

УДК 579.678; 635-2

UDC 579.678; 635-2

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-296-306

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-296-306

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ЭМП КНЧ
НА ДИНАМИКУ РОСТА
ГРИБКОВЫХ ПАТОГЕНОВ
BOTRYTIS CINEREA
И *RHIZOPUS STOLONIFER*,
ВЫЗЫВАЮЩИХ
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ ПОРЧУ
ЗЕМЛЯНИКИ В ОПЫТАХ *IN VITRO***

**STUDY OF THE INFLUENCE
OF ELF EMF PARAMETERS
ON THE DYNAMICS OF GROWTH
OF THE FUNGAL PATHOGENS
BOTRYTIS CINEREA
AND *RHIZOPUS STOLONIFER*,
CAUSING THE MICROBIOLOGICAL
DAMAGE OF STRAWBERRIES
IN VITRO EXPERIMENTS**

Бабакина Мария Владимировна
аспирант,
младший научный сотрудник
отдела хранения
и комплексной переработки
сельскохозяйственного сырья
e-mail: wuhdz@mail.ru

Babakina Maria Vladimirovna
Postgraduate,
Junior Research Associate
of Storage and Complex
Processing of Agricultural
Raw Materials Department
e-mail: wuhdz@mail.ru

Михайлюта Лариса Васильевна
научный сотрудник
отдела хранения
и комплексной переработки
сельскохозяйственного сырья
e-mail: kniihp@mail.ru

Mikhaylyuta Larisa Vasilyevna
Research Associate
of Storage and Complex
Processing of Agricultural
Raw Materials Department
e-mail: kniihp@mail.ru

Горлов Сергей Михайлович
канд. техн. наук, доцент
старший научный сотрудник
отдела хранения
и комплексной переработки
сельскохозяйственного сырья
e-mail: gorlov76@list.ru

Gorlov Sergey Mikhailovich
Cand. Tech. Sci., Docent
Senior Research Associate
of Storage and Complex
Processing of Agricultural
Raw Materials Department
e-mail: gorlov76@list.ru

Першакова Татьяна Викторовна
д-р техн. наук, доцент
ведущий научный сотрудник
отдела хранения
и комплексной переработки
сельскохозяйственного сырья
e-mail: 7999997@inbox.ru

Pershakova Tatyana Viktorovna
Dr. Sci. Tech., Docent
Leading Research Associate
of Storage and Complex
Processing of Agricultural
Raw Materials Department
e-mail: 7999997@inbox.ru

*Краснодарский научно-исследовательский
институт хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции –
филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

*Krasnodar Research Institute
of Agricultural Product
Storage and Processing –
Branch of Federal State Budgetary
Scientific Institution «North-Caucasus
Federal Scientific Center
of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Актуальной является проблема хранения плодов и овощей и сохранения их сенсорных и пищевых качеств. Крайне важно найти такую технологию сохранения свежих плодов и овощей, при применении которой все компоненты их химического состава максимально долго остаются на высоком уровне по своему содержанию и не претерпевают существенных изменений качественных показателей, биологической активности и безопасности. Для обеспечения стабилизации товарного качества, максимального сохранения биологически активных веществ и сокращения потерь при хранении ягодного сырья, используются различные технологии – такие как регулируемая газовая среда, обработка химическими реагентами, микробиологическими препаратами, использование различных физических факторов. Был проведен сравнительный анализ динамики роста популяций грибковых патогенов *Botrytis cinerea* и *Rhizopus stolonifer* в зависимости от параметров их обработки ЭМП КНЧ. Выявлены закономерности влияния параметров обработки ЭМП КНЧ на развитие патогенных микроорганизмов земляники в опытах и *in vitro*. Установлено, что в опытном образце *Botrytis cinerea*, обработанном ЭМП КНЧ с параметрами 30 Гц, 10 А, 30 минут, количество выросших колоний через 7 суток составило $1,8 \times 10^2$ КОЕ, что на 27,5 % ниже по сравнению с контрольным образцом. В опытном образце *Rhizopus stolonifer*, обработанном ЭМП КНЧ с параметрами 30 Гц, 10 А, 30 минут, количество выросших колоний через 7 суток составило 2×10^2 КОЕ, что на 26,2 % ниже по сравнению с контрольным образцом. Анализ полученных в опытах *in vitro* данных позволяет сделать вывод о том, что на ингибирование скорости роста грибковых патогенов *Botrytis cinerea* и *Rhizopus stolonifer*, вызывающих заболевания ягод земляники, наиболее эффективно влияет вариант обработки ЭМП КНЧ с параметрами 30 Гц, 10 А, 30 минут.

