

ВПЛИВ ПОКРИТТЯ З МАЛЬТОДЕКСТРИНУ НА АКТИВНІСТЬ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЯКІСТЬ ЯГІД СУНИЦІ САДОВОЇ

Заморська І.Л., доктор технічних наук, професор, Смілянець О.В., здобувач PhD
Уманський національний університет, Умань, Україна

Анотація. Ягоди суниці садової – це некліматеричні плоди зі схильністю до швидкого псування. У статті наведено результати досліджень оцінювання впливу покриття мальтодекстрином ягід суниці садової сорту Мальвіна на інтенсивність дихання, природні втрати маси та вихід товарної продукції впродовж зберігання залежно від концентрації розчину та тривалості зберігання. Зібрані в стадії споживної зрілості та попередньо охолоджені ягоди обробляли покриттям, приготованим з розчину мальтодекстрину марки DE 15-20 (Польща), розведеному в дистильованій воді до концентрації 1, 2, 3, 4, 5 %. Після нанесення покриття суницю підсушували, фасували в перфоровані пластикові (PET) контейнери (не більше 0,5 кг) і зберігали впродовж 7 діб за температури $1 \pm 0,5$ °C і відносної вологості повітря 90-95 %. За контроль приймали ягоди оброблені дистильованою водою. В процесі досліджень визначали інтенсивність дихання ягід, природні втрати маси та вихід товарної продукції.

Впродовж періоду зберігання ягід внаслідок охолодження інтенсивність їхнього дихання знизилася з 18,3 до 1,8-2,2 мл CO_2 кг/год. Виявлено достовірний зв'язок між інтенсивністю дихання ягід суниці, концентрацією розчину мальтодекстрину та тривалістю зберігання. Мінімальне значення показника зафіксовано у варіанті дослід з покриттям ягід розчином мальтодекстрину з концентрацією 5-%.

Втрати маси ягід впродовж періоду зберігання склали 3,0-5,4 % за найвищих втрат на контролі. Достовірно доведено залежність втрат маси від наявності покриття: ягоди з покриттям за період зберігання мали в 1,2-2,0 рази менші втрати проти контролю.

Виявлено достовірний вплив покриття на вихід товарної продукції. Частка товарної продукції у варіантах з покриттям на 3,2-10,6 % перевищувала, тоді як нестандартних ягід була на 2,7-8,6 % нижчою проти аналогічних показників контролю. Максимум товарної продукції отримано від покриття ягід у 5 %-го розчині мальтодекстрину.

Нанесення мальтодекстринового покриття сприяє гальмуванню інтенсивності дихання продукції, знижує втрати маси ягід суниці в 1,2-2,0 рази з підвищенням виходу товарної продукції на 3,2-10,6 %.

Ключові слова: суниця садова, харчове покриття, зберігання, втрати маси, дихання, товарна продукція

Вступ. Суниця садова є однією із найбільш популярних ягідних культур, що високо цінується споживачами за багатий хімічний склад та гармонійний смак і аромат. Завдяки швидкоплідності, широкому сортименту, невибагливості до умов вирощування та високій рентабельності виробництва, суниця садова широко поширена в світі. За даними ФАОСТАТ у 2023 році світове виробництво ягід суниці склало 10,455 млн. т з площі 434977 га врожайності 24,1 т/га. Виробництво ягід суниці в Україні за вказаний період було на рівні 53,4 тис. т з площі 6900 га. Найбільшими виробниками ягід суниці садової у світі є Китай (4,2 млн. т), США (1,2 млн. т), Туреччина (676,8 тис. т), Мексика (641,5 тис. т) та Іспанія (329,3 тис. т) [2].

Значний вміст біологічно активних сполук в поєднанні з аскорбіновою кислотою свідчать про високий антиоксидантний потенціал ягід, що мають протизапальні, протиракові та антимікробні властивості [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ягоди суниці – не кліматеричні плоди, що характеризуються коротким післязбиральним періодом через високу активність метаболізму, що спричиняє швидке псування, ознаками якого є розм'якшення тканин внаслідок деградації клітинної стінки [4], зміни забарвлення та смаку [5]. Окрім цього ягоди схильні до механічних ушкоджень та мікробіологічного псування [6] через тонкі покривні тканини, наявність численних заглиблень та волосоподібних виступів, які дозволяють більшості патогенної мікрофлори прикріплюватися та розмножуватися [7, 8].

