

## Применение нетепловых методов обеззараживания растительного сырья в производстве пищевых продуктов

Наталья В. Науменко	<sup>1</sup>	naumenko_natalya@mail.ru	 0000-0002-9520-3251
Ирина Ю. Потороко	<sup>1</sup>	irina_potoroko@mail.ru	 0000-0002-3059-8061
Наталья В. Попова	<sup>1</sup>	tef_popova@mail.ru	 0000-0002-7667-9705
Ирина В. Калинина	<sup>1</sup>	9747567@mail.ru	 0000-0002-6242-9870
Батыр К. Сатбаев	<sup>1</sup>	satbaevbatir@mail.ru	 0000-0002-7699-1246

<sup>1</sup> Южно-Уральский государственный университет, пр. т. Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия

**Аннотация.** Представлены возможные риски, связанные с накоплением и миграцией микотоксинов, при прорастивании зерновых культур. Наличие допустимого уровня поверхностной микрофлоры зерна способно при прорастивании интенсифицировать процессы накопления микотоксинов, которые в дальнейшем мигрируют в готовый продукт, делая его опасным для потребителя. Отмечается, что процесс прорастивания зерновых культур невозможно проводить без этапа обеззараживания. Даны перспективные методы обеззараживания зерна с использованием нетепловых эффектов воздействия и результаты собственных исследований. Отмечается, что концепция безопасности пищевых продуктов в мировой практике на сегодняшний день направлена на сохранение основных пищевых ингредиентов и их свойств. Тепловые воздействия приводят к эффективному снижению развития микроорганизмов, но при этом вызывают значительные потери термолabile соединений и отрицательно влияют на органолептические, физико-химические и функциональные свойства конечного продукта. Предложены в качестве обеззараживающих методов ультразвуковое воздействие, наносекундные электромагнитные импульсы и воздействие холодной плазмы. Представленные методы на сегодняшний день широко используются в мировой практике. Они позволяют не только дезактивировать плесневые грибы, но разрушить уже образовавшиеся афлатоксины в пищевых продуктах (использование холодной плазмы). На основании вышеизложенного можно сказать, что опасность попадания патогенной микрофлоры и накопления афлатоксинов в пищевых продуктах (особенно цельнозерновых) все еще присутствует, т. к. даже минимальное их количество способно нанести глобальный вред здоровью населения, поэтому поиск и разработка новых методов обеззараживания является актуальной проблемой современного производства.

**Ключевые слова:** микотоксины зерна, миграция микотоксинов, переработка зерна, обеззараживание, пищевые продукты

## Application of non-heating methods for disinfecting vegetable raw materials in the production of food

Natalia V. Naumenko	<sup>1</sup>	naumenko_natalya@mail.ru	 0000-0002-9520-3251
Irina Yu. Potoroko	<sup>1</sup>	irina_potoroko@mail.ru	 0000-0002-3059-8061
Natalya V. Popova	<sup>1</sup>	tef_popova@mail.ru	 0000-0002-7667-9705
Irina V. Kalinina	<sup>1</sup>	9747567@mail.ru	 0000-0002-6242-9870
Batir K. Satbaev	<sup>1</sup>	satbaevbatir@mail.ru	 0000-0002-7699-1246

<sup>1</sup> South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia

**Abstract.** Possible risks associated with the accumulation and migration of mycotoxins during germination of crops are presented. The presence of an acceptable level of surface microflora of grain can, during germination, intensify the accumulation of mycotoxins, which later migrate into the finished product, making it dangerous for the consumer. It is noted that the process of germination of grain crops cannot be carried out without the stage of disinfection. Promising methods of grain disinfection using non-thermal effects of exposure and the results of our own research are given. It is noted that the concept of food safety in world practice today is aimed at preserving the main food ingredients and their properties. Thermal effects lead to an effective reduction in the development of microorganisms, but at the same time cause significant losses of thermolabile compounds and adversely affect the organoleptic, physicochemical and functional properties of the final product. Ultrasonic exposure, nanosecond electromagnetic pulses and exposure to cold plasma are proposed as disinfecting methods. The methods presented today are widely used in world practice. They allow not only to deactivate molds, but also to destroy the already formed aflatoxins in food products (use of cold plasma). Based on the foregoing, it can be said that the danger of pathogenic microflora ingress and aflatoxin accumulation in food products (especially whole grains) is still present, since even a minimal amount of them can cause global harm to public health, therefore, the search and development of new disinfection methods is an urgent problem modern production.

