



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 664.8.03

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.011



ЭФФЕКТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО И ПОТЕРИ ГРУШ ПРИ ХРАНЕНИИ

Татьяна Викторовна Першакова¹, Григорий Анатольевич Купин²,
Татьяна Викторовна Яковлева³, Владимир Николаевич Алёшин⁴

^{1, 2, 3, 4} «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

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

² griga_77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7780-3333>

³ Yakovleva_YY@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8411-8422>

⁴ alyoshinvn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2956-3857>

Аннотация. Груши – хорошо известный и распространённый вид фруктов, однако потери при их хранении могут достигать от 20 до 60 % собранного урожая. Это делает актуальным проведение исследований, направленных на повышение эффективности способов их хранения. В ходе исследования было изучено влияния обработок биопрепаратом Витаплан, электромагнитными полями крайне низких частот и ультрафиолетовым излучением на качество, потери и изменение химического состава груш сортов Дево и Бере Гарди при хранении. Оценка органолептических показателей обработанных различными способами груш по категориям «Вкус», «Запах», «Состояние мякоти», «Побурение мякоти» и «Увядание» показала возможность применения этих видов обработки для сохранения качества. Так, при хранении груш при температуре 5 ± 1 °C в течение 75 суток среднее суммарное количество баллов обработанных образцов было на 0,9–3,0 % выше, чем у контрольных образцов. При хранении груш при температуре 25 ± 1 °C (провоцирующие условия) в течение 14 суток среднее суммарное количество баллов обработанных образцов было на 0,8–7,6 % выше, чем у контрольных образцов. При этом в большинстве случаев наибольшей эффективностью обладала обработка биопрепаратом Витаплан. Величина общих потерь в обработанных образцах груш после хранения по сравнению с контролем была ниже на 0,2–8,3 % в зависимости от сорта и параметров хранения. Изучение химического состава объектов исследования показало, что выбранные виды обработки позволяют также сократить потери биологически активных веществ. В частности, потери витамина С были ниже на 1,4–8,5 %, витамина Р – на 1,2–7,4 %. Полученные данные могут быть использованы для совершенствования существующих способов хранения груш.

Ключевые слова: груши, Дево, Бере Гарди, Витаплан, электромагнитные поля, крайне низкая частота, ультрафиолетовое излучение, потери, витамины, органолептические показатели.

Благодарности: Работа проведена по заказу Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края (государственный контракт № 43 от 12.05.2021).

Для цитирования: Эффект биологической и физической обработки на качество и потери груш при хранении / Т. В. Першакова [и др.] // Ползуновский вестник. 2023. № 3. С. 83–91. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.011. EDN: <https://elibrary.ru/RXBOSJ>.

Original article

EFFECT OF BIOLOGICAL AND PHYSICAL TREATMENT ON QUALITY AND LOSS OF PEARS DURING STORAGE

Tatiana V. Pershakova¹, Grigoriy A. Kupin², Tatiana V. Yakovleva³, Vladimir N. Aleshin⁴

^{1, 2, 3, 4} Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing – branch of FSBSI “North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viniculture, Winemaking”, Krasnodar, Russia

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

² griga_77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7780-3333>

³ Yakovleva_YY@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8411-8422>

⁴ alyoshinvn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2956-3857>

Abstract. Pears are a well-known and widespread type of fruit, but losses during storage can reach from 20 to 60% of the harvested crop. This makes it relevant to conduct research aimed at improving the efficiency of their storage methods. In the course of the study, the effects of treatments with the biological pesticide Vitaplan, electromagnetic fields of extremely low frequencies and ultraviolet radiation on the quality, loss and change in the chemical composition of pears varieties Devo and BereGardy during storage were studied. Evaluation of the organoleptic indicators of pears treated in various ways in the categories "Taste", "Smell", "State of the pulp", "Flesh browning" and "Wilting" showed the possibility of using these types of treatment to maintain quality. So, when storing pears at a temperature of 5 ± 1 °C for 75 days, the average total score of the treated samples was 0.9-3.0% higher than that of the control samples. When storing pears at a temperature of 25 ± 1 °C (provocative conditions) for 14 days, the average total score of the treated samples was 0.8-7.6% higher than that of the control samples. Along with that, in most cases, the treatment with the biological pesticide Vitaplan was the most effective. The value of the total losses in the treated samples of pears after storage compared with the control was lower by 0.2-8.3%, depending on the variety and storage parameters. The assessment of the chemical composition of the objects of study showed that the chosen types of treatment also make it possible to reduce the loss of biologically active substances. In particular, the loss of vitamin C was lower by 1.4-8.5%, vitamin P – by 1.2-7.4%. The data obtained can be used to improve existing methods for storing pears.

