

**ВПЛИВ ХІТОЗАНУ НА ЯКІСТЬ ЯГІД МАЛИНИ ПІД ЧАС ХОЛОДИЛЬНОГО
ЗБЕРІГАННЯ****Л. В. БАЛЬ-ПРИЛИПКО**, доктор технічних наук, професор,<https://orcid.org/0000-0002-9489-8610>E-mail: bplv@ukr.net**М. М. МУШТРУК**, кандидат технічних наук,<https://orcid.org/0000-0002-3646-1226>E-mail: mixej.1984@ukr.net**А. М. ОМЕЛЬЯН**, кандидат сільськогосподарських наук,<https://orcid.org/0000-0001-9004-5250>E-mail: alina_omelian@nubip.edu.ua**Національний університет біоресурсів і природокористування України**[https://doi.org/10.31548/dopovidi2\(102\).2023.011](https://doi.org/10.31548/dopovidi2(102).2023.011)

Анотація. Малина є швидкопсувною ягідною сировиною з високою здатністю до механічних та мікробіологічних пошкоджень, тому після збору врожаю необхідно використовувати відповідні технології для збереження її якості та продовження терміну зберігання. Найпоширеніший метод, що використовують для зберігання фруктів і ягід – холодильне зберігання, на жаль, не достатньо ефективно гальмує грибкові, гнильні та інші ознаки псування. Використання фунгіцидів у комбінації з охолодженням у сучасних умовах не можливе через вимоги до безпеки харчування. Європоцентрична культура споживання формує тенденції розвитку альтернативних, перспективних, екологічних методів і технологій зберігання якості малини, що сьогодні беззаперечно є актуальним напрямком наукових досліджень. Метою роботи було оцінити вплив різних концентрацій розчинів хітозану на післязбиральну якість малини за умов охолодження. У дослідженні використано фізико-хімічні й органолептичні методи досліджень та методологічні принципи збору, накопичення, систематизації, аналізу, узагальнення, синтезу інформації. Ягоди малини збирали у споживчій стадії стиглості у перфоровані пластикові контейнери місткістю 500 г. Обробку ягід проводили шляхом обприскування 0,5 %; 1,0 % та 2,0 % розчином хітозану з подальшим видаленням залишкової вологи. Зберігання проводили протягом дванадцяти діб у холодильній камері за температури 2°С та відносної вологості повітря 95 %. Дослідження проводили визначаючи зміни масової частки аскорбінової кислоти, цукрів протягом зберігання, а також смаку, аромату, кольору, консистенції та зовнішнього вигляду в кінці зберігання. Встановлено, що оброблені ягоди мали менші втрати аскорбінової кислоти ніж в контрольному зразку (на 12,5–32,5 %). Подібна ситуація спостерігалася і з масовою часткою цукрів, вміст яких переважав на 0,9–2,5 % в оброблених зразках малини. За органолептичними показниками кращими визнано зразки з концентрацією розчину 1,0 % та 2,0 %. Не оброблена хітозаном малина швидше втрачала товарний зовнішній вигляд, смак і аромат.

Баль-Прилипка Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

З'ясовано, що попередня обробка ягід розчинами хітозану є перспективним способом сповільнити небажані метаболічні процеси під час зберігання, які проводяться після збору врожаю, що практично дає можливість продовжити споживчі властивості продукту.

Ключові слова: зберігання, попередня обробка, хітозан, аскорбінова кислота, цукри, органолептична оцінка

Актуальність. Малина – високопоживна ягідна культура з коротким терміном зберігання, високим вмістом води та тонкими покривними тканинами, які легко пошкоджуються під дією механічних та мікробіологічних факторів. Ягоди малини продовжують метаболічну активність після збору врожаю, що призводить до поступової втрати якості, зменшення стійкості до фітопатогенного пошкодження та збільшення відсотку втрат під час зберігання. Термін придатності малини короткий – 2–3 дні. Нормою втрат за цей період прийнято вважати – 1,40 % (Облік і фінанси АПК: освітній портал, 2023). Характерними ознаками псування є: зміна кольору на темний, зростання рН, зниження кислотності, виділення ягідного соку, гнильні та грибкові враження. Швидкий перебіг метаболічних процесів завдає значних економічних збитків виробникам і маркетинговим фірмам. Тому, для подовження терміну зберігання варто шукати ефективні технології зберігання швидкопсувної ягідної продукції.

Офіційно Європейська комісія у 2019 році визначила вектор своєї політики в напрямку сталої,

кліматично нейтральної, «здорової» Європи, що передбачає перехід до стійкої харчової системи органічного виробництва (Представництво України при Європейському союзі, 2021). За таких умов використання фунгіцидів для попередження швидкого псування ягід неможливе. Тому у світі розпочався активний пошук альтернативних способів збереження якості свіжих овочів, фруктів і ягід. Як варіант на зміну традиційної парадигми використання синтетичних фунгіцидів розглядають біологічний контроль післязбиральних захворювань. Наприклад: використання дволанцюгової РНК як стратегії біоконтролю або використання під час селекції маркерів мікробіому плоду та його зв'язку з патобіомом (Li et al., 2022); використання дріжджів-антагоністів у боротьбі з гниллю у післязбиральний період (Zhang et al., 2020). Також, як безпечний, екологічний спосіб післязбиральної обробки використовують їстівні покриття виготовлені з біополімерів та їх комбінацій (Das et al., 2023). Хітозан – біополімер, здатний утворювати тонкий шар навколо свіжих продуктів, який діє як

Баль-Прилипка Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

захисний агент, подовжуючи термін зберігання, а також виступає інгібітором метаболічних процесів (Jurić, 2023). Управління з контролю за продуктами й ліками США визнало хітозан харчовою добавкою (Food and Drug Administration, 2021). Це вирішує питання безпеки харчування. Враховуючи рішуче прагнення України бути в складі Європейського союзу, подібний досвід екологізації варто досліджувати і впроваджувати у власні виробництва.

В Українському публічному науковому просторі спостерігається зацікавлення перспективною технологією післязбирального консервування за допомогою хітозанових покриттів (Василишина, 2022). Щоправда наявні дослідження не вирішують проблеми швидкого псування малини у період її зберігання. Це і визначає новизну проведених досліджень – вперше дослідити динаміку змін хімічних показників (аскорбінова кислота, цукри) ягід малини за попередньої обробки хітозаном для подальшого холодильного зберігання; встановити кореляційні зв'язки між концентраціями розчинів хітозану та зміною якісних показників ягід малини; встановити оптимальну концентрацію розчину хітозану для ефективного зберігання ягід малини.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Надзвичайно важливо розробляти доступну, просту та ефективну стратегію подовження

терміну зберігання фруктів, які дуже сприйнятливі до псування з часом, що призводить до значних економічних втрат та утворення і накопичення харчових відходів. Зменшення втрат і відходів свіжих фруктів може допомогти зменшити тиск на системи виробництва цих продуктів, особливо в умовах обмежених природних ресурсів і змін клімату (Liu et al., 2023).

