

Влияние режимов измельчения отходов плодовоовощной продукции на сохранность термолабильных компонентов исходного сырья

Кирилл И. Коптелов	¹	kkoptelov18@gmail.com	 0000-0001-8111-463X
Елизавета В. Крюкова	¹	kryukovaev@mgupp.ru	 0000-0002-7526-6503
Анна Э. Джабакова	¹	dzhabakovaae@mgupp.ru	 0000-0002-3341-0722
Ксения С. Кузнецова	¹	kuznetsovaks@mgupp.ru	 0009-0007-2344-4025

¹ Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, 11, Москва, Россия, 125080.

Аннотация. В последние годы Росприроднадзор Российской Федерации фиксирует тревожную тенденцию увеличения массы отходов растительного происхождения и уменьшения массы отходов плодовоовощной продукции в ритейле, которые были возвращены в пищевую цепь в виде вторичных продуктов. Основная масса отходов плодовоовощной продукции в настоящее время исключается из оборота путем их захоронения на полигонах, что экономически невыгодно и негативно влияет на окружающую среду. При этом отходы плодовоовощной продукции богаты витаминами, антиоксидантами, пищевыми волокнами и минеральными веществами, а, следовательно, при их дальнейшей переработке можно получить ценные для народного хозяйства продукты, например, кормовые добавки для продуктивных животных. Основной задачей при реализации технологии рециклинга отходов плодовоовощной продукции является гарантия безопасности полученного вторичного продукта при сохранении питательной ценности исходного сырья. Решение этой задачи возможно при обработке измельченной массы отходов химическими дезинфектантами и исключении теплового воздействия на исходное сырье при его измельчении. В результате проведенных исследований установлено, что при измельчении отходов плодовоовощной продукции в куттере со скоростью вращения ножей куттера 1100 об/мин и продолжительности измельчения 4 минуты полученная измельченная масса становится однородной суспензией, не расслаивается в течение 25-30 минут, а температура суспензии не превышает 35 °С, что позволяет сохранить содержание термолабильных компонентов овощей и фруктов на исходном уровне и гарантировать эффективность обработки отходов химическим дезинфектантом.

Ключевые слова: отходы плодовоовощной продукции, термолабильные компоненты, однородная суспензия, режим измельчения.

A study of the influence of crushing modes of fruit and vegetable waste on the preservation of heat-labile components of the original raw materials

Kirill I. Koptelov	¹	kkoptelov18@gmail.com	 0000-0001-8111-463X
Elizabeth V. Kryukova	¹	kryukovaev@mgupp.ru	 0000-0002-7526-6503
Anna E. Dzhabakova	¹	dzhabakovaae@mgupp.ru	 0000-0002-3341-0722
Ksenia S. Kuznetsova	¹	kuznetsovaks@mgupp.ru	 0009-0007-2344-4025

¹ Russian University of Biotechnology, 11 Volokolamsk Highway, Moscow, Russia, 125080.

Abstract. In recent years, the Federal Service for Supervision of Natural Resources and Environmental Protection of the Russian Federation has recorded an alarming trend of increasing the mass of plant-based waste and decreasing the mass of fruit and vegetable waste in retail, which has been returned to the food chain as secondary products. Currently, the majority of fruit and vegetable waste is being excluded from circulation by being disposed of in landfills, which is economically unprofitable and has a negative impact on the environment. At the same time, fruit and vegetable waste is rich in vitamins, antioxidants, dietary fiber, and minerals, which means that it can be further processed into valuable products for the national economy, such as feed additives for productive animals. The main goal of recycling fruit and vegetable waste is to ensure the safety of the resulting secondary product while preserving the nutritional value of the original raw material. This problem can be solved by treating the shredded waste mass with chemical disinfectants and avoiding heat exposure to the raw material during shredding. As a result of the conducted research, it was found that when fruit and vegetable waste is chopped in a cutter with a cutter knife rotation speed of 1100 rpm and a chopping duration of 4 minutes, the resulting chopped mass becomes a homogeneous suspension that does not separate for 25-30 minutes, and the temperature of the suspension does not exceed 35 °C, which allows the thermolabile components of vegetables and fruits to remain at their original levels and ensures the effectiveness of waste treatment with a chemical disinfectant.

