

УДК 635.649

DOI 10.30679/2587-9847-2024-38-75-80

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ПЕРЦА СЛАДКОГО СВЕЖЕГО
РАЗЛИЧНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ
НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И УБЫЛЬ МАССЫ**

Котвицкая Д.В., Першакова Т. В., д-р техн. наук, доцент

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

Реферат. В статье приведены результаты исследования зависимости показателей качества и убыли массы перца сладкого свежего в процессе хранения. Проведен обзор литературы по данной теме, на основании которого систематизирована информация о современных способах и методах сокращения потерь продукции растениеводства в процессе хранения, а также об их механизме и преимуществах, в том числе по использованию изучаемых видов обработки. Установлена связь между убылью массы перца при хранении и применением различных препаратов (растворы молочной, муравьиной, аскорбиновой кислот и пероксида водорода) для обработки. Установлено влияние вида обработки на органолептические показатели перца, определенные и описанные по бальной системе и убыль массы.

Ключевые слова: хранение перца, показатели качества, способы обработки, убыль массы

Summary. The article presents a study of the dependence of the quality indicators of sweet fresh pepper on the type of processing. A review of the literature on this topic has been conducted, on the basis of which information on new modern methods and promising methods, technologies for reducing pepper losses during storage, as well as their mechanism and advantages, including the use of the types of processing used by us, has been systematized. A connection has been established between the loss of pepper mass during storage and the use of various substances for processing. The effect of the type of processing on the organoleptic parameters of pepper, defined and described by the point system, has been established. An experiment was conducted to store fresh pepper at room temperature, treated with the following substances (solutions of lactic, formic, ascorbic acids and hydrogen peroxide). During the experiment on storage, conclusions were drawn about the need to use the substances used and the expediency of further studying new methods and methods for treatments.

Key words: pepper storage, quality indicators, processing methods, loss of mass

Введение. В России ежегодно расширяется ассортимент и увеличивается рынок овощной продукции. Высокий уровень потребления свежих сезонных овощей, и овощей, переработанных и подвергшихся хранению вне сезона, соответствует основным принципам здорового питания населения [1]. При производстве, транспортировке и хранении после сбора урожая, овощи, в связи с особенностями строения и физиологии, требуют качественного и своевременного обеспечения систем мероприятий по сохранению высокого качества продукции [2].

Так как в свежем виде овощи подвергаются быстрой порче, приоритетной задачей при хранении сырья для дальнейшей переработки и успешной реализации выступает сохранение высокого качества растительного сырья [3].

В настоящее время для предупреждения снижения качества и предупреждения потерь используются разнообразные способы подготовки к хранению.

Применение большого количества химических веществ, использование полимерных материалов для упаковки и покрытий оказывает негативное влияние на здоровье потребителей и на окружающую среду [6].

В связи с этим, особенное внимание уделяется совершенствованию перспективных способов, и разработке новейших технологий, оптимальных для сохранения качества овощей, и не оказывающих пагубного воздействия на организм человека, и окружающую среду. Растет также необходимость по применению безопасных обработок с помощью естественных, нетоксичных препаратов.

Сегодня активно изучаются и применяются обработки органическими кислотами [7 – 9], покрытия с растительными экстрактами [10], эфирными маслами [11], использование пищевых покрытий, в том числе на основе наноматериалов [12, 13].

Растворы пероксида водорода используются для проведения дезинфекции поверхностей и оборудования, при этом, прямое соприкосновение с продукцией не опасно. Также на многих предприятиях по производству соковой и молочной продукции, перекись водорода применяется для обеззараживания упаковки («Тетра Пак») [14]. Известны работы по обработке свежих овощей пероксидом водорода. Подавление развития микроорганизмов в овощных смесях, упакованных в пластиковые контейнеры, с использованием комбинированной обработки перекисью водорода и холодной плазмой изучали Х. Ли (H. Lee) и другие. Учеными был разработан комбинированный метод нетермической обработки для обеззараживания свежесрезанных овощей, упакованных в пластиковые контейнеры, с использованием холодной плазмы и пероксида водорода, основанный на концепции барьерной технологии. Результаты показали, что обработка данным покрытием эффективно инактивирует микроорганизмы (местные аэробные бактерии, такие как *Escherichia coli* и *Listeria monocytogenes*), вызывающие порчу, и подавляет их рост, не влияя на качественные характеристики сохраняемых овощей [15].