The problem of storing fruits and vegetables and preserving their sensory and nutritional qualities is actual nowadays. It is extremely important to find such a technology for preserving fresh fruits and vegetables and with the use of which all the components of their chemical composition remain at a high level for the longest time in terms of their content and do not undergo significant changes, biological activity and safety. To ensure stabilization of commercial quality, maximum preservation of biologically active substances and reduction of losses during storage of berry raw materials, various technologies are used – such as controlled gas environment, treatment with chemical reagents, microbiological preparations, the use of various physical factors. A comparative analysis of the growth dynamics of the populations of the fungal pathogens *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* was carried out depending on the parameters of their treatment with ELF EMF. The regularities of the influence of the ELF EMF processing parameters on the development of pathogenic microorganisms of strawberries in experiments and *in vitro* were revealed. It was established that in the experimental sample *Botrytis cinerea* treated with ELF EMF with parameters of 30 Hz, 10 A, 30 minutes, the number of colonies grown after 7 days was 1.8×10^2 CFU, which is 27.5% lower compared to the references. In the experimental sample of *Rhizopus stolonifer* treated with ELF EMF with parameters of 30 Hz, 10 A, 30 minutes, the number of colonies grown after 7 days was 2×10^2 CFU, which is 26.2% lower compared to the references. An analysis of the data obtained *in vitro* experiments allows us to conclude that the variant of processing ELF EMF with parameters of 30 Hz, 10 A, 30 minutes most effectively affects the inhibition of the growth rate of the fungal pathogens *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer*, which cause diseases of strawberry berries.

Ключевые слова: ФРУКТЫ, ПРОДЛЕНИЕ СРОКА ГОДНОСТИ, ОБРАБОТКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ *Key words:* FRUITS, EXTENSION, PROCESSING, NEW TECHNOLOGIES

Введение. Свежие овощи фрукты и ягоды являются неотъемлемой частью сбалансированного пищевого рациона человека. Ягоды земляники содержат ценные органические кислоты: яблочную, салициловую, лимонную кислоты. В созревших ягодах проявляются редчайшие шимиковая, янтарная и гликолевая кислоты. Также ягоды земляники содержат антоцианы – флавоноиды типа кверцетин, каротин, пектины, эфирные масла, витамины группы В – тиамин, биотин, ниацин, пиридоксин, фолиевая, пантотеновая кислоты, рибофлавин и т.д., алкалоиды, железо, витамин С. Микро и макроэлементы представлены калием, магнием, серой, хлором, натрием, цинком, железом, йодом, хромом, фтором, марганцем, молибденом, никелем, бором, кобальтом, ванадием и т.д. Кроме того, ягоды земляники содержат достаточное количество пектиновых веществ (0,7%) и аминокислот [1-3].

Наряду с ценным составом биологически-активных веществ, из-за физиологических особенностей ягоды, высокого содержания влаги и углеводов, ягоды в значительной степени подвержены микробиологической порче способной вызвать не только ухудшение внешнего вида, но и полную порчу ягод.

Две основные болезни, развивающиеся у земляники во время хранения, вызываются микроорганизмами *Botrytis cinerea* (серая гниль) и *Rhizopus sp.* (серая плесень). *Shpaerothta macularis* развивается на зрелых ягодах земляники в виде белого налета, болезнь носит название мучнистая роса [4, 5].

