

УДК 634.71-021.4:664.8.03]:[664.644.7:546.33](045)

[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-5\(33\)-1289-1298](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-5(33)-1289-1298)

Парахненко Владислав Геннадійович доктор філософії з наук про Землю, викладач-стажист кафедри хімії та екології, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова, 2, м. Умань, 20300, тел.: (096) 146-99-82, <https://orcid.org/0000-0002-4312-6194>

Задорожна Олена Михайлівна кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії та екології, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова, 2, м. Умань, 20300, тел.: (096) 615-60-72, <https://orcid.org/0000-0002-5039-017X>

Благополучна Анастасія Геннадіївна доктор філософії з харчових технологій, викладач-стажист кафедри технологій та організації туризму і готельно-ресторанної справи, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова, 2, м. Умань, 20300, тел.: (093) 653-02-43, <https://orcid.org/orcid/0000-0001-5897-0120>

ВПЛИВ АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ НА ЯКІСТЬ СВІЖОЇ МАЛИНИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Анотація. Ягоди малини садової мають короткий термін зберігання після збору урожаю. Це спричинено фізіологічними факторами, які прискорюють метаболічні процеси, такі як дихання та транспірація. Сенсорні властивості, включаючи колір, текстуру, запах і смак, є основними факторами, які роблять свіжу продукцію привабливою для споживачів, і вони дуже швидко змінюються після збору врожаю. З цієї причини під час післязбиральної обробки та зберігання ягід малини важливо зберегти якість. У роботі вивчено вплив харчового покриття альгінат натрію на збереження якості та подовження терміну придатності ягід малини, що зберігалася за температури 4 °С.

Дослідження проводились у хімічній лабораторії. Ягоди малини збирали у споживчій стадії стиглості, обробляли розчинами альгінату натрію 1%, 2%, 3% концетрації після чого видаляли зайву вологу, поміщали у перфоровані пластикові контейнери та зберігали 12 діб у холодильній камері за температури 4 °С та ВВП 90%.

Для приготування розчинів використовували дистильовану воду та альгінат натрію (Sigma, Oakville, ON, Canada). Порошок альгінату натрію додавали до дистильованої води, а склянку поміщали на магнітну мішалку зі

швидкістю 300 об/хв без нагрівання, поки порошок альгінату натрію повністю не розчинився при кімнатній температурі. У готовий розчин ягоди малини занурювали повністю на 3 хвилини.

У контрольних зразках ріст плісняви почався після одного тижня зберігання при 4°C, тоді як зразки фруктів з покриттям мали подовження терміну зберігання без цвілі до 12 днів. Їстівне покриття з альгінату натрію було ефективним для зниженні інтенсивності дихання та транспірації. Крім того, покриття затримало підвищення рівня рН та погіршення органолептичних показників.

Ключові слова: альгінат натрію, малина, фізико-хімічні показники

Parakhnenko Vladyslav Gennadiyovych Ph.D. Lecturer-trainee, Department of Chemistry and Ecology, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, St. Sadova, 2, Uman, 20300, <https://orcid.org/0000-0002-4312-6194>

Zadorozhna Olena Mykhailivna candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Ecology, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, St. Sadova, 2, Uman, 20300, <https://orcid.org/0000-0002-5039-017X>

Blahopoluchna Anastasiia Gennadiivna Ph.D. Lecturer-trainee of the Department of Technologies and Organization of Tourism and Hotel and Restaurant Business, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University St. Sadova, 2, Uman, 20300, <https://orcid.org/orcid=0000-0001-5897-0120>

THE INFLUENCE OF SODIUM ALGINATE ON THE QUALITY OF FRESH RASPBERRIES DURING STORAGE

Abstract. Garden raspberry berries have a short shelf life after harvesting. This is caused by physiological factors that accelerate metabolic processes such as breathing and transpiration. Sensory attributes, including color, texture, smell, and taste, are the main factors that make fresh produce attractive to consumers, and they change very quickly after harvest. For this reason, it is important to maintain quality during post-harvest processing and storage of raspberries. The paper studied the effect of sodium alginate food coating on the preservation of quality and extension of the shelf life of raspberry berries stored at a temperature of 4°C.

