

Влияние комбинирования микроволнового и ультрафиолетового методов обработки растительного сырья на ингибирование культуры *Salmonella*

Анастасия Ю. Колоколова ¹	aykolokolova@yandex.ru	ID 0000-0002-9816-1720
Наталья В. Илюхина ¹	inv63@mail.ru	
Марина В. Тришканева ¹	labnta@vniitek.ru	ID 0000-0002-4444-0716
Алексей А. Королев ¹	korleh@mail.ru	ID 0000-0002-7144-2522

¹ ВНИИ технологии консервирования филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого» РАН, ул. Школьная 78 Видное, 142703 Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования по применению физических методов воздействия на растительное сырье – свежую столовую свеклу с целью ингибирования микроорганизмов рода *Salmonella*. Патогенные микроорганизмы рода *Salmonella* представляют угрозу для человека, являясь возбудителями брюшного тифа, паратифов и других сальмонеллёзов. Применение в технологии переработки фруктов и овощей эффективных и доступных физических методов воздействия позволяет обеспечить максимальное сохранение физиологически ценных компонентов сырья и его безопасность. Для исследования в качестве физических методов были выбраны микроволновое (СВЧ-поле) и ультрафиолетовое излучение. Стерилизующий эффект СВЧ-поля явно выражен – выживаемость бактерий после такой обработки в 2 и более раз меньше, чем при тепловой обработке. Обработка ультрафиолетовым излучением обладает бактерицидным эффектом и характеризуется минимальным воздействием на органолептические свойства растительного сырья. В ходе исследования проведена сравнительная оценка эффективности ингибирования тест-культуры *Salmonella* на нарезанных кубиках свежей свеклы после обработки выбранными физическими методами. Под воздействием СВЧ-поля при выбранном режиме с мощностью 400 Вт, продолжительностью 40 с и плотностью потока 0,44 Вт/см², температура образцов поднималась до 43–46 °С. Обработку ультрафиолетовым (УФ) излучением в С-диапазоне (длина волны 253,7 нм) проводили в течение 15 мин с дозой 50 кДж/м² при суммарной мощности ультрафиолетовых ламп 60 В. Обработка свежей нарезанной свеклы УФ-излучением снизила количество микроорганизмов на 5 порядков от начального количества. Обработка в СВЧ-поле позволила снизить начальную обсемененность сырья на 7 порядков. Последовательная обработка в микроволновом поле и последующим ультрафиолетовым излучением позволила снизить начальную обсемененность свеклы на 8 порядков. Комбинация методов обработки (СВЧ + УФ) показала эффективность их применения для снижения патогенной микрофлоры.

Ключевые слова: растительное сырьё, СВЧ-поле, ультрафиолетовое излучение, тест-культура, патогенные микроорганизмы, *Salmonella*, оптимальные режимы

The effect of combining microwave and ultraviolet methods of plant materials processing on *Salmonella* culture inhibition

Anastasiya Yu. Kolokolova ¹	aykolokolova@yandex.ru	ID 0000-0002-9816-1720
Natalya V. Ilyuhina ¹	inv63@mail.ru	
Marina V. Trishkaneva ¹	labnta@vniitek.ru	ID 0000-0002-4444-0716
Alexey A. Korolev ¹	korleh@mail.ru	ID 0000-0002-7144-2522

¹ All-Russian Research Institute of Canning Technology – branch of the Gorbatov Federal Research Center for Food Systems RAS, Shkolnaya str., 78, Vidnoe 142703, Russia