Пролиферация бактерий в тканях может достигать опасных уровней, вызывая пищевое отравление и ухудшение органолептических качеств, таких как внешний вид, вкус и запах [6]. Порча ягод является коммерческой проблемой, поскольку видимая плесень и нежелательные запахи приводят к возникновению претензий потребителей, что, в свою очередь, приводит к значительным экономическим потерям и пищевым отходам [7].

Для обеспечения стабилизации товарного качества, максимального сохранения биологически активных веществ и сокращения потерь при хранении ягодного сырья, используются различные технологии – такие как регулируемая газовая среда, обработка химическими реагентами, микробиологическими препаратами, использование различных физических факторов.

Традиционно контроль порчи собранного урожая достигается с помощью химических фунгицидов. Использование синтетических фунгицидов не всегда возможно или эффективно в период после сбора урожая из-за ограничений по содержанию остаточных количеств и появлению устойчивых штаммов. Кроме того, потребительский спрос на свежие продукты, не содержащие пестицидов постоянно усиливается [8]. Таким образом, спрос на альтернативные средства контроля растет [9-16].

Одним из таких средств контроля является ЭМП КНЧ. При холодильном хранении обработанных в ЭМП КНЧ яблок сорта Айдаред в течение 8 месяцев потери от микробиальной порчи были ниже, чем при хранении контрольных образцов на 11,3 %, а потери обработанных в ЭМП КНЧ яблок сорта Голден Делишес – на 17,9 % по сравнению с контрольными образцами [17].

При хранении моркови столовой при $t = +(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ (21 день) количество бактериальной микрофлоры в образцах, обработанных электромагнитными полями крайне низких частот (параметры частота – 28 Гц, время обработки – 5 минут, магнитная индукция – 12 мТл) и биопрепаратом Витаплан (концентрация – 10^6 КОЕ/г, расход 2,5 мл/кг), снизилось – в 2,1 раза. Количество плесневых грибов – в 1,5 раз [18].

В связи с этим представляют интерес исследования по изучению влияния параметров ЭМП КНЧ на динамику роста грибковых патогенов *Botrytis cinerea* и *Rhizopus stolonifer*, вызывающих микробиологическую порчу земляники.

Цель исследований – выявление закономерностей влияния параметров ЭМП КНЧ на патогенные микроорганизмы, выделенные с ягод земляники с целью разработки технологии, обеспечивающей сохранения товарного качества ягод и увеличения сроков их хранения.

Объекты и методы исследований. Лабораторные исследования выполняли на базе отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, отдела контроля качества и стандартизации КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Исследования проводили в соответствии с ГОСТ 31904-2012, 10444.12-2013, 10444.15-94, 26669-85 [19-22].

Исследования проводили, используя методы визуальной диагностики (осмотр симптомов, фенотипических признаков фитопатогенов), микроскопии (изучение фенотипа спор и мицелия грибов, бактерий, пораженных тканей), выделения чистой культуры фитопатогена.

Из пораженных ягод земляники были выделены и культивированы на агаризированной среде Сабуро при $(+24\pm 1)$ °С в течение 7 суток возбудители гнили земляники *Botrytis cinerea* и *Rhizopus stolonifer*. Споры фитопатогенных грибов были получены путем промывания выращенных культур плесневых грибов стерильной дистиллированной водой, содержащей 0,05 % Твин-80. Суспензии фильтровали через три слоя стерилизованной марли и доводили до концентрации 10^2 - 10^3 спор/мл. Титр выращенной культуры определяли методом посева разведений.

Исследования *in vitro* влияния ЭМП КНЧ в отношении фитопатогенов осуществляли методом посева разведений суспензий фитопатогенов на чашки Петри глубинным методом.

Для исследования влияния электромагнитных полей крайне низких частот (ЭМП КНЧ) на фитопатогены использовали лабораторную экспериментальную установку по обработке растительного сырья.