Research was conducted in a chemical laboratory. Raspberries were collected at the consumer stage of ripeness, treated with sodium alginate solutions of 1%, 2%, 3% concentration, after which excess moisture was removed, placed in perforated plastic containers and stored for 12 days in a refrigerator at a temperature of 4°C and a GDP of 90%.

Distilled water and sodium alginate (Sigma, Oakville, ON, Canada) were used to prepare the solutions. Sodium alginate powder was added to distilled water, and the beaker was placed on a magnetic stirrer at 300 rpm without heating until the sodium alginate powder was completely dissolved at room temperature. Raspberries were completely immersed in the prepared solution for 3 minutes.

In the control samples, mold growth started after one week of storage at 4°C, while the coated fruit samples had an extension of mold-free shelf life of up to 12 days. Edible sodium alginate coating was effective in reducing respiration rate and transpiration. In addition, the coating delayed the increase in the pH level and the deterioration of organoleptic indicators.

Keywords: sodium alginate, raspberry, physical and chemical indicators.

Постановка проблеми. Для зменшення харчових втрат і продовження терміну зберігання свіжих фруктів і овочів використовувалися різні методи, включаючи звичайне зберігання в холодильнику, упаковку в модифікованій атмосфері (МГС) і зберігання в контрольованій атмосфері [1]. Активне пакування також є методом, який використовувався для зменшення втрат після збору врожаю, і воно складається з використання синтетичних пакетів із змінними активними функціями, такими як поглиначі кисню, поглиначі вуглекислого газу та поглиначі етилену. Крім того, їстівна плівка та покриття є методом консервування, який став дуже популярним за останні кілька десятиліть завдяки своїй ефективності в подовженні терміну зберігання свіжих продуктів після збору врожаю [2-6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Їстівне покриття — це тонкий шар матеріалу, який наносять на поверхню харчового продукту в рідкому вигляді шляхом розпилення або повним зануренням.

Їстівні плівки та покриття подовжують термін зберігання свіжих продуктів і захищають їх від зовнішнього впливу навколишнього середовища на додаток до фізичних, хімічних і біологічних змін [7]. Дослідження показали, що харчові плівки можуть діяти як природні бар'єри проти втрати вологи, газообміну, ліпідів і втрат смакових сполук [8].

Крім того, їстівні покриття створюють внутрішню атмосферу при нанесенні на поверхню свіжого продукту, що знижує швидкість дихання та транспірації та затримує погіршення якості та дозрівання [9].

Сьогодні дослідження зосереджені на розробці екологічно чистої та біологічно розкладаної харчової упаковки для заміни синтетичних пакувальних матеріалів [6]. За останні кілька десятиліть вченим вдалося ідентифікувати різні типи природних полімерів, які можна використовувати у виробництві їстівних плівок і покриттів.

Ці полімери можуть бути отримані з багатьох джерел, таких як рослини, тварини та мікроорганізми, і поділяються на три різні категорії. Категорія гідроколідів, включаючи білки та полісахариди; ліпідна категорія; та компо-

зитів [10]. Композити складаються з комбінації гідроколоїдів і ліпідів для отримання їстівних плівок і покриттів із спільними перевагами з двох різних категорій [11]. Теплофізичні та механічні спектральні властивості цих спеціальних композиційних матеріалів також були ретельно вивчені, щоб визначити їх придатність для різних застосувань з бажаним адгезивом, паропроникністю та газопроникністю, що контролює дихання та швидкість транспірації швидкопсувних продуктів [12-15].