**Keywords:** grain mycotoxins, mycotoxin migration, grain processing, disinfection, food

### Введение

Зерновые культуры подвергаются загрязнению в поле, во время выращивания, сбора урожая, хранения и транспортировки. Наиболее распространенная микрофлора включают бактерии (*Bacillus subtilis* (сенная палочка), *Bacillus mesentericus* (картофельная палочка),

а также *Pseudomonadaceae*, *Micrococcaceae*, *Lactobacillaceae*, *Bacillaceae*), дрожжи (*Candida*, *Cryptococcus*, *Pichia*, *Sporobolomyces*, *Rhodotorula*, *Trichosporon*) и грибы (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Claviceps*). Кроме того, потенциальное повторное загрязнение может возникнуть после сбора урожая. Зерно может

Для цитирования

Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Попова Н.В., Калинина И.В., Сатбаев Б.К. Применение нетепловых методов обеззараживания растительного сырья в производстве пищевых продуктов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 110–116. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-110-116

For citation

Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Popova N.V., Kalinina I.V., Satbaev B.K. Application of non-heating methods for disinfecting vegetable raw materials in the production of food. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 110–116. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-110116

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

быть загрязнено во время процессов очистки, измельчения, сортировки или упаковки.

По степени воздействия на сохранность и безопасность зерна наиболее опасными представителями микрофлоры являются грибы. Наиболее распространен леечный гриб *Aspergillus*, приспособленный к жизни в условиях низкой влажности и активизирующийся при ее повышении, что является наиболее опасным при производстве продуктов из пророщенного сырья.

Большинство микроорганизмов присутствуют в околоплоднике зерна, и только несколько видов могут находиться во внутренней части злаков, в основном проникновение происходит через зародыш или в результате механических повреждений оболочечных частей. Эти микроорганизмы достаточно прочно удерживаются на поверхности зерна и не могут быть полностью удалены простым промыванием. Хотя необходимо отметить, что путем проведения данного технологического этапа снижается 85–87% от общего микробного загрязнения. Остальное же количество микроорганизмов остается на поверхности и способно продуцировать микотоксины.

В последние годы все большую популярность приобретает использование процесса

проращивания зерновых культур с целью получения обогащенных пищевых продуктов с добавленной стоимостью. Использование таких сырьевых компонентов позволяет обогатить пищевой рацион населения витаминами А и Е, а также группы В; микро- и макроэлементами: фосфор, железо, магний, калий и др. При этом редко обращается внимание на то, что микробиологическая загрязненность и токсикологические факторы воздействия могут сделать зерно непригодным для проращивания или привести к резкому образованию и накоплению микотоксинов и тяжелых металлов в процессе проращивания. Еще в 1982 г. Andrews с коллегами в своих исследованиях отмечал десятикратное увеличение количества колоний *Aspergillus glaucus*, *Penicillium cyclopium* and *Alternaria* в течение 2 сут проращивания зерна.

Афлатоксины имеют большую устойчивость к стандартным способам обеззараживания, применяемым при производстве пищевых продуктов или кормов [4, 7]. Поэтому меры, направленные на предотвращение загрязнения зерна, особенно наиболее токсичным соединением афлатоксина В1, имеют важное значение во всей производственной цепочке (рисунок 1).

**Контаминация  
Aspergillus  
Contamination  
Aspergillus**



**афлатоксины  
В1, В2, G1, G2  
aflatoxins  
В1, В2, G1, G2**



**Контроль уровня  
контаминации  
Contamination level control**



**Обеззараживание  
Disinfection**

- Химические способы  
Chemical methods
- Биологические способы  
Biological methods
- Физические способы  
Physical methods



**Безопасные пищевые  
продукты  
Safe food**

Рисунок 1. Возможные риски миграции микотоксинов при производстве хлеба и хлебобулочных изделий

Figure 1. Possible risks of migration of mycotoxins in the production of bread and bakery products

Концепция безопасности пищевых продуктов в мировой практике на сегодняшний день направлена на сохранение основных пищевых ингредиентов и их свойств. Тепловые воздействия приводят к эффективному снижению развития микроорганизмов, но при этом вызывают значительные потери термолabile соединений и отрицательно влияют на органолептические,

физико-химические и функциональные свойства конечного продукта [1, 3, 5–11]. Следовательно, исследование нетепловых физических методов воздействия (импульсное электрическое поле, ультразвук, ультрафиолетовый свет, холодная плазма и др.) получают на мировом рынке все большее распространение в течение последних десятилетий (рисунок 2).