Використання їстівних покриттів стало невід'ємною технологією для захисту плодів від фітопатогенного пошкодження. Широкий спектр досліджень продемонстрував антимікробну активність їстівних покриттів проти *Penicillium aurantiogriseum* (Erceg et al., 2023), *Salmonella enterica* (Choi et al., 2023), *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifer* (Oliveira et al., 2022), *Colletotrichum gloesporioides*, *Colletotrichum brevisporum* (dos Passos Braga et al., 2019), *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp. (Millo et al., 2021). Плівки утворені на поверхні плодів можуть змінювати склад атмосфери, що призводить до створення бар'єру для газообміну, наприклад кисню, вуглекислого газу та етилену, які беруть участь у процесі дихання (Ishkeh et al., 2021).

Існує велика кількість їстівних покриттів, і серед них найбезпечнішим є хітозан. У 2014 році гідрохлорид хітозану був схвалений одним із перших, як речовина для захисту рослин Європейського Союзу (Commission

Баль-Прилипка Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

Implementing Regulation (EU) № 563/2014, 2014), Управління з контролю за продуктами й ліками США визнало хітозан харчовою добавкою (Food and Drug Administration, 2021). У 2022 році хітозан схвалено, як основна речовина для засобів захисту рослин на ринку Європейського Союзу (Commission Implementing Regulation (EU) 2022/456, 2022).

Хітозан (β -(1,4)-2-аміно-2-дезоксид-Д-глюкоза) є природним біополімером, отриманий шляхом деацетилювання хітину, який є другим за важливістю полісахаридом у природі після целюлози та присутній у структурі екзоскелета морських безхребетних, комах, а також грибів, водоростей і дріжджів (Shariatnia, 2022). Хітозан – один із найбільш використовуваних їстівних покриттів завдяки своїй біосумісності, здатності до біорозкладання і біоактивності. Після нанесення на фрукти, овочі і ягоди хітозан створює напівпроникну плівку, яка захищає від розвитку грибкових захворювань та сповільнює обмінні процеси (Li et al., 2021). Це їстівне покриття широко використовується для післязбирального консервування свіжих фруктів і овочів. Наукова література, присвячена їстівним покриттям з використанням хітозану, спрямована на експериментальне підтвердження його функції природнього фунгіциду, що вирішує

проблему чистоти довкілля і безпеки харчування. Наукова спільнота Королівства Таїланд використовувала 2,0 %-й розчин хітозану для створення кисневого бар'єру для плодів банану та підвищення його водостійкості (Wantat et al., 2022). Дослідники з Республіки Індія експериментально підтвердили ($p \leq 0,05$) можливість подовжити термін зберігання манго за допомогою композиційного їстівного покриття на основі хітозану (Kumar et al., 2021). На проблему зберігання ягід звернули увагу Hesami A., Kavoosi S., Khademi R., Sarikhani S. (2021). Результати їх досліджень показали, що покриття з хітозану частково запобігло зниженню маси, твердості, сухої речовини, кислотності та аскорбінової кислоти в ягодах *Ziziphus mauritiana* (Hesami et al., 2021).

Наукової інформації щодо ефективності попередньої обробки ягід малини хітозаном у публічному науковому просторі не достатньо. Оскільки доведено ефективність обробки хітозаном різних плодів, зокрема ягід, з'явилася гіпотеза, що подібні результати можуть бути під час досліджень післязбиральної обробки малини. Тому проведено дослідження для вивчення впливу хітозану на якісні характеристики ягід малини під час холодильного зберігання.

Метою досліджень авторів стало обґрунтувати доцільність

Баль-Прилипко Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

попередньої обробки малини хітозаном та визначення найбільш ефективної його концентрації для збереження якісних показників малини шляхом визначення у ній хімічних та органолептичних показників упродовж зберігання.

Методи. Дослідження проводили протягом 2022 р у лабораторії загальних технологій харчових виробництв факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Об'єктом дослідження були ягоди малини сорту Патриція 2022 року врожаю, предметом – зміни хімічного складу й органолептичних показників малини під час зберігання.

Для випробувань малину збирали у споживчій стадії стиглості. Ягоди обробляли розчинами хітозану трьох концентрацій: 0,5 %; 1,0 %; 2,0 %. За контроль вважали зразки без обробки. Сухі оброблені ягоди та контроль фасували у перфоровані пластикові (PET) контейнери місткістю 500 г з наступним закладанням на зберігання. Зберігання проводили у холодильній камері за температури 20° С з відносною вологістю повітря 90–95 % протягом 12 діб.

Для проведення органолептичних і хімічних досліджень відбирали цілі ягоди, формуючи проби по 200 г з кожного

зразка загальною масою 2 кг кожен (ДСТУ 7179:2010, 2011).

Вміст цукрів визначали фериціанідним методом за ДСТУ 4954 (2009). Принцип методу ґрунтується на відновлювальній здатності редукуючих цукрів. Кількість сахарози визначали, попередньо перетворивши її на інвертний цукор. Вміст цукрів розраховували за сумою масової частки редукуючих цукрів і вмісту сахарози.

Вміст аскорбінової кислоти визначали йодометричним методом за ДСТУ ISO 6557-1 (2017). Суть методу полягає у окисненні аскорбінової кислоти розчином йоду та визначенні надлишку йоду за допомогою натрій тіосульфату.

Органолептичну оцінку проводили відповідно до ДСТУ 7179 (2011). Оцінка відповідності ягід малини стандарту відбувалась за п'яти бальною системою. Відповідно до неї за основні показники якості взято: зовнішній вигляд, колір, смак, аромат, консистенція. Кожен показник має 5 ступенів якості з відповідними співвідношеннями характеристик. Відмінна якість (5 балів): зовнішній вигляд – чисті, свіжі, без дефектів, без мікробіологічних ушкоджень; колір – характерний для зрілої малини, інтенсивний, насичений; смак – характерний для свіжої малини, відсутній сторонній присмак; аромат – відсутній сторонній запах, аромат

Баль-Прилипка Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

властивий свіжій малині, насичений, яскраво-виражений; консистенція – ягоди без дефектів та ушкоджень, цілі. Дуже хороша якість (4 бали): зовнішній вигляд – чисті, свіжі, без дефектів та ушкоджень, до 5 % недозрілих; колір – характерний для зрілої малини, дещо менш інтенсивний; смак – ледь помітний сторонній присмак; аромат – поява ледь помітного стороннього запаху, аромат насичений, виражений; консистенція – ягоди однорідні, цілі, без дефектів та ушкоджень. Хороша якість (3 бали): зовнішній вигляд – чисті, свіжі, без дефектів та ушкоджень, до 7 % недозрілих або перезрілих; колір – інтенсивність знижена через розпад антоціанів; смак – помітний сторонній присмак, з переважанням природного смаку; аромат – помітний сторонній запах, невластивий свіжій малині, з переважанням природного аромату; консистенція – ягоди мають незначні ушкодження. Прийнятна якість, але не бажана (2 бали): зовнішній вигляд – частина ягід дещо прив'ялі, неоднорідні за формою, понад 10 % некондиційних; колір – від натурального переходить до темного; смак – стійкий виражений сторонній присмак, невластивий для свіжої малини; аромат – виражений сторонній запах; консистенція – помітні ушкодження. Неприйнятна якість (1 бал): зовнішній вигляд – прив'ялі, неоднорідні, з дефектами та мікробіологічними ушкодженнями;

колір – тьмянний, темний; смак – неприємний сторонній присмак малини, що псується; аромат – запах гнилі; консистенція – дефекти, ознаки негативних біохімічних процесів.