Abstract. The research results concerning the application of physical methods of plant raw materials influencing - fresh beetroot - to inhibit microorganisms of *Salmonella* genus were presented in the work. Pathogenic microorganisms of *Salmonella* genus pose a threat to humans, being causative agents of typhoid fever, paratyphoid fever and other salmonellosis. The use of effective and available physical methods of influence in the fruit and vegetable processing technology allows us to ensure the maximum conservation of physiologically valuable components of the raw material and its safety. Microwave (microwave field) and ultraviolet radiation were chosen as physical methods for research. The sterilizing effect of the microwave field was clearly expressed - the bacteria survival after such a treatment was 2 or more times less than during heat treatment. Treatment with ultraviolet radiation has a bactericidal effect and is characterized by a minimal effect on the plant materials organoleptic properties. A comparative assessment of the effectiveness of the inhibition of the *Salmonella* test culture on diced fresh beets after treatment with the selected physical methods was carried out during the study. The samples temperature rose up to 43–46 °C under the influence of a microwave field in the selected mode with a power of 400 W, a duration of 40 s, and a flux density of 0.44 W / cm². Treatment with ultraviolet (UV) radiation in the C-band (wavelength 253.7 nm) was carried out for 15 min with a dose of 50 kJ / m² with a total power of ultraviolet lamps equal to 60 V. Processing of fresh chopped beets with UV radiation reduced the number of microorganisms by 5 orders of magnitude from the initial amount. Processing in a microwave field allowed to reduce the initial seed contamination of raw materials by 7 orders of magnitude. Sequential processing in a microwave field and subsequent ultraviolet radiation allowed us to reduce the initial beets seedling by 8 orders of magnitude. The combination of processing methods (microwave + UV) showed the effectiveness of their application to reduce pathogenic microflora.

Keywords: plant raw materials, microwave field, ultraviolet radiation, test culture, pathogenic microorganisms, *Salmonella*, optimal modes

Для цитирования

Колоколова А.Ю., Илюхина Н.В., Тришканева М.В., Королев А.А. Влияние комбинирования микроволнового и ультрафиолетового методов обработки растительного сырья на ингибирование культуры *Salmonella* // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 76–81. doi:10.20914/2310-1202-2020-1-76-81

For citation

Kolokolova A.Yu., Ilyuhina N.V., Trishkaneva M.V., Korolev A.A. The effect of combining microwave and ultraviolet methods of plant materials processing on *Salmonella* culture inhibition. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 76–81. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-1-76-81

Введение

Растительное сырье – это источник легкоусвояемых углеводов, витаминов, пищевых волокон и природных антиоксидантов, которые способствуют регулированию важнейших физиологических функций организма, и основа для продуктов здорового питания высокого качества. В этой связи технологии переработки фруктов и овощей должны быть ориентированы на рациональное использование сырьевых ресурсов с максимальным сохранением физиологически ценных компонентов сырья и увеличением сроков хранения готовой продукции, произведенной на основе такого сырья. Растительное сырье в основном имеет высокую влажность и высокое содержание растворимых сухих веществ, что часто способствует развитию микрофлоры на поверхности сырья, приводящей к его порче [14].

Процесс хранения растительной продукции носит многофакторный характер, что обуславливает целесообразность применения физических методов обработки сырья или их комбинирования [1]. Традиционными физическими методами предотвращения микробиологических и окислительных процессов пищевой продукции являются бланширование, предварительное холодильное хранение, быстрое замораживание. Наряду с этим эффективными и доступными физическими методами воздействия на сырье применяют СВЧ-поле и ультрафиолетовое излучение [2,3, 13, 24].

СВЧ-поле обладает бактерицидным и бактериостатическим действием. Обработка растительного сырья СВЧ-энергией используется при размораживании сырья, для нагревания, размягчения, стерилизации. Обработка СВЧ-полем обладает тепловым эффектом, связанным с диэлектрическими свойствами материала. В СВЧ-поле молекулы воды (диполи) совершают колебательные и вращательные движения. При этом выделяется тепловая энергия по всему объему объекта обработки [3]. Глубина проникновения электромагнитного (СВЧ) поля зависит от его частоты и диэлектрических свойств материала [4]. Применение энергии СВЧ-поля может быть ограничено для отдельных видов термолабильного растительного сырья [24].

Применение ультрафиолетового излучения для обработки биологических объектов также является технологическим эффективным методом. Этот метод позволяет защитить продукты от заражения микроорганизмами, что имеет особое значение для обработки поверхности

овощной продукции, в связи с тем что проникновение ультрафиолетовых лучей осуществляется на глубину не более 0,1 мм. УФ-излучение вызывает димеризацию тимина в молекулах ДНК. Накопление таких изменений в ДНК микроорганизмов приводит к замедлению темпов их размножения. Основным достоинством ультрафиолетовой обработки помимо его бактерицидного эффекта является возможность обеспечения минимального воздействия на растительное сырье [5–9]. При этом ультрафиолетовое излучение бывает малоэффективным для некоторых видов бактерий и грибов, а также излучение не может проникать в скрытые полости сырья, если это необходимо [23].

