

Научная статья

УДК 664.748:664.68

doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-117-125

## Практическое обоснование применения процесса озонирования сырья в технологии мучных кондитерских изделий

Наталья Викторовна Сокол<sup>✉1</sup>, Надежда Сергеевна Санжаровская<sup>2</sup>  
Анастасия Владимировна Коваленко<sup>3</sup>

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

<sup>✉1</sup>sokol\_n.v@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

<sup>2</sup>hramova-n@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

<sup>3</sup>kovalenko.nastja@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема безопасности и качества мучных кондитерских изделий. Актуальным представляется использовать инновационный метод озонирования сырья, который позволяет снизить риск контаминации и повысить качество мучных кондитерских изделий. Цель работы заключалась в практическом обосновании применения процесса озонирования сырья, используемого в производстве мучных кондитерских изделий. Исследование проводилось на образцах муки овсяной, пшеничной хлебопекарной высшего сорта и талкана овсяного, подвергнутых процессу озонирования в течение 5, 10 и 15 мин. Была проведена оценка влияния процесса озонирования на микробиологические, физико-химические и структурно-механические свойства сырья. Показано, что озонирование сырья снижает микробиологическую обсемененность. Установлено оптимальное время озонирования сырья – 15 минут. Физико-химические показатели сырья не изменялись после озонирования, при этом процесс оказывал ингибирующее действие на ферменты, что позволяет рекомендовать озонирование для обработки муки с повышенной сахаробразующей способностью. Результаты анализа на альвеографе и фаринографе показали, что увеличение времени озонирования до 15 мин. оказывает влияние на реологические свойства теста и приводит к повышению его упругости, снижению растяжимости. Озонирование приводит к росту водопоглотительной способности, что влияет на структуру теста и пористость готового изделия. Полученные результаты позволяют предположить эффективность применения озонирования в технологии мучных кондитерских изделий и подтверждают необходимость дальнейших исследований в данной области.

**Ключевые слова:** озонирование, мучные кондитерские изделия, микробиологические показатели, качество сырья, реология теста

**Для цитирования.** Сокол Н. В., Санжаровская Н. С., Коваленко А. В. Практическое обоснование применения процесса озонирования сырья в технологии мучных кондитерских изделий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 1(43). С. 117–125. doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-117-125

Original article

## Practical justification of the application of the ozonation process of raw materials in the technology of flour confectionery products

Natalia V. Sokol<sup>✉1</sup>, Nadezhda S. Sanzharovskaya<sup>2</sup>, Anastasia V. Kovalenko<sup>3</sup>

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

<sup>✉1</sup>sokol\_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

<sup>2</sup>hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

<sup>3</sup>kovalenko.nastja@mail.ru

**Abstract.** The article deals with the problem of safety and quality of flour confectionery products. It seems relevant to use an innovative method of ozonation of raw materials, which reduces the risk of contamination and improves the quality of flour confectionery products. The purpose of the work was to provide a practical justification for the application of the ozonation process of raw materials in the production of flour confectionery products. The study was carried out on samples of oat flour, wheat bakery of the highest grade and oatmeal talkan, subjected to the ozonation process for 5, 10 and 15 minutes. The influence of the ozonation process on the microbiological, physico-chemical and structural-mechanical properties of raw materials was assessed. It is proved that ozonation of raw materials reduces microbiological contamination. It has been established that the optimal ozonation time is 15 minutes. The physico-chemical parameters of the raw materials did not change after ozonation, while the process had an inhibitory effect on enzymes, which makes it possible to recommend ozonation for processing flour with increased sugar-forming ability. The results of the analysis on the alveograph and pharynograph allowed us to judge that the increase in the ozonation time to 15 minutes. it affects the rheological properties of the dough and leads to an increase in its elasticity, a decrease in extensibility. Ozonation leads to an increase in water absorption capacity, which affects the structure of the dough and the porosity of the finished product. The results obtained suggest the effectiveness of ozonation in the technology of flour confectionery products and confirm the need for further research in this area.

**Keywords:** ozonation, flour confectionery products, microbiological indicators, quality of raw materials, rheology of dough

**For citation.** Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S., Kovalenko A.V. Practical justification of the application of the ozonation process of raw materials in the technology of flour confectionery products. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;1(43):117–125. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-117-125

**Введение.** В современном мире мучные кондитерские изделия (МКИ) являются неотъемлемым и излюбленным компонентом пищевого рациона всех возрастных категорий. Потребители все больше внимания уделяют вопросу качества и безопасности продуктов. Вследствие этого возникает необходимость разработки новых технологий и подходов, которые позволят снизить риск контаминации и одновременно обогатить кондитерские изделия полезными веществами.