Keywords: pears, Devo, BereGardy, Vitaplan, electromagnetic fields, extremely low frequencies, ultraviolet radiation, losses, vitamins, organoleptic indicators.

Acknowledgements: The work was carried out by order of the Ministry of Agriculture and Processing Industry of the Krasnodar Territory (state contract No. 43 dated May 12, 2021).

For citation: Pershakova, T.V., Kupin, G.A., Yakovleva, T.V. & Aleshin, V.N. (2023). Effect of biological and physical treatment on quality and loss of pears during storage. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 83-91. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.011. <https://elibrary.ru/RXBOSJ>.

ВВЕДЕНИЕ

Груши – хорошо известный вид фруктов, широко используемый в свежем, сушёном или консервированном виде, а также в качестве сырья для получения сока и алкогольных напитков [1]. По оценкам ФАО, в 2021 году в мире валовые сборы груш составили 25,66 млн. т (2,82 % от общих сборов основных фруктовых культур). В Российской Федерации при этом данный показатель был сравнительно небольшими – 79,1 тыс. т (1,20 % от общих сборов основных фруктовых культур), но необходимо учитывать, что он постепенно увеличивается: сборы в 2021 году были на 49,25 % больше, чем в 2011 году, и на

75,78 % больше, чем в 2001 году [2]. К тому же значительное количество груш в РФ импортируется: по данным ФТС России, импорт в 2021 году составил 225,65 тыс. т [3].

Основной способ хранения груш – при пониженной температуре (минус 1...0 °C) и высокой относительной влажности воздуха (90...95 %) – позволяет минимизировать потери и сохранить товарное качество в течение 3–6 месяцев в зависимости от сорта. Хранение в регулируемой атмосфере (0–3 % CO₂, 1–3 % O₂) и обработка ингибитором этилена (1-метилциклопропеном) также дают отличный результат и позволяют увеличить срок хранения до 4–8 месяцев. Однако для

ЭФФЕКТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО И ПОТЕРИ ГРУШ ПРИ ХРАНЕНИИ

поддержания таких режимов требуется наличие специального дорогостоящего оборудования, так что на практике условия хранения могут отличаться от оптимальных, и в некоторых случаях суммарные потери могут достигать от 20 до 60 % собранного урожая [4].

Одной из основных причин потерь является микробиологическая порча. Повысить устойчивость груш при хранении позволяет обработка синтетическими пестицидами, но их применение становится в последние годы всё более нежелательным из-за опасности для здоровья людей, загрязнения окружающей среды и появления устойчивости у фитопатогенных микроорганизмов [5].

В связи с этим в настоящее время многие исследователи ищут возможность усовершенствовать существующие или разработать новые, экологически безопасные и недорогие технологии хранения груш, равно как и других видов фруктов, ягод и овощей [6, 7].

Например, одним из перспективных способов защиты растительного сырья от послеуборочной порчи считается биологический контроль: обработка объектов хранения микроорганизмами, безвредными для фруктов и овощей и повышающими их устойчивость при хранении. Так, в работе [8] была изучена способность двух видов микроорганизмов (*Pichia membranifaciens* и *Vishniacozyma victoriae*) защищать груши от заболеваний, вызываемых фитопатогенами *Penicillium expansum* и *Botrytis cinerea*. Было установлено, что микроорганизмы-антагонисты успешно колонизировали поверхность груш и в течение 90 дней хранения подавляли развитие порчи на 78–100 % в зависимости от сорта.

Другим активно изучаемым направлением защиты растительного сырья от послеуборочной порчи является физическая обработка, среди разнообразных вариантов которой можно выделить, например, ультрафиолетовое (УФ) излучение и электромагнитные поля (ЭМП) той или иной длины волны. Так, в работе [9] было показано, что обработка УФ излучением позволяет подавлять развитие на грушах сорта Korla фитопатогена *Alternaria alternata*. А в работах [10, 11] было установлено, что обработка персиков и нектаринов электромагнитным излучением микроволнового и радиочастотного диапазонов значительно снижала их поражаемость монилиозом при хранении, хотя это и приводило к некоторому снижению товарного качества.

При обработке растительного сырья различными способами необходимо также учитывать, что это может оказывать влияние на химический состав. Например, в работе

[12] было установлено, что обработка яблок импульсным электрическим полем с различными параметрами сопровождалась увеличением содержания полифенольных веществ.

Целью данного исследования являлось изучение влияния обработок биопрепаратом Витаплан, электромагнитными полями крайне низких частот (ЭМП КНЧ) и ультрафиолетовым излучением на органолептические показатели, потери и химический состав груш при хранении.

МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовали груши сортов Дево и Бере Гарди, выращенные в ОАО «Сад Гигант» (Краснодарский край). Фотографии исследуемых образцов груш приведены на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 – Образцы груш сорта Дево
Figure 1 – Samples of pears of the Devo variety

Для обработки использовали содержащий бактерии *Bacillus subtilis* (штаммы ВКМ В-2604 D и ВКМ В-2605 D) биопрепарат Витаплан СП.

На первом этапе проводилась оценка динамики органолептических показателей груш, обработанных различными способами (биопрепаратом Витаплан, ЭМП КНЧ и УФ) и хранившихся в разных условиях: при температуре 5 ± 1 °С и относительной влажности воздуха 75 ± 3 % в течение 75 суток, а также в «провоцирующих условиях» – при температуре 25 ± 1 °С и относительной влажности воздуха 75 ± 3 %, в течение 14 суток.

Обработка груш проводилась следующим образом:

- опрыскивание водным раствором биопрепарата Витаплан (концентрация 1×10^8 КОЕ/мл) в сочетании с цитратом натрия (концентрация 1 %; применяется для стаби-

лизации значения pH среды на нейтральном уровне, оптимальном для развития бактерий (*Bacillus subtilis*) с расходом 5 мл/кг, затем высушивание при температуре 20 ± 2 °С;

- обработка ЭМП КНЧ на лабораторной экспериментальной установке с параметрами 30 Гц и 6 мТл в течение 15 мин;

- обработка ультрафиолетовой лампой (253,7 нм, 50 Гц, облучённость на расстоянии 0,3 м – $0,25$ Вт/м²) в течение 3 мин.

Контрольные образцы обработке не подвергали.



Рисунок 2 – Образцы груш сорта Бере Гарди

Figure 2 – Samples of Bere Gardi pears

Оценка органолептических показателей проводилась с применением балльной шкалы по показателям: вкус, запах, состояние мякоти, побурение мякоти и увядание [13].

На следующих этапах исследования было также изучено влияние различных обработок на потери при хранении и изменение химического состава.

При определении товарного качества груш руководствовались требованиями ГОСТ 33499.

Массовую долю сухих веществ определяли термогравиметрическим методом в соответствии с ГОСТ 28561, общих сахаров – феррицианидным методом [14], титруемых кислот – по ГОСТ ISO 750, витамина С – ускоренным методом по А.И. Ермакову [15], витамина Р – по методике, описанной в работе [16].

Повторность проведения исследований – трёхкратная. Для обработки полученных данных применяли программы Microsoft Excel и Statistica с использованием однофакторного дисперсионного анализа (= 95 %).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе проводилась оценка динамики органолептических показателей груш, обработанных различными способами и хранившихся в разных условиях. Оценивались показатели «Вкус», «Запах», «Состояние мякоти», «Побурение мякоти» и «Увядание». Последний показатель оценивался только для образцов, хранившихся при температуре 25 ± 1 °С, так как в условиях охлаждения признаков увядания в течение исследуемого периода не наблюдалось.

Балльная оценка (среднее значение) исследуемых образцов груш, хранившихся 75 суток при температуре 5 ± 1 °С, приведена в таблице 1.

Балльная оценка (среднее значение) исследуемых образцов груш, хранившихся 14 суток при температуре 25 ± 1 °С, приведена в таблице 2.

Из данных, представленных в таблицах 1 и 2, следует, что при хранении груш сорта Дево в течение 75 суток при температуре 5 ± 1 °С обработанные экземпляры по сравнению с контролем имели примерно равные характеристики по показателю «Вкус» и получили оценку выше на 1,1–2,2 % по показателю «Запах», на 0–2,1 % по показателю «Состояние мякоти» и на 4,4–5,4 % по показателю «Побурение мякоти».

При хранении груш сорта Бере Гарди в течение 75 суток при температуре 5 ± 1 °С обработанные экземпляры по сравнению с контролем также имели примерно равные характеристики по показателю «Вкус» и получили оценку выше на 1,1–5,4 % по показателю «Запах», на 1,1–4,3 % по показателю «Состояние мякоти» и на 2,2–7,8 % по показателю «Побурение мякоти».

При хранении груш сорта Дево в течение 14 суток при температуре 25 ± 1 °С обработанные экземпляры по сравнению с контролем получили оценку выше на 2,7–9,5 % по показателю «Вкус», на 0–7,8 % по показателю «Запах», на 0–3,7 % по показателю «Состояние мякоти», на 1,3–8,0 % по показателю «Побурение мякоти» и на 1,4–5,4 % по показателю «Увядание».

При хранении груш сорта Бере Гарди в течение 14 суток при температуре 25 ± 1 °С обработанные экземпляры по сравнению с контролем получили оценку выше на 0–13,2 % по показателю «Вкус», на 1,3–8,0 % по показателю «Запах», на 0–3,8 % по показателю «Состояние мякоти», на 2,7–8,0 % по показателю «Побурение мякоти» и на 0–5,2 % по показателю «Увядание».

ЭФФЕКТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО И ПОТЕРИ ГРУШ ПРИ ХРАНЕНИИ

Таблица 1 – Балльная оценка груш (среднее значение), хранившихся 75 суток при 5±1 °С

Table 1 – Score of pears (average value) stored for 75 days at 5 ± 1 °С

Сорт	Количество баллов испытываемых образцов			
	Контроль	Биопрепарат	ЭМП КНЧ	УФ
Вкус				
Дево	4,45	4,45	4,45	4,40
Бере Гарди	4,80	4,83	4,78	4,80
Запах				
Дево	4,60	4,70	4,65	4,65
Бере Гарди	4,60	4,85	4,65	4,65
Состояние мякоти				
Дево	4,75	4,85	4,80	4,75
Бере Гарди	4,70	4,90	4,75	4,80
Побурение мякоти				
Дево	4,60	4,85	4,83	4,80
Бере Гарди	4,50	4,85	4,80	4,60

Таблица 2 – Балльная оценка груш (среднее значение), хранившихся 14 суток при 25±1 °С

Table 2 – Score of pears (average value) stored for 14 days at 25 ± 1 °С

Сорт	Количество баллов испытываемых образцов			
	Контроль	Биопрепарат	ЭМП КНЧ	УФ
Вкус				
Дево	3,70	4,05	3,88	3,80
Бере Гарди	3,80	4,30	4,15	3,80
Запах				
Дево	3,85	4,15	3,85	3,90
Бере Гарди	3,75	4,05	3,80	3,80
Состояние мякоти				
Дево	4,05	4,20	4,05	4,05
Бере Гарди	3,95	4,10	4,00	3,95
Побурение мякоти				
Дево	3,75	4,05	3,95	3,80
Бере Гарди	3,75	4,05	3,90	3,85
Увядание				
Дево	3,70	3,90	3,75	3,75
Бере Гарди	3,85	4,05	3,90	3,85

В таблице 3 приведены показатели балльной оценки образцов груш (суммарный средний балл по двум сортам), обработанных исследуемыми способами, с учётом коэффициента весомости.

При хранении груш при температуре 5±1 °С в течение 75 суток среднее суммарное количество баллов обработанных образцов было на 0,9–3,0 % выше, чем у контрольных образцов. При хранении груш при температуре 25±1 °С в течение 14 суток среднее суммарное количество баллов обработанных образцов было на 0,8–7,6 % выше, чем у контрольных образцов. При этом обработка биопрепаратом в большинстве случаев оказывала наибольшее положительное действие на органолептические показатели при хранении при обеих температурах.

На следующем этапе изучали влияние обработки груш перед хранением на величину потерь. В таблице 4 приведены данные по количественным потерям в результате естественной убыли и микробиологической порчи в зависимости от сортовых особенностей и способов предварительной обработки.

При хранении груш при 5±1 °С в течение 75 суток потери от микробиологической порчи отсутствовали, то есть общие потери сводились лишь к потерям от естественной убыли массы. При этом величина потерь варьировалась в зависимости от способа обработки и сортовых особенностей: в обработанных образцах груш сорта Дево после хранения по сравнению с контролем потери были ниже на 1,1–2,0 %, а сорта Бере Гарди – на 0,2–1,7 %.

Таблица 3 – Балльная оценка показателей груш с учётом коэффициентов весомости (суммарный средний балл по двум сортам)

Table 3 – Point evaluation of the indicators of pears, taking into account the weighting coefficients (cumulative average score for two varieties)

Показатель	Коэффициент весомости показателя	Суммарное количество баллов испытываемых образцов / с учётом коэффициента весомости			
		Контроль	Биопрепарат	ЭМП КНЧ	УФ
через 75 суток хранения при температуре 5±1 °С					
Вкус	0,30	4,63/1,39	4,64/1,39	4,62/1,39	4,60/1,38
Запах	0,20	4,60/0,92	4,78/0,96	4,65/0,93	4,65/0,93
Состояние мякоти	0,30	4,73/1,42	4,88/1,46	4,78/1,43	4,78/1,43
Побурение мякоти	0,20	4,55/0,91	4,85/0,97	4,82/0,96	4,70/0,94
Суммарный показатель	1,00	4,64	4,78	4,71	4,68
через 14 суток хранения при температуре 25±1 °С					
Вкус	0,25	3,75/0,94	4,18/1,05	4,02/1,01	3,80/0,95
Запах	0,15	3,80/0,57	4,10/0,62	3,83/0,57	3,85/0,58
Состояние мякоти	0,2	4,00/0,80	4,15/0,83	4,03/0,81	4,0/0,80
Побурение мякоти	0,15	3,75/0,56	4,05/0,61	3,93/0,59	3,83/0,57
Увядание	0,25	3,78/0,95	3,98/1,0	3,83/0,96	3,80/0,95
Суммарный показатель	1,00	3,82	4,11	3,94	3,85