Суспензии спор патогенов *Botrytis cinerea* в концентрации $2,5 \times 10^2$ КОЕ/мл и *Rhizopus stolonifer* в концентрации $2,8 \times 10^2$ КОЕ/мл вносились глубинным методом в чашки Петри и заливались расплавленной и охлажденной средой Сабуро.

Чашки с посевами помещали в термостат при температуре $(+24 \pm 1)$ °С. Учитывая, что споры патогенов достаточно устойчивы к воздействию химических, физических, температурных и других факторов, для активации спор образцы выдерживали в термостате 24 часа. По истечении 24 часов исследуемые образцы, кроме контрольных, подвергали воздействию ЭМП КНЧ с различными параметрами.

На основании ранее проведенных исследований, были выбраны следующие параметры обработки ЭМП КНЧ с параметрами:

– вариант № 1: частота – 20 Гц, сила тока – 15 А, продолжительность обработки – 30 минут;

– вариант № 2: частота – 30 Гц, сила тока – 10 А, продолжительность обработки – 30 минут;

– вариант № 3: частота – 40 Гц, сила тока – 5 А, продолжительность обработки – 30 минут.

Контрольные образцы обработке не подвергались.

Исследования проводились в трехкратной повторности. Все образцы культивировались в термостате при температуре $(+24 \pm 1)$ °С. Окончательный подсчет производился после 7 суток термостатирования.

Обсуждение результатов. Был проведен сравнительный анализ роста популяций грибковых патогенов *Botrytis cinerea* и *Rhizopus stolonifer* в зависимости от параметров их обработки ЭМП КНЧ.

Количество проросших спор исследуемых популяций *Botrytis cinerea* при $t = (+24 \pm 1)$ °С после 7 суток культивирования представлено на рисунке 1.

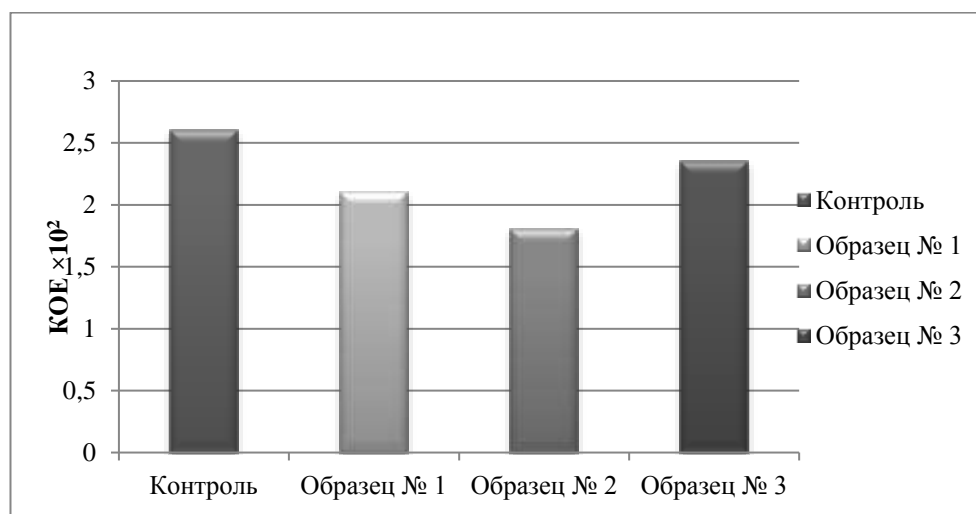


Рис. 1. Количество проросших спор *Botrytis cinerea* через 7 суток после обработки различными параметрами ЭМП КНЧ (№ 1 – 20 Гц, 15 А, 30 минут; № 2 – 30 Гц, 10 А, 30 минут; № 3 – 40 Гц, 5 А, 30 минут)

В контрольном образце с популяцией спор *Botrytis cinerea*, внесенных на чашку Петри в количестве $2,5 \times 10^2$ КОЕ/мл, их количество составило через 7 суток $2,6 \times 10^2$ КОЕ при $t = +(24 \pm 1)^\circ\text{C}$.