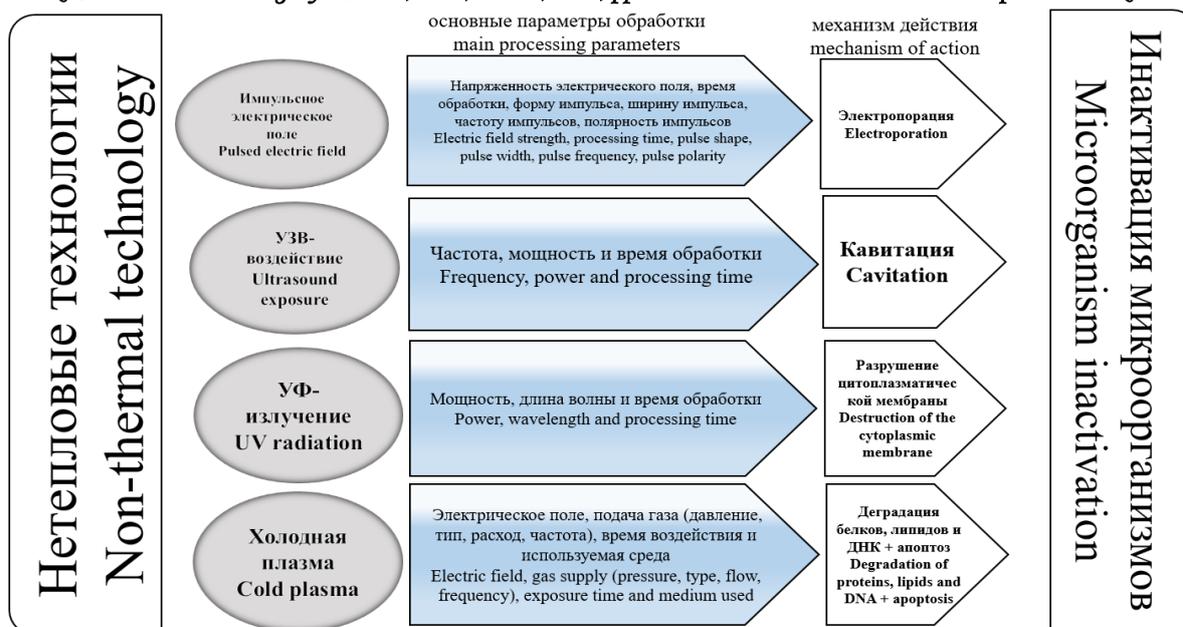


Рисунок 2. Наиболее распространенные нетепловые методы обеззараживания растительного сырья, встречаемые в мировой практике [5, 6]

Figure 2. The most common non-thermal methods of disinfection of plant raw materials encountered in world practice [5, 6]

### Материалы и методы

В качестве объекта исследований было определено зерно пшеницы сорта Любава. С целью выявления наибольшего обеззараживающего эффекта использовалось заведомо интенсивно загрязненное зерно Уральского региона.

Отбор проб зерна проводили согласно ГОСТ 13586.3–2015.

КМАФАнМ определяли по ГОСТ 10444.15, БГКП – ГОСТ 31747 и ГОСТ Р 52816–2007, количество дрожжей и плесневых грибов – по ГОСТ 10444.12.

Качественное определение наличия афлотоксинов проводили согласно международной

методике ААСС 45–15.01. Для создания провоцирующих условий развития плесневых грибов в зерне пшеницы увеличивали температуру воздуха до 25–30 °С и повышали влажность зерна до 16–18%. Контроль микробиологических показателей проводили через 1, 3 и 5 сут.

Количественное определение афлотоксинов проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно ГОСТ 34140.

Для проведения процесса обеззараживания использовали следующие способы воздействия (рисунок 3).

