



Научная статья  
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)  
УДК 663.316

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.016



## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТОК ИНГИБИТОРАМИ ЭТИЛЕНА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ КРАЙНЕ НИЗКИХ ЧАСТОТ ПРИ ХРАНЕНИИ НАРЕЗАННОЙ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

Татьяна Викторовна Першакова<sup>1</sup>, Григорий Анатольевич Купин<sup>2</sup>,  
Татьяна Викторовна Яковлева<sup>3</sup>, Елизавета Сергеевна Семиряжко<sup>4</sup>,  
Анна Анатольевна Тягущева<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> 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

<sup>1</sup> 7999997@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>

<sup>2</sup> griga\_77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7780-3333>

<sup>3</sup> yakovleva\_yy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8411-8422>

<sup>4</sup> e.glazacheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2750-5749>

<sup>5</sup> 777any777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1236-1148>

**Аннотация.** Капуста белокочанная является одной из основных овощных культур в Российской Федерации. Существуют различные способы её переработки и употребления в пищу, но в последние годы среди потребителей возрастает популярность так называемых «удобных продуктов». Среди овощной продукции к данной категории относят нарезанные овощи, готовые салаты, очищенные овощи в вакуумной упаковке. Однако нарезанные овощи являются скоропортящимся продуктом, поскольку из-за повреждённых тканей и отсутствия защитной оболочки они имеют повышенную уязвимость к микробиологической порче, а также более активное проявление физиологических реакций (повышение интенсивности дыхания, выделение этилена), в результате чего продукт быстро теряет свои потребительские свойства. В данной работе проведено изучение влияния двух видов обработок – препаратом «Smart-fresh» (в качестве ингибитора этилена) и физической обработки электромагнитными полями крайне низких частот (ЭМП КНЧ) – на органолептические и биохимические показатели нарезанной капусты белокочанной при хранении. Было установлено, что обработанные ЭМП КНЧ образцы сохраняли товарный вид на 9 дней дольше, чем контроль, и на 5 дней дольше, чем обработанные препаратом «Smart-fresh». Последние, в свою очередь, сохраняли товарный вид на 4 дня дольше, чем контроль, а также отличались наименьшей потерей массы. Влияние обработок на сохраняемость биологически активных веществ было следующим: обработка ЭМП КНЧ позволила сократить потерю витамина С на 1,6 % по сравнению с контролем, а содержание общих сахаров повысить на 3,1 %; препарат «Smart-fresh» также позволил сократить потери витамина С на 1,1 % по сравнению с контролем. На основе проведённых исследований разработан способ обработки капусты свежей нарезанной.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, хранение, smart-fresh, электромагнитные поля крайне низких частот, органолептические показатели, потери.

**Для цитирования:** Сравнительная характеристика эффективности обработок ингибиторами этилена и электромагнитными полями крайне низких частот при хранении нарезанной капусты белокочанной / Т. В. Першакова [и др.] // Ползуновский вестник. 2024. № 1, С. 134–140. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.016. EDN: <https://elibrary.ru/ISNPMY>.

Original article

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE EFFECTIVENESS OF TREATMENTS WITH ETHYLENE INHIBITORS AND ELECTROMAGNETIC FIELDS OF EXTREMELY LOW FREQUENCIES DURING STORAGE OF SLICED CABBAGE

Tatiana V. Pershakova<sup>1</sup>, Grigory A. Kupin<sup>2</sup>, Tatiana V. Yakovleva<sup>3</sup>, Elizaveta S. Semiryazhko<sup>4</sup>, Anna A. Tyagusheva<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking» Krasnodar, Russia

<sup>1</sup> 7999997@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>

<sup>2</sup> griga\_77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7780-3333>

<sup>3</sup> yakovleva\_yy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8411-8422>

<sup>4</sup> e.glazacheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2750-5749>

<sup>5</sup> 777any777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1236-1148>