В опытном образце № 1 (частота – 20 Гц, сила тока – 15 А, продолжительность обработки – 30 минут) количество выросших колоний через 7 суток снизилось на 16 % и составило $2,1 \times 10^2$ КОЕ при $+(24 \pm 1)^\circ\text{C}$.

В опытном образце № 2 (частота – 30 Гц, сила тока – 10 А, продолжительность обработки – 30 минут) количество выросших колоний через 7 суток снизилось на 27,5 % и составило $1,8 \times 10^2$ КОЕ при $+(24 \pm 1)^\circ\text{C}$.

В опытном образце № 3 (частота – 40 Гц, сила тока – 5 А, продолжительность обработки – 30 минут) количество выросших колоний через 7 суток снизилось на 6 % и составило $2,35 \times 10^2$ КОЕ при $+(24 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что наибольшее антагонистическое действие на споры *Botrytis cinerea* оказывает обработка ЭМП КНЧ с параметрами 30 Гц, 10 А, 30 минут.

Количество проросших спор исследуемых популяций *Rhizopus stolonifer* при $t = +(24 \pm 1)^\circ\text{C}$ после 7 суток представлено на рисунке 2.

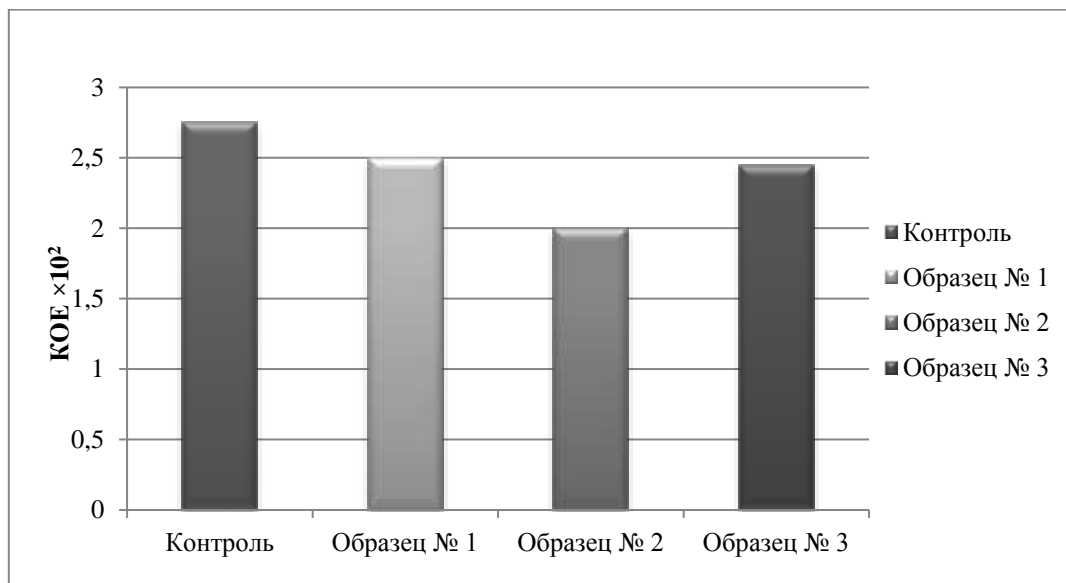


Рис. 2. Количество проросших спор *Rhizopus stolonifer* через 7 суток после обработки различными параметрами ЭМП КНЧ (№ 1 – 20 Гц, 15 А, 30 минут; № 2 – 30 Гц, 10 А, 30 минут; № 3 – 40 Гц, 5 А, 30 минут)

В контрольном образце с популяцией спор *Rhizopus stolonifer*, внесенных на чашку Петри в количестве $2,8 \times 10^2$ КОЕ/мл, их количество составило через 7 суток $2,75 \times 10^2$ КОЕ при $t = +(24 \pm 1)^\circ\text{C}$.

