптимального соотношения, позволяющего сделать выработку хлеба, удовлетворяющего требованиям качества.

Реологические характеристики теста из муки исследуемых образцов были получены инструментальным методом на приборе фаринограф фирмы «Brabender» [10]. Результаты, полученные в ходе испытаний, приведены в таблице 2.

**Таблица 2.** Результаты испытаний на фаринографе Brabender  
**Table2.** Test results on the Brabender farinograph

Образцы муки	Показатели фаринографа				
	ВПС, %	время образования теста, мин	время устойчивости теста, мин	разжижение теста, е.ф.	общая валориметрическая оценка, е.в.
Тритикале Валентин-90	60,4	2,0	2,5	210	28
Тритикале 30%/Баграт 70%	64,4	3,0	5,5	125	44
Тритикале 50%/Баграт 50%	63,7	2,5	3,5	130	40
Тритикале 70%/Баграт 30%	60,8	2,5	3,0	145	36
Пшеничная Баграт (контроль)	66,9	3,0	5,5	100	46

В муке тритикале отмечено время образования теста – 2 минуты, время устойчивости теста 2,5 минуты, разжижение – 210 е.ф., данные свидетельствуют о плохой пластичности теста. Такие результаты объяснимы высокой активностью  $\alpha$ -амилазы, которая досталась зерну тритикале от зерна ржи. Под действием фермента в муке тритикале идет быстрое расщепление крахмала на сахара, при этом высвобождается дополнительная несвязанная вода, что приводит к резкому разжижению теста. В образцах композитных смесей эти показатели имеют лучшие данные. Наиболее приближен к контрольному образцу (мука пшеничная из сорта Баграт) по показателям фаринографа вариант смеси с соотношением 30% мука тритикале и 70% мука пшеничная, где общая валориметрическая оценка отличалась от контроля всего на 2 единицы валориметра.

Для изучения поведения теста непосредственно при замесе, разделке и расстойке тестовых заготовок и оценки качества готового продукта использовали метод пробной лабораторной выпечки. Согласно методике

хлеб готовили безопасным способом. Хлеб выпекался в пяти вариантах: вариант 1 мука тритикале сорт Валентин-90 – 100%; вариант 2 мука пшеничная сорта Баграт – 100%; вариант 3 смесь муки тритикале и пшеничной в соотношении 30:70%, вариант 4 смесь муки тритикале и пшеничной 50:50%; вариант 5 смесь муки тритикале и пшеничной 70:30%. Выпеченные образцы хлеба представлены на рисунке 2.

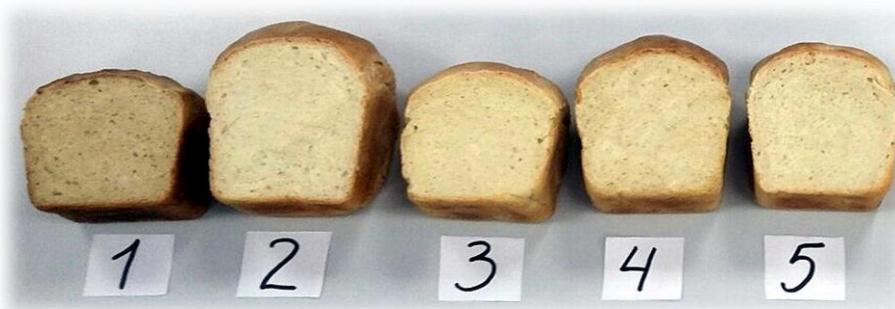
Выпеченные образцы хлеба оценивались по органолептическим и физико-химическим характеристикам. При органолептической оценке качества использовалась пятибалльная шкала. Результаты оценки представлены в таблице 3.