Сьогодні дослідження методів післязбирального зберігання зосереджені на застосуванні екологічно чистих технологій для заміни використання фунгіцидів та інших високотоксичних методів обробки для боротьби з патогенами та підтримання якості плодів та овочів [9].

Охолодження за низької температури, нанесення їстівних плівок, ультрафіолетове опромінення, санітарна обробка продукції, застосовуються для зниження інтенсивності дихання і запобігання втрат вологи, збереження пружності тканин і обмеження поширення патогенної мікрофлори [10].

Впродовж останніх років значний практичний інтерес викликають плівкові покриття, що створюють бар'єр між продукцією і навколишнім середовищем, мають механічні, антибактеріальні, паро- та газобар'єрні властивості [11]. В якості їстівного покриття використовують полісахариди, в т.ч. крохмалю, тапіоки,

кукурудзи, целюлози і її похідних зокрема гідроксилпропілметилцелюлози, карбоксиметилцелюлози і метилцелюлози, альгінату, карагенану, хітозану тощо [12, 13]. Перевагою використання полісахаридів є їхнє натуральне походження, здатність до біодеградації, запобігання втратам вологи, зниження швидкості окиснення та можливості виступати в ролі носіїв функціональних інгредієнтів [14].

Доведено ефективність зберігання ягід суниці садової з покриттям на основі хітозану [15, 16], крохмалю з бобів ямсу [17], пектину цитрусового [18], слизу насіння чіа та целюлозного нано-волокна [19] і інших [20, 21].

Метою досліджень було вивчення впливу покриття мальтодекстрином ягід суниці садової на інтенсивність дихання, природні втрати маси та вихід товарної продукції впродовж зберігання.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили на кафедрі харчових технологій Уманського національного університету з ягодами суниці сорту Мальвіна згідно з методичними вказівками по зберіганню плодів, овочів і винограду [22].

Ягоди суниці садової першого товарного сорту збирали у стадії споживної зрілості з наступним попереднім охолодженням. Робочі розчини мальтодекстрину марки DE 15-20 виробництва Польщі готували шляхом розчинення наважки мальтодекстрину в дистильованій воді до досягнення концентрації 1, 2, 3, 4, 5 %. Дослідні зразки суниці занурювали у розчини з досліджуваними концентраціями на 30 с, з наступним підсушуванням за температури навколишнього середовища (22 °C) до формування суцільної плівки на поверхні. За контроль приймали ягоди, оброблені у дистильованій воді. Зразки контрольного та дослідних варіантів фасували в перфоровані пластикові (PET) контейнери (не більше 0,5 кг) і зберігали впродовж 7 діб за температури $1 \pm 0,5$ °C і відносної вологості повітря 90-95 %. Критерієм зняття продукції зі зберігання були втрати маси на рівні 5 %. Дослідження проводили у трьох повторностях.

В процесі досліджень визначали природні втрати маси зважуванням фіксованих проб [22], інтенсивність дихання ягід за кількістю виділеного CO₂ [22] та вихід товарної продукції за ДСТУ ЕЭК ООН FFV-35:2007. Нестандартними вважали ягоди з відсутніми ознаками свіжості та розм'якшеною консистенцією, відходами – ягоди з ознаками ураження фітопатогенною мікрофлорою. Статистичний аналіз виконували в програмі StatSoft STATISTICA 10.0.1011.6 EnterpriseSingleUser (2011).

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження інтенсивності дихання ягід суниці показали