**Abstract.** White cabbage is one of the main vegetable crops in the Russian Federation. There are various ways to process and eat it, but in recent years, so-called “convenient products” have become increasingly popular among consumers. Among vegetable products, this category includes: sliced vegetables, ready-made salads, peeled vegetables in vacuum packaging. However, sliced vegetables are a perishable product, since due to damaged tissue and the lack of a protective shell, they have an increased vulnerability to microbiological spoilage, as well as a more active manifestation of physiological reactions (increased respiration rate, ethylene release), as a result of which the product quickly loses its consumer properties. In this work, the influence of two types of treatments - with the preparation “Smart-fresh” (as an ethylene inhibitor) and physical treatment by electromagnetic fields of extremely low frequencies (EMF ELF) - on the organoleptic and biochemical parameters of sliced white cabbage during storage was studied. It was found that samples treated with EMF ELF retained their marketable appearance 9 days longer than the control, and 5 days longer than those treated with the Smart-fresh preparation. The latter, in turn, retained their marketable appearance 4 days longer than the control, and also had the least weight loss. The effect of treatments on the preservation of biologically active substances was as follows: EMF ELF treatment reduced the loss of vitamin C by 1.6 % compared to the control, and increased the content of total sugars by 3.1%; the “Smart-fresh” preparation also reduced the loss of vitamin C by 1.1% compared to the control. Based on the research conducted, a method for treatment fresh sliced cabbage has been developed.

**Keywords:** Cabbage, storage, smart-fresh, electromagnetic fields of extremely low frequencies, organoleptic indicators, loss.

**For citation:** Pershakova, T.V., Kupin, G.A., Yakovleva, T.V., Semiryazhko, E.S. & Tyagusheva, A.A. (2024). Comparative characteristics of the effectiveness of treatments with ethylene inhibitors and electromagnetic fields of extremely low frequencies during storage of sliced cabbage. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 134-140. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.01.016. EDN: <https://elibrary.ru/ISNPMY>.

### ВВЕДЕНИЕ

В России одной из популярных овощных культур является капуста белокочанная, посевная площадь которой составляет более 100 тыс. га [1]. В кочанах капусты белокочанной содержится значительное количество калия (170–190 мг/100 г), кальция, фосфора магния, натрия. Кроме того, капуста богата витаминами группы В, С, D, К, Р, РР, Е и другими биологически ценными веществами.

По статистическим данным, более 30 % овощной продукции поступает на переработ-

ку. Традиционными видами переработки являются заморозка (57 %), консервирование (около 40 %) и сушка (3–5 %). Однако в связи с интенсификацией жизнедеятельности человека ситуация меняется: потребители отдают предпочтение «удобным продуктам». Ввиду этого перед производителями стоит задача разработки продукции, которую можно быстро и просто употребить. К данной категории относят следующие виды овощной продукции: нарезанные овощи, готовые салаты, очищенные овощи в вакуумной упаковке.

Нарезанные овощи из-за повреждённых

тканей и отсутствия защитной оболочки являются скоропортящимся продуктом, вследствие чего усиливается развитие микробиологической порчи, проявление физиологических реакций (повышение интенсивности дыхания, и выработки этилена), в результате чего продукт теряет свои потребительские свойства [2, 3].

В связи с этим актуальность представляет совершенствование существующих способов хранения нарезанных овощей.

Для продления сроков годности овощей применяют различные физические, химические и биологические обработки [3–10]. Например, для хранения лука репчатого, перца сладкого и моркови столовой применяют обработку электромагнитными полями крайне низких частот (ЭМП КНЧ) [5–9]. Данная обработка позволяет сократить потерю массы продукции, а также имеет эффективность против микробиальной обсеменённости овощного сырья.

Обработка овощей различными препаратами используется для борьбы с микробиологической порчей и уменьшения потемнения [3]. Установлена эффективность обработки плодоовощной продукции препаратом «Smart-fresh». Основу препарата составляет активный ингредиент 1-метилциклопропен, который обладает свойствами ингибирования выделения этилена в процессе хранения овощей и фруктов. Обработка 1-метилциклопропеном позволяет управлять биологическими процессами – реакцией на внутренние и внешние источники этилена, что, в свою очередь, приостанавливает процесс порчи сырья [10].

Представляет интерес сравнение эффективности двух видов обработок: обработки препаратом «Smart-fresh» и физической обработки электромагнитными полями крайне низких частот при хранении нарезанной капусты белокочанной.

### МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе Краснодарского научно-исследовательского института хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия».

В качестве объекта исследования использовали капусту белокочанную свежую гибрида Сторидор F1.

В исследованиях по хранению нарезанной капусты белокочанной обработку проводили следующим образом:

- контроль (без обработки);
- обработка препаратом «Smart-fresh» (дозировка 0,068 г/м<sup>3</sup> в герметичной камере в течение 24 часов);
- обработка ЭМП КНЧ (частота – 38 Гц, время обработки – 5 мин, магнитная индукция – 15 мТл).

Обработку ЭМП КНЧ осуществляли с использованием лабораторной экспериментальной установки, состоящей из универсального генератора сигналов RIGOL DG1022, усилителя MMF LV102, осциллографа Le Croy WA202 и соленоида.

Подготовленное сырьё закладывали на хранение в холодильную камеру при температуре 4–6 °С в закрытых пластиковых контейнерах.

В ходе исследования оценка качества нарезанной капусты белокочанной затруднялась отсутствием нормативно-технической документации на данный продукт. Таким образом, для проведения органолептической оценки была разработана система оценок, которая в дальнейшем применялась экспертами. Исследования проводились по истечении 30 дней хранения.

Для определения качества готового продукта важно оценивать сохраняемость пищевых веществ. С данной целью определяли следующие биохимические показатели на начало хранения и по истечении 30 дней:

- витамин С – титриметрическим методом по ГОСТ 24556-89;
- органические кислоты – по ГОСТ ISO 750-2013;
- сахара общие – перманганатным методом по ГОСТ 8756.13-87;
- полифенольные вещества – колориметрическим методом с использованием реактива Фолина-Дениса.

Исследования проводились в трёхкратной повторности. Для обработки полученных данных применяли программы Microsoft Excel и Statistica с использованием однофакторного дисперсионного анализа (= 95 %).

### РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 представлена разработанная шкала для оценки органолептических показателей нарезанной капусты белокочанной.

В ходе работы было исследовано влияние двух видов обработок: обработки препаратом «Smart-fresh» (в качестве ингибитора этилена) и физической обработки электромагнитными полями крайне низких частот на органолептические показатели нарезанной капусты белокочанной по истечении 30 дней хранения.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТОК ИНГИБИТОРАМИ ЭТИЛЕНА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ КРАЙНЕ НИЗКИХ ЧАСТОТ ПРИ ХРАНЕНИИ НАРЕЗАННОЙ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ**

Таблица 1 – Система оценки качества для нарезанной капусты белокочанной  
Table 1 – Quality assessment system for sliced white cabbage

Наименование показателя / коэффициент значимости	Характеристика показателя	Оценка, балл
Внешний вид / 0,2	Равномерно нашинкованная стружка, целая, сохраняющая свою форму при завертке, укладке в тару и транспортировании, легко разминающаяся	5
	Стружка неправильной формы. Некоторые не сохраняют свою форму при завертке, укладке в тару, но легко разминаются при перемешивании	4
	Стружка неправильной формы с неравномерной поверхностью. Не сохраняет форму при завертке, укладке в тару и транспортировании	3
	Стружка неправильной формы с неровной поверхностью, неравномерная по толщине. Наличие слипшихся экземпляров. Не сохраняет свою форму при завертке, укладке в тару и транспортировании, не разминается при перемешивании	2
	Стружка неправильной формы с неровной поверхностью, неравномерная по толщине. Наличие слипшихся экземпляров. Не сохраняет свою форму при завертке, укладке в тару и транспортировании, не разминается при перемешивании. Наличие дефектов	1
Консистенция / 0,2	Стружка эластичная, сочная	5
	Стружка плотная, малоупругая	4
	Стружка не сочная, слабохрустящая	3
	Стружка не сочная, слабохрустящая, наличие дефектов	2
	Стружка мягкая, не держит форму, наличие неустраняемых дефектов	1
Вкус и запах / 0,3	Насыщенный, хорошо выраженный, соответствует овощам данного вида	5
	Выраженный, соответствует овощам данного вида	4
	Соответствует овощам данного вида, без явного постороннего запаха и привкуса	3
	Не соответствует овощам данного вида, присутствует отчётливый посторонний запах	2
	Не соответствует овощам данного вида, неприятный, вызывает отвращение, присутствует отчётливый посторонний запах	1
Цвет / 0,15	Однородный, свойственный цвету сырья	5
	Неоднородный, свойственный цвету сырья	4
	Неоднородный, несвойственный цвету сырья. Наличие тёмных пятен	3
	Неоднородный, несвойственный цвету сырья. Встречаются тёмные пятна, неприятный вид	2
	Несвойственный цвету сырья	1
Форма и размеры / 0,15	Стружка размером не менее 5 мм в наибольшем линейном измерении	5
	Допускаются частицы размером менее 5 мм с массовой долей в смеси не более 10 %	4
	Допускаются частицы размером менее 5 мм с массовой долей в смеси не более 20 %	3
	Допускаются частицы размером менее 5 мм с массовой долей в смеси не более 50 %	2
	Не соответствует параметрам нарезки, разные формы и размеры	1

