

Научная статья

УДК 634.5:664

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-249-256

Нэлля Николаевна Типсина<sup>1✉</sup>, Татьяна Анатольевна Толмачева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

<sup>1</sup>Oleg.Tipsin@gmail.com

<sup>2</sup>tolmacheva-tat@mail.ru

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРЕХОПЛОДНОГО СЫРЬЯ

Цель исследования – изучение влияния энергии СВЧ-поля на возбудители плесневения родов *Penicillium*, *Aspergillus* при хранении кедровых орехов. Задачи: провести исследования по обеззараживанию кедровых орехов электрическим и тепловым воздействием СВЧ- поля; установить эффективные режимы по обеззараживанию кедровых орехов от плесеней хранения. Объект исследования – орехи кедровые. Метод определения плесневых грибов был основан на посеве кедровых орехов в питательную среду Сабуро, определении принадлежности выделенных микроорганизмов к плесневым грибам по характерному росту на питательной среде и по морфологии клеток. Схема опыта включает 5 вариантов, в том числе двух контрольных: промывание орехов стерильной водой, в дальнейшем именуемый – контроль «не обеззараженный» и стандарт по существующей технологии «обжарка», далее именуемый – контроль-стандарт. Эксперименты проводились в трехкратной повторности. Отбор и подготовка проб осуществлялась следующим образом: 1) контрольный образец – сырые кедровые орехи, промытые стерильной водой «не обжаренные»; 2) контроль-стандарт «обжарка» – образец которой прошел стандартную термическую обработку; 3) орехи, прошедшие обработку СВЧ- энергией при малой мощности – 100 Вт; 4) обработка кедровых орехов СВЧ-энергией при средней мощности – 500 Вт; 5) обработка кедровых орехов СВЧ-энергией при максимальной мощности – 1000 Вт. В ходе проведенного лабораторного исследования установлено, что наиболее эффективным способом обработки обеззараживания орехового сырья является обработка 1000 Вт в течение 6 мин. При данном способе обработки плесневые грибы полностью отсутствуют.

**Ключевые слова:** орехоплодное сырье, кедровые орехи, СВЧ-энергия, обеззараживающие режимы, плесени при хранении, радионуклиды, обеззараживающий эффект

**Для цитирования:** Типсина Н.Н., Толмачева Т.А. Обеспечение контроля качества и пищевой безопасности орехоплодного сырья // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5. С. 249–256. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-249-256.

Nellya Nikolaevna Tipsina<sup>1✉</sup>, Tatyana Anatolyevna Tolmacheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

<sup>1</sup>Oleg.Tipsin@gmail.com

<sup>2</sup>tolmacheva-tat@mail.ru

## ENSURING QUALITY CONTROL AND FOOD SECURITY OF NUT-BEARING RAW MATERIALS

*The purpose of research is to study the effect of microwave field energy on mold pathogens of the genera *Penicillium*, *Aspergillus* during storage of cedar nuts. Objectives: to conduct research on the disinfection of cedar nuts by electric and thermal exposure to a microwave field; establish effective regimes for the disinfection of pine nuts from storage molds. The object of the study is cedar nuts. The method for determining mold fungi was based on the sowing of cedar nuts in the nutrient medium Saburo, determining whether the isolated microorganisms belong to mold fungi by characteristic growth on the nutrient medium and by cell morphology. The experimental scheme includes 5 options, including two control ones: washing the nuts with sterile water, hereinafter referred to as the "non-disinfected" control and the standard according to the existing "roasting" technology, hereinafter referred to as the control-standard. The experiments were carried out in triplicate. Sampling and preparation of samples was carried out as follows: 1) control sample – raw cedar nuts washed with sterile water "not roasted"; 2) control-standard "roasting" – a sample of which has undergone standard heat treatment; 3) nuts processed by microwave energy at low power – 100 W; 4) processing of cedar nuts with microwave energy at an average power of 500 W; 5) processing of cedar nuts with microwave energy at a maximum power of 1000 watts. In the course of the laboratory study, it was found that the most effective way of processing the disinfection of nut raw materials is the treatment of 1000 W for 6 minutes. With this method of processing, mold fungi are completely absent.*

**Keywords:** nut-bearing raw materials, cedar nuts, microwave energy, disinfection regimes, storage molds, radionuclides, disinfecting effect

**For citation:** *Tipsina N.N., Tolmacheva T.A. Ensuring quality control and food security of nut-bearing raw materials // Bulliten KrasSAU. 2022;(5): 249–256. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-249-256.*

**Введение.** В настоящее время мир стоит на пороге Четвертой промышленной революции – «Индустрия 4.0». Предполагается новый подход к производству, основу которого составляет массовое внедрение информационных технологий в промышленность, масштабная автоматизация бизнес-процессов и распространение искусственного интеллекта. Преимуществами Четвертой промышленной революции является: повышение производительности, повышение конкурентоспособности, принципиально новые продукты и многое другое [1–3].