Обработка физическими методами наряду со стерилизующим эффектом может способствовать позитивным изменениям свойств растительного сырья: увеличивать содержание антоцианов, антиоксидантную активность, содержание растворимых сухих веществ. Изучение параметров обработки пищевых продуктов физическими методами может варьироваться от ряда характеристик, таких как мощность установки, проницаемость, интенсивность обработки, вид воздействия на объект [5].

При интенсивной обработке и длительном воздействии СВЧ-поля или ультрафиолетового излучения необходимо учитывать возникающий эффект повышенного отепления сырья в процессе обработки, которое может привести к разрушению клеточных структур растительных тканей, питательных веществ и витаминов. В этой связи важную роль играет оптимальный подбор дозы излучения и длительность обработки выбранным физическим методом [9–11].

Решением для снижения эффекта избыточного отепления сырья в процессе обработки и компенсации отдельных недостатков каждого из физических методов может служить их комбинирование. Комбинирование физических методов обработки позволяет решить ряд актуальных задач, связанных с антимикробной обработкой сырья: снизить количество или полностью ингибировать патогенную микрофлору, находящуюся на поверхности сырья; повысить микробиологическую стабильность и безопасность растительного сырья [10, 12–16].

В соответствии с этим была поставлена задача в поиске оптимальных режимов комбинирования СВЧ-поля и ультрафиолетового излучения для обработки растительного сырья с целью достижения необходимого стерилизующего эффекта при сохранении качества обрабатываемого растительного сырья.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования была выбрана свекла столовая сорта «Государыня». В качестве патогенного объекта микробиологической порчи сырья использовали музейный штамм микроорганизма *Salmonella entrica subsp. Enterica serovar Typhimurium* ATCC 140283 (ФБУН ГНЦ ПМБ). Анализ нормативной документации показал целесообразность использования в качестве объекта исследования патогенной микрофлоры показатель *Salmonella*, нормируемый как для свежей, так и для бланшированной свеклы. *Salmonella* является патогенным видом микроорганизмов, способным вызывать острые токсикоинфекции, а ее контроль является важной задачей микробиологии [17–22].

Для определения эффективности воздействия физических методов обработки на ингибирование *Salmonella entrica subsp.* использовали искусственную модельную среду, имитирующую свойства поверхности пищевого продукта. Исследования на модельной среде были выбраны с целью исключения попадания посторонней микрофлоры с поверхности растительного сырья позволяли выявить динамику ингибирования изучаемого вида микроорганизма. В качестве модельной среды использовали стандартный мясоептонный агар (МПА) фирмы HiMedia, обладающий необходимым набором питательных веществ, способствующий поддержанию жизнеспособных микроорганизмов в процессе проведения исследования.

В качестве растительного сырья использовали нарезанные кубики свежей свеклы. Свежую столовую свеклу мыли, чистили и нарезали брусочками 2 × 5 см, полученное сырьё помещали в стерильные чашки Петри.

Подготовку суспензии микроорганизмов проводили путем культивирования взвеси изучаемого микроорганизма (*Salmonella*) в жидкой питательной среде – мясоептонном бульоне (МПБ) фирмы HiMedia (Индия), при температуре 37 °С (термостат марки СПУ 1/80, (Россия) в течение 24 ч. Заражение модельных сред и образцов столовой свеклы проводили путем поверхностного нанесения суспензии микроорганизмов из расчета 1:1.

Проверку устойчивости суспензии микроорганизмов, нанесенной на модельную среду, проводили следующим образом: полученную суточную суспензию с использованием стерильного шпателя и серологической пипетки равномерно наносили по поверхность модельной среды и подсушивали на воздухе в ламинарном боксе Ламинар С (2 – класс защиты с встроенными и поверенными фильтрами HEPPA-14) до полного высыхания. После чего проводилась обработка модельных образцов СВЧ-полем, ультрафиолетовым излучением и их комбинированным воздействием.