В опытном образце № 1 (частота – 20 Гц, сила тока – 15 А, продолжительность обработки – 30 минут) количество выросших колоний через 7 суток снизилось на 11,3 % и составило $2,5 \times 10^2$ КОЕ при $+(24 \pm 1)^\circ\text{C}$.

В опытном образце № 2 (частота – 30 Гц, сила тока – 10 А, продолжительность обработки – 30 минут) количество выросших колоний через 7 суток снизилось на 26,2 % и составило 2×10^2 КОЕ при $+(24 \pm 1)^\circ\text{C}$.

В опытном образце № 3 (частота – 40 Гц, сила тока – 5 А, продолжительность обработки – 30 минут) количество выросших колоний через 7 суток снизилось на 12 % и составило $2,45 \times 10^2$ КОЕ при $+(24 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что наибольшее антагонистическое действие на споры *Rhizopus stolonifer* оказывает обработка ЭМП КНЧ с параметрами 30 Гц, 10 А, 30 минут.

Выводы. Установлено, что в опытном образце *Botrytis cinerea*, обработанном ЭМП КНЧ с параметрами 30 Гц, 10 А, 30 минут, количество выросших колоний через 7 суток составило $1,8 \times 10^2$ КОЕ, что на 27,5 % ниже по сравнению с контрольным образцом.

В опытном образце *Rhizopus stolonifer*, обработанном ЭМП КНЧ с параметрами 30 Гц, 10 А, 30 минут, количество выросших колоний через 7 суток составило 2×10^2 КОЕ, что на 26,2 % ниже по сравнению с контрольным образцом.

Анализ полученных в опытах *in vitro* данных позволяет сделать вывод о том, что на ингибирование скорости роста грибковых патогенов *Botrytis cinerea* и *Rhizopus stolonifer*, вызывающих заболевания ягод земляники, наиболее эффективно влияет вариант обработки ЭМП КНЧ с параметрами 30 Гц, 10 А, 30 минут.

Литература

1. Alexandre E.M.C., Santos-Pedro D.M., Brandão T.R.S., Silva C.L.M., 2011. Influence of aqueous ozone, blanching and combined treatments on microbial load of red bell peppers, strawberries and watercress. – J. Food Eng. – № 105. – pp. 277-282.
2. Lucera A., Costa C., Conte A., Del Nobile M.A., 2012. Food applications of natural antimicrobial compounds. – Front. Microbiol. – № 3. – p. 287.
3. Di Cagno R., Coda R., De Angelis M., Gobbetti M., 2013. Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. – Food Microbiol. – № 33. –pp. 1-10.
4. Котляров В.В. Бактериальные болезни культурных растений: учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2008. 324 с.
5. Alum E.A., Urom S.M.O.C., Ben C.M.A., 2016. Microbiological contamination of food: the mechanisms, impacts and prevention. – Int. J. Sci. Technol. Res. – № 5 (03). – pp. 65-78.
6. Alwi N.A., Ali A., 2014. Reduction of Escherichia coli O157, Listeria monocytogenes and Salmonella enteric sv. Typhimurium populations on fresh-cut bell pepper using gaseous ozone. – Food Control. – № 46. – pp. 304-311.
7. Arango J., Rubino M., Auras R., Gillett J., Schilder A., Grzesiak A.L., 2016. Evaluation of chlorine dioxide as an antimicrobial against Botrytis cinerea in California strawberries. – Food Packag. Shelf Life. – № 9. – pp. 45-54.
8. Mari M., Bautista-Baños S., Sivakumar D., 2016. Decay control in the postharvest system: role of microbial and plant volatile organic compounds. – Postharvest Biol. Technol. – № 122. – pp. 70-81.
9. Sanzani S.M., Reverberi M., Geisen R., 2016. Mycotoxins in harvested fruits and vegetables: insights in producing fungi, biological role, conducive conditions, and tools to manage postharvest contamination. – Postharvest Biol. Technol. – № 122. – pp. 95-105.