Для проведення загальнонаукових досліджень використовували методи збору, накопичення, систематизації, аналізу, узагальнення та синтезу даних. Методи збору і накопичення застосовували у тісній єдності, включаючи первинний і вторинний етапи. Первинний етап – спостереження і фіксація фактичних результатів власних досліджень, а вторинний – накопичення і запис наявних матеріалів. Систематизацію використовували для логічного й послідовного викладу опрацьованої як авторської, так і оглядової інформації. Методи аналізу і узагальнення використовували для виокремлення, фіксування важливих даних, які знаходились у масиві наявної інформації, а також в області власних досліджень. Метод синтезу активно застосовували для опису результатів власних спостережень і формування авторських висновків на основі дослідних матеріалів (Данильян, Дзьобань 2019).

Результати. Враховуючи важливе значення органічних кислот та синергізм їх дії в післязбиральній активності, визначено вплив тривалості зберігання та післязбиральної обробки на вміст аскорбінової кислоти в ягодах

Баль-Прилипка Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

малини. Встановлено, що дослідні ягоди загалом накопичили аскорбінової кислоти 25,2 мг/100 г (рис. 1). Протягом дванадцяти діб

зберігання показник зменшився на 36,9–52,4 % і становив 12,0–15,9 мг/100г, що зумовлено окисненням аскорбінової кислоти.

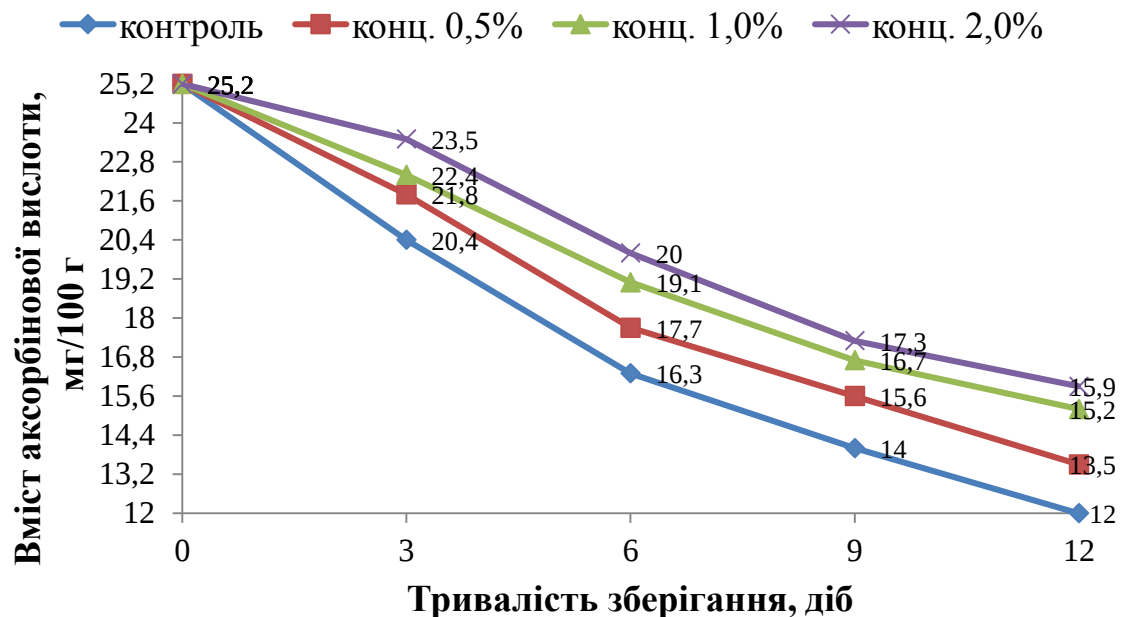


Рис. 1. Динаміка змін вмісту аскорбінової кислоти під час зберігання

Встановлено, що післязбиральна обробка малини хітозаном частково дала можливість зменшити втрати аскорбінової кислоти у процесі зберігання. На дванадцятий день після збору вміст аскорбінової кислоти в оброблених зразках становив 13,5–15,9 мг/100 г, що на 12,5–32,5 % більше ніж у контролі. Варіативність вмісту аскорбінової кислоти у оброблених зразках малини залежала від концентрації розчину хітозану і тривалості зберігання малини. Зі збільшенням концентрації розчину втрата аскорбінової кислоти під час зберігання малини зменшується. На кінець дослідження після обробки ягід розчинами хітозану втрата аскорбінової кислоти

становила: 0,5 %-й розчин – 11,7 мг/100 г (46,4 %); 1,0 %-й розчин – 10,0 мг/100 г (39,7 %), 2,0 %-й розчин – 9,3 мг/100 г (36,9 %). Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена вказує на прямий тісний характер зв'язку ($r=1$) між концентрацією розчину хітозану та вмістом аскорбінової кислоти в малині. Найбільший вміст аскорбінової кислоти виявлено у малині, яка оброблена найбільш концентрованим 2,0 % розчином хітозану – 15,9 мг/100 г, що на 32,5 % більше порівняно з контролем, тобто малиною без післязбиральної обробки. Найменший вміст аскорбінової кислоти був у малині обробленій 0,5 % розчином хітозану –

Баль-Прилипка Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

13,5 мг/100 г, що на 12,5 % більше ніж у контролі. Малина оброблена 1,0 % розчином хітозану мала 15,2 мг/100 г аскорбінової кислоти, що на 26,7 % більше ніж у контролі. Зі збільшенням тривалості зберігання збільшувалися і втрати аскорбінової кислоти в продукті. На третю добу досліду вміст аскорбінової кислоти зменшився на 6,7–19,0 %, на шосту – на 20,6–35,3 %, на дев'яту – на 31,3–44,4 %.

Цукри у ягодах малини представлені глюкозою, фруктозою та сахарозою. Окрім смакових властивостей, яких вони надають ягодам, вони беруть участь в окислювальних процесах, а динаміка їх втрат може свідчити про активність фізіологічних процесів, які відбуваються у ягодах як на материнській рослині, так і після збору. Встановлено, що досліджувана малина мала 9,5 % цукрів (рис. 2).