В отличие от предыдущих революций «Индустрия 4.0» развивается стремительно и в более сжатые сроки. Используемые методы по обеззараживанию растительного сырья СВЧ-энергией смело можно отнести к достижениям революции «Индустрия 4.0».

В современных условиях при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий особенно актуально использование высококачественного экологически чистого сырья, современных технологий и оборудования, обеспечивающих максимальную сохранность витаминов, питательных веществ, а также органолептические достоинства изделий и повышение сроков их хранения [4–7].

В данном исследовании рассматривается технологичный метод обеззараживания кедровых орехов от плесеней хранения способом обработки электромагнитным полем сверхвысокочастотного излучения (СВЧ) [3, 6–8].

Качество кедровых орехов, используемых в производстве, зависит от окружающей среды и условий хранения. Правильное хранение пищевого сырья – одна из важнейших задач производства. Порча сырьевых запасов, в частности орехов, вызывается главным образом воздействием на них микроорганизмов [9, 10].

Существует множество методов обеспечения качества и безопасности орехоплодных: сушка, применение защитных газов, консервантов, отбеливателей, антиокислителей, использование охлаждающих и замораживающих агентов, термическая обработка.

Одним из устаревших методов обработки пищевых продуктов является сушка. Ядра обжаривают при температуре 150–160 °С в течение 15–20 мин в сферическом аппарате, 30–40 мин в цилиндрическом, а в сушилках непрерывного действия при температуре входящего воздуха 130–140 °С. Влажность обжаренных ядер составляет 2,0–3,5 %; подсушенных – 4,0–5,0 %.

Защитные газы или смеси газов защищают сельскохозяйственное сырье от воздействия окружающей среды. Области применения – бункерное хранение орехов.

Для термической обработки ядер орехов применяют цилиндрические или сферические обжарочные аппараты периодического действия, а также сушилки непрерывного действия.

В данный момент наиболее актуальной и перспективной является сушка с применением инфракрасного излучения. Инфракрасное излучение твердых тел обусловлено возбуждением молекул и атомов тела вследствие их теплового движения. Коротковолновые инфракрасные лучи оказывают более сильное воздействие на пищевые продукты, как за счет большой глубины проникновения, так и более эффективного воздействия на молекулярную структуру продукта.

Вышеперечисленные, существующие на сегодняшний день методы и способы обеззараживания позволяют в полной мере достичь положительных результатов в главном направлении: уничтожении вегетативных и спорообразующих форм микроорганизмов в обрабатываемом объекте. Но необходимо отметить один момент, позволяющий разграничить использование некоторых методов по тем или иным причинам. Это прежде всего тот факт, что применение любого способа сопровождается влиянием данного воздействия на структуру химических соединений, в результате чего происходят необратимые изменения химического состава сырья.

Микроволновая технология позволяет решить эту проблему. Сырье, обеззараживаемое под воздействием энергии СВЧ, сохраняет свои полезные свойства и является экологически чистым продуктом. Основным фактором при СВЧ-обеззараживании является температура нагрева. Для СВЧ метода характерен избирательный нагрев, заключающийся в способности нагревать быстрее более влажные поверхности обрабатываемых орехов [6–8].

Микроволновый метод сушки основан на воздействии на обезвоживаемый продукт интенсивного электромагнитного поля сверхвысоких частот (ЭПСВЧ). Под действием СВЧ-поля молекулы воды (диполи) начинают совершать колебательные и вращательные движения, ориентируясь с частотой поля по его электрическим линиям. Движение молекул – это и есть тепловая энергия. Чем больше воды в заданном

объеме, чем больше молекул участвует в этом движении, тем больше тепловой энергии выделяется. Таким образом, разогрев происходит во всем объеме ореха, причем более влажные участки получают больше энергии. За счет этого происходит удаление влаги в кедровых орехах и одновременно выравнивание влажности во всем объеме. Отмечено, что при снижении влажности сырья процесс сушки продукта не замедляется, поскольку механизм теплопроводности не играет здесь ключевой роли [6–8]. Метод ЭМП СВЧ позволяет улучшить вкусовые и органолептические качества орехоплодных, максимально освободить их от различного рода плесневых грибов, бактерий, сохранив при этом физико-химические свойства кедровых орехов.