Таблица 4 – Потери груш при хранении в зависимости от варианта обработки

Table 4 – Pear losses during storage, depending on the processing option

Наименование сорта / вариант обработки		Общие потери, %	Естественная убыль массы, %	Потери в результате микробиологической порчи
75 суток хранения при температуре 5±1 °С				
Дево	контроль	5,2±0,3	5,2±0,3	отсутствие
	биопрепарат	3,2±0,2	3,2±0,2	отсутствие
	ЭМП КНЧ	3,9±0,2	3,9±0,2	отсутствие
	УФ	4,1±0,2	4,1±0,2	отсутствие
Бере Гарди	контроль	4,9±0,2	4,9±0,2	отсутствие
	биопрепарат	3,2±0,2	3,2±0,2	отсутствие
	ЭМП КНЧ	3,5±0,2	3,5±0,2	отсутствие
	УФ	4,7±0,2	4,7±0,2	отсутствие
14 суток хранения при температуре 25±1 °С				
Дево	контроль	21,1±1,0	11,3±0,5	9,8±0,5
	биопрепарат	12,8±0,6	8,6±0,4	4,2±0,2
	ЭМП КНЧ	17,0±0,8	10,6±0,5	6,4±0,3
	УФ	17,3±0,8	10,1±0,5	7,2±0,4
Бере Гарди	контроль	18,1±0,9	9,3±0,4	8,8±0,4
	биопрепарат	10,3±0,5	6,1±0,3	4,2±0,2
	ЭМП КНЧ	15,7±0,7	8,4±0,4	7,3±0,3
	УФ	16,9±0,8	8,8±0,4	8,1±0,4

Общие потери груш при хранении при температуре 25±1 °С были представлены потерями как от естественной убыли массы, так и от микробиологической порчи. Все изученные типы обработок приводили к сокращению общих потерь в большей или меньшей степени. Величина общих потерь в образцах после хранения по сравнению с контролем ниже:

- для груш сорта Дево после обработки биопрепаратом – на 8,3 %, ЭМП КНЧ – на 4,1 %, УФ – на 3,8 %;

- для груш сорта Бере Гарди после обработки биопрепаратом – на 7,8 %, ЭМП КНЧ – на 2,4 %, УФ – на 1,2 %.

На заключительном этапе исследовали динамику биохимических показателей качества груш в зависимости от способа обработки через 75 суток хранения при температуре 5±1 °С. Полученные результаты представлены в таблице 5.

Исходное содержание сухих веществ в грушах сорта Дево составляло 13,2 %. Через 75 суток хранения в контрольных образцах

ЭФФЕКТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО И ПОТЕРИ ГРУШ ПРИ ХРАНЕНИИ

(без обработки) оно возросло на 0,9 %, а в образцах, обработанных биопрепаратом – на 0,5 %, ЭМП КНЧ – на 0,7 %, УФ – на 0,8 %.

Исходное содержание сухих веществ в грушах сорта Бере Гарди составляло 14,7 %. Через 75 суток хранения в контрольных образцах данный показатель возрос на 0,8 %, а в образцах, обработанных биопрепаратом – на 0,4 %, ЭМП КНЧ – на 0,7 %, УФ – на 0,6 %.

Полученные результаты можно объяснить тем, что содержание сухих веществ динамично изменяется в процессе хранения. С одной стороны, биохимические процессы, протекающие при хранении, способствуют расходу сухих веществ, с другой стороны, испарение влаги в процессе хранения приводит к тому, что относительное содержание сухих веществ увеличивается.

В частности, содержание общих сахаров увеличилось при хранении по сравнению с исходным значением следующим образом: для сорта Дево в контрольных образцах оно возросло через 75 суток хранения на 0,6 %, а в образцах, обработанных биопрепаратом – на 0,1 %, ЭМП КНЧ – на 0,3 %, УФ – на 0,5 %; для сорта Бере Гарди в контрольных образцах оно возросло на 0,8 %, а в образцах, обработанных биопрепаратом – на 0,4 %, ЭМП КНЧ и УФ – на 0,7 %.