Полісахариди - це полімери моносахаридів, з'єднаних між собою глікоцидними зв'язками, які використовуються у виробництві харчових плівок і покриттів. Полісахариди придатні для використання в покритті фруктів і овочів завдяки їхнім ефективним газовим бар'єрам. Їх вибіркова проникність для газів O_2 і CO_2 дозволяє створювати модифіковану атмосферу. Іншими перевагами є їх низька вартість і висока доступність, оскільки вони в основному містяться в рослинах і морських водоростях. Проте полісахариди гідрофільні з високою паропроникністю [16-20]. Похідні целюлози, крохмалі, альгінати, пектин, хітозан, пулулан і карагенан є найбільш часто використовуваними полісахаридами у виробництві харчових плівок і покриттів.

Мета статті. Метою роботи було оцінити вплив їстівного покриття альгінату натрію на фізико-хімічні та органолептичні показники ягід малини під час зберігання.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводились на базі Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини у хімічній лабораторії кафедри хімії, екології та методики їх навчання. Ягоди малини збирали у споживчій стадії стиглості, обробляли розчинами альгінату натрію 1%, 2%, 3% концентрації після чого видаляли зайву вологу, поміщали у перфоровані пластикові контейнери та зберігали 12 діб у холодильній камері за температури $4\text{ }^\circ\text{C}$ та ВВП 90%.

Для приготування розчинів використовували дистильовану воду та альгінат натрію (Sigma, Oakville, ON, Canada). Порошок альгінату натрію додавали до дистильованої води, а склянку поміщали на магнітну мішалку зі швидкістю 300 об/хв без нагрівання, поки порошок альгінату натрію повністю не розчинився при кімнатній температурі. У готовий розчин ягоди малини занурювали повністю на 3 хвилини.

Дослідження показників проводили кожні три дні. За контроль вважали ягоди без оброблення.

Результати досліджень. Втрати маси ягід під час зберігання пояснюється процесом транспірації. Встановлено, що швидкість транспірації зростає як у контрольних, так і в покритих зразках під час експерименту. На останню добу зберігання втрата маси в контрольних зразках досягла 17,4%, тоді як у зразках з покриттям – 8,89 – 10,6%. Відмінності між зразками з покриттям і без нього були очевидними з 3-го дня зберігання. Втрата вологи

була зменшена завдяки бар'єру для водяної пари, утвореному їстівним покриттям альгінату натрію на поверхні ягід малини (рис. 1).

Інтенсивність дихання протягом усього періоду зберігання у контрольних зразках була вищою, ніж у зразках з попередньою обробкою. Їстівне покриття з альгінату натрію зіграло ефективну роль у зниженні інтенсивності дихання шляхом зниження активності газообмінних процесів (рис. 2).