**Цель исследования** – изучение влияния энергии СВЧ-поля на возбудители плесневения родов *Penicillium*, *Aspergillus* при хранении кедровых орехов.

**Задачи:** провести исследования по обеззараживанию кедровых орехов электрическим и тепловым воздействием СВЧ-поля; установить эффективные режимы по обеззараживанию кедровых орехов от плесени хранения.

**Объекты и методы.** Объектом исследования служили орехи кедровые.

Сохранность сырьевых продуктов – одна из важнейших проблем пищевой промышленности [9]. Основным признаком качества пищевых продуктов является их безопасность, которая зависит от применяемого сырья. Безопасность пищевых продуктов – состояние обоснованной уверенности в том, что пищевые продукты при обычных условиях их использования не являются вредными и не представляют опасности для здоровья современного и будущего поколений [11–13].

Высококачественные кондитерские изделия можно изготовить благодаря использованию в их производстве разнообразного по химическому составу и свойствам сырья растительного происхождения [3, 11–15].

Орехоплодное сырье при хранении подвержено порче вследствие прогоркания жира. Как следствие, окисление жира вызывает окислительные процессы витаминов, минеральных и вкусовых веществ, что ведет к снижению качества готовой продукции. По этой причине для предотвращения микробиологической порчи необходимо обеззараживать сырье.

Продукция с использованием кедрового ореха является обогащенным продуктом, богатым как витаминами, так и минералами. Содержащийся в нем кальций уменьшает накопление радиоактивного стронция, что в свою очередь является актуальным продуктом для жителей мегаполиса.

Ядра кедровых орехов содержат 63,9 % высококачественного масла и 17,2 % легкоусвояемых белков, в состав которых входят 19 аминокислот. Из них 70 % – незаменимые и условно незаменимые, что указывает на высокую биологическую ценность белков [9, 10, 15].

Богаты кедровые орехи важнейшими макро и микроэлементами: медь, марганец, магний, кремний, калий, ванадий, фосфор, кальций и др. Минеральный состав орехов в сравнении с фруктами в 2,5–3 раза богаче, в них много белка (16–25 %).

Сохранение орехов сводится к регулированию жизненных процессов, лежащих в основе появления порчи.

Подвести к порчи могут как биологические процессы, протекающие в сырье, так и жизнедеятельность микроорганизмов. Воздействуя на сырье или на микроорганизмы физическими, биологическими и химическими факторами можно подавить жизнедеятельность возбудителей порчи и сохранить сырье [3].

**Результаты и их обсуждение.** Для достижения цели исследования по влиянию энергии СВЧ-поля на кедровые орехи проводились лабораторные проработки. В лабораторных условиях изучалось влияние энергии СВЧ-поля на возбудителей плесневения родов *Penicillium*, *Aspergillus*.

Метод определения плесневых грибов был основан на посеве кедровых орехов в питатель-

ную среду Сабуро, определении принадлежности выделенных микроорганизмов к плесневым грибам по характерному росту на питательной среде и по морфологии клеток. Схема опыта включает 5 вариантов, в том числе двух контрольных: промывание орехов стерильной водой, в дальнейшем именуемый – контроль «не обеззараженный» и стандарт по существующей технологии «обжарка», далее именуемый – контроль-стандарт. Эксперименты проводились в трехкратной повторности.

Отбор и подготовка проб осуществлялась следующим образом:

1. Контрольный образец – сырые кедровые орехи, промытые стерильной водой, «не обжаренные» (рис. 1);
2. Контроль-стандарт «обжарка» – образец которой прошел стандартную термическую обработку (рис. 2.);
3. Кедровые орехи, прошедшие обработку СВЧ-энергией при малой мощности – 100 Вт;
4. Кедровые орехи, прошедшие обработку СВЧ-энергией при средней мощности – 500 Вт;
5. Кедровые орехи, прошедшие обработку СВЧ-энергией при максимальной мощности – 1000 Вт.