У. Хонг (W. Hong) исследовал применение активированного плазмой раствора перекиси водорода в сочетании с покрытием, модифицированным поливиниловым спиртом, для сохранения клубники. При проведении опытов, было установлено снижение интенсивности дыхания у клубники, покрытой оболочкой. Кроме того, степень развития гнили сократилась, антиоксидантная способность повысилась (в связи с тем, что в клубнике, покрытой оболочкой, осталось меньше жизнеспособных патогенных микроорганизмов) [16].

Применение молочной кислоты в составе съедобного покрытия с хитозаном, по данным исследования Т. Джин (T. Jin), было эффективно для инактивации *Salmonella* на помидорах [17].

О. Укуку (O. Ukuku) исследовал и разработал новую технологию обработки с применением высокоинтенсивного кратковременного импульсного света и аэрозольной обработки муравьиной кислотой. Результаты, полученные ученым, подтвердили эффективность применения кислоты, снизив показатели КОЕ/г патогена на 4,8 log [18].

Перец сладкий – ценная овощная культура, объемы потребления которой в свежем виде постоянно растут. В связи с этим актуален поиск эффективных и безопасных способов его обработки для увеличения срока хранения и снижения потерь.

В связи с этим представляет интерес установить эффективность применения органических кислот и других препаратов, для обработки перца сладкого свежего.

Цель исследования – определить возможности применения и изучить влияние различных видов обработки отдельными препаратами (органическими кислотами, перекисью водорода) на сохранение показателей качества и снижение убыли массы перца сладкого свежего перед хранением.

Задачи исследования: на основании анализа литературных источников определить вид, дозировку и способ обработки перца сладкого свежего, разработать шкалу оценки органолептических показателей качества перца свежего, изучить влияние обработки плодов перца сладкого свежего на изменение органолептических показателей и величину потери массы в процессе хранения.

Объекты и методы исследований. Объект исследования - плоды перца сладкого сорта Крепыш, технической степени зрелости, выращенные в Краснодарском крае, Динском районе, ООО «Зеленая линия».

Для обработки плодов перца сладкого на основе анализа научно-технических источников были определены концентрации и время погружения в раствор при температуре 25 ± 2 °С следующих препаратов:

- образец №1 - контроль;
- образец №2 - 2 % раствор молочной кислоты ($C_3H_6O_3$); погружение на 8 мин;
- образец №3 - 1 % раствор муравьиной кислоты (CH_2O_2); погружение на 2 мин;
- образец №4 - 2 % раствор аскорбиновой кислоты ($C_6H_8O_6$); погружение на 2 мин;
- образец №5 - 2 % раствор перекиси водорода - погружение на 2 мин.

Плоды погружали в емкости с соответствующими растворами препаратов, затем извлекали, подсушивали и закладывали на хранение при температуре 20-25 °С.

Перед закладкой на хранение, в процессе и в конце хранения проводили органолептическую оценку, определяли величину потери массы в процессе хранения.

Наблюдения проводились в течение 12 дней.

Обсуждение результатов. На рисунке 1 представлены необработанные перцы (контроль) и перцы, обработанные препаратами, на 1 и 12 дни хранения.