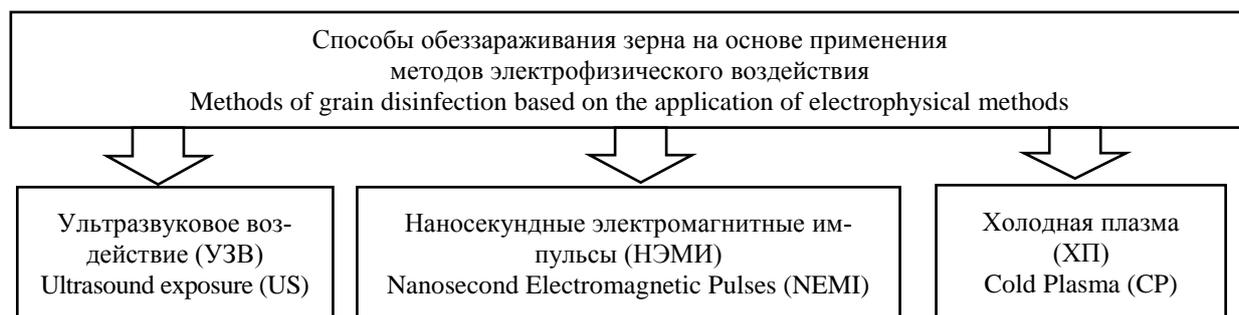


Рисунок 3. Способы обеззараживания зерна

Figure 3. Methods of disinfection of grain

В качестве источника УЗВ был использован акустический источник упругих колебаний ультразвуком – прибор «Волна» модель УЗТА–0,63/22–ОМ, работающий на частоте 22 ± 1,65 кГц и выходной мощности 630 Вт.

В качестве источника НЭМИ применялся генератор ГНИ-01–1–6, разработанный

и изготовленный в Южно-Уральском государственном университете [2]. Для обработки использовали рупорный излучатель при частоте следования НЭМИ 1000 Гц, раскрыве рупора 90×120 мм длиной 240 мм.

Для генерации XII применялась установка, разработанная в Южно-Уральском государственном университете. Генерация холодной плазмы осуществлялась за счет отрицательного коронного разряда при импульсном напряжении с параметрами: разность потенциалов составляла 10 кВ, частота 50 Гц, плазмообразующее вещество – воздух при нормальных условиях.

Для всех типов воздействия длительность обработки составляла 5 мин.

### Результаты и обсуждение

Наибольшее опасение вызывает направление, связанное с проращиванием зерновых культур и использованием их при производстве пищевых продуктов. Даже начальная поверхностная микрофлора зерна пшеницы, имеющая допустимый уровень микроорганизмов, в процессе проращивания способна активно увеличивать количество колоний плесневых грибов, что в конечном счете приведет к накоплению микотоксинов в готовом продукте (таблица 1).

Таблица 1.

#### Поверхностная микрофлора зерна

Table 1.

#### Surface microflora of grain

Наименование образца Sample Name	Количество микроорганизмов на поверхности зерна, КОЕ/г The number of microorganisms on the surface of the grain, CFU/g			
	КМАФАнМ, не более КМАFAnM, no more	БГКП, не более BGKP, no more	Плесени, не более Mold, no more	Дрожжи, не более Yeast, no more
Допустимый уровень, согласно ТР ТС 021/211 Permissible level, according to TR TS 021/211	$5 \cdot 10^4$	0,1	50	100
Исходное зерно Source grain	$5,6 \cdot 10^3$	Не обнаружено Not detected	36	40
Зерно после проращивания (без обеззараживания) Grain after germination (without disinfection)	$2,6 \cdot 10^5$	Не обнаружено Not detected	140	720

Представленные данные свидетельствуют о значительной интенсификации развития патогенной микрофлоры во время проращивания, что подтверждает наличие потенциальных рисков накопления афлотоксинов в зерновой массе при проведении данного процесса, даже несмотря на тот факт, что их количество в сухом зерне

колебалось в пределах 0,001–0,003 мг/кг, т. к. в большинстве случаев в пророщенном зерне отмечалось наличие грибов рода *Aspergillus*.

Для успешного проведения процесса проращивания и получения безопасного сырьевого ингредиента были использованы электрофизические методы воздействия (таблица 2).