На рисунке 1, а видны плесневые грибы вида *Aspergillus niger*, которые имеют черные споры по краю поверхности чашки Петри. *Aspergillus niger* является одним из грибов, наиболее часто выделяемых из орехоплодных.

На рисунке 1, б показаны плесневые грибы родов *Penicillium* и *Aspergillus*. Многие виды *Penicillium* настолько часто встречаются в пищевых продуктах, что их можно считать типичными возбудителями порчи. Колонии характеризуются желтым цветом, вследствие продуцирования большого количества цитринина.



Рис. 1. Контрольный образец: а – вид сверху; б – вид снизу

На рисунке 2 представлен контроль-стандарт «обжарка». При исследовании образца «обжарка» идентифицированы плесневые грибы видов *Penicillium* и *Aspergillus*.

На рисунках 3–5 представлены образцы, обработанные СВЧ-энергией при разных параметрах.



а

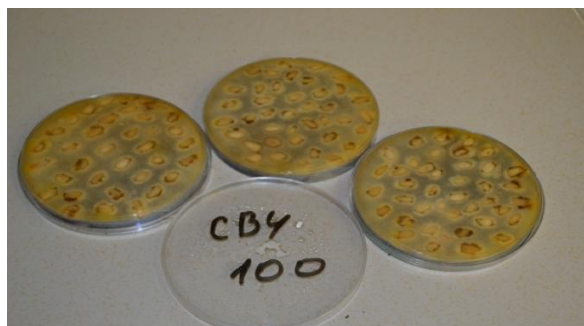


б

Рис. 2. Контроль-стандарт «обжарка»: а – вид сверху; б – вид снизу



а



б

Рис. 3. Орехи, обработанные СВЧ-энергией мощностью 100 Вт: а – вид сверху; б – вид снизу

В образце, обработанном при малой мощности – 100 Вт, наблюдаются плесневые грибы разных видов.

На рисунке 3, а образец, обработанный СВЧ-энергией при минимальной мощности – 100 Вт и времени обработки 13 мин (вид сверху), идентифицированы плесневые грибы видов *Aspergillus*, которые образуют черные споры по

краю поверхности чашки Петри, и *Mucor*, представляющие собой черные точки.

На рисунке 3, б (вид снизу) видны плесневые грибы вида *Penicillium*, колонии характеризуются желтым цветом.

На рисунке 4 представлена обработка кедровых орехов СВЧ-энергией при средней мощности.



а



б

Рис. 4. Орехи, обработанные СВЧ-энергией мощностью 500 Вт: а – вид сверху; б – вид снизу



В образце на рисунке 4, а, обработанном СВЧ-энергией 500 Вт в течение 9 мин, наблюдаются плесневые грибы видов *Aspergillus* и *Mucor*.

На образце на рисунке 4, б виден другой плесневый гриб вида *Eurotium*, который окрашен желто-оранжевым цветом.

На рисунке 5 представлены орехи, обработанные максимальной СВЧ-энергией.

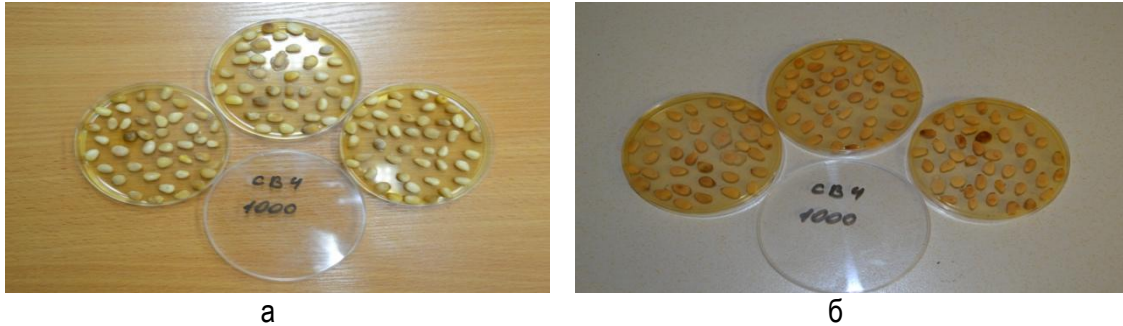


Рис. 5. Орехи, обработанные СВЧ-энергией мощностью – 1000 Вт: а – вид сверху; б – вид снизу

На рисунке 5 в образцах, обработанных СВЧ-энергией 1000 Вт в течение 6 мин, плесневые грибы полностью отсутствуют.