Традиционное отношение к МКИ под воздействием концепций здорового питания претерпело существенные изменения. Потребители кондитерской продукции хотят видеть на рынке изделия со сниженным содержанием сахара, жира и обогащенные функциональными пищевыми ингредиентами [1]. Таким образом, к основным критериям выбора продуктов в современном мире относятся не только их вкусовые качества, но и полезность и безопасность. Проблема безопасности и качества мучных кондитерских изделий остается актуальной, особенно с точки зрения возможности контаминации продукции патогенными микроорганизмами [2].

В условиях российского потребительского рынка для улучшения состава МКИ и придания им функциональной направленности целесообразно применять обогащающие добавки местного происхождения. Для достижения этой цели можно использовать продукты переработки зерна овса, в том числе и из пророщенного зерна.

Один из важных критериев при производстве мучных кондитерских изделий – обеспечение безопасности пищевых продуктов. Для оптимальной стабилизации микробиологических показателей готового продукта представляет интерес применение процесса озонирования сырья в качестве инновационного и перспективного технологического решения.

В настоящее время процесс озонирования широко известен, но все еще малоприменим на предприятиях пищевой промышленности РФ. Проведены исследования по применению озонных технологий при хранении овощей и фруктов, зерна, семян и комбикормов, зерна при солодоращении, с целью предпосевной обработки семян, в животноводстве для обеззараживания помещений, а

также стабилизации микробиологических показателей сточных и питьевых вод [3–9]. Их положительные результаты подтвердили актуальность и необходимость изучения процесса озонирования в других отраслях пищевой промышленности, а именно при производстве мучных кондитерских изделий, с целью регулирования микробиологических свойств готовой продукции посредством предварительной обработки производственного сырья.

**Цель исследования** заключалась в практическом обосновании применения процесса озонирования сырья в качестве инновационного и перспективного технологического решения в производстве мучных кондитерских изделий.

С учетом цели исследования были сформулированы следующие задачи:

- изучить влияние процесса озонирования на микробиологические показатели сырья, используемого в производстве мучных кондитерских изделий;
- установить влияние процесса озонирования на физико-химические показатели сырья;
- оценить влияние процесса озонирования на реологические характеристики теста опытных образцов.

**Материалы, методы и объекты исследования.** В качестве объектов исследования были выбраны: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), мука овсяная (ГОСТ 31645-2012) и талкан овсяной (ТУ 10.89.19-733-37676459-2017).

Для процесса озонирования использовали озонатор GEOS-2.0 с концентрацией озона 20 мг/м<sup>3</sup>. Установка является патентованным изобретением Кубанского ГАУ.

**Результаты исследования.** При поступлении на предприятие мука подвергается органолептическому контролю, что существенно снижает возможность использования некачественного сырья при производстве продукции, но не исключает ее, так как микрофлора муки может стать вредной и в процессе хранения.

Процесс производства мучных кондитерских изделий ориентирован на подавление и уничтожение микроорганизмов в процессе выпечки при повышенной температуре. Тем не менее, даже при таких условиях некото-

рое количество устойчивых микроорганизмов все еще остается активным.

С целью снижения риска заражения болезнями пищевого происхождения и общего числа массовых пищевых отравлений было принято решение о необходимости дополнительного обеззараживания сырья непосредственно в технологическом процессе. Для снижения контаминации сырья и стабилизации микробиологических показателей был использован метод озонирования.

Мука овсяная, пшеничная высшего сорта и талкан, используемые в качестве рецептурных ингредиентов, предварительно перед использованием в производстве подвергали процессу озонирования. В рамках проведения исследований образцы обрабатывались озоном 5, 10 и 15 минут. В проозонированных образцах определяли микробиологические показатели КМАФАнМ, БГКП, плесени, дрожжей (табл. 1).

Исследования показали, что озонирование изменяет микробиологическую обсемененность муки. Из данных таблицы 1 видно, что с увеличением времени озонирования образцов муки пшеничной и овсяной наблюдается снижение показателя КМАФАнМ. У образцов талкана овсяного независимо от времени воздействия озоном показатель КМАФАнМ не изменялся. Полученные результаты дают основание говорить о положительном влиянии обработки озоном сырья, используемого в производстве МКИ, с целью снижения контаминации.