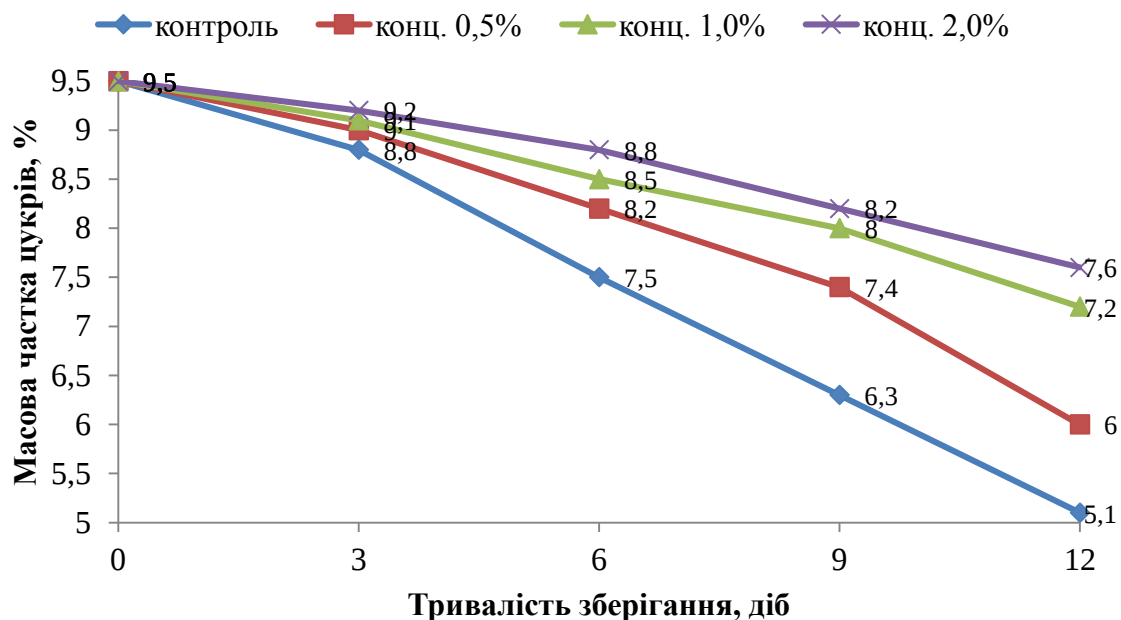


Рис. 2. Динаміка змін масової частки цукрів під час зберігання

Результати досліджень втрат цукрів у ягодах малини за холодильного зберігання протягом дванадцяти діб показали, що показник зменшився на 1,9–4,4 %. Темпи зниження масової частки цукрів у оброблених ягодах були повільнішими ніж у контролі, що свідчить про ефективність післязбиральної обробки малини розчином хітозану. На дванадцятий

день досліду масова частка цукрів в оброблених зразках становив 6,0–7,9 %, що на 0,9–2,5 % більше ніж у контролі. Із збільшенням концентрації хітозану втрата цукрів зменшувалась. На дванадцятий день досліду після обробки ягід розчинами хітозану втрата цукрів становила: 0,5 %-й розчин – 3,5 %; 1,0 %-й розчин – 2,3 %, 2,0 %-й розчин – 1,9 %. Коефіцієнт рангової кореляції

Баль-Прилипка Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

Спірмена вказує на прямий тісний характер зв'язку ($r=1$) між концентрацією розчину хітозану та вмістом цукрів у малині. Найбільший вміст цукрів виявлено у малині, яка оброблена найбільш концентрованим 2,0 % розчином хітозану – 7,6 %, що на 2,5 % більше порівняно з контролем. Найменший вміст цукрів був у обробленій малині 0,5 % розчином хітозану – 6,0 %, що на 0,9 % більше ніж у зразках без післязбиральної обробки. Оброблена малина 1,0 % розчином хітозану мала 7,2 % цукрів, що на 2,1 % більше ніж у контролі. Встановлено прямий вплив тривалості холодильного зберігання на втрати масової частки цукрів. Після трьох діб зберігання вміст цукрів зменшився на 0,3–0,7 %, шести діб – на 0,7–2,0 %, дев'яти діб – на 1,3–3,2 %.

З'ясовано, що попередня обробка ягід малини розчинами хітозану сприяла кращому збереженню кольору, щільності тканин, смаку та аромату. Це пояснюється здатністю хітозану утворювати прозору плівку, яка

перешкоджає швидкій втраті вологи та покращує загальний зовнішній вигляд ягід. За більшістю показників (колір, аромат, консистенція) максимальні бали отримала малина оброблена 2,0 % розчином хітозану (рис. 3). Ці зразки відрізнялися інтенсивним, насиченим, природнім кольором і ароматом, відсутністю сторонніх запахів, чистими, однорідними за розміром ягодами без дефектів і пошкоджень. За смаком і зовнішнім виглядом кращою визнано малину оброблену 1,0 % і 2,0 % розчинами хітозану, хоча за системою бальної оцінки це не максимальний результат (4 бали). Зразки мали незначну кількість незрілих ягід, але вони були чисті та свіжі. За більшістю показників (колір, аромат, консистенція) найгіршу оцінку надали контрольному зразку: колір, консистенція – 2 бали; аромат – 3 бали. Малина була з помітним стороннім запахом, хоча і наближеним до природнього аромату, встановлено потемніння кольору і ознаки ушкоджень ягід.

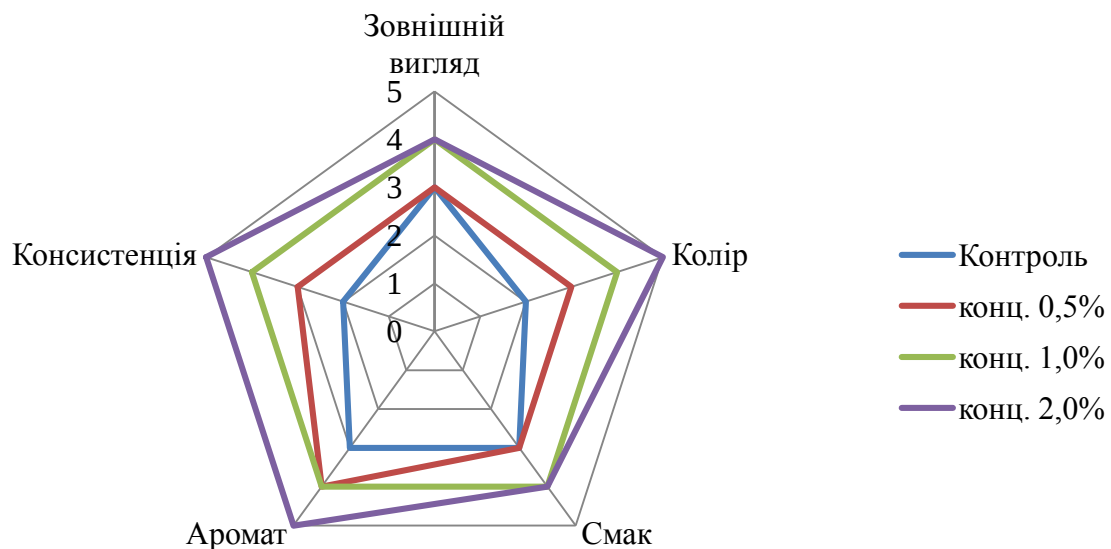


Рис. 3. Органолептична оцінка ягід малини після дванадцяти днів зберігання

За смаком і зовнішнім виглядом подібна контролю була оброблена малина 0,5 % розчином хітозану. Обидва зразки малини оцінено у три бали, що також було найгіршим результатом порівняно з рештою досліджуваної ягоди. Малина була чиста, без дефектів, але спостерігали окремі випадки наявності перезрілих ягід і стійкий сторонній присмак.