По результатам оценки органолептических показателей было установлено, что образцы хлеба из муки пшеничной сорта «Баграт» и смеси «30% Валентин-90 + 70% Баграт» имели одинаковое значение 4,9 балла общей хлебопекарной оценки. Образец с соотношением муки тритикале и пшеничной 50:50, имел общую хлебопекарную оценку 4,8 балла. У этого образца была отмечена

неравномерная пористость. Это связано с более активным брожением теста, за счет гидролиза крахмала под действием  $\alpha$ -амилазы. При использовании опарного способа приготовления теста, вероятно, можно избежать этого недостатка за счет частичной инактива-

ции фермента  $\alpha$ -амилазы органическими кислотами, что является предметом наших дальнейших исследований.

Физико-химические показатели, характеризующие качество хлеба, полученные при проведении анализов, приведены в таблице 4.



**Рисунок 2.** Опытные образцы хлеба  
**Figure 2.** Bread prototypes

**Таблица 3.** Результаты анализа органолептических показателей хлеба, балл  
**Table 3.** The results of the analysis of the organoleptic parameters of bread, score

Вариант опыта	Поверхность	Форма	Цвет корки	Пористость	Эластичность	Цвет мякиша	Общая оценка
Мука тритикале Валентин-90	3,5	3,5	5,0	3,5	3,5	4,0	3,9
Мука пшеница Баграт	5,0	5,0	5,0	5,0	4,7	5,0	4,9
Смесь муки (30% Валентин-90 + 70% Баграт)	5,0	4,7	5,0	5,0	4,7	5,0	4,9
Смесь муки 50% Валентин-90 + 50% Баграт	4,7	4,7	5,0	4,7	4,5	5,0	4,8
Смесь муки 70% Валентин-90 + 30% Баграт	4,0	4,3	5,0	4,3	4,0	4,5	4,3

**Таблица 4.** Физико-химические показатели качества опытных образцов хлеба  
**Table 4.** Physico-chemical quality indicators of bread prototypes

Образец хлеба	Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	Пористость, %	Кислотность, Н <sup>0</sup>
Тритикале Валентин-90	2,0	66,5	2,5
Пшеница Баграт (контроль)	2,9	72,7	1,8
30% Валентин-90 + 70% Баграт	2,9	71,9	2,0
50% Валентин-90 + 50% Баграт	2,8	70,0	2,2
70% Валентин-90 + 30% Баграт	2,6	68,2	2,5

Данные физико-химических показателей качества хлеба показали, что удельный объем хлеба из смеси муки тритикале: пшеница в соотношении 30:70 был на уровне контрольного образца 2,9 см<sup>3</sup>/г. В опыте варианта из смеси муки тритикале: пшеница 50:50 удельный объем составил 2,8 см<sup>3</sup>/г. У этих образцов отмечен более высокий показатель пористости хлеба, чем у хлеба из чистой муки тритикале, и был практически на уровне пористости пшеничного хлеба. Кислотность хлеба из смесей тритикалевой и пшеничной муки была выше в сравнении с кислотностью хлеба из пшеничной муки, что обусловлено присутствием муки тритикале, имеющей повышенную сахаробразующую способность.

**Выводы.** Исследования, проведенные по оценке хлебопекарных свойств зерна тритикале сорта Валентин-90, показали, что оно пригодно для использования в хлебопечении с подсортировкой пшеничной муки. Наиболее приемлемыми смесями с точки зрения качественных характеристик хлеба являются смеси в соотношении мука тритикалевая: пшеничная 30:50% и 50:50%. Если рассматривать применение муки тритикале с точки зрения повышения пищевой ценности, то рекомендуется смесь с соотношением тритикале – пшеничной муки 50:50%. Следует отметить более насыщенный и приятным вкус хлеба из смеси муки тритикале и пшеницы по сравнению с пшеничным хлебом.