Согласно полученным данным, оптимальное время озонирования сырья, используемого в качестве рецептурных ингредиентов МКИ, с целью снижения риска контаминации – 15 мин. В вариантах, где обработку сырья озоном проводили 5 и 10 минут, разница микробиологических показателей была незначительной.

К существенным факторам, влияющим на выход готовой продукции, относятся влажность муки и ее хлебопекарные свойства. С учетом этого утверждения в образцах проозонированной пшеничной муки и контрольных образцах были изучены физико-химические показатели: влажность, зольность, массовая доля сырой клейковины и ее качество (табл. 2).

**Таблица 1.** Микробиологический анализ сырья  
**Table 1.** Microbiological analysis of raw materials

Вариант	КМА- ФАнМ в КОЕ/г	БГКП (колиформы)	Патогенные, в том числе сальмонеллы	Плесени КОЕ/г	Дрожжи КОЕ/г
Мука овсяная					
Контроль	$1 \times 10^3$	Обнаружены в 1,0 г	Не обнаружены	$1 \times 10$	$1 \times 10$
Озонирование 5 мин	$1 \times 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	$1 \times 10$	Менее $1 \times 10$
Озонирование 10 мин	$1 \times 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	$1 \times 10$	Менее $1 \times 10$
Озонирование 15 мин	$4 \times 10^2$	Не обнаружены	Не обнаружены	$1 \times 10$	Менее $1 \times 10$
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта					
Контроль	$2 \times 10^4$	Не обнаружены	Не обнаружены	$1 \times 10$	Менее $1 \times 10$
Озонирование 5 мин	$1 \times 10^4$	Не обнаружены	Не обнаружены	$1 \times 10$	Менее $1 \times 10$
Озонирование 10 мин	$9 \times 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	$1 \times 10$	Менее $1 \times 10$
Озонирование 15 мин	$2 \times 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	$1 \times 10$	Менее $1 \times 10$
Талкан овсяной					
Контроль	$1 \times 10^3$	Обнаружены в 1,0 г	Не обнаружены	$1 \times 10$	$1 \times 10$
Озонирование 5 мин	$1 \times 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	$1 \times 10^2$	Менее $1 \times 10$
Озонирование 10 мин	$1 \times 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	$2 \times 10^2$	Менее $1 \times 10$
Озонирование 15 мин	$1 \times 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	$1 \times 10$	Менее $1 \times 10$

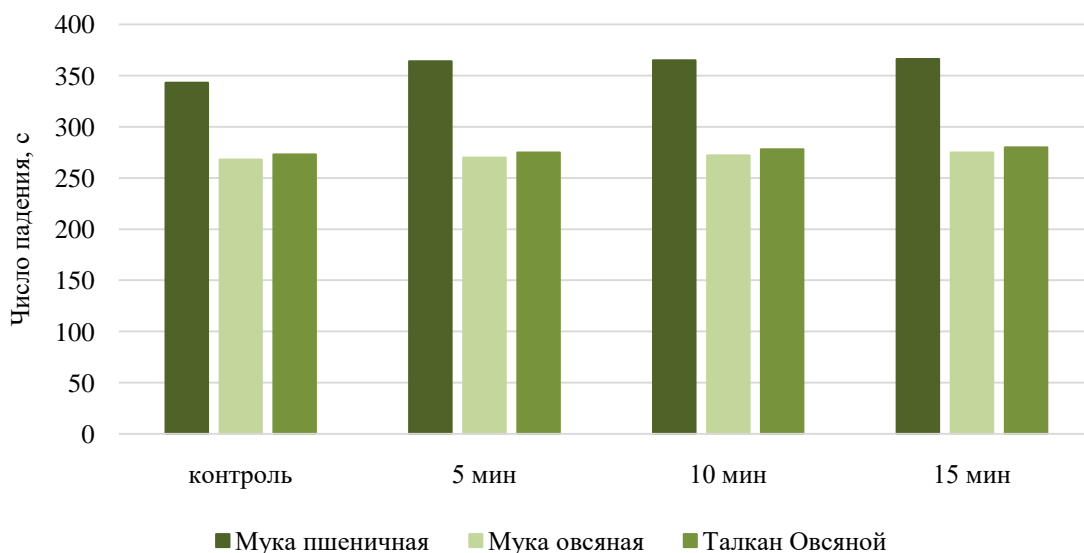
**Таблица 2.** Физико-химические показатели сырья  
**Table 2.** Physical and chemical parameters of raw materials