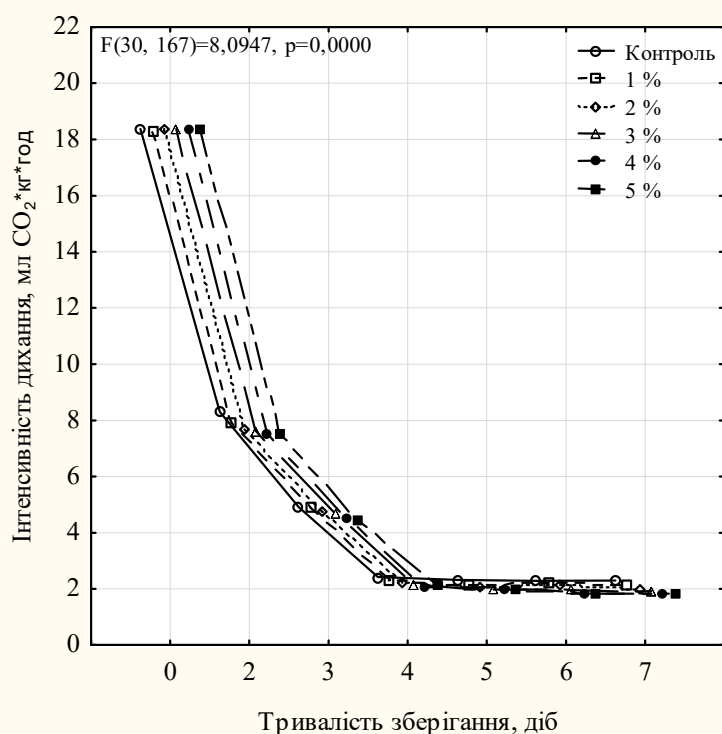


Рис. 1 – Вплив покриття розчином мальтодекстрину на інтенсивність дихання ягід суниці (результати дисперсійного аналізу)

достовірну різницю у значеннях досліджуваного показника залежно від тривалості зберігання і концентрації розчину мальтодекстрину (рис. 1). Так, перед закладанням на зберігання інтенсивність дихання свіжих ягід суниці сорту Мальвіна складала 18,3 мл CO₂ кг/год. Впродовж першої доби зберігання інтенсивність дихання суттєво знизилася за рахунок дії низької температури до 7,5-8,3 мл CO₂ кг/год, за нижчих показників у ягід, з покриттям розчином мальтодекстрину 5 %-ної концентрації, що, очевидно, зумовлено найбільшою товщиною плівки. Через добу інтенсивність дихання ягід коливалася в межах від 4,5 до 4,8 мл CO₂ кг/год, поступово знижуючись на четверту добу зберігання до значення 2,1-2,3 мл CO₂ кг/год. Впродовж наступних трьох діб інтенсивність дихання ягід суниці коливалася в межах від 1,8 до 2,2 мл CO₂ кг/год залишаючись на цьому рівні до кінця періоду зберігання за максимальних значень досліджуваного показника у ягід без покриття. Слід відмітити істотні відмінності значень інтенсивності дихання залежно від концентрації розчину мальтодекстрину: підвищення концентрації розчину ефективніше гальмувало дихальний газооб-

мін ягід із навколишнім середовищем внаслідок сформованої на поверхні ягід плівки різної товщини.

Експериментальними дослідженнями виявлено достовірну залежність між зниженням маси ягід, строком зберігання та масовою часткою мальтодекстрину в розчині (рис. 2). Отримані результати свідчать про збільшення втрат впродовж досліджуваного періоду зберігання та істотний вплив концентрації розчину

мальтодекстрину на їхній розмір. На початку періоду зберігання розмір втрат маси ягід складав 0,22-0,50 % маси ягід сягнувши за усередненими даними 3,0-5,4 % до кінця досліджуваного періоду за найвищих втрат на контролі. В цілому, за період зберігання ягоди з плівкою мальтодекстрину мали в 1,2-2,0 рази менші втрати проти контролю.

Товарна оцінка ягід після зберігання продемонструвала достовірну залежність їхньої якості від наявності покриття мальтодекстрином та його концентрації в розчині (рис. 3). Так, вихід товарної продукції коливався в межах від 85,2 до 95,8 %, залежно від варіанту досліджу, частка нестандартної продукції складала 4,2-12,8%, відходів – 1,5-2,0 %.