Малину оброблену 1,0 % розчином хітозану за всіма показниками якості оцінено у чотири бали. Ягоди були чисті, свіжі, без дефектів та ушкоджень, з ледь помітним стороннім присмаком але з вираженим, насиченим ароматом. Поодинокі траплялися недозріла малина. Колір був природнім але без бажаної інтенсивності.

Екологічна та безпечна післязбиральна обробка малини цікавить багатьох вчених світу.

Зустрічаються наукові роботи, які узгоджуються з дослідженнями авторів, з використанням монокомпозиційних харчових покриттів на основі наночастинок хітозану (Ishkeh et al., 2021). Існує також інтерес науковців до використання хітозану у поєднанні з альтернативними природними речовинами, для підсилення консервувального ефекту, що методологічно відрізняє представлені дослідження але стимулює авторів до продовження подібного наукового пошуку. Nxumalo K. A., Fawole O. A. (2022) науково обґрунтували ефективність післязбиральної обробки малини полікомпозиційним покриттям з хітозану і череди волосистої (*Bidens pilosa*). Vieira T. M., Alves V. D., Moldao Martins M. (2022) з метою продовження терміну зберігання свіжої малини

Баль-Прилипко Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

використовували хітозан у поєднанні з етанольними екстрактами зеленого чаю та розмарину. Існують дослідження, де для збереження споживчої якості манго (Shah, Hashmi, 2020) і черешні (Afonso et al., 2023) використовували покриття з хітозану і алое вера, а для подовження терміну зберігання папай – хітозану й аскорбінової кислоти (Zhou et al., 2022). Дослідники з Тайваню, для досягнення подібних цілей, використовували розчин хітозану з лимонною кислотою і екстрактом помело для плодів лічі (Yang et al., 2023), а з Республіки Індія – хітозанове наноемульсійне покриття з ефірною олією валеріани лікарської для апельсину (*Citrus sinensis*) (Das et al., 2023).

Досліджуючи післязбиральну обробку малини хітозаном, як правило ефективність способу визначали такими параметрами, як: втрата маси (Nxumalo, Fawole, 2022; Vieira et al., 2021), зниження антиоксидантної активності (Vieira et al., 2021; Ishkeh et al., 2021), частота загнивання, соковитість (Nxumalo, Fawole, 2022), твердість (Vieira et al., 2021), кількість фенольних сполук, ферментативна активність (Ishkeh et al., 2021), на відміну від представлених досліджень, де контролювали вміст аскорбінової кислоти, цукрів та оцінювали зовнішній вигляд, колір, смак, аромат і консистенцію малини. Проте знайдено дослідження, що

узгоджуються з дослідженням авторів за контролем вмісту аскорбінової кислоти. Результати опублікованих досліджень переважно узгоджуються із представленими у статті і підтверджують сповільнення розпаду аскорбінової кислоти після обробки хітозановими розчинами таких свіжих фруктів і ягід як: манго (Shah, Hashmi, 2020), слива (Mahmoudi et al., 2022), апельсин (Alshallash et al., 2022), полуниця (Ali et al., 2022). Parvin N., Rahman A. et al. (2023). Подібно дослідженням авторів, визначали вміст аскорбінової кислоти і цукру в оброблених хітозаном манго. Але якщо результати за вмістом аскорбінової кислоти подібні і підтверджують сповільнення її розпаду після обробки хітозаном, то за вмістом цукру висновки різняться. Вміст цукру в манго зменшувався зі збільшенням концентрації хітозану, тоді коли у представлених дослідженнях найбільший вміст цукру був малині обробленій розчином хітозану з найвищою концентрацією. З огляду на те, що наявні дослідження з післязбиральної обробки малини не показують результати по тих показниках, які цікавили авторів, і навпаки, показники, до яких проявили інтерес автори, досліджено, але на прикладі інших фруктів і ягід, представлені результати досліджень зберігають новизну й актуальність.

Висновки і перспективи.

Встановлено, що хітозанове покриття

Баль-Прилипка Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

має позитивний вплив на збереженість якісних показників ягід малини. Зафіксовано, що зі збільшенням тривалості зберігання збільшувалися і втрати аскорбінової кислоти в продукті, що, правда, післязбиральна обробка малини сповільнює цей процес і оброблені ягоди мали менші на 12,5–32,5 % втрати аскорбінової кислоти ніж в контрольному зразку. Подібна ситуація спостерігалася і з масовою часткою цукрів. Після трьох діб зберігання вміст цукрів зменшився на 0,3–0,7 %, шести діб – на 0,7–2,0 %, дев'яти діб – на 1,3–3,2 %. Але на кінець дослідження їх вміст в обробленій хітозаном малині переважав у 1,1–1,3 рази порівняно з контролем. За

органолептичними показниками ягоди малини без оброблення у процесі зберігання швидше втрачали споживчий зовнішній вигляд, консистенцію, природній аромат. З'ясовано, що попередня обробка ягід розчинами хітозану є перспективним способом сповільнити небажані метаболічні процеси, які проводяться після збору врожаю, а концентрація розчину хітозану 2,0 % може бути рекомендована для промислового використання.

Перспективою подальших досліджень є визначення впливу хітозану на антиоксидантну і ферментативну активність ягід малини під час зберігання.

Список використаних джерел

1. Василишина О. В. Ферментативна активність плодів вишні за обробки розчином хітозану. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2022. Вип. 12. Т. 2. С. 169–176.
2. Данильян О. Г., Дзьобань О. П. Методологія наукових досліджень: підручник. Харків: «Право», 2019. 386 с.
3. ДСТУ 7179:2010. Малина свіжа. Технічні умови. З поправкою. [Чинний від 01.07.2011]. К.: Держспоживстандарт, 2011.
4. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. [Чинний від 01.01.2009]. К.: Держспоживстандарт, 2009.
5. ДСТУ ISO 6557-1:2015. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Визначення вмісту аскорбінової кислоти. Частина 1. Контрольний метод. [Чинний від 01.07.2017]. К.: Держспоживстандарт, 2017.
6. Облік і фінанси АПК: освітній портал. Норми природних втрат. Норми природного убутку продовольчих товарів при зберіганні і видаванні в коморах підприємств громадського харчування.