10. Lopez-Gomez, P.S., Palop, F.A., Periago, P.M., Martinez-Lopez, A., Marin-Iniesta, F., & Barbosa-Canovas, G.V., 2009. Food safety engineering: an emergent perspective. – *Food Engineering Review*. – № 1. – pp. 84-104.

11. Feliziani E., Lichter A., Smilanick J.L., Ippolito A., 2016. Disinfecting agents for controlling fruit and vegetable diseases after harvest. – *Postharvest Biol. Technol.* – № 122. – pp. 53-69.

12. Bermúdez-Aguirre D., Wemlinger E., Pedrow P., Barbosa-Cánovas G., Garcia-Perez M., 2013. Effect of atmospheric pressure cold plasma (APCP) on the inactivation of *Escherichia coli* in fresh produce. – *Food Control*. – № 34. – pp. 149-157.

13. Bilek S.E., Turantaş F., 2013. Decontamination efficiency of high power ultrasound in the fruit and vegetable industry, a review. – *Int. J. Food Microbiol.* – № 166. – pp. 155-162.

14. Bilek S.E., Turantaş F., 2013. Decontamination efficiency of high power ultrasound in the fruit and vegetable industry, a review. – *Int. J. Food Microbiol.* – № 166. – pp. 155-162.

15. Meireles A., Giaouris E., Simões M., 2016. Alternative disinfection methods to chlorine for use in the fresh-cut industry. – *Food Res. Int.* – № 82. – pp. 71-85.

16. Zhang L., Yan Z., Hanson E.J., Ryser E.T., 2015. Efficacy of chlorine dioxide gas and freezing rate on the microbiological quality of frozen blueberries. – *Food Control*. – № 47. – pp. 114-119.

17. Исследование влияния электромагнитных полей на изменение микробиальной обсемененности фруктов в процессе хранения / Лисовой В.В. и др.// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского Государственного Аграрного Университета. 2017. № 126. С. 843-854.

18. Pershakova T.V., Kupin G.A., Mihaylyuta L.V., Babakina M.V., Panasenko E.Y., Viktorova E.P., 2018. Investigation of antagonistic properties of bacteria *Bacillus subtilis* against carrot phytopathogenes in vitro and in vivo experiments. – *Journal of pharmaceutical sciences and research*. – 10 (6). – pp. 1619-1622.

19. ГОСТ 31904-2012. Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний. Введ. 01.07.2013. М.: Стандартинформ, 2014. 8 с.

20. ГОСТ 26669-85. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов. Введ. 01.07.1986. М.: Изд-во стандартов, 1986. 9 с.

21. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Введ. 01.01.1996. М.: Стандартинформ, 2010. 7 с.

22. ГОСТ 10444.12-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.

References

1. Alexandre E.M.C., Santos-Pedro D.M., Brandão T.R.S., Silva C.L.M., 2011. Influence of aqueous ozone, blanching and combined treatments on microbial load of red bell peppers, strawberries and watercress. – *J. Food Eng.* – № 105. – pp. 277-282.

2. Lucera A., Costa C., Conte A., Del Nobile M.A., 2012. Food applications of natural antimicrobial compounds. – *Front. Microbiol.* – № 3. – p. 287.

3. Di Cagno R., Coda R., De Angelis M., Gobbetti M., 2013. Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. – *Food Microbiol.* – № 33. –pp. 1-10.

4. Kotlyarov V.V. Bakterial'nye bolezni kul'turnyh rastenij: uchebnoe posobie. Krasnodar: KubGAU, 2008. 324 s.

5. Alum E.A., Urom S.M.O.C., Ben C.M.A., 2016. Microbiological contamination of food: the mechanisms, impacts and prevention. – *Int. J. Sci. Technol. Res.* – № 5 (03). – pp. 65-78.