Показатель	Вариант			
	контроль	5 мин	10 мин	15 мин
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта				
Влажность, %	13,0±0,1	13,1±0,2	13,0±0,2	13,1±0,1
Зольность, % на СВ	0,55±0,06	0,55±0,07	0,55±0,05	0,55±0,06
Массовая доля сырой клейковины, %	24,8±1,0	24,8±1,5	25,0±1,7	25,0±1,5
Качество клейковины, ед. пр. ИДК	75±2,0	75±1,5	75,1±2,0	75±1,3
Талкан овсяной				
Влажность, %	7,9±0,2	8,0±0,1	8,0±0,1	8,0±0,2
Зольность, % на СВ	1,9±0,1	2,0±0,07	2,0±0,1	2,0±0,06
Мука овсяная				
Влажность, %	9,9±0,2	10,0±0,2	10,0±0,1	9,9±0,1
Зольность, % на СВ	1,6±0,06	1,6±0,1	1,6±0,07	1,6±0,06

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии отрицательного влияния процесса озонирования на физико-химические показатели сырья.

Так как структурно-механические свойства теста в производстве мучных кондитер-

ских изделий зависят от активности амилолитических ферментов муки, следующим этапом исследования стало изучение влияния озонирования сырья на показатель ЧП (число падения), характеризующего активность амилолитических ферментов (рис. 1).



**Рисунок 1.** Влияние времени озонирования на показатель числа падения  
**Figure 1.** The effect of ozonation time on the number of drops

В ходе анализа полученных данных было установлено, что процесс озонирования оказывает ингибирующее воздействие на активность амилолитических ферментов. Во всех вариантах эксперимента при озонировании опытных образцов 5, 10, 15 минут отмечено увеличение показателя ЧП по сравнению с контрольными образцами без обработки. Установлено, что с увеличением времени обработки наблюдается тенденция дальнейшей инактивации фермента. Такие результаты позволяют сделать заключение о возможности использования озонирования при переработке муки, полученной из проросшего зерна с повышенной газо- и сахаробразующей способностью.

Для управления качеством выпускаемой продукции большое значение имеют показатели структурно-механических свойств теста, которые зависят от белково-протеиназного комплекса муки и позволяют регулировать качество полуфабрикатов на различных этапах технологического процесса мучных кондитерских изделий. Поэтому было изучено

влияние процесса озонирования на реологию теста. Учитывая экономический фактор и данные, полученные в начале эксперимента, было принято решение проводить дальнейшие исследования с образцами сырья, подвергнутыми озонированию 5 и 15 минут.

Исследование реологических свойств теста проводили на приборах альвеограф и фаринограф (табл. 3, 4).

Увеличение времени процесса озонирования оказывает существенное влияние на реологию теста. Как видно из таблицы 3, обработка муки озоном приводит к повышению упругости теста (P), снижению растяжимости (L), увеличению отношения (P/L) и, как следствие, снижению показателя энергии деформации теста (W). Исходя из полученных данных, при использовании в производстве озонированной муки рекомендуется использовать интенсивный замес.

Исследования, проведенные инструментальным методом с помощью прибора «Фаринограф», позволили определить показатели: время образования теста, время устойчи-

вости теста, разжижение теста и общую валориметрическую оценку при воздействии озоном на образцы 5 и 15 минут. Показатель время образования теста у всех опытных образцов составил 3 минуты, независимо от времени обработки озоном. Устойчивость теста механическому воздействию лопастей тестомесилки фаринографа была различной

в зависимости от времени озонирования. У образца озонированного 5 минут время устойчивости теста уменьшилось по сравнению с контролем и составило 2,5 минуты. Обработка озоном муки в течение 15 минут привела к увеличению показателя «время устойчивости теста» на 25% по сравнению с контрольным образцом.