2023. Ягоди: малина, суниця і полуниця. URL: <https://magazine.faaaf.org.ua/normi-prirodnih-vtrat-472.html>

7. Представництво України при Європейському союзі. Європейський Зелений Курс. 15.04.2021 р. URL: <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spivrobitnictvo/klimat-yeuropejska-zelena-ugoda>

8. Ali L. M., Ahmed A. E. R. A. E. R., Hasan H. E. S., Suliman A. E. R. E., Saleh S. S. Quality characteristics of strawberry fruit following a combined treatment of laser sterilization and guava leaf-based chitosan nanoparticle coating. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 2022. Vol. 9. Iss. 1. URL: <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-022-00343-x>

9. Alshallash K. S., Sharaf M., Abdel-Aziz H. F., Arif M., Hamdy A., Khalifa S. M., Hassan M. F., Abou ghazala M. M., Bondok A., Ibrahim M. T. S., Alharbi K. Elkelish A. Postharvest physiology and biochemistry of Valencia orange after coatings with chitosan nanoparticles as edible for green mold

- protection under room storage conditions. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.1034535/full>
10. Afonso S., Oliveira I., Ribeiro C., Vilela A., Meyer A., S., Gonçalves B. Innovative edible coatings for postharvest storage of sweet cherries. *Scientia Horticulturae*. 2023. Vol. 310. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423822008470>
 11. Choi I., Lee B. Y., Kim S., Imm S., Chang Y., Han J. Comparison of chitosan and gelatin-based films and application to antimicrobial coatings enriched with grapefruit seed extract for cherry tomato preservation. *Food Science and Biotechnology*. 2023. P. 1–32.
 12. Commission Implementing Regulation (EU) № 563/2014. Official Journal of the European Union. 2014. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2014/563/oj
 13. Commission Implementing Regulation (EU) № 456/2022. Official Journal of the European Union. 2014. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2022/456
 14. Das S., Chaudhari A. K., Singh V. K., Dwivedy A. K., Dubey N. K. Chitosan based encapsulation of *Valeriana officinalis* essential oil as edible coating for inhibition of fungi and aflatoxin B₁ contamination, nutritional quality improvement, and shelf life extension of *Citrus sinensis* fruits. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. Vol. 233. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813023004580>
 15. Dos Passos Braga S., Lundgren G. A., Macedo S. A., Tavares J. F., dos Santos Vieira W. A., Câmara M. P. S., de Souza E. L. Application of coatings formed by chitosan and *Mentha* essential oils to control anthracnose caused by *Colletotrichum gloesporioides* and *C. brevisporum* in papaya (*Carica papaya* L.) fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. Vol. 139. P. 631–639.
 16. Erceg T., Šovljanski O., Stupar A., Ugarković J., Aćimović M., Pezo L., Tomić A., Todosijević M. A comprehensive approach to chitosan-gelatine edible coating with β -cyclodextrin/lemongrass essential oil inclusion complex – Characterization and food application. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. Vol. 228. P. 400–410.
 17. Food and Drug Administration. Generally Recognized as Safe. Discussion of the Available Safety Information on Chitosan. 2021. № 997. P. 73–75.
 18. Hesami A., Kavoosi S., Khademi R., Sarikhani S. Effect of Chitosan Coating and Storage Temperature on Shelf-Life and Fruit Quality of *Ziziphus Mauritiana*. *International Journal of Fruit Science*. 2021. Vol. 21. Iss. 1. P. 509–518.
 19. Jurić S., Bureš M. S., Vlahoviček-Kahlina K., Stracenski K. S., Fruk G., Jalšenjak N., Bandić L. M. Chitosan-based layer-by-layer edible coatings application for the preservation of mandarin fruit bioactive compounds and organic acids. 2023. Vol. 17. P. 1–10.
 20. Ishkeh S. R., Shirzad H., Asghari M., Alirezalu A., Pateiro M., Lorenzo J. M. Effect of chitosan nanoemulsion on enhancing the phytochemical contents, health-promoting components, and shelf life of raspberry (*Rubus sanctus* Schreber). *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11. Iss. 5. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/5/2224>
 21. Kumar N., Petkoska A. T., AL-Hilifi S. A., Fawole O. A. Effect of chitosan–pullulan composite edible coating functionalized with pomegranate peel extract on the shelf life of mango (*Mangifera indica*). *Coatings*. 2021. Vol. 11. Iss. 7. P. 4–20.
 22. Liu W., Kang S., Zhang Q., Chen S., Yang Q., Yan B. Self-assembly fabrication of chitosan-tannic acid/MXene composite film with excellent antibacterial and antioxidant properties for fruit preservation. *Food Chemistry*. 2023. Vol. 410. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814623000213>
 23. Li Y., Rokayya S., Jia F., Nie X. Shelf-life, quality, safety evaluations of blueberry fruits coated with chitosan nanomaterial films. *Scientific Reports*. 2021. № 11 (1). P. 1–10.
 24. Mahmoudi R., Razavi F., Rabiei V., Palou L., Gohari G. Postharvest chitosan-arginine nanoparticles application ameliorates chilling injury in plum fruit during cold storage by enhancing ROS scavenging system activity. *BMC Plant Biology*. 2022. Vol. 22. Iss. 1. URL:

Баль-Прилипко Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

<https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/article/s/10.1186/s12870-022-03952-8>

25. Millo B. D., Martínez-Blay V., Pérez-Gago M. B., Argente-Sanchis M., Grimal A., Baraldi E., Palou L. Antifungal hydroxypropyl methylcellulose (Hpmc)-lipid composite edible coatings and modified atmosphere packaging (map) to reduce postharvest decay and improve storability of 'mollar de elche' pomegranates. *Coatings*. 2021. Vol. 11. Iss. 3. P. 1–20. URL: <https://www.mdpi.com/2079-6412/11/3/308>

26. Nxumalo K. A., Fawole O. A. Storage life extension of raspberry using chitosan composite coating functionalized with *Bidens pilosa* extract. *Acta Horticulturae*. 2022. Vol. 1349. P. 509–516.

27. Oliveira Filho J. G. D., Albiero B. R., Calisto Í. H., Bertolo M. R. V., Oldoni F. C. A., Egea M. B., Bogusz J. S., de Azeredo H. M. C., Ferreira M. D. Bio-nanocomposite edible coatings based on arrowroot starch/cellulose nanocrystals/carnauba wax nanoemulsion containing essential oils to preserve quality and improve shelf life of strawberry. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2022. Vol. 219. P. 812–823.

28. Parvin N., Rahman A., Roy J., Rashid M. H., Paul N. C., Mahamud M. A., Imran S., Sakil M. A., Uddin F. M. J., Molla M. E., Khan M. A., Kabir M. H. Chitosan Coating Improves Postharvest Shelf-Life of Mango (*Mangifera indica* L.). *Horticulturae*. 2023. Vol. 9. Iss. 1. URL: <https://www.mdpi.com/2311-7524/9/1/64>

29. Shah S. H., Majid S. Chitosan-aloe vera gel coating delays postharvest decay of mango fruit. *Horticulture Environment and Biotechnology*. 2020. Vol. 61. Iss. 2. P. 279–289.

30. Shariatnia Z. Functionalized chitosan in drug delivery. *Tailor-Made Polysaccharides in Drug Delivery*. 2022. P. 257–289.