Keywords: fruit and vegetable waste, thermolabile components, homogeneous suspension, grinding mode.

Для цитирования

Коптелов К.И., Крюкова Е.В., Джабакова А.Э., Кузнецова К.С. Влияние режимов измельчения отходов плодовоовощной продукции на сохранность термолабильных компонентов исходного сырья // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 3. С. 160–165. doi:10.20914/2310-1202-2026-3-160-165

For citation

Koptelov K.I., Kryukova E.V., Dzhabakova A.E., Kuznetsova K.S. A study of the influence of crushing modes of fruit and vegetable waste on the preservation of heat-labile components of the original raw materials. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 3. pp. 160–165. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-3-160-165

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

Введение

Важными целями государственной стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 г. в области совершенствования пищевых производств является обеспечение высоких стандартов экологической безопасности и внедрение ресурсосберегающих технологий, что предполагает максимально эффективное использование исходного сырья за счет вовлечения в хозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов [1].

Специалисты ФАО, изучающие проблемы потерь в сельском хозяйстве и образования пищевых отходов, отмечают, что «сокращение объёмов утраченного продовольствия и уменьшение количества отходов представляют собой более результативный способ повышения доступности пищи, чем увеличение объёмов её производства» [2]. Согласно точке зрения Sarwono R., пищевые отходы представляют собой «индикатор неэффективности современных общественных систем» [3].

По данным, опубликованным представителями ведущих розничных сетей России, доля списания овощей, фруктов и зелени в структуре списания продуктов, непригодных для реализации и употребления, достигает 60% от общего объёма списанной продукции, что свидетельствует о важности этой категории в образовании пищевых отходов [4].

Росприроднадзор Российской Федерации в последние годы фиксирует тревожную тенденцию увеличения массы отходов растительного происхождения с 16,92 млн т/год в 2019 году до 17,76 млн т/год в 2024 году и уменьшения массы отходов плодоовощной продукции в ритейле, которые были возвращены в пищевую цепь в виде вторичных продуктов, с 1,44 млн т/год в 2019 году до 0,59 млн т/год в 2024 году [5].

В России обращение с отходами, в том числе с отходами овощей и фруктов, регулируется Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 26.12.2024) «Об отходах производства и потребления». Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов отходы растительного происхождения, в том числе фрукты и овощи, утратившие потребительские свойства, относятся к 5 классу опасности, то есть практически не опасны [6]. Поэтому в России 94% отходов овощей и фруктов отправляются на мусорные полигоны и лишь 6% подвергаются рециклингу с целью получения вторичных продуктов [7]. При этом отходы плодоовощной продукции богаты витаминами,

антиоксидантами, пищевыми волокнами и минеральными веществами, а, следовательно, при их дальнейшей переработке можно получить ценные для народного хозяйства продукты, например, кормовые добавки для продуктивных животных [8, 17–20].

Цель работы – решение комплекса задач, направленных на разработку технологии рециклинга отходов плодоовощной продукции во вторичные продукты, востребованные в народном хозяйстве.

Материалы и методы

При проведении исследований использованы общие методы научного познания, включая изучение литературы в базе данных Google Scholar по теме исследования, а также общепринятые методы определения физико-химических и органолептических показателей измельченной массы отходов плодоовощной продукции.

Объектами исследования служили отходы плодоовощной продукции, а именно, овощи и фрукты, не подлежащие реализации в торговой сети из-за потери товарного вида, изменения консистенции, наличия на поверхности темных пятен, следов плесени или гнили.