Таблица 2.

#### Эффективность электрофизических методов обеззараживания зерна

Table 2.

#### The efficiency of electro-physical methods of disinfection of grain

Наименование показателей The name of indicators	Способ обеззараживания The method of disinfection			
	Контроль The control	УЗВ Member	НЭМИ NEMI	XII
КМАФАнМ, КОЕ/г КМАFAnM, CFU / g	$1,3 \cdot 10^6$	$3,8 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^3$	20
БГКП (колиформы) PGP (coliforms)	Не обнаружено   Not detected			
Дрожжи, КОЕ/г Yeast, CFU/g	900	400	320	Менее 10
Плесени, КОЕ/г Mold, CFU/g	400	140	80	Менее 10

На основании полученных данных можно сказать, что наибольший обеззараживающий эффект наблюдался при использовании воздействия ХП, который позволял свести показатели КМАФАнМ, количество дрожжей и плесневых грибов до минимальных значений. Полная стерилизация зерна является практически невыполнимой задачей в связи с наличием неровностей биологического объекта.

НЭМИ занимают промежуточное положение. Так, количество дрожжей и плесневых грибов сокращалось в 2,8 и 5,0 раз соответственно. Минимальный обеззараживающий эффект можно отметить при использовании УЗВ. Количество дрожжей и плесневых грибов сокращалось в 2,2 и 2,8 раз и оставалось выше регламентируемых значений. Характерный вид результатов качественного определения наличия афлатоксинов представлен на рисунке 4.

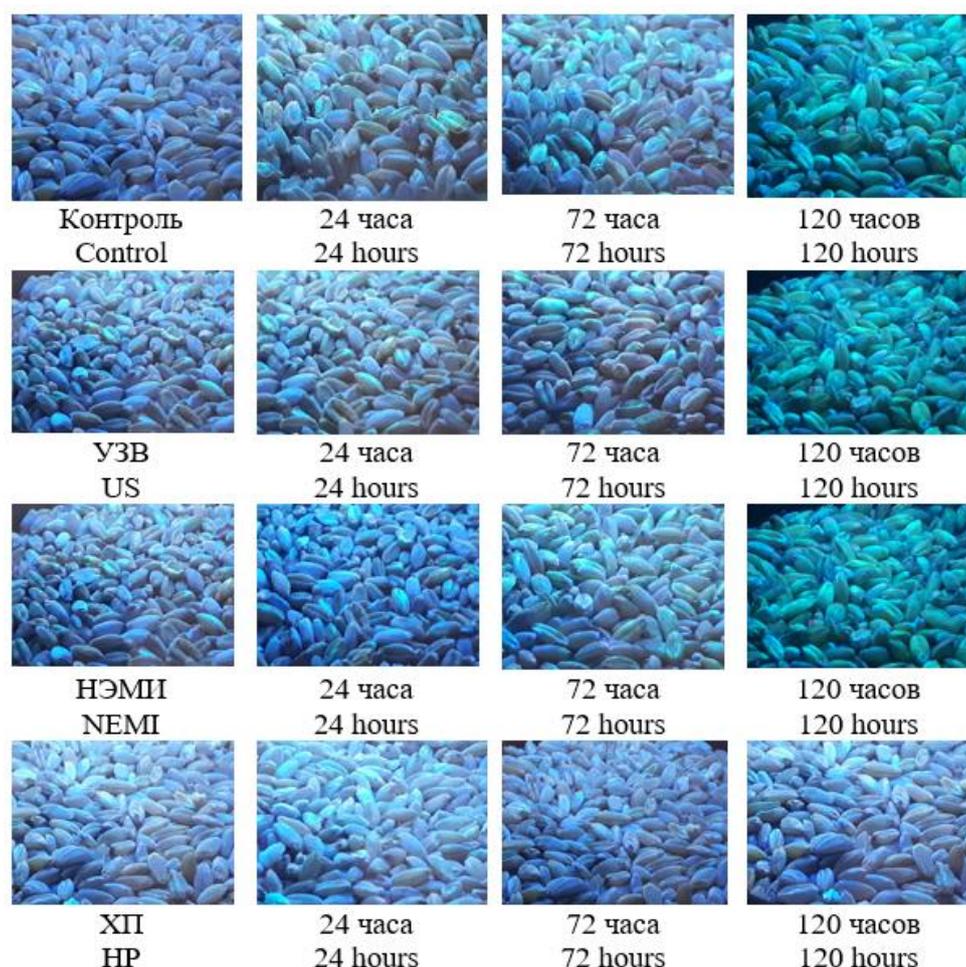


Рисунок 4. Характерный вид результатов качественного определения наличия афлатоксинов согласно ААСС 45–15.01  
Figure 4. Characteristic view of the results of qualitative determination of the presence of aflatoxins according to ААСС 45-15. 01