Результаты исследований по обеззараживанию кедровых орехов представлены диаграммой (рис. 6).

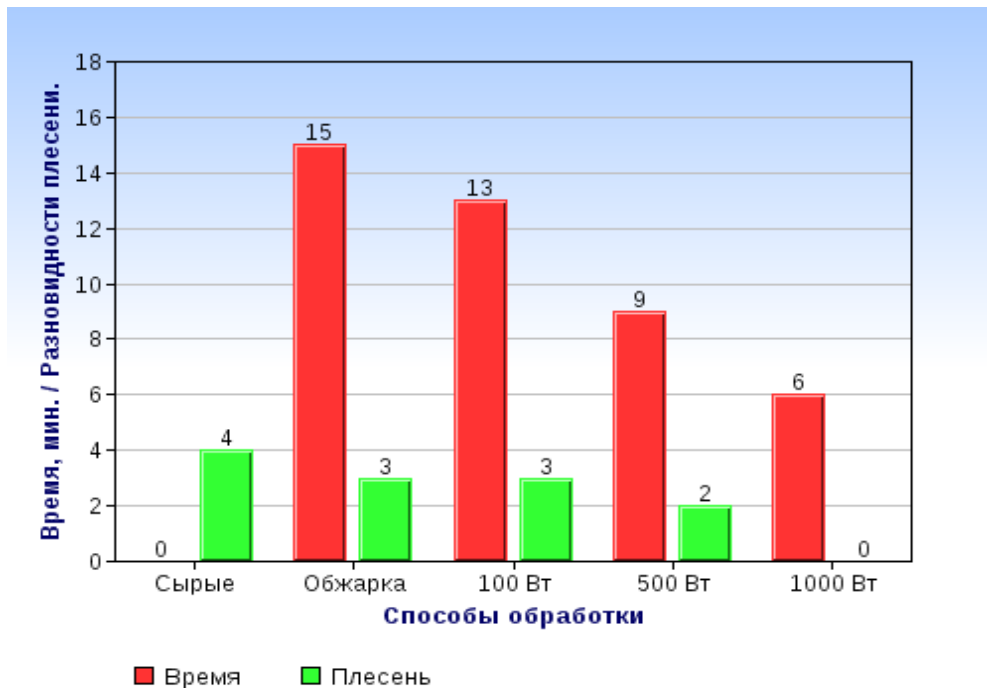


Рис. 6. Зависимость количества плесневых грибов от способа обработки

Из диаграммы следует, что наиболее эффективным способом обработки обеззараживания орехового сырья является обработка 1000 Вт в течение 6 мин.

**Заключение.** В ходе исследовательской работы были решены поставленные задачи:

1. Проведены исследования по обеззараживанию кедровых орехов электрическим и тепловым воздействием СВЧ-поля.

2. Установлены эффективные режимы по обеззараживанию кедровых орехов от плесеней хранения: 1000 Вт в течение 6 мин.

Список источников

1. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5e740c5b9a79470c22dd13e7>.
2. K. Schwab, Fourth Industrial Revolution. Moscow, Publishing House E, 2018. (in Russian).
3. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43135727>.
4. Воробьев В.В. Научно-практические основы создания эффективных технологий производства высококачественных продуктов из гидробионтов с использованием электромагнитного поля СВЧ: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2005. 398 с.
5. Опыт применения СВЧ-энергии при производстве пищевых продуктов / Н.Ф. Ушакова [и др.] // Пищевая промышленность. 2013. № 10. С. 30–32.
6. Толмачева Т.А. Влияние СВЧ поля на микрофлору и качественные показатели сухофруктов: дис. ... канд.биол. наук. Красноярск, 2004. 136 с.
7. Типсина Н.Н. Влияние СВЧ-нагрева на состав полуфабрикатов из мелкоплодных яблок Сибири // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. № 12. С. 25–27.
8. Типсина Н.Н. Изменение химического состава сибирских мелкоплодных яблок под действием микроволновой энергии // Вестник КрасГАУ. 2007. № 2. С. 236–243.
9. ГОСТ 31852-2012. Орехи кедровые очищенные. Технические условия. Введен 2014-01-01. М.: Стандартиформ, 2014.
10. ГОСТ Р 52830-2007. Микробиология пищевых продуктов и кормов. Метод обнаружения и определения количества presumptivных бактерий *Escherichia coli*. Метод наиболее вероятного числа. Введен 2009-01-01. М., 2007.
11. Толмачева Т.А., Николаев В.Н. Технология отрасли: технология кондитерских изделий: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2019. 132 с.
12. Типсина Н.Н. Новые виды кондитерских изделий с местным растительным сырьем: монография. Красноярск, 2009. 168 с.
13. Типсина Н.Н., Белопухов С.Л., Толмачева Т.А. Разработка технологии производства снеков с использованием растительного сырья // Вестник КрасГАУ. 2021. № 12. С. 275–281.
14. URL: <http://36.rosпотреbnadzor.ru/news/18842>.
15. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