При исследовании режимов микроволновой обработки экспериментальных образцов использовали СВЧ-установку модели Samsung C.T.P. марки M187GNR (Китай) с выходной мощностью от 100 до 850 Вт и рабочей частотой 2450 МГц. Обработку ультрафиолетовым излучением проводили на медицинском бактерицидном излучателе марки «Азов» ОБН-150 с двумя лампами Philips TUV (30 w) с максимальной длиной волны 253,7 нм. Расстояние от ламп до объектов обработки – 55 см.

Микробиологические исследования экспериментальных образцов проводили согласно действующей нормативной документации по определению количества мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Эффективность воздействия обработки проверяли путем определения количества начальной и остаточной микрофлоры в модельных образцах. После обработки образцов производились необходимые серии разведений и высевов на стандартную среду МПА (питательный агар для культивирования микроорганизмов, Россия). Культивирование посевов проводили путем термостатирования при температуре 37 °С в течение 24 ч.

Определение количества микроорганизмов, выросших на плотной питательной среде, осуществляли способом прямого подсчета числа колоний образующих единиц (КОЕ) Расчёт средневзвешенного числа микроорганизмов N , присутствующих в пробе, осуществляли по формуле:

$$N = \frac{\sum C}{V \cdot 1,1 \cdot d^2},$$

где $\sum C$ – сумма колоний, подсчитанных в двух чашках Петри, выбранных для подсчета из двух последовательных разведений; V – объем посевного материала, внесенного в каждую чашку Петри (см³); d – коэффициент разведения, соответствующий первому выбранному разведению (в случае отсутствия разведения – $d = 1$). Результат вычисления округляли до двух значащих цифр.

Результаты и обсуждение

Режим обработки образцов в СВЧ-поле подобран с целью минимизации температурного воздействия на растительное сырьё. Под воздействием СВЧ-поля при выбранном режиме с мощностью 400 Вт, продолжительностью 40 с и плотностью потока 0,44 Вт/см² температура образцов поднималась до 43–46 °С. Ультрафиолетовую обработку проводили в течение 15 мин и суммарной мощности ламп 60 В и дозой 50 кДж/м².

Проведена сравнительная оценка эффективности ингибирования тест-культуры *Salmonella* на нарезанных кубиках свежей свеклы под воздействием СВЧ и УФ-излучений. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

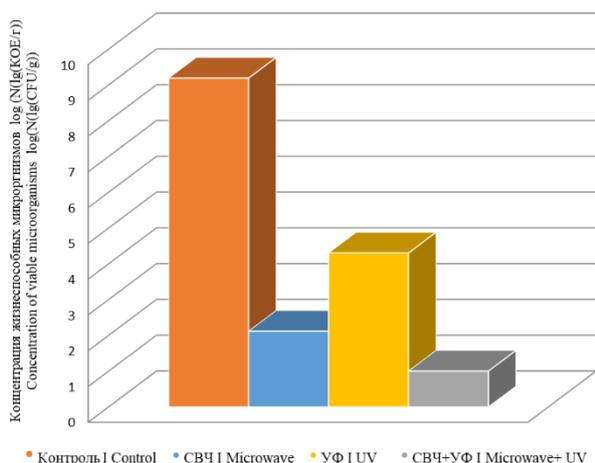


Рисунок 1. Эффективность ингибирования патогенной культуры *Salmonella* под воздействием обработки отдельно взятыми и комбинированными методами воздействия СВЧ и УФ

Figure 1. Efficiency of inhibition of pathogenic culture *Salmonella* under the influence of treatment by separate and combined methods of exposure to microwave and UV

Из приведенной диаграммы виден эффект применения выбранных физических методов обработки. По сравнению с контролем обработка СВЧ-полем позволила снизить начальную

обсемененность сырья на 7 порядков. Обработка образцов свеклы УФ-излучением показала эффективность ингибирования начального количества микроорганизмов на 5 порядков. Комбинированный метод воздействия позволил снизить начальную обсемененность образцов на 8 порядков.

Заключение

Исследования показали эффективность применения комбинирования СВЧ-поля и ультрафиолетового излучения для обеспечения эффективной инактивации патогенных микроорганизмов *Salmonella*. Комбинированный способ обработки с характеристиками: 40 с СВЧ-полем с мощностью потока 400 Вт и с последующим воздействием в течение 15 мин ультрафиолетовым излучением с дозой 50 кДж/м², обеспечил снижение начальной концентрации микроорганизмов *Salmonella* на 8 порядков.