В контрольном образце уже через 24 ч хранения в провокационных условиях наблюдались единичные флуоресцирующие желто-зеленые зерна пшеницы. Их количество увеличивалось к 72 ч, а через 120 ч хранения большая часть (более 70% зерен) имела данный вид свечения, также визуализировалось наличие развитого мицелия плесневых грибов.

Интенсивность желто-зеленого свечения у исследуемых образцов после УЗВ обработки незначительно отличалась от контрольного образца. После 72 ч хранения можно отметить более чем у 40% зерен, а через 120 ч – 50%

наличие характерной люминесценции, что может свидетельствовать о слабовыраженном обеззараживающем эффекте данного способа обеззараживания.

Интенсивность желто-зеленого свечения у исследуемых образцов после воздействия НЭМИ также незначительно отличалась от контрольного образца. После 72 ч хранения можно отметить более чем у 30% зерен, а через 120 ч – 90% наличие характерной люминесценции, что может свидетельствовать о накоплении плесневых грибов *A. flavus* или *A. parasiticus*.

У образцов зерна, обработанных холодной плазмой, увеличение количества флуоресцирующих зерен не наблюдалось, значит данный способ обеззараживания наиболее эффективный.

### Заключение

Представленные методы на сегодняшний день являются инновационными и широко используются в мировой практике. Они позволяют не только дезактивировать плесневые грибы, но разрушить уже образовавшиеся афлатоксины в пищевых продуктах (использование холодной плазмы).

На основании вышеизложенного можно сказать, что опасность попадания и накопления афлатоксинов в пищевых продуктах (особенно цельнозерновых) все еще присутствует и является актуальной проблемой мирового масштаба, т. к. даже минимальное их количество способно нанести глобальный вред здоровью населения.

### Благодарности

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011 и при финансовой поддержке государственных заданий № 40.8095.2017/БЧ и гранта РФФИ 18-53-45015.

### Литература

- 1 Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Кретова Ю.И., Калинина И.В. и др. К вопросу интенсификации процесса проращивания зерна // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 4 (48). С. 109–115.
- 2 Пат. № 2181106, RU, C02F 1/46, 1/48. Способ электрохимической обработки водосодержащих сред и устройство для его осуществления / Плитман В.Л.; Крымский В.В.; Смолко В.А.; Шатин А.Ю. № 2000108604/12; Заявл. 05.04.2000; Оpubл. 10.04.2002, Бюл. № 10.
- 3 Потороко И.Ю., Науменко Н.В. Исследование возможностей регулирования состава микрофлоры продовольственных товаров электрофизическими методами воздействия // Товаровед продовольственных товаров. 2011. № 2. С. 6–9.
- 4 Хмелев В.Н., Попова О.В. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: монография. Барнаул: Изд. АлтГТУ, 1997. 160 с.
- 5 Хосни Р.К. Зерно и зернопродукты; пер. с англ. под общ. ред. к.т.н., проф. Н.П. Черняева. СПб.: Профессия, 2006. 330 с.
- 6 Andrews W.H., Mislivec P.B., Wilson C.R., Bruce V.R. et al. Microbial hazards associated with bean sprouting // J. Assoc. Off. Anal. Chem. 1982. № 65. P. 241–248.
- 7 Ashokkumar M. Applications of ultrasound in food and bioprocessing // Ultrason. Sonochem. 2015. № 25. P. 17–23.
- 8 Lacombe A., Niemira B.A., Gurtler J.B., Fan X. et al. Atmospheric cold plasma inactivation of aerobic microorganisms on blueberries and effects on quality attributes // Food Microbiol. 2015. V. 46. P. 479–484.
- 9 Morales-de la Peña M., Welti-Chanes J., Martín-Belloso O. Novel technologies to improve food safety and quality // Current Opinion in Food Science. 2019. V. 30. P. 1–7.
- 10 Misra N.N., Patil S., Moiseev T., Bourke P. et al. Cullen In-package atmospheric pressure cold plasma treatment of strawberries // J. Food Eng. 2014. V. 125. P. 131–138.
- 11 Ziuzina D., Patil S., Cullen P.J., Keener K.M. Atmospheric cold plasma inactivation of Escherichia coli, Salmonella enterica serovar Typhimurium and Listeria monocytogenes inoculated on fresh produce // Food Microbiol. 2014. V. 42. P. 109–116.