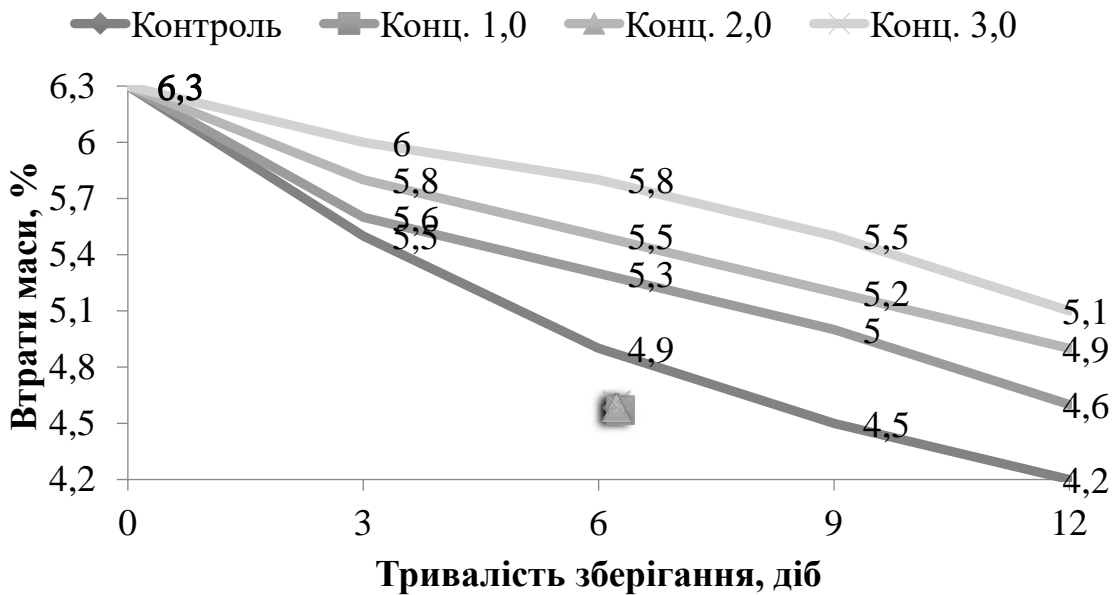


Рис. 1 Втрати маси ягід малини під час холодильного зберігання

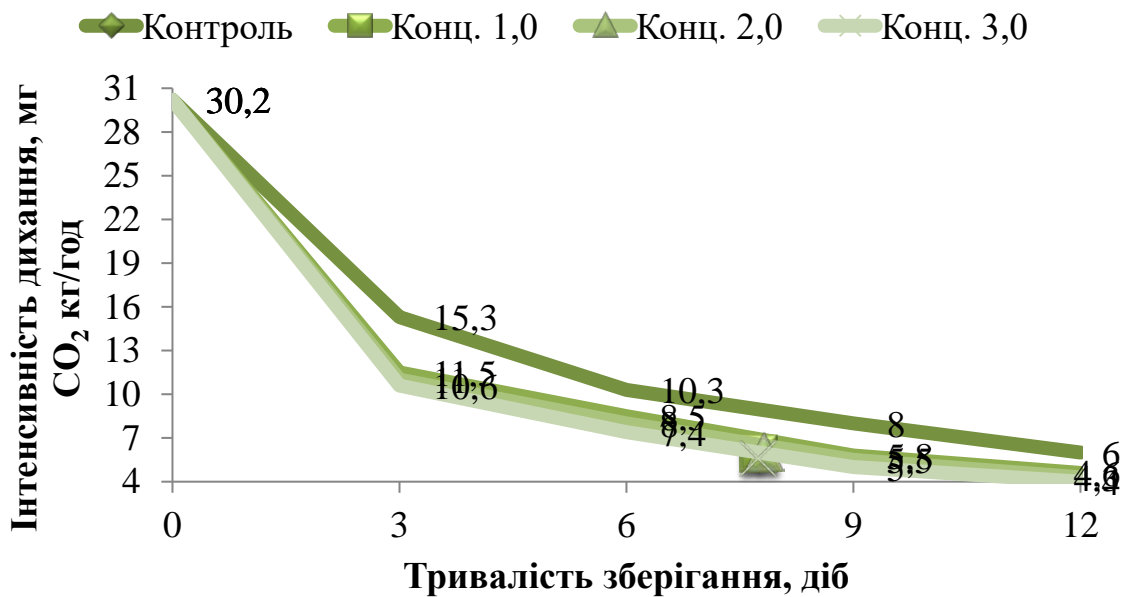


Рис. 2 Зміни інтенсивності дихання ягід малини під час холодильного зберігання

Протягом всього періоду зберігання спостерігалось значне підвищення рівня рН у контрольних зразках. рН контрольного зразка був вищим на 0,2 – 0,6, ніж у зразках з попередньою обробкою розчином альгінату натрію. Таке зменшення кислотності викликає незворотні зміни, що провокують швидкий розвиток мікробіологічного псування.