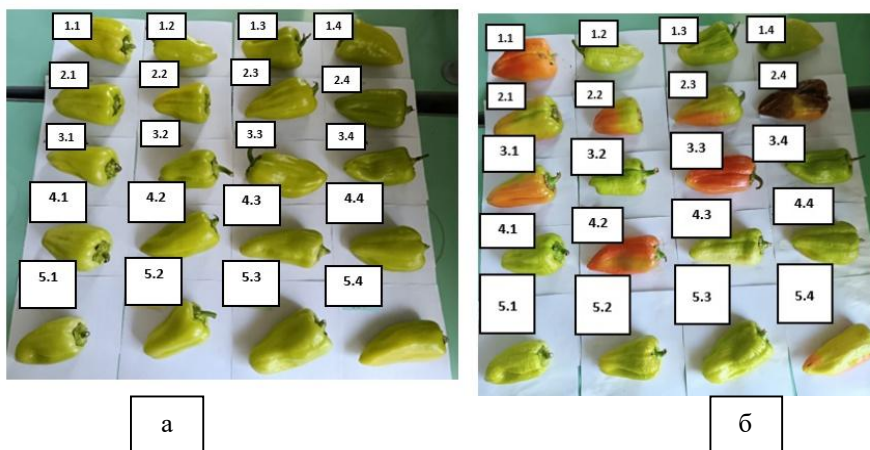


Рисунок 1 – Образцы перца: а - 1 день хранения; б - 12 день хранения
В таблице 1 приведены показатели качества исследуемых образцов перца сладкого.

Таблица 1 – Органолептические показатели

Показатель	Характеристика	
	в соответствии с ГОСТ 34325-2017 [4]	исследуемые образцы
Внешний вид	Плоды целые, здоровые, чистые, свежие, без механических повреждений, типичной для ботанического сорта формы и окраски, без излишней внешней влажности, с плодоножками	Соответствуют ГОСТ
Состояние плодов	Плоды плотные, способные выдерживать транспортирование, погрузку, разгрузку и доставку к месту назначения	Плоды плотные
Запах и вкус	Свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего запаха и/или привкуса.	Соответствуют ГОСТ

Для проведения исследований была разработана шкала оценки органолептических показателей качества и проведена органолептическая оценка плодов перца свежего (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты органолептической оценки качества

Вид обработки	Средний балл		Потеря качества, %
	1 день	12 день	
Образец 1 (контроль)	5,00	3,75	25,0
Образец 2 (раствор муравьиной кислоты)	5,00	3,50	30,0
Образец 3 (раствор молочной кислоты)	5,00	3,75	25,0
Образец 4 (раствор аскорбиновой кислоты)	5,00	4,50	10,0
Образец 5 (раствор перекиси водорода)	5,00	3,75	25,0

Из данных, представленных в таблице 1, следует, что наибольшая потеря качества отмечена у образцов №2, обработанных раствором муравьиной кислоты (30 %).

В результате проведенной обработки наименьшие потери качества наблюдались у образцов № 4, обработанных раствором аскорбиновой кислоты (10 %).

Можно отметить к концу хранения появление признаков увядания (сетки) у всех образцов, которое связано с потерей влаги и убылью массы. У отдельных экземпляров в образцах наблюдались признаки порчи, вероятно, связанные с наличием механических повреждений, независящих от обработки.

Покраснение плодов (признак созревания) отмечено на 5 день после закладки на хранение у контрольных образцов; образцов, обработанных раствором молочной кислоты и аскорбиновой кислоты. На 9 сутки окраска изменилась практически у всех образцов.

Для наглядного отображения полученных данных представлена диаграмма убыли массы исследуемых образцов перца (рис. 2).