**Таблица 3.** Исследование реологических свойств теста пшеничной муки на альвеографе  
**Table 3.** Investigation of rheological properties of wheat flour dough on alveograph

Пшеничная мука	Исследуемый показатель			
	W, е. а.	L, мм	P, мм	P/L
Контроль	259	58	116	2
5 мин	78	47	142	3,02
15 мин	59	42	148	3,52

**Таблица 4.** Исследования реологических свойств теста пшеничной муки на фаринографе  
**Table 4.** Studies of rheological properties of wheat flour dough on farinograph

Пшеничная мука	Исследуемый показатель			
	время образования теста, мин	время устойчивости теста, мин	разжижение, е. ф.	общая валориметрическая оценка, е. в.
Контроль	3,0	4,0	120	42
5 мин	3,0	2,5	160	38
15 мин	3,0	5,0	120	42

Озонирование муки в течение 5 минут привело к увеличению разжижения теста. Показатель разжижения в этом случае был 160 е. ф. (единиц фаринографа) против 120 е. ф. у контроля. В случае обработки муки озоном в течение 15 минут показатель разжижения теста был на уровне контрольного образца 120 е. ф.

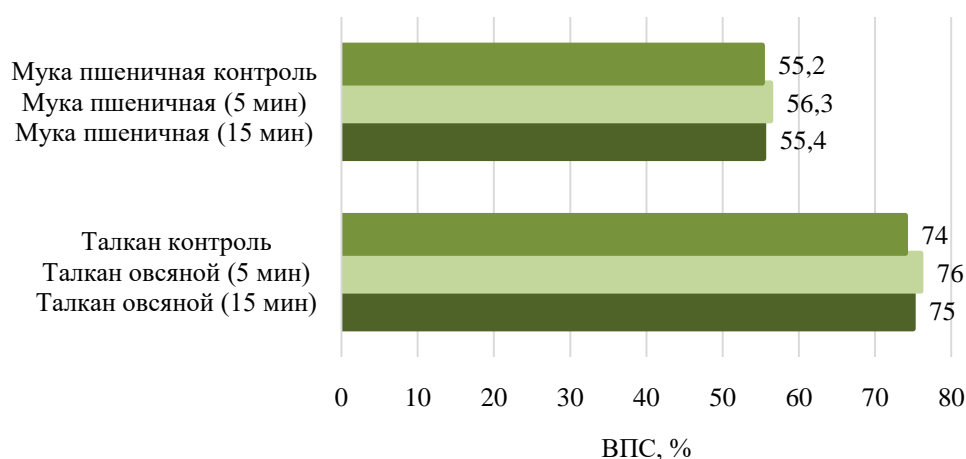
Усиление разжижения теста при озонировании муки в течение 5 минут, вероятно, связано с дополнительным насыщением муки кислородом, что активизирует глутатион в дрожжевых клетках и приводит к разрыву связей клейковинных белков.

Повышение времени устойчивости теста и уменьшение его разжижения при увеличении времени озонирования муки до 15 минут объясняется изменением структуры клейковинных белков под воздействием  $O_3$  и образованием дополнительных дисульфидных связей.

От водопоглотительной способности муки зависит выход продукции, поэтому этот показатель также изучался при проведении озонирования сырья. Влияние озонирования на водопоглотительную способность образцов муки пшеничной и талкана в зависимости от времени проведения процесса представлено на рисунке 2.

Процесс озонирования приводит к увеличению водопоглотительной способности как муки пшеничной, так и талкана.

Водопоглотительную способность овсяной муки в чистом виде определить не удалось, так как тесто из овсяной муки обладает значительной степенью разжижения. Это объясняется высоким содержанием в овсяной муке некрахмальных полисахаридов, таких как высоковязкие волокна, что препятствует образованию клейковины в тесте.



**Рисунок 2.** Водопоглощительная способность образцов муки пшеничной и талкана овсяного

**Figure 2.** Water absorption capacity of wheat flour and oatmeal talkan samples

**Выводы.** Исследования показали, что процесс озонирования сырья, используемого в качестве рецептурных ингредиентов МКИ, не оказывает отрицательного влияния на физико-химические показатели сырья и способствует улучшению его микробиологического статуса. Результаты работы показывают воз-

можность применения процесса озонирования в технологии обогащенных мучных кондитерских изделий со сниженным риском контаминации с использованием продуктов переработки овса в рецептуре и подтверждают необходимость дальнейших исследований в данной области.