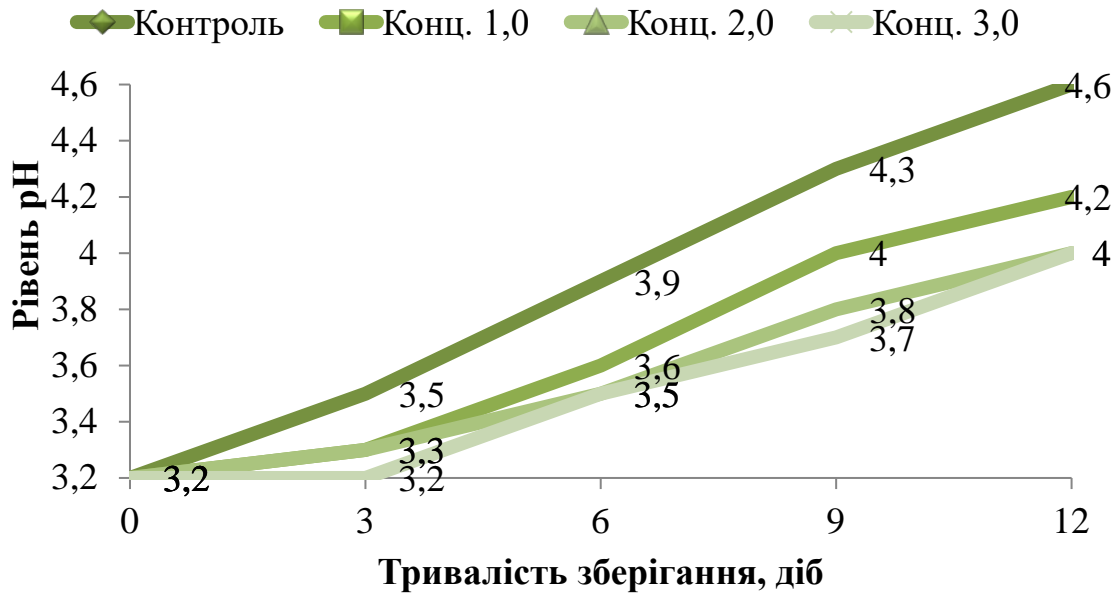


Рис. 3 Зміни рівня рН ягід малини під час холодильного зберігання

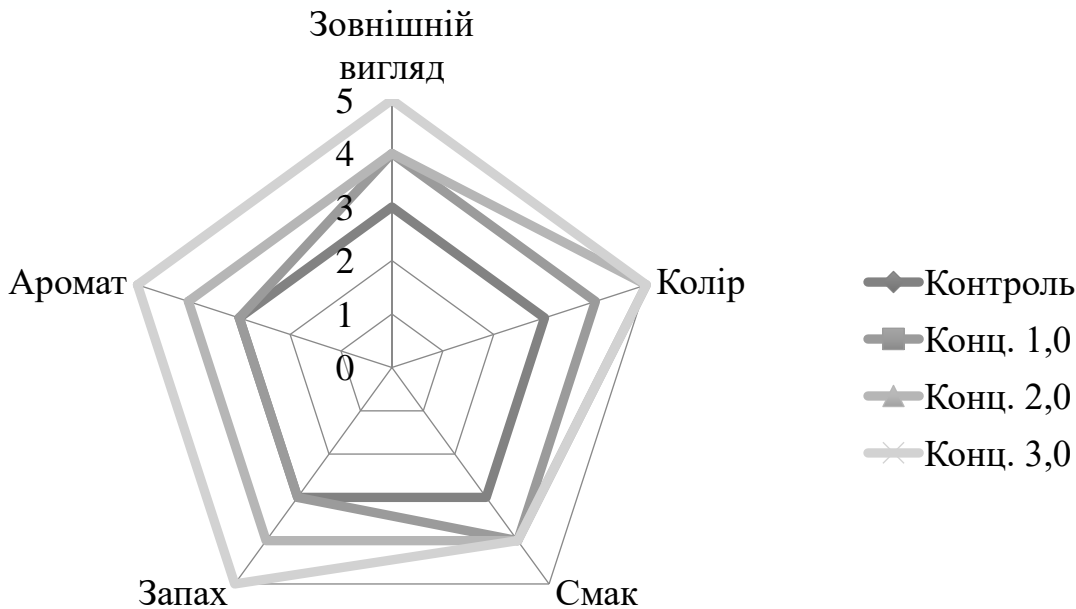


Рис. 4 Органолептична оцінка ягід малини під час холодильного зберігання

Встановлено, що розчин альгінату натрію вплинув на органолептичні показники ягід малини. Ягоди без попередньої обробки за всіма показниками були оцінені дегустаторами у 3 бали. Ягоди мали, що мали на поверхні їстівну плівку альгінату натрію були оцінені значно вижче.