Комбинированная обработка позволила минимизировать воздействие микроволновой энергии на качество обрабатываемой свежей свеклы, обеспечивая необходимый уровень ингибирования патогенных микроорганизмов *Salmonella* и микробиологическую безопасность исследуемого растительного сырья.

Литература

- Miteva D., Dimov K., Nacheva I., Todorov Y. et al. Modern technological approaches for ensuring of harmless and quality fruits // Bugarian Journal of Agricultural Science. 2014. V. 20. № 2. P. 243–245.
- Джаруллаев Д.С. Научно-технические принципы создания интенсивных технологий переработки плодово-ягодного сырья с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты: автореф. дис. д-р. техн. наук. Махачкала, 2005. 49 с.
- Лисовой В.В., Першакова Т.В., Корнен Н.Н., Ачмиз А.Д. и др. Применение ЭМП СВЧ в технологиях переработки растительного сырья и вторичных ресурсов. // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 04–118.
- Ихлов Б.И., Мельниченко А.В., Ощепков А.Ю. Действие сверхвысокочастотного электромагнитного поля на микроорганизмы // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 2. С. 141–146.
- Kehoe J.J. Tryptophan-mediated denaturation of beta-lactoglobulin A by UV irradiation // J. Agric. Food Chem. 2008. V. 56. № 12.
- Krishnamurthy K. Decontamination of milk and water by pulsed UV-light and infrared heating // The Pennsylvania State University. 2006. URL: <https://etda.libraries.psu.edu/paper/7212/2481>.
- Симоненко С.В. и др. Воздействие ультрафиолетового излучения на биологические структуры козьего молока // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 4. С. 16.
- Filipov Zh. Changes in the total protein and protein fractions in cow's milk irradiated with ultraviolet rays // Vet. Med. Nauki. 1976. V. 13. № 4.
- Kristo E., Hazizaj A., Corredig M. Effect of UV irradiation on the properties of whey protein solutions treated using a novel UV light reactor. URL: <http://www.icef11.org/content/papers/nfp/NFP1132.pdf>
- Харитонов В.Д., Шерстнева Н.Е. Влияние ультрафиолетового излучения на основные компоненты и микробиологические показатели жидких пищевых продуктов // Труды БГУ. 2014. Т. 9.
- Завьялов М.А., Кухто В.А., Филиппович В.П., Морозов А.О. и др. Исследования процессов микронизации зерна пшеницы в установке СВЧ-энергии // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 6. С. 9–14.
- Devaraju R., Kalla A.M. Microwave energy and its application in food industry: A review // Asian J. Dairy & Food Res. 2017. V. 36. P. 37–44.
- Бараненко Д.А., Борисов А.Е., Борисова И.И. Влияние микроволновой обработки на показатели качества и безопасности упакованных пищевых ингредиентов с низким содержанием влаги // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2017. № 3. С. 3.
- Глебова С.Ю., Голуб О.В., Мотовилов О.К. Использование свеклы столовой при производстве соусов для общественного питания // Пищевая промышленность. 2017. № 10. С. 40–42.
- Юсупов Г.Г., Юсупов Р.Х. Обеспечение микробиологической безопасности муки и хлеба энергией СВЧ-поля // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2009. № 1. С. 20.
- Грачева А.Ю., Илюхина Н.В., Калинина Ж.А. Изучение влияния радиационной технологии на микробиологическую безопасность пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции. Краснодар, 2016. С. 245–250.