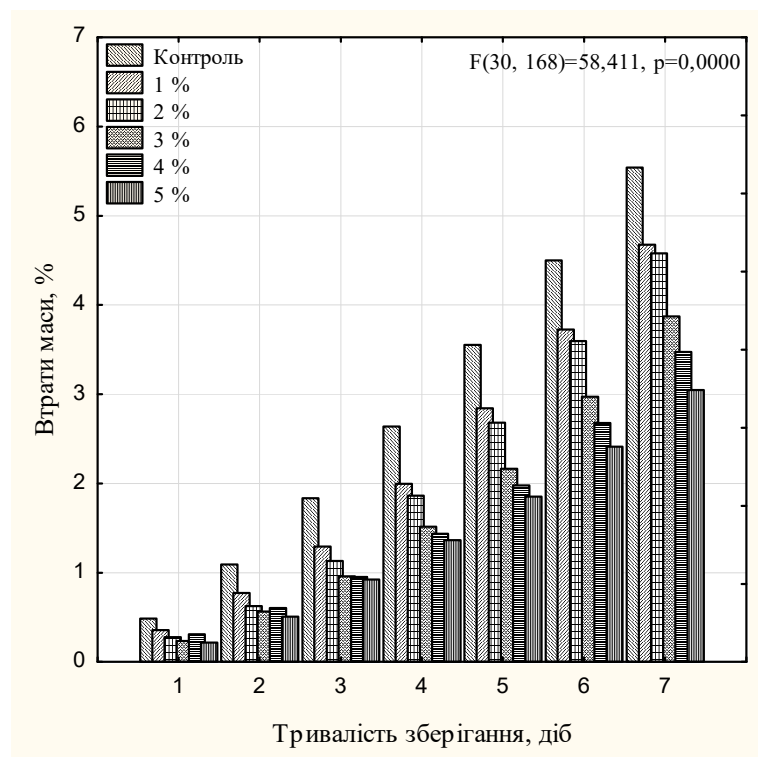


Рис. 2 – Вплив покриття розчином мальтодекстрину на втрати маси ягід суниці (результати дисперсійного аналізу)

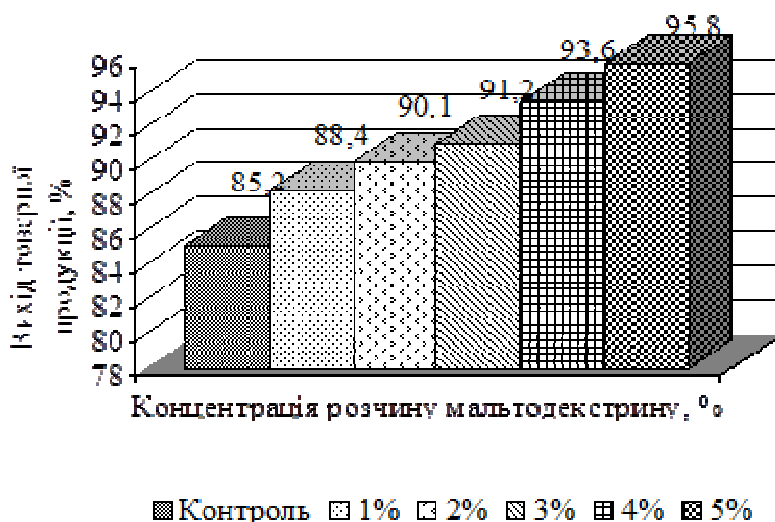


Рис. 3 – Вихід товарної продукції ягід суниці, %

Слід відмітити, що наявність відходів зафіксовано у варіантах досліджу без покриття мальтодекстрином та з покриттям в концентрації 1 %. В цілому, пересічно по досліджу, частка товарної продукції у варіантах з покриттям на 3,2-10,6 % перевищувала значення контролю, тоді як нестандартних ягід була на 2,7-8,6 %

нижчою. Максимальний вихід товарної продукції виявлено у варіанті із застосуванням 5 %-го розчину мальтодекстрину в якості покриття.

Висновки. Таким чином, плівка, утворена розчином мальтодекстрину на поверхні ягід суниці садової ефективно гальмує дихання, запобігає втратам маси ягід та підвищує вихід товарної продукції під час зберігання. Ягоди з покриттям розчином мальтодекстрину мають в 1,2-2,0 рази менші втрати маси та на 3,2-10,6 % вищий вихід товарної продукції проти контролю. За комплексом досліджуваних показників найбільш ефективним є покриття 5 %-ним розчином мальтодекстрину.