У исследуемых сортов груш в процессе хранения происходило снижение содержания органических кислот независимо от способа хранения. Через 75 суток хранения в контрольных образцах общая кислотность у сорта Дево снизилась на 0,05 %, а в образцах, обработанных биопрепаратом – на 0,01 %, ЭМП КНЧ – на 0,03 %, УФ – на 0,04 %. У сорта Бере Гарди в контрольных образцах данный показатель снизился на 0,05 %, а в образцах, обработанных биопрепаратом – на 0,04 %, ЭМП КНЧ – на 0,03 %, УФ – на 0,03 %.

Таблица 5 – Изменение биохимических показателей качества груш через 75 суток хранения при температуре 5 ± 1 °C

Table 5 – Change in biochemical quality indicators of pears after 75 days of storage at a temperature of 5 ± 1 °C

Наименование сорта / вариант обработки		Наименование показателя / массовая доля, %			Витамины, мг/100 г	
		сухие вещества	общая кислотность	общие сахара	С	Р
Дево	исходное содержание	13,2±0,5	0,29±0,02	8,2±0,4	5,2±0,3	52,4±2,5
	контроль	14,1±0,6	0,24±0,02	8,8±0,4	4,7±0,2	49,1±2,3
	биопрепарат	13,7±0,5	0,28±0,02	8,3±0,4	5,0±0,3	52,1±2,5
	ЭМП КНЧ	13,9±0,6	0,26±0,02	8,5±0,4	4,9±0,2	51,2±2,4
	УФ	14,0±0,6	0,25±0,02	8,7±0,4	4,8±0,2	50,4±2,4
Бере Гарди	исходное содержание	14,7±0,6	0,34±0,02	9,3±0,4	7,1±0,4	63,7±3,1
	контроль	15,5±0,7	0,29±0,02	10,1±0,5	6,2±0,3	54,9±2,6
	биопрепарат	15,1±0,7	0,30±0,02	9,7±0,5	6,8±0,3	59,6±2,8
	ЭМП КНЧ	15,4±0,7	0,31±0,02	10,0±0,5	6,4±0,3	56,8±2,7
	УФ	15,3±0,7	0,31±0,02	10,0±0,5	6,3±0,3	55,7±2,6

Что касается витаминов, то через 75 суток хранения груш сорта Дево содержание витамина С по сравнению с контролем было выше в образцах, обработанных биопрепаратом, на 0,3 мг/100 г, ЭМП КНЧ – на 0,2 мг/100 г, УФ – на 0,1 мг/100 г. Для груш сорта Бере Гарди содержание витамина С по сравнению с контролем было выше в образцах, обработанных биопрепаратом, на 0,6 мг/100 г, ЭМП КНЧ – на 0,2 мг/100 г, УФ – на 0,1 мг/100 г.

Содержание витамина Р по сравнению с контролем для сорта Дево было выше в образцах, обработанных биопрепаратом, на 3 мг/100 г, ЭМП КНЧ – на 2,1 мг/100 г, УФ – на 1,3 мг/100 г. Для груш сорта Бере Гарди по сравнению с контролем содержание витамина Р было выше в образцах, обработанных биопрепаратом, на 4,7 мг/100 г, ЭМП КНЧ – на 1,9 мг/100 г, УФ – на 0,8 мг/100 г.

Таким образом, было установлено, что рассмотренные способы обработки груш оказывают влияние на динамику биохимических показателей в процессе хранения.

Следует заметить, что в проведённых нами ранее исследованиях с другими видами сырья были получены, в общем, схожие результаты. Так, в работе [17] было установлено, что биопрепарат Витаплан и ЭМП КНЧ позволяют повысить устойчивость яблок сорта Айдаред к микробиологической порче при хранении, а в работе [18] – что обработка Витапланом, ЭМП КНЧ и ультрафиолетовым излучением позволяет повысить устойчивость ягод земляники при хранении. Другими авторами, изучающими физико-биологические методы защиты для повышения сохранности и качества растительного сырья, также было отмечено, что обработка низкочастотными ЭМП даёт возможность снизить микробиальную обсеменённость яблок и потери витамина С при хранении [19].

ВЫВОДЫ

В ходе исследования было изучено влияние обработок биопрепаратом Витаплан, электромагнитными полями крайне низких частот и ультрафиолетовым излучением на качество, потери и изменение химического состава груш сортов Дево и Бере Гарди при хранении.

Оценка органолептических показателей обработанных различными способами груш по категориям «Вкус», «Запах», «Состояние мякоти», «Побурение мякоти» и «Увядание» показала возможность применения этих видов обработки для сохранения качества. Так, при хранении груш при температуре 5 ± 1 °C в течение 75 суток среднее суммарное количество баллов обработанных образцов было на 0,9–3,0 % выше, чем у контрольных образцов. При хранении груш при температуре 25 ± 1 °C (провоцирующие условия) в течение 14 суток среднее суммарное количество баллов обработанных образцов было на 0,8–7,6 % выше, чем у контрольных образцов. При этом в большинстве случаев наибольшей эффективностью обладала обработка биопрепаратом Витаплан.