В таблице 2 представлен внешний вид нарезанной капусты белокочанной в период хранения.

Профилограмма органолептических показателей нарезанной капусты белокочанной приведена на рисунке 1.

С целью определения влияния применяемых обработок на качество готового продукта представляло интерес определение ряда технологических показателей (величина потери массы при хранении, содержание пищевых веществ в готовом продукте). Результаты исследования представлены в таблицах 3 и 4.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно проведённой экспертной органолептической оценке нарезанной капусты белокочанной по истечении 30 дней хранения в зависимости от способа обработки установлено, что преимуществами обладает образец, обработанный электромагнитными полями крайне низких частот (итоговый балл 4,5). Срок хранения без признаков увядания – 30 дней.

При хранении контрольного образца (без обработки) было установлено, что через 14 дней возникало незначительное увя-

дание сырья. Срок хранения до потери товарного качества составил 21 день, после чего было отмечено потемнение сырья, потеря упругости.



Рисунок 1 – Профилограмма органолептических показателей качества нарезанной капусты белокочанной

Figure 1 – Profilogram of organoleptic quality indicators of sliced white cabbage

Установлено, что у образца, обработанного препаратом «Smart-fresh», признаки увядания появились через 25 дней хранения. Через 30 дней хранения началось потемнение сырья, позже стала развиваться плесень.

Таблица 2 – Внешний вид нарезанной капусты белокочанной в период хранения

Table 2 – Appearance of sliced white cabbage during storage

Начало хранения	7 дней хранения	14 дней хранения	Окончание хранения
Контроль			
Обработка «Smart-fresh»			
Обработка ЭМП КНЧ			

Таблица 3 – Потери массы при хранении нарезанной капусты белокочанной в зависимости от способа обработки

Table 3 – Weightloss during storage of sliced white cabbage, depending on the treatment method

Обработка	Срок хранения, дней				
	3	7	30	48	60
Контроль	3,6	3,9	13,8	снято с хранения	снято с хранения
Smart-fresh	1,8	1,9	4,1	4,5	снято с хранения
ЭМП КНЧ	4,9	11,8	14,9	20,1	21,2

При определении потери массы нарезанной капусты белокочанной было установлено, что при хранении контрольного образца через 7 дней общие потери массы составили 3,9 %, через 30 дней – 13,8 %.

Потеря массы образцов нарезанной капусты, обработанных препаратом «Smart-fresh», при хранении была значительно меньше, чем у контрольных образцов: через 7 дней – 1,9 %, через 30 дней – 4,1 %, через 48 дней – 4,5 %.

При хранении образцов капусты белокочанной, обработанной ЭМП КНЧ, общие потери массы были значительными: через 7 дней – 11,8 %, через 60 дней – 21,2 %.

При оценке влияния способа обработки на биохимический состав нарезанной капусты белокочанной установлено, что в контрольных образцах по истечении 30 дней хранения на 70 % снизилось содержание витамина С, на 10 % – органических кислот и на 6,5 % – полифенольных веществ. При этом содержание сахаров увеличилось на 7,4 %.