References

1. Khammayom, N., Maruyama, N., Chaichana, C. (2022). The effect of climatic parameters on strawberry production in a small walk-in greenhouse. *AgriEngineering*, №4(1), pp. 104-121.
2. FAO. <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/FS>
3. Hernández-Martínez, N. R., Blanchard, C., Wells, D., Salazar-Gutiérrez, M. R. (2023). Current state and future perspectives of commercial strawberry production: A review. *Scientia Horticulturae*, 312, 111893.
4. Xu, C., Zhang, X., Liang, J., Fu, Y., Wang, J., Jiang, M., Pan, L. (2022). Cell wall and reactive oxygen metabolism responses of strawberry fruit during storage to low voltage electrostatic field treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 192, 112017.
5. Huang, Z., Omwange, K. A., Saito, Y., Kuramoto, M., & Kondo, N. (2023). Monitoring strawberry (*Fragaria × ananassa*) quality changes during storage using UV-excited fluorescence imaging. *Journal of Food Engineering*, 353, 111553.
6. Piechowiak, T., Migut, D., Józefczyk, R., & Balawejder, M. (2022). Ozone treatment improves the texture of strawberry fruit during storage. *Antioxidants*, 11(5), 821.
7. Błaszczuk, J., Bieniasz, M., Nawrocki, J., Kopeć, M., Mierzwa-Hersztek, M., Gondek, K., ... & Bogdał, S. (2022). The effect of harvest date and storage conditions on the quality of remontant strawberry cultivars grown in a gutter system under covers. *Agriculture*, 12(8), 1193.
8. Shen, D., Chang, X., Zhou, L., Hao, D., Fang, Z., Shan, Y., ... & Li, G. (2024). Ultrasonic preparation of citral/hydroxypropyl-β-cyclodextrin inclusion complex: Application as a potential antifungal preservative in strawberry storage. *Food Control*, 155, 110046.
9. Promyou, S., Raruang, Y., & Chen, Z. Y. (2023). Melatonin treatment of strawberry fruit during storage extends its post-harvest quality and reduces infection caused by *Botrytis cinerea*. *Foods*, 12(7), 1445.
10. Quarshi, H. Q., Ahmed, W., Azmant, R., Chendouh-Brahmi, N., Quyyum, A., & Abbas, A. (2023). Post-harvest problems of strawberry and their solutions. In *Recent studies on strawberries*. IntechOpen.
11. Galus, S. (2019). Development of edible coatings in the preservation of fruits and vegetables. *Polymers for agri-food applications*, 377-390.
12. Taha, I. M., Zaghlool, A., Nasr, A., Nagib, A., El Azab, I. H., Mersal, G. A., ... & Fahmy, A. (2022). Impact of starch coating embedded with silver nanoparticles on strawberry storage time. *Polymers*, 14(7), 1439.
13. Magri, A., Landi, N., Capriolo, G., Di Maro, A., & Petriccione, M. (2024). Effect of active layer-by-layer edible coating on quality, biochemicals, and the antioxidant system in ready-to-eat 'Williams' pear fruit during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 212, 112873.
14. Pillai, A. R., Eapen, A. S., Zhang, W., & Roy, S. (2024). Polysaccharide-based edible biopolymer-based coatings for fruit preservation: A review. *Foods*, 13(10), 1529.
15. Popescu, P. A., Palade, L. M., Nicolae, I. C., Popa, E. E., Miteluț, A. C., Drăghici, M. C., ... & Popa, M. E. (2022). Chitosan-based edible coatings containing essential oils to preserve the shelf life and postharvest quality parameters of organic strawberries and apples during cold storage. *Foods*, 11(21), 3317.
16. Quintana, S. E., Llalla, O., García-Risco, M. R., & Fornari, T. (2021). Comparison between essential oils and supercritical extracts into chitosan-based edible coatings on strawberry quality during cold storage. *The Journal of Supercritical Fluids*, 171, 105198.
17. Wigati, L. P., Wardana, A. A., Tanaka, F., & Tanaka, F. (2023). Strawberry preservation using combination of yam bean starch, agarwood Aetoxylon bouya essential oil, and calcium propionate edible coating during cold storage evaluated by TOPSIS-Shannon entropy. *Progress in Organic Coatings*, 175, 107347.
18. Hernández-Carrillo, J. G., Orta-Zavalza, E., González-Rodríguez, S. E., Montoya-Torres, C., Sepúlveda-Ahumada, D. R., & Ortiz-Rivera, Y. (2021). Evaluation of the effectivity of reuterin in pectin edible coatings to extend the shelf-life of strawberries during cold storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 30, 100760.
19. Mousavi, S. R., Rahmati-Joneidabad, M., & Noshad, M. (2021). Effect of chia seed mucilage/bacterial cellulose edible coating on bioactive compounds and antioxidant activity of strawberries during cold storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 190, pp. 618-623.
20. Eshghi, S., Karimi, R., Shiri, A., Karami, M., & Moradi, M. (2021). The novel edible coating based on chitosan and gum ghatti to improve the quality and safety of 'Rishbaba' table grape during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(4), pp. 3683-3693.