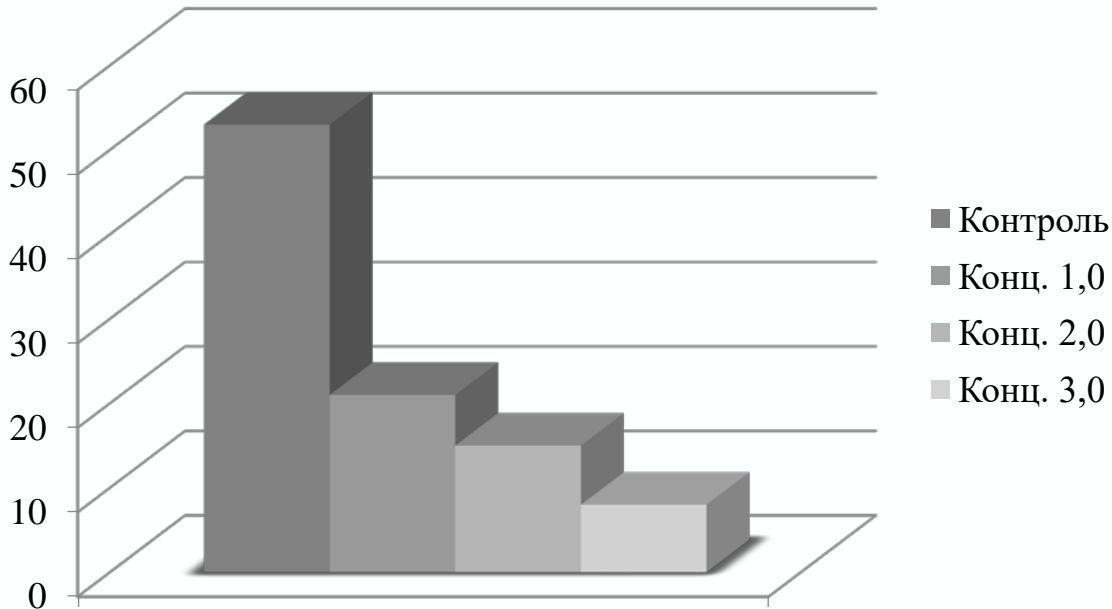


Рис. 5 Рівень мікробіологічного пошкодження ягід малини на 17 добу холодильного зберігання

Розвиток мікробіологічно пошкодження почався на 12 добу зберігання у контролі. Після чого у зразках не досліджували далі фізико-хімічні показники, а спостерігали за розвитком патогенних мікроорганізмів. На 15 добу був пошкоджений зразок з концтрацією обробки 1,0%, а на 17 добу були пошкоджені всі зразки.

Висновки. Результати показали, що їстівне покриття з альгінату натрію подовжує термін зберігання та якісні показники ягід малини, яка зберігалася за температури 4°C. Їстівне покриття зменшило швидкість транспірації та інтенсивність дихання, діючи на поверхні ягід як захисний бар'єр. Це призвело до зменшення росту фітопатогенного пошкодження та зберегло органолептичні властивості ягід малини. Крім того, їстівне покриття з альгінату натрію сповільнило збільшення рН через утримання лимонної кислоти. Доведено, що альгінат натрію має позитивний вплив на збереженість ягід малини.

Література:

1. Blahopoluchna A., Liakhovska, N. Effect of chitosan pretreatment on the quality of strawberries during cold storage. Food Science and Technology (Campinas). 2021. № 15(3). P. 30-39.
2. Alharaty G., Ramaswamy H. S. The effect of sodium alginate-calcium chloride coating on the quality parameters and shelf life of strawberry cut fruits. Journal of Composites Science. 2020. № 4(3). P. 123.