В образцах, обработанных ЭМП КНЧ, на 68,4 % снизилось содержание витамина С, на 16,7 % – органических кислот, на 6,3 % – полифенольных веществ. Содержание сахаров увеличилось на 10,5 %.

Обработка препаратом «Smart-fresh» имела следующие последствия: на 68,9 % снизилось содержание витамина С, на 10 % – органических кислот и на 7,3 % – полифенольных веществ. Содержание сахаров при этом не изменилось.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование позволило установить, что при хранении нарезанной капу-

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТОК ИНГИБИТОРАМИ ЭТИЛЕНА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ КРАЙНЕ НИЗКИХ ЧАСТОТ ПРИ ХРАНЕНИИ НАРЕЗАННОЙ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

сты белокочанной обработка ЭМП КНЧ даёт возможность сохранить товарный вид на 9 дней дольше, чем контроль, и на 5 дней дольше, чем обработка препаратом «Smart-fresh».

В свою очередь обработка препаратом «Smart-fresh» позволяет сохранить товарный вид нарезки на 4 дня дольше, чем контроль, а также в наибольшей степени уменьшить потерю массы.

Исследуя влияние обработок на сохраняемость биологически активных веществ, установлено, что обработка ЭМП КНЧ позволила сократить потерю витамина С на 1,6 % по сравнению с контролем, а содержание общих

сахаров повысить на 3,1 %. Препарат «Smart-fresh» также позволил сократить потери витамина С на 1,1 % по сравнению с контролем.

На основе проведённых исследований разработан способ обработки капусты свежей нарезанной, технические условия и технологическая инструкция. Перспективным являются исследования по определению оптимальных параметров обработки препаратом «Smart-fresh» и ЭМП КНЧ других видов свежих нарезанных овощей, таких как морковь и свёкла столовая, для разработки эффективных технологий их хранения.

Таблица 4 – Биохимический состав нарезанной капусты белокочанной в зависимости от способа обработки в процессе хранения

Table 4 – Biochemical composition of sliced white cabbage, depending on the treatment method during storage

Способ обработки	Содержание							
	Витамин С, мг %		Органические кислоты, %		Общие сахара, %		Полифенольные вещества, мг %	
	начало	после 30 дней	начало	после 30 дней	начало	после 30 дней	начало	после 30 дней
Контроль		13,2 ±0,6		0,27 ±0,02		4,1 ±0,2		70,1 ±3,4
Smart-fresh	44,0 ±2,1	13,7 ±0,7	0,3 ±0,02	0,27 ±0,02	3,8 ±0,2	3,8 ±0,2	75,0 ±3,6	69,5 ±3,4
ЭМП КНЧ		13,9 ±0,7		0,25 ±0,02		4,2 ±0,2		70,3 ±3,5

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. Москва. URL: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy) (дата обращения 02.03.2023).
2. Benedetti B. Storage of Minimally Processed Cabbage in Different Packaging Systems // *Acta Horticulturae*. 2010. № 29. P. 597–602.
3. Pirovani M. Storage quality of minimally processed cabbage packaged in plastic films // *Journal of Food Quality*. 1997. № 20. P. 381–389.
4. Raghavan G.S.V. System for Controlled Atmosphere Long-Term Cabbage Storage // *International Journal of Refrigeration*. 1984. № 7.1. P. 66–71.
5. Сравнительная эффективность обработок биологическими препаратами и электромагнитными полями крайне низких частот при хранении корнеплодов моркови / Т.В. Першакова [и др.] // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2018. № 7. С. 157–162.
6. Сравнительная эффективность обработок биологическими препаратами и электромагнитными полями крайне низких частот при хранении корнеплодов столовой свеклы / Е.Ю. Панасенко [и др.] // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2018. № 11–2. С. 104–108.
7. Совершенствование процесса бланширования свеклы с применением СВЧ-обработки / Н.С. Шишкина [и др.] // *Пищевая промышленность*. 2019. №1. С. 28–31.
8. Родионова Н.С. Исследование парамет-

ров инновационной низкотемпературной термовлажностной обработки полуфабрикатов из овощей // *Вестник ВГУИТ*. 2012. № 4. С. 10–12.