Результаты

На основании результатов сравнительной оценки существующих способов захоронения и утилизации пищевых отходов, анализа научно-технической информации было установлено, что технология рециклинга отходов плодоовощной продукции во вторичный продукт кормового назначения будет эффективной, если для ингибирования контаминантов микробиологического происхождения использовать методы, которые не приведут к снижению питательной ценности исходного сырья [9, 18].

Одной из основных причин снижения питательной ценности овощей и фруктов по мнению многих авторов является их термическая обработка. В результате термообработки теряется до 25% полезных веществ, в том числе и витаминов [10, 11, 13].

В настоящее время в России при введении отходов овощей и фруктов в рацион питания продуктивных животных для гарантии безопасности предусматривается их термообработка в течение не менее 30 минут [12]. Таким образом, питательная ценность отходов овощей и фруктов существенно снижается.

Нами были проанализированы нетермические способы обеззараживания пищевых продуктов растительного происхождения [13–16].

Установлено, что наиболее широко используемым способом ингибирования контаминантов микробиологического происхождения для свежих овощей и фруктов является их обработка различными химическими дезинфицирующими средствами.

Эффективность воздействия химического дезинфектанта на контаминанты микробиологического происхождения во многом зависит от агрегатного состояния продукта, а именно, от площади соприкосновения дезинфектанта с продуктом и равномерности его распределения. Учитывая это, целесообразно перед обработкой дезинфектантом измельчать отходы плодово-овощной продукции до состояния гомогенной суспензии. При подборе параметров режима измельчения надо учитывать требование минимизации теплового воздействия на измельчаемую массу, гомогенности полученной суспензии и достаточности ее кинетической устойчивости.

При проведении исследований измельчение отходов овощей и фруктов осуществляли на электрической мясорубке с насадками для резки овощей REDMOND RMG-1215 и куттере HURAKAN HKN-CL6 с переменным числом оборотов (рисунок 1).



Рисунок 1. Экспериментальная установка

Figure 1. Experimental setup

В ходе экспериментов варьировали продолжительность измельчения в куттере в диапазоне от 2 минут до 4 минут и скорость вращения мешалки куттера в диапазоне от 1100 об/мин до 1400 об/мин. Эффективность измельчения оценивали визуально и по продолжительности периода времени от конца процесса измельчения до начала расслоения измельченной массы. По окончании процесса измельчения измеряли температуру измельченной массы. В таблице 1 и рисунках 2 и 3 приведены полученные результаты.

Таблица 1.

Влияние продолжительности измельчения и скорости вращения мешалки на гомогенность, кинетическую устойчивость и температуру измельченной массы

Table 1.

The influence of grinding duration and mixer rotation speed on the homogeneity, kinetic stability and temperature of the ground mass

Вид отхода Type of waste	СВ измельченной массы, % Dry matter of crushed mass, %	Визуальная оценка измельченной массы Visual assessment of the crushed mass	Продолжительность периода кинетической устойчивости, мин Duration of the kinetic stability period, minutes				Температура измельченной массы, °C Temperature of crushed mass, °C			
			1	2	3	4	1	2	3	4
Морковь Carrots	9,96 ± 0,63	Гомогенная суспензия	35,0 ± 0,63	20,0 ± 0,36	26,0 ± 0,47	21,0 ± 0,38	36,0 ± 0,65	31,0 ± 0,56	29,0 ± 0,52	28,0 ± 0,50
Яблоки Apples	14,90 ± 0,30	Полидисперсная суспензия	20,0 ± 0,40	10,0 ± 0,20	15,0 ± 0,30	8,0 ± 0,16	56,0 ± 1,12	42,0 ± 0,84	48,0 ± 0,96	35,0 ± 0,70
Помидоры Tomatoes	6,46 ± 0,15	Полидисперсная суспензия	12,0 ± 0,27	11,0 ± 0,25	14,0 ± 0,32	12,0 ± 0,27	28,0 ± 0,64	26,0 ± 0,59	27,0 ± 0,62	25,0 ± 1,35
Капуста Cabbage	9,10 ± 0,46	Гомогенная суспензия	30,0 ± 1,50	24,0 ± 1,20	28,0 ± 1,40	24,0 ± 1,20	38,0 ± 1,90	31,0 ± 1,55	32,0 ± 1,60	27,0 ± 1,35
Картофель Potatoes	18,26 ± 0,20	Скорее паста, чем суспензия	>35,0	>35,0	>35,0	>35,0	57,0 ± 0,57	41,0 ± 0,41	52,0 ± 0,52	39,0 ± 0,39