- 17 Wallner-Pendleton E.A. et al. The use of ultraviolet radiation to reduce Salmonella and psychotropic bacterial contamination on poultry carcasses // *Poultry Sci.* 1994. V. 73. P. 571–573.
- 18 Костенко Ю.Г., Храмов М.В., Давлеев А.Д. Проблема пищевого сальмонеллеза в России: объективный взгляд и пути решения // *Все о мясе*. 2012. № 1. С. 28–31.
- 19 Алиева А.К., Дмитриченко М.И., Пеленко В.В. Микробиологическая безопасность и контроль качества продуктов птицеводства реализуемых в торговых сетях Санкт-Петербурга и Ленинградской области // *Вестник ВГУИТ*. 2017. Т. 79. № 1 (71). С. 290–296.
- 20 Василовский А.М., Куркатов С.В. Гигиеническая оценка безопасности продуктов питания, производимых в Красноярском крае // *Техника и технология пищевых производств*. 2012. № 1 (24). С. 116–119.
- 21 Kuo F.L., Carey J.B., Ricke S.C. UV irradiation of shell eggs: Effect on populations of aerobes, moulds, and inoculated Salmonella typhimurium // *J. Food Prot.* 1997. V. 60. P. 639–643.
- 22 Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции.
- 23 Борисов Л.Б. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. МИА, 2005. 734 с.
- 24 Королев А.А., Тюрина С.Б., Тришканева М.В. Анализ применения микроволнового излучения в технологиях стерилизации растительного сырья // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*. 2019. № 3. С. 81–91.

References

- 1 Miteva D., Dimov K., Nacheva I., Todorov Y. et al. Modern technological approaches for ensuring of harmless and quality fruits. *Bugarian Journal of Agricultural Science*. 2014. vol. 20. no. 2. pp. 243–245.
- 2 Dzharrullaev D.S. Scientific and technical principles for creating intensive technologies for processing fruit and berry raw materials using an ultra-high frequency electromagnetic field: abstract. *dis. dr. tech. sciences. Makhachkala*, 2005. 49 p. (in Russian).
- 3 Lisova V.V., Pershakova T.V., Kornen N.N., Achmiz A.D. et al. The use of microwave electromagnetic fields in the processing of plant materials and secondary resources. *Scientific journal of KubSAU*. 2016. no. 04–118. (in Russian).
- 4 Ikhlov B.L., Melnichenko A.V., Oshchepkov A.Yu. The action of a microwave electromagnetic field on microorganisms. *Bulletin of new medical technologies*. 2017. vol. 24. no. 2. pp. 141–146. (in Russian).
- 5 Kehoe J.J. Tryptophan-mediated denaturation of beta-lactoglobulin A by UV irradiation. *J. Agric. Food Chem.* 2008. vol. 56. no. 12.
- 6 Krishnamurthy K. Decontamination of milk and water by pulsed UV-light and infrared heating. The Pennsylvania State University. 2006. Available at: <https://etda.libraries.psu.edu/paper/7212/2481>.
- 7 Simonenko S.V. et al. The effect of ultraviolet radiation on the biological structures of goat milk. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2010. no. 4. pp. 16. (in Russian).
- 8 Filipov Zh. Changes in the total protein and protein fractions in cow's milk irradiated with ultraviolet rays. *Vet. Med. Nauki*. 1976. vol. 13. no. 4.
- 9 Kristo E., Hazizaj A., Corredig M. Effect of UV irradiation on the properties of whey protein solutions treated using a novel UV light reactor. Available at: <http://www.icef11.org/content/papers/nfp/NFP1132.pdf>
- 10 Kharitonov V.D., Sherstneva N.E. The influence of ultraviolet radiation on the main components and microbiological indicators of liquid food products. *Transactions of BSU*. 2014. vol. 9. (in Russian).
- 11 Zavyalov M.A., Kukhto V.A., Filippovich V.P., Morozov A.O. and other studies of the processes of micronization of wheat grain in the installation of microwave energy. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2017. no. 6. pp. 9–14. (in Russian).
- 12 Devaraju R., Kalla A.M. Microwave energy and its application in food industry: A review. *Asian J. Dairy & Food Res.* 2017. vol. 36. pp. 37–44.
- 13 Baranenko D.A., Borisov A.E., Borisova I.I. The influence of microwave processing on the quality and safety indicators of packaged food ingredients with a low moisture content. *Scientific journal NRU ITMO. Series “Processes and Food Production Equipment”*. 2017. no. 3. pp. 3. (in Russian).
- 14 Glebova S.Yu., Golub O.V., Motovilov O.K. The use of beetroot in the production of sauces for catering. *Food industry*. 2017. no. 10. pp. 40–42. (in Russian).
- 15 Yusupov G.G., Yusupov R.Kh. Ensuring the microbiological safety of flour and bread with microwave energy. *Vestnik FGOU VPO MGAU*. 2009. no. 1. pp. 20. (in Russian).
- 16 Gracheva A.Yu., Ilyukhina N.V., Kalinina Zh.A. Studying the influence of radiation technology on the microbiological safety of food products and agricultural raw materials. *Scientific support of innovative technologies for the production and storage of agricultural and food products. Krasnodar*, 2016. pp. 245–250. (in Russian).
- 17 Wallner-Pendleton E.A. et al. The use of ultraviolet radiation to reduce Salmonella and psychotropic bacterial contamination on poultry carcasses. *Poultry Sci.* 1994. vol. 73. pp. 571–573.
- 18 Kostenko Yu.G., Khramov M.V., Davleev A.D. The problem of food-borne salmonellosis in Russia: an objective view and solutions. *All about meat*. 2012. no. 1. pp. 28–31. (in Russian).
- 19 Aliyev A.K., Dmitrichenko M.I., Pelenko V.V. Microbiological safety and quality control of poultry products sold in retail chains of St. Petersburg and the Leningrad Region. *Proceedings of VSUET*. 2017. vol. 79. no. 1 (71). pp. 290–296. (in Russian).
- 20 Vasilovsky A.M., Kurkatov S.V. Hygienic assessment of the safety of food products produced in the Krasnoyarsk Territory. *Technique and technology of food production*. 2012. no. 1 (24). pp. 116–119. (in Russian).
- 21 Kuo F.L., Carey J.B., Ricke S.C. UV irradiation of shell eggs: Effect on populations of aerobes, moulds, and inoculated Salmonella typhimurium. *J. Food Prot.* 1997. vol. 60. pp. 639–643.
- 22 Technical Regulations of the Customs Union TR CU 021/2011. On the safety of food products. (in Russian).
- 23 Borisov L.B. *Medical microbiology, virology and immunology*. MIA, 2005. 734 p. (in Russian).
- 24 Korolev A.A., Tyurina S.B., Trishkaneva M.V. Analysis of the use of microwave radiation in sterilization technologies for plant materials. *Scientific journal NRU ITMO. Series “Processes and Food Production Equipment”*. 2019. no. 3. pp. 81–91. (in Russian).