3. Yan R., Han C., Fu M., Jiao W., Wang W. Inhibitory effects of CaCl₂ and pectin methylesterase on fruit softening of raspberry during cold storage. *Horticulturae*. 2021. № 8(1). P. 1-14.
4. Turmanidze T., Gulua L., Jgenti M., Wicker L. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of blackberry, raspberry and strawberry fruits after cold storage. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2016. № 4(12). P. 1127-1133.
5. Han C., Zhao Y., Leonard S. W., Traber M. G. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest biology and Technology*. 2004. № 33(1). P. 67-78.
6. Moreno M. A., Vallejo A. M., Ballester A. R., Zampini C., Isla M. I., López-Rubio A., Fabra M. J. Antifungal edible coatings containing Argentinian propolis extract and their application in raspberries. *Food Hydrocolloids*. 2020. № 107. P. 105-173.
7. Blahopoluchna A., Liakhovska N. Preservation of strawberry quality by pretreatment with chitosan. 2020. № (1) 56. P. 53 – 56.
8. Moradinezhad F., Naeimi A., Farhangfar H. Influence of edible coatings on postharvest quality of fresh Chinese jujube fruits during refrigerated storage. *Journal of horticulture and Postharvest Research*. 2018. № 1(1). P. 1-14.
9. Duan J., Wu R., Strik B. C., Zhao Y. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest biology and technology*. 2011. № 59(1). P. 71-79.
10. Guerreiro A. C., Gago C. M., Faleiro M. L., Miguel M. G., Antunes M. D. Raspberry fresh fruit quality as affected by pectin-and alginate-based edible coatings enriched with essential oils. *Scientia Horticulturae*. 2015. № 194. P. 138-146.
11. Varasteh F., Arzani K., Barzegar M., Zamani Z. Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate (*Punica granatum L. cv. Rabbab-e-Neyriz*) fruit during cold storage. *Food chemistry*. 2021. № 130(2). P. 267-272.
12. Guerreiro A. C., Gago C. M., Miguel M. G., Faleiro M. L., Antunes M. D. The influence of edible coatings enriched with citral and eugenol on the raspberry storage ability, nutritional and sensory quality. *Food Packaging and Shelf Life*. 2016. № 9. P. 20-28.
13. Ghasemnezhad M., Shiri M. A., Sanavi M. Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca L.*) during cold storage. *Caspian journal of environmental sciences*. 2010. № 8(1). P. 25-33.
14. Vargas M., Albors A., Chiralt A., González-Martínez C. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest biology and technology*. 2006. № 41(2). P. 164-171.
15. Ul Hasan M., Ullah Malik A., Anwar R., Sattar Khan A., Haider M. W., Riaz R., Ziaf K. Postharvest Aloe vera gel coating application maintains the quality of harvested green chilies during cold storage. *Journal of Food Biochemistry*. 2021. № 45(4). P. 13-22.
16. Ghasemnezhad M., Zareh S., Rassa M., Sajedi R. H. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum L. cv. Tarom*) at cold storage temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2013. № 93(2). P. 368-374.
17. Park S. I., Stan S. D., Daeschel M. A., Zhao Y. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria × ananassa*) to control mold growth during cold storage. *Journal of food science*. 2005. № 70(4). P. 202-207.
18. Chiabrande V., Giacalone G. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity after fresh storage of blueberry treated with edible coatings. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. № 66(3). P. 248-253.

19. Olivas G. I., Dávila-Aviña J. E., Salas-Salazar N. A., Molina F. J. Use of edible coatings to preserve the quality of fruits and vegetables during storage. *Stewart Postharvest Review*. 2008. № 3(6). P.1-10.

20. Hernandez-Munoz P., Almenar E., Del Valle V., Velez D., Gavara R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria× ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food chemistry*. 2008. № 110(2). P. 428-435.

References:

1. Blahopoluchna, A., & Liakhovska, N. (2021). Effect of chitosan pretreatment on the quality of strawberries during cold storage. *Food Science and Technology (Campinas)*, 15(3), 30-39.