#### Список литературы

1. Рождественская Л. Н., Рогова О. В. О необходимости обеспечения физической и экономической доступности здорового питания населения // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2020. Т. 8. № 1. С. 94–104. DOI: 10.14529/food200111. EDN: DQHPPV
2. Борисова А. В., Шаярова М. В., Шишкина Н. Ю. Функциональные продукты питания: связь между теорией, производством и потребителем // Новые технологии. 2021. № 17(1). С. 21–32. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32. EDN: KMZWIA
3. Пономарев С. Н., Пономарева М. Л., Маннапова Н. С., Илалова Л. В. Урожайность и содержание белка в зерне коллекционных образцов озимой тритикале // Аграрная наука Евро-Север-Востока. 2021. Т. 22(4). С.495–506. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.495-506. EDN: GNZNQA
4. Кандроков Р. Х., Катин С. А., Герасимова Э. О. Физические, физико-химические и биохимические показатели качества зерна тритикале различных сортов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2023. № 3. С. 145–154. DOI: 10.24412/2311-6447-2023-3-145-154
5. Байбеков Р. Ф., Суханбердина Л. Х., Филиппова А. В., Денизбаев С. Е., Белопухов С. Л. Кормовая ценность и технологические свойства селекционных образцов озимого тритикале // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 43–56. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-04. EDN: AGUXGO
6. 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
7. Бадамшина Е. В., Лещенко Н. И., Калужина О. Ю., Леонова С. А. Влияние сортовых особенностей на технологию переработки зерна тритикале селекции республики Башкортостан // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7. С. 86–94. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-86-94. EDN: JYERZN
8. Василенко И. И. Оценка качества зерна: справочник. Москва: Агропромиздат, 1987. 208 с.
9. 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
10. 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.

## References

1. Rozhdestvenskaya L.N., Rogova O.V. Provision of physical and economic availability of healthy foods to the population. *Bulletin of the South Ural state university. Series: Food and biotechnology* [Vestnik Yuzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Pishchevye i biotekhnologii"]. 2020;8(1):94–104. (In Russ.). DOI: 10.14529/food200111. EDN: DQHPPV
2. Borisova A.V., Shayarova M.V., Shishkina N.Yu. Functional food products: the relationship between the theory, the production and a consumer. *New technologies*. 2021;17(1):21–32. (In Russ.). DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32. EDN: KMZWIA
3. Ponomarev S.N., Ponomareva M.L., Mannapova N.S., Ilalova L.V. Yield and protein content in grain of winter triticale collection samples. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science of Euro-North-East]. 2021;22(4):495–506. (In Russ.). DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.495-506. EDN: GNZNQA
4. Kandrov R. X., Katin S.A., Gerasimova E.O. Physical, physico-chemical and biochemical indicators of the quality of triticale grain of various varieties. *Technologies of the food and processing industry of AIC - healthy food*. 2023;(3):145–154. (In Russ.). DOI:10.24412/2311-6447-2023-3-145-154
5. Baibekov R.F., Sukhanberdina L.Kh., Filippova A.V., Denizbayev S.E., Belopukhov S.L. Feed value and technological properties of selection samples of winter triticale. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2020;1(57):43–56. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-04. EDN: AGUXGO
6. Medvedev A.M. Features of formation of sings of productivity and quality of winter triticale grain of the republic Belarus. *Zernobovoye i krupanye kul'tury* [Legumes and groat crops]. 2023;2(46):125–133. (In Russ.). DOI:10.24412/2309-348X-2023-2-125-133. EDN: OBPEHT
7. Badamshina E.V., Leshhenko N.I., Kaluzhina O.Yu., Leonova S.A. Variety characteristics influence on the triticale grain processing technology of the republic of Bashkortostan selection. *Vestnik KrasGAU*. 2022;(7):86–94. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-86-94. EDN: JYERZN
8. Vasilenko I.I. *Otsenka kachestva zerna: spravochnik* [Grain quality assessment: a reference book]. Moscow: Agropromizdat, 1987. 208 p. (In Russ.)
9. 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
10. 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 Bio-technology*. 2013;17(1):345–349.

## Сведения об авторах

**Триандофилиди Юрий Сергеевич** – аспирант 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

## Information about the authors

**Yuriy S. Triandofilidy** – Postgraduate 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-код: 1488-4080, Scopus ID: 57216852506, Researcher ID: ABC-7301-2021

**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 20.05.2024;  
одобрена после рецензирования 07.06.2024;  
принята к публикации 14.06.2024.*

*The article was submitted 20.05.2024;  
approved after reviewing 07.06.2024;  
accepted for publication 14.06.2024.*