31. Vieira T. M., Alves V. D., Moldão Martins M. Application of an Eco-Friendly Antifungal Active Package to Extend the Shelf Life of Fresh Red Raspberry (*Rubus idaeus* L. cv. 'Kweli'). *Foods*. 2022. Vol. 11. Iss. 12. URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/12/1805>

32. Wantat A., Seraypheap K., Rojsitthisak P. Effect of chitosan coatings supplemented with chitosan-montmorillonite

nanocomposites on postharvest quality of «Hom Thong» banana fruit. *Food Chemistry*. 2022. Vol. 374. P. 1–15.

33. Yang C., Lee F., Cheng Y. J., Chu Y. Y., Chen C. N., Kuan Y. C. Chitosan coating formulated with citric acid and pomelo extract retards pericarp browning and fungal decay to extend shelf life of cold-stored lychee. *Scientia Horticulturae*. 2023. Vol. 310. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423822008445>

34. Zhang X., Li B., Zhang Z., Chen Y., Tian S. Antagonistic Yeasts: A Promising Alternative to Chemical Fungicides for Controlling Postharvest Decay of Fruit. *Journal of Fungi*. 2020. № 6 (3). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PM7558569/>

35. Zhou Y., Hu L., Chen Y., Liao L., Li R., Wang H., Mo Y., Lin L., Liu K. The combined effect of ascorbic acid and chitosan coating on postharvest quality and cell wall metabolism of papaya fruits. *LWT*. 2022. Vol. 171. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643822010696>

References

1. Accounting and finance of agriculture: an educational portal. (2023). Norms of natural losses. Norms of natural loss of food products during storage and distribution in storerooms of public catering enterprises. Berries: raspberries, strawberries and strawberries. Retrieved from <https://magazine.faaf.org.ua/normi-prirodnih-vtrat-472.html>

2. Ali L. M., Ahmed A. E. R. A. E. R., Hasan H. E. S., Suliman A. E. R. E., Saleh S. S. (2022). Quality characteristics of strawberry fruit following a combined treatment of laser sterilization and guava leaf-based chitosan nanoparticle coating. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9 (1), article number 80. Retrieved from <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-022-00343-x>. doi 10.1186/s40538-022-00343-x

3. Alshallash K. S., Sharaf M., Abdel-Aziz H. F., Arif M., Hamdy A., Khalifa S. M., Hassan M. F., Abou ghazala M. M., Bondok A., Ibrahim M. T. S., Alharbi K. Elkelish A. (2022). Postharvest physiology and biochemistry of Valencia orange after coatings

Баль-Прилипка Л. В., Муштрук М. М., Омелян А. М.

with chitosan nanoparticles as edible for green mold protection under room storage conditions. *Frontiers in Plant Science*, 13, article number 1034535. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.1034535/full>. doi 10.3389/fpls.2022.1034535

4. Afonso S., Oliveira I., Ribeiro C., Vilela A., Meyer A., S., Gonçalves B. (2023). Innovative edible coatings for postharvest storage of sweet cherries. *Scientia Horticulturae*, 310, article number 111738. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423822008470>. doi 10.1016/j.scienta.2022.111738

5. Danylian O. H., Dzoban O. P. (2019). Methodology of scientific research. *Textbook, Kharkiv: «Pravo»*, 368.

6. DSTU 7179:2010 “Fresh Raspberry. Technical conditions”. (2011). Kyiv: State Standard of Ukraine.

7. DSTU 4954:2008 “Fruits and Vegetables Products. Methods for determination of sugars”. (2009). Kyiv: State Standard of Ukraine.

8. DSTU 7803:2015 “Fruits, vegetables and derived products — Determination of ascorbic acid – Part 1: Reference method”. (2017). Kyiv: State Standard of Ukraine.

9. Choi I., Lee B. Y., Kim S., Imm S., Chang Y., Han J. (2023). Comparison of chitosan and gelatin-based films and application to antimicrobial coatings enriched with grapefruit seed extract for cherry tomato preservation. *Food Science and Biotechnology*, 1–32. doi: 10.1007/s10068-023-01254-9

10. Commission Implementing Regulation (EU) № 563/2014. (2014). *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2014/563/oj

11. Commission Implementing Regulation (EU) № 456/2022. (2022). *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2022/456

12. Das S., Chaudhari A. K., Singh V. K., Dwivedy A. K., Dubey N. K. (2023). Chitosan based encapsulation of Valeriana officinalis essential oil as edible coating for inhibition of fungi and aflatoxin B₁ contamination,

nutritional quality improvement, and shelf life extension of Citrus sinensis fruits. *International Journal of Biological Macromolecules*, 233, article number 123565. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813023004580>. doi 10.1016/j.ijbiomac.2023.123565

13. Dos Passos Braga S., Lundgren G. A., Macedo S. A., Tavares J. F., dos Santos Vieira W. A., Câmara M. P. S., de Souza E. L. (2019). Application of coatings formed by chitosan and Mentha essential oils to control anthracnose caused by *Colletotrichum gloesporioides* and *C. brevisporum* in papaya (*Carica papaya* L.) fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139, 631–639. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.08.010

14. Erceg T., Šovljanski O., Stupar A., Ugarković J., Aćimović M., Pezo L., Tomić A., Todosijević M. (2023). A comprehensive approach to chitosan-gelatine edible coating with β -cyclodextrin/lemongrass essential oil inclusion complex – Characterization and food application. *International Journal of Biological Macromolecules*, 228, 400–410.

15. Food and Drug Administration. (2021). Generally Recognized as Safe. Discussion of the Available Safety Information on Chitosan, 997, 73–75.

16. Hesami A., Kavoosi S., Khademi R., Sarikhani S. (2021). Effect of Chitosan Coating and Storage Temperature on Shelf-Life and Fruit Quality of Ziziphus Mauritiana. *International Journal of Fruit Science*, 21 (1), 509–518. doi 10.1080/15538362.2021.1906825

17. Jurić S., Bureš M. S., Vlahoviček-Kahlina K., Stracenski K. S., Fruk G., Jalšenjak N., Bandić L. M. (2023). Chitosan-based layer-by-layer edible coatings application for the preservation of mandarin fruit bioactive compounds and organic acids. *Food Chemistry*, 17, 1–10.

18. Ishkeh S. R., Shirzad H., Asghari M., Alirezalu A., Pateiro M., Lorenzo J. M. (2021). Effect of chitosan nanoemulsion on enhancing the phytochemical contents, health-promoting components, and shelf life of raspberry (*Rubus sanctus* Schreber). *Applied Sciences*, 11 (5), article number 2224. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/5/2224>. doi 10.3390/app11052224.