2. Alharaty, G., & Ramaswamy, H. S. (2020). The effect of sodium alginate-calcium chloride coating on the quality parameters and shelf life of strawberry cut fruits. *Journal of Composites Science*, 4(3), 123.

3. Yan, R., Han, C., Fu, M., Jiao, W., & Wang, W. (2021). Inhibitory effects of CaCl₂ and pectin methylesterase on fruit softening of raspberry during cold storage. *Horticulturae*, 8(1), 1.

4. Turmanidze, T., Gulua, L., Jgenti, M., & Wicker, L. (2016). Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of blackberry, raspberry and strawberry fruits after cold storage. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(12), 1127-1133.

5. Han, C., Zhao, Y., Leonard, S. W., & Traber, M. G. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria× ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest biology and Technology*, 33(1), 67-78.

6. Moreno, M. A., Vallejo, A. M., Ballester, A. R., Zampini, C., Isla, M. I., López-Rubio, A., & Fabra, M. J. (2020). Antifungal edible coatings containing Argentinian propolis extract and their application in raspberries. *Food Hydrocolloids*, 107, 105-173.

7. Blahopoluchna, A., & Liakhovska, N. (2020). Preservation of strawberry quality by pretreatment with chitosan. *VOL 1, N. 56*. P. 53 – 56.

8. Moradinezhad, F., Naeimi, A., & Farhangfar, H. (2018). Influence of edible coatings on postharvest quality of fresh Chinese jujube fruits during refrigerated storage. *Journal of horticulture and Postharvest Research*, 1(1), 1-14.

9. Duan, J., Wu, R., Strik, B. C., & Zhao, Y. (2011). Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (*Duke and Elliott*) under commercial storage conditions. *Postharvest biology and technology*, 59(1), 71-79.

10. Guerreiro, A. C., Gago, C. M., Faleiro, M. L., Miguel, M. G., & Antunes, M. D. (2015). Raspberry fresh fruit quality as affected by pectin-and alginate-based edible coatings enriched with essential oils. *Scientia Horticulturae*, 194, 138-146.

11. Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M., & Zamani, Z. (2012). Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate (*Punica granatum L. cv. Rabbab-e-Neyriz*) fruit during cold storage. *Food chemistry*, 130(2), 267-272.

12. Guerreiro, A. C., Gago, C. M., Miguel, M. G., Faleiro, M. L., & Antunes, M. D. (2016). The influence of edible coatings enriched with citral and eugenol on the raspberry storage ability, nutritional and sensory quality. *Food Packaging and Shelf Life*, 9, 20-28.

13. Ghasemnezhad, M., Shiri, M. A., & Sanavi, M. (2010). Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca L.*) during cold storage. *Caspian journal of environmental sciences*, 8(1), 25-33.

14. Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2006). Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. *Postharvest biology and technology*, 41(2), 164-171.

15. Ul Hasan, M., Ullah Malik, A., Anwar, R., Sattar Khan, A., Haider, M. W., Riaz, R., ... & Ziaf, K. (2021). Postharvest Aloe vera gel coating application maintains the quality of harvested green chilies during cold storage. *Journal of Food Biochemistry*, 45(4), 13-22.
16. Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M., & Sajedi, R. H. (2013). Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum L. cv. Tarom*) at cold storage temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 368-374.
17. Park, S. I., Stan, S. D., Daeschel, M. A., & Zhao, Y. (2005). Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria× ananassa*) to control mold growth during cold storage. *Journal of food science*, 70(4), 202-207.
18. Chiabrande, V., & Giacalone, G. (2015). Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity after fresh storage of blueberry treated with edible coatings. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(3), 248-253.
19. Olivas, G. I., Dávila-Aviña, J. E., Salas-Salazar, N. A., & Molina, F. J. (2008). Use of edible coatings to preserve the quality of fruits and vegetables during storage. *Stewart Postharvest Review*, 3(6), 1-10.
20. Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D., & Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria× ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food chemistry*, 110(2), 428-435.