Вариант 1 – число оборотов 1400 об/мин, продолжительность измельчения 4 мин; Вариант 2 – число оборотов 1400 об/мин, продолжительность измельчения 2 мин; Вариант 3 – число оборотов 1100 об/мин, продолжительность измельчения 4 мин; Вариант 4 – число оборотов 1100 об/мин, продолжительность измельчения 2 мин.

Анализ полученных результатов показывает, что при измельчении исходного продукта с содержанием сухого вещества до 10,0%, скорости вращения мешалки 1100 об/мин и продолжительности измельчения 4 минуты полученная измельченная масса становится гомогенной суспензией, не расслаивается в течение 25–30 минут, а тепловое воздействие

при этом минимально (температура суспензии не превышает 35 °C). Это значит, что полученная гомогенная суспензия будет устойчива в течение указанного времени при сохранении питательной ценности лабильных компонентов исходного сырья. Данный режим принят в качестве базового для дальнейших исследований.

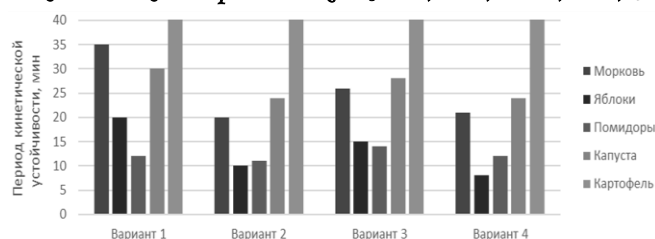


Рисунок 2. Влияние режима измельчения на кинетическую устойчивость измельченной массы

Figure 2. Influence of the grinding mode on the kinetic stability of the ground mass

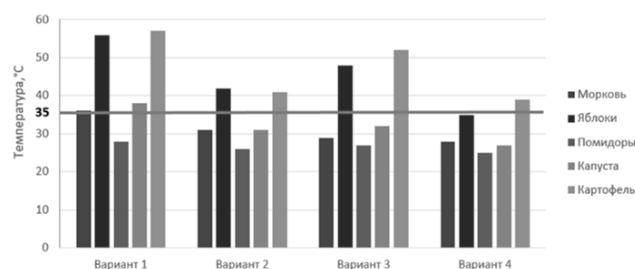


Рисунок 3. Влияние режима измельчения на температуру измельченной массы

Figure 3. Effect of grinding mode on the temperature of the ground mass

Закключение

Технология рециклинга отходов плодовоовощной продукции во вторичный продукт кормового назначения должна предусматривать сохранение питательной ценности исходного сырья.

Сохранение питательной ценности отходов плодовоовощной продукции и гарантию безопасности вторичных продуктов можно обеспечить использованием химических дезинфектантов, эффективность воздействия которых на контаминанты микробиологического происхождения зависит от площади соприкосновения дезинфектанта с продуктом, равномерности его распределения и продолжительности обработки.

Экспериментально установлено, что для отходов с содержанием сухих веществ до 10,0 % желаемый результат достигается измельчением в куттере при скорости вращения ножей 1100 об/мин и продолжительности измельчения 4 минуты. Полученная измельчённая масса становится гомогенной суспензией, не расслаивается в течение 25–30 минут, а тепловое воздействие при этом минимально — температура массы не превышает 35,0 °C.