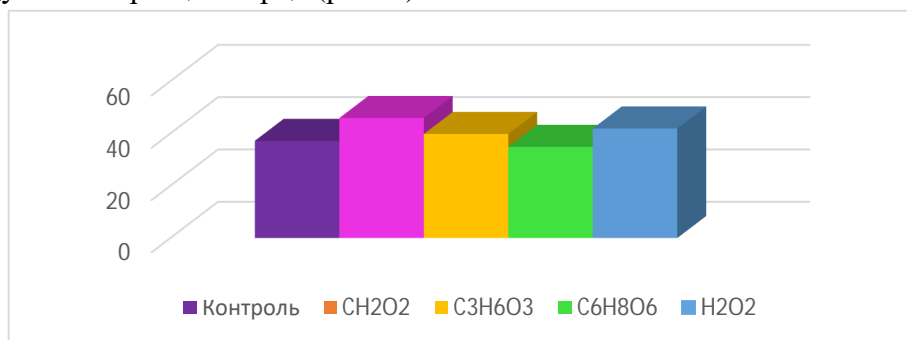


Рисунок 2 – Убыль массы исследуемых образцов перца, %

Убыль массы в процессе хранения наблюдается у всех образцов, но ее величина зависит от способа и времени обработки. Наибольшая убыль отмечена у образцов №2, обработанных раствором муравьиной кислоты (45,9 %).

Образцы №4, обработанные раствором аскорбиновой кислоты (2 %), имеют самый низкий показатель убыли массы (34,9 %).

Выводы. На основании анализа научно-технических источников определены вид, дозировка препаратов для обработки перца сладкого свежего; разработана шкала оценки органолептических показателей качества перца свежего, изучено влияние обработки плодов перца сладкого свежего на изменение органолептических показателей и величину потери массы в процессе хранения.

Подтверждено влияние обработки перца сладкого свежего перед хранением органическими кислотами и перекисью водорода на показатели качества и величину убыли массы.

Установлено, что наихудшими характеристиками обладали плоды, обработанные раствором муравьиной кислоты.

Отмечено, что наиболее перспективным для обработки является раствор аскорбиновой кислоты, при обработке которым сохраняются органолептические показатели, практически не проявляются признаки заражения патогенами. Кроме того, у данных образцов самый низкий показатель убыли массы (34,9 %).

Проведенный анализ обосновывает возможность применения раствора аскорбиновой кислоты в качестве альтернативы хлорсодержащих веществ для обработки плодов перца сладкого с целью продления сроков хранения.

Литература

1. Remize, Fabienne & Garcia, Cyrielle. (2024). Fresh-Cut Vegetables and Fruits: Do They Really Meet Sustainability and Nutritional Benefits?. Current Food Science and Technology Reports. 2. 10.1007/s43555-024-00017-9.
2. Ansah, Francisca & Amodio, Maria & de Chiara, Maria & Colelli, Giancarlo. (2018). Effects of equipments and processing conditions on quality of fresh-cut produce. Journal of Agricultural Engineering. 49. 10.4081/jae.2018.827.
3. Березенко Н.В., Слинко О.В., Кондратьева О.В. Актуальные направления в области переработки и хранения плодоовощной продукции // Пищевая индустрия. 2018. №2 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-napravleniya-v-oblasti-pererabotki-i-hraneniya-plodoovoschnoy-produktsii> (дата обращения: 11.01.2024).
4. ГОСТ 34325-2017//Перец сладкий свежий. Технические условия, ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» - Москва, 01.07.2018 - 14 с. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293740/4293740395.pdf>
5. ГОСТ Р 56768—2015//Перец сладкий свежий для промышленной переработки Технические условия, ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» - Москва, 01.08.2016 - 157 с. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/42937>
6. Rahul Thakur, R. Santhosh, Yaghuvendra Kumar, Vedsagar Rajesh Suryavanshi, Harshi Singhi, D. Madhubabu, Suranga Wickramarachchi, Kunal Pal, Preetam Sarkar, Characteristics and application of animal byproduct-based films and coatings in the packaging of food products, Trends in Food Science & Technology, Volume 140, 2023, 104143, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104143>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224423002583>)
7. Adrián González-Saucedo, Laura Leticia Barrera-Necha, Rosa Isela Ventura-Aguilar, Zormy Nacary Correa-Pacheco, Silvia Bautista-Baños, Mónica Hernández-López, Extension of the postharvest quality of bell pepper by applying nanostructured coatings of chitosan with Byrsonima crassifolia extract (L.) Kunth, Postharvest Biology and Technology, Volume 149, 2019, Pages 74-82, ISSN 0925-5214, <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.11.019>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521418303776>)
8. Noor Abdelkarim Hashem Alaboudi, Ali Asghar Hatamnia, Meisam Mohammadi, Mohammad Ebrahim Ranjbar, Oxalic acid alleviates chilling injury and positively influences