References

1. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5e740c5b9a79470c22dd13e7>.
2. K. Schwab, Fourth Industrial Revolution. Moscow, Publishing House E, 2018. (in Russian).
3. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43135727>.
4. Vorob'ev V.V. Nauchno-prakticheskie osnovy sozdaniya `effektivnyh tehnologij proizvodstva vysokokachestvennyh produktov iz gidrobiontov s ispol'zovaniem `elektromagnitnogo polya SVCh: dis. ... d-ra tehn. nauk. M., 2005. 398 s.
5. Opyt primeneniya SVCh-`energii pri proizvodstve pischevyh produktov / N.F. Ushakova [i dr.] // Pischevaya promyshlennost'. 2013. № 10. S. 30–32.
6. Tolmacheva T.A. Vliyanie SVCh polya na mikroflu i kachestvennye pokazateli suhofruktov: dis. ... kand.biol. nauk. Krasnoyarsk, 2004. 136 s.
7. Ttipsina N.N. Vliyanie SVCh-nagreva na sostav polufabrikatov iz melkoplodnyh yablok Sibiri // Hranenie i pererabotka sel'hozsy'r'ya. 2007. № 12. S. 25–27.
8. Ttipsina N.N. Izmenenie himicheskogo sostava sibirskih melkoplodnyh yablok pod dejstviem mikrovolnovoj `energii // Vestnik KrasGAU. 2007. № 2. S. 236–243.
9. GOST 31852-2012. Orehi kedrovye ochischennye. Tehnicheskie usloviya. Vveden 2014-01-01. M.: Standartinform, 2014.
10. GOST R 52830-2007. Mikrobiologiya pischevyh produktov i kormov. Metod obnaruzheniya i opredeleniya kolichestva prezumptivnyh bakterij *Escherichia coli*. Metod naibolee veroyatnogo chisla. Vveden 2009-01-01. M., 2007.
11. Tolmacheva T.A., Nikolaev V.N. Tehnologiya otrasli: tehnologiya konditerskih izdelij: ucheb. posobie. SPb.: Lan', 2019. 132 s.
12. Ttipsina N.N. Novye vidy konditerskih izdelij s mestnym rastitel'nym syr'em: monografiya. Krasnoyarsk, 2009. 168 s.

13. *Tipsina N.N., Belopuhov S.L., Tolmacheva T.A.* Razrabotka tehnologii proizvodstva snekov s ispol'zovaniem rastitel'nogo syr'ya // *Vestnik KrasGAU*. 2021. № 12. S. 275–281.
14. URL: <http://36.rosпотребнадзор.ru/news/18842>.
15. *Himicheskij sostav rossijskih pischevyh produktov: spravochnik / pod red. I.M. Skurihina, V.A. Tutel'jana*. M.: DeLi print, 2002. 236 s.

Статья принята к публикации 14.04.2022 / The article accepted for publication 14.04.2022.

Информация об авторах:

**Нэлля Николаевна Типсина**<sup>1</sup>, профессор кафедры технологий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, доктор технических наук, профессор

**Татьяна Анатольевна Толмачева**<sup>2</sup>, доцент кафедры технологии хранения и переработки плодово-овощной и растениеводческой продукции, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

**Nellya Nikolaevna Tipsina**<sup>1</sup>, Professor at the Department of Technologies of Bakery, Confectionery and Pasta Production, Doctor of Technical Sciences, Professor

**Tatyana Anatolyevna Tolmacheva**<sup>2</sup>, Associate Professor at the Department of Technology of Storage and Processing of Fruits and Vegetables and Crop Products, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