Сведения об авторах

Анастасия Ю. Колоколова к.т.н., ведущий научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого» РАН, ул. Школьная 78 Видное, 142703 Россия, aykolokolova@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9816-1720>

Наталья В. Илюхина к.х.н., ведущий научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого» РАН, ул. Школьная 78 Видное, 142703 Россия, inv63@mail.ru

Марина В. Тришканева к.х.н., ведущий научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого» РАН, ул. Школьная 78 Видное, 142703 Россия, labnta@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4444-0716>

Алексей А. Королев к.т.н., ведущий научный сотрудник, ВНИИ технологии консервирования филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого» РАН, ул. Школьная 78 Видное, 142703 Россия, korleh@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7144-2522>

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

Anastasiya Yu. Kolokolova Cand. Sci. (Engin.) leading researcher, All-Russian Research Institute of Canning Technology – branch of the Gorbатов Federal Research Center for Food Systems RAS, Shkolnaya str., 78, Vidnoe 142703, Russia, aykolokolova@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9816-1720>

Natalya V. Ilyuhina Cand. Sci. (Chem.), leading researcher, All-Russian Research Institute of Canning Technology – branch of the Gorbатов Federal Research Center for Food Systems RAS, Shkolnaya str., 78, Vidnoe 142703, Russia, inv63@mail.ru

Marina V. Trishkaneva Cand. Sci. (Chem.). leading researcher, All-Russian Research Institute of Canning Technology – branch of the Gorbатов Federal Research Center for Food Systems RAS, Shkolnaya str., 78, Vidnoe 142703, Russia, labnta@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4444-0716>

Alexey A. Korolev Cand. Sci. (Engin). leading researcher, All-Russian Research Institute of Canning Technology – branch of the Gorbатов Federal Research Center for Food Systems RAS, Shkolnaya str., 78, Vidnoe 142703, Russia, korleh@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7144-2522>

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 10/02/2020	После редакции 18/02/2020	Принята в печать 29/02/2020
Received 10/02/2020	Accepted in revised 18/02/2020	Accepted 29/02/2020