post-harvest parameters of sweet bell pepper by affecting glycine betaine accumulation, cells respiration rate and NADPH oxidase enzyme activity during cold storage, *Postharvest Biology and Technology*, Volume 212, 2024, 112905, ISSN 0925-5214, <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.112905>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521424001509>)

9. T.V. Ramana Rao, Neeta B. Gol, Khilana K. Shah, Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L.), *Scientia Horticulturae*, Volume 132, 2011, Pages 18-26, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.09.032>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442381100505X>)

10. Vessa Kola, Isabel S. Carvalho, Plant extracts as additives in biodegradable films and coatings in active food packaging, *Food Bioscience*, Volume 54, 2023, 102860, ISSN 2212-4292, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102860>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212429223005114>)

11. Asiyeh Taheri, Mahdi Behnamian, Sara Dezhsetan, Roghayeh Karimirad, Shelf life extension of bell pepper by application of chitosan nanoparticles containing *Heracleum persicum* fruit essential oil, *Postharvest Biology and Technology*, Volume 170, 2020, 111313, ISSN 0925-5214, <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111313>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521420308851>)

12. Santosh Kumar, Annapureddy Rama Linga Reddy, Indra Bhusan Basumatary, Anamika Nayak, Debjani Dutta, Jyotismita Konwar, Manashi Das Purkayastha, Avik Mukherjee, Recent progress in pectin extraction and their applications in developing films and coatings for sustainable food packaging: A review, *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 239, 2023, 124281, ISSN-01418130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124281>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813023011753>)

13. Zormy Nacary Correa-Pacheco, Silvia Bautista-Baños, María Luisa Corona-Rangel, Rosa Isela Ventura-Aguilar, Laura Leticia Barrera-Necha, Katia Daniela Cuevas-Gómez, Effect of Chitosan-Based Natural Products Nanocoatings on Green Bell Peppers During Storage, *Food and Bioprocess Technology*, 10.1007/s11947-023-03022-3, (2023).

14. Википедия [Электронный ресурс] - https://ru.wikipedia.org/wiki/Пероксид_водорода

15. Hye Won Lee, Yeong Ji Oh, Sea C. Min, Microbial inhibition in mixed vegetables packaged in plastic containers using combined treatment with hydrogen peroxide and cold plasma, *Food Control*, Volume 161, 2024, 110107, ISSN 0956-7135, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110107>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713523005078>)

16. Wenlong Hong, Chunqin Xie, Jianying Zhao, Zhaoqi Dai, Application of plasma-activated hydrogen peroxide solution synergized with Ag@SiO₂ modified polyvinyl alcohol coating for strawberry preservation, *Heliyon*, Volume 10, Issue 10, 2024, e31239, ISSN 2405-8440,

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31239>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024072700>)

17. *Journal of Food Protection* Volume 75, Issue 8, 1 August 2012, Pages 1368-1372 Inactivation of Salmonella on Tomato Stem Scars by Edible Chitosan and Organic Acid Coatings† Author links open overlay panel Jin T. 1, Gurtler J.B. 2 <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-054>

18. *Food Control* Volume 136, June 2022, 108667 Effects of pulsed light and aerosolized formic acid treatments on inactivation of *Salmonella enterica* on cherry tomato, reduction of microbial loads, and preservation of fruit quality Author links open overlay panel Sudarsan Mukhopadhyay, Dike O. Ukuku, Ocen M. Olanya, Kimberly Sokorai, Xuotong Fan <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108667>.