Литература

- 1 Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года. URL: <https://begemot.ai/projects/2243905-strategiia-razvitiia-pishhevoi-i-pererabatyvaiushhei-promyslennosti-rossiiskoi-federacii-do-2030-goda> (дата обращения: 10.12.2024).
- 2 Роберт ван Оттердайк. ФАО: «Сокращение потерь продовольствия и пищевых отходов эффективнее роста производства». URL: <https://sdexpert.ru/news/company/robert-van-otterdayk-fao-sokrashcheniepoter-prodovolstviya-i-pishchevykh-otkhodov-effektivneerosta/> (дата обращения: 10.12.2024).
- 3 Sarwono R. Approaching zero waste management of municipal solid waste (MSW) integrated with agricultural, poultry, ruminants, worm and maggot farming // The International Journal of Engineering and Science. 2023. V. 12. № 7. P. 06–10.
- 4 Российский ритейл против порчи овощей и фруктов: сложности борьбы. URL: <https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/luckysnacky-rossiyskiy-riteyl-protiv-porchi-ovoshchey-i-fruktov-slozhnosti-borby/> (дата обращения: 10.12.2024).
- 5 Охрана окружающей среды в России. 2024: стат. сб. / Росстат. М., 2024. 118 с.
- 6 Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов: приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (ред. от 08.06.2026). URL: <https://rpn.gov.ru/activity/regulation/fkko/> (дата обращения: 10.12.2024).
- 7 Кулистикова Т. Выбросить нельзя использовать. Как снизить объемы уничтожения просроченных продуктов питания // Агроинвестор. 2022. № 10. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/38990-vybrosit-nelzya-ispolzovat-kak-snizit-obemy-unichtozheniya-prosrochennykh-produktov-pitaniya/> (дата обращения: 01.03.2025).
- 8 Sahoo A., Sarkar S., Lal B. et al. Utilization of fruit and vegetable waste as an alternative feed resource for sustainable and eco-friendly sheep farming // Waste Management. 2021. V. 128. P. 232–242. doi: 10.1016/j.wasman.2021.04.050
- 9 Коптелов К.И., Горячева Е.Д., Кузнецова К.С. Проблемы и перспективы технологий утилизации отходов овощей и фруктов // Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. 2025. № 2. С. 112–122.
- 10 Чимпаизов Ф.Н., Шингисов А.У. Исследование влияния температурного режима на сохранность витаминов в процессе консервирования овощной продукции // Universum: технические науки. 2025. № 7 (136).
- 11 Мулдабекова Б.Д. и др. Исследование влияния сублимационной сушки на сохранение питательных веществ и органолептических свойств овощей и фруктов // Universum: технические науки. 2024. № 9 (126).
- 12 Об утверждении Ветеринарных правил содержания свиней в целях их воспроизводства, выращивания и реализации: приказ Минсельхоза России от 21.10.2020 № 621. URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 10.12.2024).
- 13 Бурак Л.Ч. Существующие способы обработки пищевых продуктов и их влияние на пищевую ценность и химический состав // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 3. С. 59–73. doi: 10.24412/2311-6447-2021-3-59-73
- 14 Бурак Л.Ч. Использование технологии озонирования в пищевой промышленности // Sciences of Europe. 2022. № 98. С. 85–100. doi: 10.5281/zenodo.6973824

15 Гуляев Ю.В., Мещанов В.П., Кац Б.М. и др. Воздействие импульсным СВЧ-излучением на образцы пищевой продукции с целью увеличения показателей ее микробиологической безопасности и сроков хранения // Проблемы особо опасных инфекций. 2022. № 3. С. 70–74. doi: 10.21055/0370-1069-2022-3-70-74

16 Deng L.Z., Mujumdar A.S., Pan Z. et al. Emerging chemical and physical disinfection technologies of fruits and vegetables: a comprehensive review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2020. V. 60. № 15. P. 2481–2508. doi: 10.1080/10408398.2019.1649633

17 Kowalski S., Gumul D. The use of waste products from the food industry to obtain high value-added products // Foods. 2024. V. 13. № 6. P. 847. doi: 10.3390/foods13060847