6. Alwi N.A., Ali A., 2014. Reduction of *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteric* sv. Typhimurium populations on fresh-cut bell pepper using gaseous ozone. – *Food Control*. – № 46. – pp. 304-311.
7. Arango J., Rubino M., Auras R., Gillett J., Schilder A., Grzesiak A.L., 2016. Evaluation of chlorine dioxide as an antimicrobial against *Botrytis cinerea* in California strawberries. – *Food Packag. Shelf Life*. – № 9. – pp. 45-54.
8. Mari M., Bautista-Baños S., Sivakumar D., 2016. Decay control in the postharvest system: role of microbial and plant volatile organic compounds. – *Postharvest Biol. Technol.* – № 122. – pp. 70-81.
9. Sanzani S.M., Reverberi M., Geisen R., 2016. Mycotoxins in harvested fruits and vegetables: insights in producing fungi, biological role, conducive conditions, and tools to manage postharvest contamination. – *Postharvest Biol. Technol.* – № 122. – pp. 95-105.
10. Lopez-Gomez, P.S., Palop, F.A., Periago, P.M., Martinez-Lopez, A., Marin-Iniesta, F., & Barbosa-Canovas, G.V., 2009. Food safety engineering: an emergent perspective. – *Food Engineering Review*. – № 1. – pp. 84-104.
11. Feliziani E., Lichter A., Smilanick J.L., Ippolito A., 2016. Disinfecting agents for controlling fruit and vegetable diseases after harvest. – *Postharvest Biol. Technol.* – № 122. – pp. 53-69.
12. Bermúdez-Aguirre D., Wemlinger E., Pedrow P., Barbosa-Cánovas G., Garcia-Perez M., 2013. Effect of atmospheric pressure cold plasma (APCP) on the inactivation of *Escherichia coli* in fresh produce. – *Food Control*. – № 34. – pp. 149-157.
13. Bilek S.E., Turantaş F., 2013. Decontamination efficiency of high power ultrasound in the fruit and vegetable industry, a review. – *Int. J. Food Microbiol.* – № 166. – pp. 155-162.
14. Bilek S.E., Turantaş F., 2013. Decontamination efficiency of high power ultrasound in the fruit and vegetable industry, a review. – *Int. J. Food Microbiol.* – № 166. – pp. 155-162.
15. Meireles A., Giaouris E., Simões M., 2016. Alternative disinfection methods to chlorine for use in the fresh-cut industry. – *Food Res. Int.* – № 82. – pp. 71-85.
16. Zhang L., Yan Z., Hanson E.J., Ryser E.T., 2015. Efficacy of chlorine dioxide gas and freezing rate on the microbiological quality of frozen blueberries. – *Food Control*. – № 47. – pp. 114-119.
17. Issledovanie vliyaniya elektromagnitnyh polej na izmenenie mikrobial'noj obsemennosti fruktov v processe hraneniya / V.V. Lisovoj i dr. // *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*. 2017. № 126. S. 843-854.
18. Pershakova T.V., Kupin G.A., Mihaylyuta L.V., Babakina M.V., Panasenko E.Y., Viktorova E.P., 2018. Investigation of antagonistic properties of bacteria *Bacillus subtilis* against carrot phytopathogenes in vitro and in vivo experiments. – *Journal of pharmaceutical sciences and research*. – 10 (6). – pp. 1619-1622.
19. GOST 31904-2012. Produkty pishchevye. Metody otbora prob dlya mikrobiologicheskikh ispytaniy. Vved. 01.07.2013. M.: Standartinform, 2014. 8 s.
20. GOST 26669-85. Produkty pishchevye i vkusovye. Podgotovka prob dlya mikrobiologicheskikh analizov. Vved. 01.07.1986. M.: Izd-vo standartov, 1986. 9 s.
21. GOST 10444.15-94. Produkty pishchevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nyh aerobnyh i fakul'tativno-anaerobnyh mikroorganizmov. Vved. 01.01.1996. M.: Standartinform, 2010. 7 s.
22. GOST 10444.12-2013. Mikrobiologiya pishchevyh produktov i kormov dlya zhivotnyh. Metody vyyavleniya i podscheta kolichestva drozhzhej i plesnevyyh gribov. – Vved. 01.07.2015. M.: Standartinform, 2014. 12 s.