Величина общих потерь в обработанных образцах груш после хранения по сравнению с контролем была ниже на 0,2–8,3 % в зависимости от сорта и параметров хранения.

Изучение химического состава объектов исследования показало, что выбранные виды обработки позволяют также сократить потери биологически активных веществ. В частности, потери витамина С были ниже на 1,4–8,5 %, витамина Р – на 1,2–7,4 %.

Полученные данные могут быть использованы для совершенствования существующих способов хранения груш.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Присухина Н.В., Непомнящих Е.Н., Ермош Л.Г. Исследование показателей мелкоплодной груши Сибири для дальнейшего применения в кондитерской отрасли // Ползуновский вестник. 2020. № 4. С. 26–30. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.04.005.
2. FAOSTAT : официальный сайт. URL : <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (дата обращения 10.01.2023).
3. Таможенная статистика внешней торговли РФ : официальный сайт. URL : <http://stat.customs.gov.ru/> (дата обращения 10.01.2023).
4. Antifungal effects of low environmental risk compounds on development of pear postharvest diseases: Orchard and postharvest applications / M.C. Lutz [et al.] // Scientia Horticulturae. V. 295. 2022. 110862. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110862.
5. Detection of Botrytis cinerea field isolates with multiple fungicide resistance from table grape in Sicily / A. Panebianco [et al.] // Crop Protection. V. 77. 2015. pp. 65–73. DOI:10.1016/j.cropro.2015.07.010.
6. Induced resistance to control postharvest decay

of fruit and vegetables / G. Romanazzi [et al.] // Postharvest Biology and Technology. 2016. № 122. pp. 82–94. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2016.08.003.

7. Recent advances in postharvest technology of Asia pears fungi disease control: A review / W. Oyom [et al.] // Physiological and Molecular Plant Pathology. V. 117. 2022. 101771. DOI: 10.1016/j.pmp.2021.101771.

8. Semi-commercial testing of regional yeasts selected from North Patagonia Argentina for the biocontrol of pear postharvest decays / M.C. Lutz [et al.] // Biological Control. V. 150. 2020. 104246. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2020.104246.

9. Postharvest UV-C irradiation inhibits blackhead disease by inducing disease resistance and reducing mycotoxin production in 'Korla' fragrant pear (*Pyrussinkiangensis*) / T. Sun [et al.] // International Journal of Food Microbiology. V. 362. 2022. 109485. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109485.

10. Improvement of microwave treatment with immersion of fruit in water to control brown rot in stone fruit / M. Sisquella [et al.] // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2014. № 26. pp. 168–175. DOI: 10.1016/j.ifset.2014.06.010.

11. Effect of host and *Moniliaspp.* variables on the efficacy of radio frequency treatment on peaches / M. Sisquella [et al.] // Postharvest Biology and Technology. 2014. № 87. pp. 6–12. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2013.07.042.

12. Enhancing hydroxycinnamic acids and flavan-3-ol contents by pulsed electric fields without affecting quality attributes of apple / A. Ribas-Agustí [et al.] // Food Research International. 2019. № 121. pp. 433–440. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.11.057.

13. Николаева М.А. Товароведение плодов и овощей. М. : Экономика, 1990. 288 с.

14. Бурштейн А.И. Методы исследования пищевых продуктов. К. : Госмедиздат УССР, 1963. 643 с.

15. Методы биохимического исследования растений : учебник / А.И. Ермаков [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. Л. : Агропромиздат, 1987. 430 с.

16. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений : учеб. пособие для биологических специальностей университетов. М. : «Высшая школа», 1974. 75 с.

17. Influence of electromagnetic fields and microbial pesticide Vitaplan on stability of apples during storage / T.V. Pershakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Т. 640. 022053. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022053.

18. Влияние вида обработки на показатели товарного качества и срок хранения ягод земляники / Т.В. Першакова [и др.] // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2022. № 4 (388). С. 51–55. DOI: 10.26297/0579-3009.2022.4.9.

19. Разработка физико-биологических методов защиты для повышения сохранности и качества яблок / М.Д. Назарько [и др.] // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2019. № 5–6 (371–372). С. 53–57. DOI: 10.26297/0579-3009.2019.5-6.14.

Информация об авторах

Т. В. Першакова – д-р тех. н., доцент, ведущий научный сотрудник отдела хранения и ком-

ЭФФЕКТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО И ПОТЕРИ ГРУШ ПРИ ХРАНЕНИИ

плексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ;

Г. А. Купин – к. тех. н., старший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ;

Т. В. Яковлева – к. тех. н., доцент, старший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ;

В. Н. Алёшин – к. тех. н., старший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ.