19. Kumar N., Petkoska A. T., AL-Hilifi S. A., Fawole O. A. (2021). Effect of chitosan–pullulan composite edible coating functionalized with pomegranate peel extract on the shelf life of mango (*Mangifera indica*). *Coatings*, 11 (7), 4–20. doi 10.3390/coatings11070764
20. Liu W., Kang S., Zhang Q., Chen S., Yang Q., Yan B. (2023). Self-assembly fabrication of chitosan-tannic acid/MXene composite film with excellent antibacterial and antioxidant properties for fruit preservation. *Food Chemistry*, 410, article number 135405. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814623000213>. doi 10.1016/j.foodchem.2023.135405
21. Li Y., Rokayya S., Jia F., Nie X. (2021). Shelf-life, quality, safety evaluations of blueberry fruits coated with chitosan nano-material films. *Scientific Reports*, 11 (1), 1–10.
22. Mahmoudi R., Razavi F., Rabiei V., Palou L., Gohari G. (2022). Postharvest chitosan-arginine nanoparticles application ameliorates chilling injury in plum fruit during cold storage by enhancing ROS scavenging system activity. *BMC Plant Biology*, 22 (1), article number 555. Retrieved from <https://bmcplantbiol.biomedcentral.com/article/s/10.1186/s12870-022-03952-8>. doi 10.1186/s12870-022-03952-8
23. Millo B. D., Martínez-Blay V., Pérez-Gago M. B., Argente-Sanchis M., Grimal A., Baraldi E., Palou L. (2021). Antifungal hydroxypropyl methylcellulose (Hpmc)-lipid composite edible coatings and modified atmosphere packaging (map) to reduce postharvest decay and improve storability of ‘mollar de elche’ pomegranates. *Coatings*, 11 (3), article number 308. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2079-6412/11/3/308>. doi: 10.3390/coatings11030308
24. Mission of Ukraine to the European Union. European Green Deal. Retrieved from <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spivrobotnictvo/klimat-yevropejska-zelena-ugoda>
25. Nxumalo K. A., Fawole O. A. (2022). Storage life extension of raspberry using chitosan composite coating functionalized with *Bidens pilosa* extract. *Acta Horticulturae*, 1349, 509–516. doi 10.17660/ActaHortic.2022.1349.68
26. Oliveira Filho J. G. D., Albiero B. R., Calisto Í. H., Bertolo M. R. V., Oldoni F. C. A., Egea M. B., Bogusz J. S., de Azeredo H. M. C., Ferreira M. D. (2022). Bio-nanocomposite edible coatings based on arrowroot starch/cellulose nanocrystals/carnauba wax nanoemulsion containing essential oils to preserve quality and improve shelf life of strawberry. *International Journal of Biological Macromolecules*, 219, 812–823. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.08.049
27. Parvin N., Rahman A., Roy J., Rashid M. H., Paul N. C., Mahamud M. A., Imran S., Sakil M. A., Uddin F. M. J., Molla M. E., Khan M. A., Kabir M. H. (2023). Chitosan Coating Improves Postharvest Shelf-Life of Mango (*Mangifera indica* L.). *Horticulturae*, 9 (1), article number 64. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2311-7524/9/1/64>. doi 10.3390/horticulturae9010064.
28. Shah S. H., Majid S. (2020). Chitosan–aloe vera gel coating delays postharvest decay of mango fruit. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 61 (2), 279–289. doi 10.1007/s13580-019-00224-7
29. Shariatnia Z. (2022). Functionalized chitosan in drug delivery. *Tailor-Made Polysaccharides in Drug Delivery*, 257–289. doi 10.1016/B978-0-12-821286-8.00001-X.
30. Vasylyshyna O. V. (22). Optimization of storage fruit foods with preparing processing by hytosan solution. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 12 (2), 169–176.
31. Vieira T. M., Alves V. D., Moldão Martins M. (2022). Application of an Eco-Friendly Antifungal Active Package to Extend the Shelf Life of Fresh Red Raspberry (*Rubus idaeus* L. cv. ‘Kweli’). *Foods*, 11 (12), article number 1805. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/12/1805>. doi 10.3390/foods11121805
32. Wantat A., Seraypheap K., Rojsitthisak P. (2022). Effect of chitosan coatings supplemented with chitosan-montmorillonite nanocomposites on postharvest quality of «Hom Thong» banana fruit. *Food Chemistry*, 374, article number 131731. doi 10.1016/j.foodchem.2021.131731

33. Yang C., Lee F., Cheng Y. J., Chu Y. Y., Chen C. N., Kuan Y. C. (2023). Chitosan coating formulated with citric acid and pomelo extract retards pericarp browning and fungal decay to extend shelf life of cold-stored lychee. *Scientia Horticulturae*, 310, article number 111735. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423822008445>. doi 10.1016/j.scienta.2022.111735

34. Zhang X., Li B., Zhang Z., Chen Y., Tian S. (2020). Antagonistic Yeasts: A Promising Alternative to Chemical Fungicides

for Controlling Postharvest Decay of Fruit. *Journal of Fungi*, 6 (3). Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7558569/>

35. Zhou Y., Hu L., Chen Y., Liao L., Li R., Wang H., Mo Y., Lin L., Liu K. (2022). The combined effect of ascorbic acid and chitosan coating on postharvest quality and cell wall metabolism of papaya fruits. *LWT*, 171, article number 114134. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643822010696>. doi 10.1016/j.lwt.2022.114134

INFLUENCE OF CHITOSAN ON THE QUALITY OF RASPBERRIES DURING REFRIGERATED STORAGE

L. V. Bal-Prylypko, M. M. Mushtruk, A. M. Omelian

Abstract. Raspberries is a perishable berry with a high capacity for mechanical and microbiological damage, therefore, after harvesting, it is necessary to use appropriate technologies to preserve its quality and extend the shelf life. The aim of the research is influence of different concentrations of chitosan solutions on the quality and shelf life of raspberry berries under cooling conditions. Physico-chemical and organoleptic methods of research and methodological principles of collection, accumulation, systematization, analysis, generalization, and synthesis of information were used in the research. Raspberry berries were collected in the consumer stage of ripeness in perforated plastic containers with a capacity of 500 g. Processing of berries was carried out by spraying 0.5 %; 1.0 % and 2.0 % chitosan solution followed by removal of residual moisture. Storage was carried out for twelve days in a refrigerating chamber at a temperature of 2° C and a relative humidity of 95 %. The research was carried out by determining changes in the mass fraction of ascorbic acid, sugars during storage, as well as taste, aroma, color, consistency and appearance at the end of storage. It was established that the treated berries had 1.5–3.9 times less loss of ascorbic acid than in the control sample. A similar situation was observed with the mass fraction of sugars, the content of which prevailed by 0.9–2.5 % in processed raspberry samples. According to organoleptic indicators, samples with a solution concentration of 1.0 % and 2.0 % were recognized as the best. Raspberries not treated with chitosan quickly lost their marketable appearance, taste and aroma. It was found that pre-treatment of berries with chitosan solutions is a promising way to slow down undesirable metabolic processes during storage, which are carried out after harvesting, which practically makes it possible to extend the consumer properties of the product.

Keywords: storage, preliminary processing, chitosan, ascorbic acid, sugars, organoleptic evaluation