18 Pinotti L., Luciano A., Ottoboni M. et al. Recycling food leftovers in feed as opportunity to increase the sustainability of livestock production // Journal of Cleaner Production. 2021. V. 294. P. 126290. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126290

19 Tretola M., Luciano A., Ottoboni M. et al. Fruit and vegetable wholesale market waste: safety and nutritional characterisation for their potential re-use in livestock nutrition // Sustainability. 2021. V. 13. № 16. P. 9478. doi: 10.3390/su13169478

20 Yohannes M., Kechero Y., Tadele Y. Nutritional and phytochemical characteristics of fruits and vegetable wastes as livestock feed: a case study in Gamo zone, Southern Ethiopia // Veterinary Medicine International. 2024. V. 2024. P. 4427876. doi: 10.1155/2024/4427876

References

1 Strategy for the development of the food and processing industry of the Russian Federation until 2030. Available at: <https://begemot.ai/projects/2243905-strategiia-razvitiia-pishhevoi-i-pererabatyvaiushhei-promyslennosti-rossiiskoi-federacii-do-2030-goda> (accessed: 10.12.2024) (in Russian).

2 Robert van Otterdijk. FAO: "Reducing food loss and food waste is more effective than increasing production". Available at: <https://sdexpert.ru/news/company/robert-van-otterdayk-fao-sokrashcheniepoter-prodovolstvii-i-pishchevykh-otkhodov-effektivneerosta/> (accessed: 10.12.2024) (in Russian).

3 Sarwono R. Approaching zero waste management of municipal solid waste (MSW) integrated with agricultural, poultry, ruminants, worm and maggot farming. The International Journal of Engineering and Science. 2023. vol. 12. no. 7. pp. 06–10.

4 Russian retail against spoilage of vegetables and fruits: difficulties of struggle. Available at: <https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/luckysnacky-rossiyskiy-riteyl-protiv-porchi-ovoshchey-i-frukto-v-slozhnosti-borby/> (accessed: 10.12.2024) (in Russian).

5 Environmental Protection in Russia. 2024: Statistical Collection. Rosstat. Moscow, 2024. 118 p. (in Russian).

6 On Approval of the Federal Classification Catalog of Waste: Order of Rosprirodnadzor No. 242 of May 22, 2017 (as amended on June 8, 2026). Available at: <https://rpn.gov.ru/activity/regulation/fkko/> (accessed: 10.12.2024) (in Russian).

7 Kulistikova T. Throw away cannot use. How to reduce the volume of destruction of expired food products. Agroinvestor. 2022. no. 10. Available at: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/38990-vybro-sit-nelzya-ispolzovat-kak-snizit-obemy-unichtozheniya-prosrochennykh-produktov-pitaniya/> (accessed: 01.03.2025) (in Russian).

8 Sahoo A., Sarkar S., Lal B. et al. Utilization of fruit and vegetable waste as an alternative feed resource for sustainable and eco-friendly sheep farming. Waste Management. 2021. vol. 128. pp. 232–242. doi: 10.1016/j.wasman.2021.04.050.

9 Koptelov K.I., Goryacheva E.D., Kuznetsova K.S. Problems and prospects of technologies for utilization of waste from vegetables and fruits. News of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University. 2025. no. 2. pp. 112–122. (in Russian).

10 Chimpayizov F.N., Shingisov A.U. Study of the influence of temperature regime on the preservation of vitamins in the process of canning vegetable products. Universum: Technical Sciences. 2025. no. 7 (136). (in Russian).

11 Muldabekova B.D. et al. Study of the influence of freeze drying on the preservation of nutrients and organoleptic properties of vegetables and fruits. Universum: Technical Sciences. 2024. no. 9 (126). (in Russian).

12 On Approval of Veterinary Rules for Keeping Pigs for the Purpose of Their Reproduction, Raising and Sale: Order of the Ministry of Agriculture of Russia No. 621 of October 21, 2020. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru> (accessed: 10.12.2024) (in Russian).