### Список литературы

1. Думанишева З. С., Кодзокова О. Т., Скрипин П. В. Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии сахарного печенья // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 114–121. <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2022-4-38-114-121>. EDN: НПКУР
2. Бурак Л. Ч. Современные методы консервирования, применяемые в пищевой промышленности. Обзор // The Scientific Heritage. 2022. № 89 (89). С. 106–124. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6575888>. EDN: CLHMWN
3. Периодичность озонирования при хранении овощей и корнеклубнеплодов / В. В. Белов [и др.] // Аллея науки. 2018. Т. 2. № 7 (23). С. 408–416. EDN: XWONXN
4. Микробиологические показатели воздушной среды в камерах сушки сырокопченых колбасных изделий после УФ-облучения и озонирования / А. М. Абдуллаева [и др.] // Health, Food & Biotechnology. 2021. Т. 3. № 1. С. 35–44. <https://doi.org/10.36107/hfb.2021.i1.s95>
5. Лебедев Д. В., Рожков Е. А. Исследование эффективности озонирования куриных яиц // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4(41). С. 75–82. <https://doi.org/10.22314/2658-4859-2020-67-4-75-82>. EDN: NEMFDA
6. Рязанов Н. Д. История создания электроимпульсного озонирования воды высоковольтными импульсами наносекундной длительности // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2020. № 4(148). С. 30–35. EDN: LDZALT
7. Ермаков Д. Б. Продуктивность ячменя в зависимости от приемов озонирования посевного материала // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 1. С. 18–20. EDN: MXGCQJ
8. Varga L., Szigeti J. Use of ozone in the dairy industry: a review // International Journal of Dairy Technology. 2016. Т. 69. № 2. С. 157–168. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12302>

9. Technologies for disinfection of food grains: advances and way forward / R. Sirohi [et al.] // Food Research International. 2021. T. 145. C. 110396. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110396>

### References

1. Dumanisheva Z.S., Kodzokova O.T., Skripin P.V. Use of products of plant raw processing in sugar biscuit technology. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;4(38):114–121. (In Russ.). <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2022-4-38-114-121>. EDN: HIIKYP
2. Burak L.Ch. Modern methods of canning used in the food industry. review. *The Scientific Heritage*. 2022;(89): 106–124. (In Russ.). <https://doi.org/10.5281/zenodo.6575888>. EDN: CLHMWH
3. Belov V.V. [et al.]. The frequency of ozonation during storage of vegetables and root crops. *Alleya nauki*. 2018;2(7):408–416. (In Russ.). EDN: XWONXN
4. Abdullaeva A.M. [et al.]. Microbiological parameters of the air environment in the drying chambers of raw smoked sausage products after UV irradiation and ozonation. *Health, Food & Biotechnology*. 2021;3(1):35–44. (In Russ.). <https://doi.org/10.36107/hfb.2021.i1.s95>
5. Lebedev D.V., Rozhkov E.A. Research on the effectiveness of ozonation of chicken eggs. *Electrical technology and equipment in the agro-industrial complex*. 2020; 67(4): 75–82. (In Russ.). <https://doi.org/10.22314/2658-4859-2020-67-4-75-82>. EDN: NEMFDA
6. Ryazanov N.D. The history of the creation of electric pulse ozonation of water by high-voltage pulses of nanosecond duration. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzheniye*. 2020;4(148): 30–35. (In Russ.). EDN: LDZALT
7. Ermakov D.B. Productivity of barley depending on methods of ozonation of seed material. *Vestnik molodezhnoy nauki Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018;(1):18–20. (In Russ.). EDN: MXGCQJ
8. Varga L., Szigeti J. Use of ozone in the dairy industry: a review. *International Journal of Dairy Technology*. 2016;(2):157–168. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12302>
9. Sirohi R. [et al.]. Technologies for disinfection of food grains: advances and way forward. *Food Research International*. 2021;145:110396. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110396>

### Сведения об авторах

**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

**Санжаровская Надежда Сергеевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», SPIN-код: 4016-4986, Scopus ID: 57217177533

**Коваленко Анастасия Владимировна** – 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

**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

**Nadezhda S. Sanzharovskaya** – Candidate of Technical Sciences, Associate 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:4016-4986, Scopus ID: 57217177533



---

**Anastasia V. Kovalenko** – 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 21.02.2024;  
одобрена после рецензирования 07.03.2024;  
принята к публикации 15.03.2024.*

*The article was submitted 21.02.2024;  
approved after reviewing 07.03.2024;  
accepted for publication 15.03.2024.*