21. Vakili-Ghartavol, M., Arouiee, H., Golmohammadzadeh, S., Naseri, M., & Bandian, L. (2024). Edible coatings based on solid lipid nanoparticles containing essential oil to improve antimicrobial activity, shelf-life, and quality of strawberries. *Journal of Stored Products Research*, 106, 102262.
22. Naichenko V. M., Zamorska I. L. *Tekhnolohiia zberihannia i pererobky plodiv ta ovochiv: navch. posib* [Technology of storage and processing of fruits and vegetables: a textbook]. Uman: vydavets «Sochinskyi» [Sochinsky Publishing House], 2010. 328 s.

INFLUENCE OF MALTODEXTRIN COATING ON ACTIVITY OF POST-HARVEST PROCESSES AND QUALITY OF STRAWBERRIES

**Zamorska I.L., Doctor of Technical Sciences, Professor, Smilyanets O.V., PhD candidate
Uman National University, Uman, Ukraine**

Abstract. *Strawberries are non-climacteric fruits that are prone to rapid spoilage. The article presents the results of studies evaluating the effect of coating Malvina strawberries with maltodextrin on respiration intensity, natural weight loss, and marketable yield during storage, depending on the concentration of the solution and the duration of storage. The berries, harvested at the stage of consumer maturity and pre-cooled, were treated with a coating prepared from a solution of maltodextrin grade DE 15-20 (Poland), diluted in distilled water to a concentration of 1, 2, 3, 4, 5%. After coating, the strawberries were dried, packed in perforated plastic (PET) containers (no more than 0.5 kg) and stored for 7 days at a temperature of 1 ± 0.5 °C and relative humidity of 90-95%. Berries treated with distilled water were used as a control. During the research, the respiration rate of the berries, natural weight loss, and marketable yield were determined.*

During the storage period, the intensity of respiration decreased from 18.3 to 1.8-2.2 ml CO₂ kg/hour due to cooling. A significant correlation was found between the intensity of strawberry respiration, the concentration of maltodextrin solution, and the duration of storage. The minimum value of the indicator was recorded in the experiment variant with berries coated with a 5% maltodextrin solution.

The weight loss of berries during the storage period was 3.0-5.4%, with the highest losses in the control group. A reliable dependence of weight loss on the presence of coating was proven: coated berries had 1.2-2.0 times less weight loss during the storage period compared to the control group.

A significant effect of the coating on the yield of marketable products was found. The share of marketable products in the coated variants was 3.2-10.6% higher, while the share of non-standard berries was 2.7-8.6% lower than in the control group. The maximum marketable yield was obtained from coating the berries in a 5% maltodextrin solution.

Applying a maltodextrin coating helps to slow down the respiration rate of the product, reduces the weight loss of strawberries by 1.2-2.0 times, and increases the marketable yield by 3.2-10.6%.

Keywords: strawberry, food coating, storage, mass loss, respiration, marketable products

Список використаної літератури

1. Khammayom N., Maruyama N., Chaichana C. The effect of climatic parameters on strawberry production in a small walk-in greenhouse. *AgriEngineering*. 2022. №4(1). pp. 104-121.
2. FAO. <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/FS>
3. Hernández-Martínez N. R., Blanchard C., Wells D., Salazar-Gutiérrez M. R. Current state and future perspectives of commercial strawberry production: A review. *Scientia Horticulturae*. 2023. №312. 111893.
4. Xu C., Zhang X., Liang J., Fu Y., Wang J., Jiang M., Pan L. Cell wall and reactive oxygen metabolism responses of strawberry fruit during storage to low voltage electrostatic field treatment. *Postharvest Biology and Technology*. 2022. №192. 112017.
5. Huang Z., Omwange K. A., Saito Y., Kuramoto M., Kondo N. Monitoring strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) quality changes during storage using UV-excited fluorescence imaging. *Journal of Food Engineering*. 2023. №353. 111553.
6. Piechowiak T., Migut D., Józefczyk R., Balawejder M. Ozone treatment improves the texture of strawberry fruit during storage. *Antioxidants*. 2022. №11(5), 821.
7. Błaszczyk J., Bieniasz M., Nawrocki J., Kopeć M., Mierzwa-Hersztek M., Gondek, K., ... Bogdał, S. The effect of harvest date and storage conditions on the quality of remontant strawberry cultivars grown in a gutter system under covers. *Agriculture*. 2022. №12(8). 1193.
8. Shen D., Chang X., Zhou L., Hao D., Fang Z., Shan Y., ... Li G. Ultrasonic preparation of citral/hydroxypropyl-β-cyclodextrin inclusion complex: Application as a potential antifungal preservative in strawberry storage. *Food Control*. 2024. №155. 110046.
9. Promyou S., Raruang Y., Chen Z. Y. Melatonin treatment of strawberry fruit during storage extends its post-harvest quality and reduces infection caused by *Botrytis cinerea*. *Foods*. 2023. №12(7). 1445.