9. Kim E.Y. Consecutive treatments of cold plasma and intense pulsed light for microbial decontamination of fresh cabbage slices in plastic containers // *International Journal of Food Microbiology*. 2022. № 369. 109626.

10. Agrofresh: официальный сайт : <https://www.agrofresh.com/solutions/smartfresh>. (дата обращения 02.03.2023).

### Информация об авторах

*Т. В. Першакова – доктор технических наук, доцент, зав. отделом хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП-филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ.*

*Г. А. Купин – кандидат технических наук, директор КНИИХП-филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ.*

*Т. В. Яковлева – кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе КНИИХП-филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ.*

*Е. С. Семиряжко – младший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП-филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ.*

*А. А. Тягуцева – младший научный со-*

*трудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП-филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ.*

#### REFERENCES

1. Federal State Statistics Service: official website (2023). Retrieved from [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy). (In Russ.).
2. Benedetti, B. (2010). Storage of Minimally Processed Cabbage in Different Packaging Systems. *Acta Horticulturae*, (29), 597-602.
3. Pirovani, M. (1997). Storage quality of minimally processed cabbage packaged in plastic films. *Journal of Food Quality*. (20), 381-389.
4. Raghavan, G.S.V. (1984). System for Controlled Atmosphere Long-Term Cabbage Storage. *International Journal of Refrigeration*. (7.1.), 66-71.
5. Pershakova, T.V., Kupin, G.A., Yakovleva, T.V., Semiryazhko, E.S. & Tyaguzheva, A.A. (2018). Comparative efficiency of treatment with biological preparations and electromagnetic fields of extremely low frequencies during the storage of carrot root crops. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. (7), 157-162. (In Russ.).
6. Panasenko, E.Yu., Aleshin, V.N., Gorlov, S.M., Mikhaylyuta, L.V. & Babakina, M.V. (2018). Comparative effectiveness of treatments with biological preparations and electromagnetic fields of extremely low frequencies during the storage of table beet root crops. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. (11-2), 104-108. (In Russ.).
7. Shishkina, N.S., Borchenkova, L.A., Shatalova, N.I., Karastoyanova, O.V., Korovkina, N.V. & Levshenko, M.T. (2019). Improvement of the beet blanching process using microwave processing. *Food industry*. (1), 28-31. (In Russ.).
8. Rodionova, N.S. (2012). Investigation of the parameters of innovative low-temperature heat and moisture treatment of semi-finished vegetables. *Bulletin of the VGUIT*. (4), 10-12. (In Russ.).

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 28 марта 2023; одобрена после рецензирования 29 февраля 2024; принята к публикации 05 марта 2024.*

*The article was received by the editorial board on 28 Mar 2023; approved after editing on 29 Feb 2024; accepted for publication on 05 Mar 2024.*

9. Kim, E.Y. (2022). Consecutive treatments of cold plasma and intense pulsed light for microbial decontamination of fresh cabbage slices in plastic containers. *International Journal of Food Microbiology*. (369), 109626.

10. Agrofresh (2023). Retrieved from <https://www.agrofresh.com/solutions/smartfresh/>.

#### Information about the authors

*T.V. Pershakova - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of Storage and complex processing of agricultural raw materials KRISP-a branch of the Federal State Budgetary Research Institution NCFSCHVW.*

*G.A. Kupin - Candidate of Technical Sciences, Director of KRISP-a branch of the Federal State Budgetary Research Institution NCFSCHVW.*

*T.V. Yakovleva - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Scientific Work KRISP-a branch of the Federal State Budgetary Research Institution NCFSCHVW.*

*E.S. Semiryazhko - junior researcher of the Storage Department and complex processing of agricultural raw materials KRISP-a branch of the Federal State Budgetary Research Institution NCFSCHVW.*

*A.A. Tyaguzheva - is a junior researcher at the Department of Storage and Complex Processing of Agricultural Raw Materials of KRISP-a branch of the Federal State Budgetary Research Institution NCFSCHVW.*