REFERENCES

1. Prasukhina, N.V., Nepomnyashchikh, E.N. & Ermosh, L.G. (2020). Study of indicators of small-fruited pears of Siberia for further use in the confectionery industry. *Polzunovskiy vestnik*, (4), 26-30. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.04.005.
2. FAOSTAT : official website. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
3. Customs statistics of foreign trade of the Russian Federation : official website. URL : <http://stat.customs.gov.ru>.
4. Lutz, M.C. [et al.]. (2022). Antifungal effects of low environmental risk compounds on development of pear postharvest diseases: Orchard and postharvest applications. *Scientia Horticulturae*, (295), 110862. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110862.
5. Panebianco, A. [et al.]. (2015). Detection of Botrytis cinerea field isolates with multiple fungicide resistance from table grape in Sicily. *Crop Protection*, (77), 65-73. DOI: 10.1016/j.cropro.2015.07.010.
6. Romanazzi, G. [et al.]. (2016). Induced resistance to control postharvest decay of fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, (122), 82-94. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2016.08.003.
7. Oyom, W. [et al.]. (2022). Recent advances in postharvest technology of Asia pears fungi disease control: A review. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, (117), 101771. DOI: 10.1016/j.pmpp.2021.101771.
8. Lutz, M.C. [et al.]. (2020). Semi-commercial testing of regional yeasts selected from North Patagonia Argentina for the biocontrol of pear postharvest decays. *Biological Control*, (150), 104246. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2020.104246.
9. Sun, T. [et al.]. (2022). Postharvest UV-C irradiation inhibits blackhead disease by inducing disease resistance and reducing mycotoxin production in 'Korla' fragrant pear (*Pyrussinkiangensis*). *International Journal of Food Microbiology*, (362), 109485. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109485.
10. Sisquella, M. [et al.]. (2014). Improvement of microwave treatment with immersion of fruit in water to control brown rot in stone fruit. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, (26), 168-175. DOI: 10.1016/j.ifset.2014.06.010.
11. Sisquella, M. [et al.]. (2014). Effect of host and Moniliasp : variables on the efficacy of radio frequency treatment on peaches. *Postharvest Biology and Technology*, (87), 6-12. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2013.07.042.
12. Ribas-Agustí, A. [et al.]. (2019). Enhancing hydroxycinnamic acids and flavan-3-ol contents by pulsed electric fields without affecting quality attributes of apple. *Food Research International*, (121), 433-440. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.11.057.
13. Nikolaeva, M.A. *Merchandising of fruits and vegetables*. M. : Ekonomika, 1990. 288 p. (In Russ.).
14. Burshteyn, A.I. *Food Research Methods*. K. : Gosmedizdat USSR, 1963. 643 p. (In Russ.).
15. Ermakov, A.I. [et al.]. *Methods of biochemical research of plants*: Textbook. 3-e izd., pererab. i dop. L. : Agropromizdat, 1987. 430 p. (In Russ.).
16. Zaprometov, M.N. *Fundamentals of the Biochemistry of Phenolic Compounds*: Textbook for Biological Specialties of Universities. M. : «Vysshayashkola», 1974. 75 p. (In Russ.).
17. Pershakova, T.V. [et al.]. (2021). Influence of electromagnetic fields and microbial pesticide Vitaplan on stability of apples during storage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (640), 022053. DOI:10.1088/1755-1315/640/2/022053.
18. Pershakova, T.V. [et al.]. (2022). Influence of some treatment types on strawberry losses and shelf life. *Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya*, (4 (388)), 51-55. (In Russ.). DOI: 10.26297/0579-3009.2022.4.9.
19. Nazarko, M.D. [et al.]. (2019). Development of physical and biological methods of protection to improve the safety and quality of apples. *Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya*, (5-6 (371-372)), 53-57. (In Russ.). DOI: 10.26297/0579-3009.2019.5-6.14.

Information about the authors

T.V. Pershakova - Doctor of Technical Sciences, docent, leading researcher, Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, KRIAPSP – branch of FSBSI NCF SCHVW;

G A. Kupin - Candidate of Technical Sciences, senior researcher, Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, KRIAPSP - branch of FSBSI NCF SCHVW;

T.V. Yakovleva - Candidate of Technical Sciences, docent, senior researcher, Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, KRIAPSP - branch of FSBSI NCF SCHVW;

V.N. Aleshin - Candidate of Technical Sciences, senior researcher, Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, KRIAPSP – branch of FSBSI NCF SCHVW.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.03.2023; одобрена после рецензирования 13.08.2023; принята к публикации 11.09.2023.

The article was received by the editorial board on 28 Mar 2023; approved after editing on 13 Aug 2023; accepted for publication on 11 Sep 2023.