13 Burak L.Ch. Existing methods of food processing and their impact on nutritional value and chemical composition. Technologies of Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex – Healthy Food Products. 2021. no. 3. pp. 59–73. doi: 10.24412/2311-6447-2021-3-59-73 (in Russian).

14 Burak L.Ch. The use of ozonation technology in the food industry. Sciences of Europe. 2022. no. 98. pp. 85–100. doi: 10.5281/zenodo.6973824 (in Russian).

15 Gulyaev Yu.V., Meshchanov V.P., Kats B.M. et al. The impact of pulsed microwave radiation on food samples to increase their microbiological safety and shelf life. Problems of Particularly Dangerous Infections. 2022. no. 3. pp. 70–74. doi: 10.21055/0370-1069-2022-3-70-74 (in Russian).

16 Deng L.Z., Mujumdar A.S., Pan Z. et al. Emerging chemical and physical disinfection technologies of fruits and vegetables: a comprehensive review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2020. vol. 60. no. 15. pp. 2481–2508. doi: 10.1080/10408398.2019.1649633.

17 Kowalski S., Gumul D. The use of waste products from the food industry to obtain high value-added products. Foods. 2024. vol. 13. no. 6. article 847. doi: 10.3390/foods13060847.

18 Pinotti L., Luciano A., Ottoboni M. et al. Recycling food leftovers in feed as opportunity to increase the sustainability of livestock production. Journal of Cleaner Production. 2021. vol. 294. article 126290. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126290.

19 Tretola M., Luciano A., Ottoboni M. et al. Fruit and vegetable wholesale market waste: safety and nutritional characterisation for their potential re-use in livestock nutrition. Sustainability. 2021. vol. 13. no. 16. article 9478. doi: 10.3390/su13169478.

20 Yohannes M., Kechero Y., Tadele Y. Nutritional and phytochemical characteristics of fruits and vegetable wastes as livestock feed: a case study in Gamo zone, Southern Ethiopia. Veterinary Medicine International. 2024. vol. 2024. Article 4427876. doi: 10.1155/2024/4427876.

Сведения об авторах

Кирилл И. Коптелов аспирант, кафедра пищевой безопасности, Российский биотехнологический университет, Волоколамское шоссе, д. 11, г. Москва, 125080, Россия, kkoptelov18@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-8111-463X>

Елизавета В. Крюкова д.т.н., профессор, кафедра пищевой безопасности, Российский биотехнологический университет, Волоколамское шоссе, д. 11, г. Москва, 125080, Россия, kryukovaev@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7526-6503>

Анна Э. Джабакова старший преподаватель, кафедра пищевой безопасности, Российский биотехнологический университет, Волоколамское шоссе, д. 11, г. Москва, 125080, Россия, dzhabakovaee@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3341-0722>

Ксения С. Кузнецова старший преподаватель, кафедра пищевой безопасности, Российский биотехнологический университет, Волоколамское шоссе, д. 11, г. Москва, 125080, Россия, kuznetsovaks@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0009-0007-2344-4025>

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

Kirill I. Koptelov graduate student, food safety department, Russian Biotechnological University, Volokolamskoe highway, 11, Moscow, 125080, Russia, kkoptelov18@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-8111-463X>

Elizabeth V. Kryukova Dr. Sci. (Engin.), professor, food safety department, Russian Biotechnological University, Volokolamskoe highway, 11, Moscow, 125080, Russia, kryukovaev@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7526-6503>

Anna E. Dzhbakova Senior Lecturer, food safety department, Russian Biotechnological University, Volokolamskoe highway, 11, Moscow, 125080, Russia, dzhabakovaee@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3341-0722>

Ksenia S. Kuznetsova Senior Lecturer, food safety department, Russian Biotechnological University, Volokolamskoe highway, 11, Moscow, 125080, Russia, kuznetsovaks@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0009-0007-2344-4025>

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 21/04/2026	После редакции 18/05/2026	Принята в печать 25/05/2026
Received 21/04/2026	Accepted in revised 18/05/2026	Accepted 25/05/2026