### References

- 1 Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Kretova Yu.I., Kalinina I.V. et al. On the issue of intensification of the process of grain germination. Far Eastern Agrarian Bulletin. 2018. no. 4 (48). pp. 109–115. (in Russian).
- 2 Plitman V.L., Krymsky V.V., Smolko V.A., Shatin A.Yu. Method for the electrochemical treatment of aqueous media and a device for its implementation. Patent RF, no. 2181106, 2002.
- 3 Potoroko I.Yu., Naumenko N.V. Study of the possibilities of regulating the composition of the microflora of food products by electrophysical methods of influence. Commodity expert on food products. 2011. no. 2. pp. 6–9. (in Russian).
- 4 Khmelev V.N., Popova O.V. Multifunctional ultrasonic devices and their use in small industrial, agricultural and household conditions: monograph. Barnaul, ed. Altai State Technical University, 1997. 160 p. (in Russian).
- 5 Hosni R.K. Grain and grain products. St. Petersburg, Profession, 2006. 330 p. (in Russian).
- 6 Andrews W.H., Mislivec P.B., Wilson C.R., Bruce V.R. et al. Microbial hazards associated with bean sprouting. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 1982. no. 65. pp. 241–248.
- 7 Ashokkumar M. Applications of ultrasound in food and bioprocessing. Ultrason. Sonochem. 2015. no. 25. pp. 17–23.
- 8 Lacombe A., Niemira B.A., Gurtler J.B., Fan X. et al. Atmospheric cold plasma inactivation of aerobic microorganisms on blueberries and effects on quality attributes. Food Microbiol. 2015. vol. 46. pp. 479–484.
- 9 Morales-de la Peña M., Welti-Chanes J., Martín-Belloso O. Novel technologies to improve food safety and quality. Current Opinion in Food Science. 2019. vol. 30. pp. 1–7.
- 10 Misra N.N., Patil S., Moiseev T., Bourke P. et al. Cullen In-package atmospheric pressure cold plasma treatment of strawberries. J. Food Eng. 2014. vol. 125. pp. 131–138.
- 11 Ziuzina D., Patil S., Cullen P.J., Keener K.M. Atmospheric cold plasma inactivation of Escherichia coli, Salmonella enterica serovar Typhimurium and Listeria monocytogenes inoculated on fresh produce. Food Microbiol. 2014. vol. 42. pp. 109–116.

**Сведения об авторах**

**Наталья В. Науменко** к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, naumenko\_natalya@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9520-3251>

**Ирина Ю. Потороко** к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, irina\_potoroko@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3059-8061>

**Наталья В. Попова** к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, tef\_popova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7667-9705>

**Ирина В. Калинина** к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, 9747567@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6242-9870>

**Батыр К. Сатбаев** аспирант, кафедра пищевые и биотехнологии Южно-Уральского государственного университета, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, satbaevbatir@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7699-1246>

**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**

**Natalia V. Naumenko** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, naumenko\_natalya@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9520-3251>

**Irina Yu. Potoroko** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, irina\_potoroko@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3059-8061>

**Natalya V. Popova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, tef\_popova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7667-9705>

**Irina V. Kalinina** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, 9747567@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6242-9870>

**Batyr K. Satbaev** graduate student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, satbaevbatir@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7699-1246>

**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.

<b>Поступила</b> 08/11/2019	<b>После редакции</b> 20/11/2019	<b>Принята в печать</b> 29/11/2019
<b>Received</b> 08/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 20/11/2019	<b>Accepted</b> 29/11/2019