10. Quarshi H. Q., Ahmed W., Azmant R., Chendouh-Brahmi N., Quyyum A., Abbas A. Post-harvest problems of strawberry and their solutions. In Recent studies on strawberries. IntechOpen. 2023.
11. Galus S. Development of edible coatings in the preservation of fruits and vegetables. Polymers for agri-food applications. 2019. pp. 377-390.
12. Taha I. M., Zaghlool A., Nasr A., Nagib A., El Azab I. H., Mersal G. A., ... Fahmy A. Impact of starch coating embedded with silver nanoparticles on strawberry storage time. Polymers. 2022. №14(7). 1439.
13. Magri A., Landi N., Capriolo G., Di Maro A., Petriccione M. Effect of active layer-by-layer edible coating on quality, biochemicals, and the antioxidant system in ready-to-eat 'Williams' pear fruit during cold storage. Postharvest Biology and Technology. 2024. №212. 112873.
14. Pillai A. R., Eapen A. S., Zhang W., Roy S. Polysaccharide-based edible biopolymer-based coatings for fruit preservation: A review. Foods. 2024. №13(10). 1529.
15. Popescu P. A., Palade L. M., Nicolae I. C., Popa E. E., Miteluț A. C., Drăghici, M. C., ... Popa M. E. Chitosan-based edible coatings containing essential oils to preserve the shelf life and postharvest quality parameters of organic strawberries and apples during cold storage. Foods. 2022. №11(21). 3317.
16. Quintana S. E., Llalla O., García-Risco M. R., Fornari T. Comparison between essential oils and supercritical extracts into chitosan-based edible coatings on strawberry quality during cold storage. The Journal of Supercritical Fluids. 2021. №171. 105198.
17. Wigati L. P., Wardana A. A., Tanaka F., Tanaka F. Strawberry preservation using combination of yam bean starch, agarwood Aetoxylon bouya essential oil, and calcium propionate edible coating during cold storage evaluated by TOPSIS-Shannon entropy. Progress in Organic Coatings. 2023. №175. 107347.
18. Hernández-Carrillo J. G., Orta-Zavalza E., González-Rodríguez S. E., Montoya-Torres, C., Sepúlveda-Ahumada, D. R., Ortiz-Rivera, Y. Evaluation of the effectivity of reuterin in pectin edible coatings to extend the shelf-life of strawberries during cold storage. Food Packaging and Shelf Life. 2021. №30. 100760.
19. Mousavi S. R., Rahmati-Joneidabad M., Noshad M. Effect of chia seed mucilage/bacterial cellulose edible coating on bioactive compounds and antioxidant activity of strawberries during cold storage. International Journal of Biological Macromolecules. 2021. №190. pp. 618-623.
20. Eshghi S., Karimi R., Shiri A., Karami M., Moradi M. The novel edible coating based on chitosan and gum ghatti to improve the quality and safety of 'Rishbaba' table grape during cold storage. Journal of Food Measurement and Characterization. 2021. №15(4). pp. 3683-3693.
21. Vakili-Ghartavol M., Arouiee H., Golmohammadzadeh S., Naseri M., Bandian L. Edible coatings based on solid lipid nanoparticles containing essential oil to improve antimicrobial activity, shelf-life, and quality of strawberries. Journal of Stored Products Research. 2024. №106. 102262.
22. Найченко В. М., Заморська І. Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів: навч. посіб. Умань: видавець «Сочінський», 2010. 328 с.

Отримано в редакцію 10.06.2025

Прийнято до друку 02.09.2025

Received 10.06.2025

Approved 02.09.2025