



original article | UDC 664.8.032 : 634.23 | doi: 10.31210/visnyk2020.01.07

## THE INFLUENCE OF POLYSACCHARIDE COMPOSITION TREATMENT ON CHERRY FRUITS ANTIOXIDANT ENZYMES UNDER STORAGE

O. V. Vasylyshyna

ORCID  [0000-0002-1066-4009](https://orcid.org/0000-0002-1066-4009)

Uman National University of Horticulture, 1, Instytutska str., Uman, 20301, Ukraine  
E-mail: [elenamila@i.ua](mailto:elenamila@i.ua),

*The effect of treatment with a solution of chitosan with salicylic acid on changing respiration rate and activity of antioxidant enzymes of cherry fruits during storage has been shown in the article. The researches were carried out during the years 2016–2019 with the fruit of Alfa and Pamiat Artemenka cherry varieties grown at L.P. Symyrenka Pomology Research Station of the Institute of Horticulture of the NAAS. Trees were planted in 2005 according to the 5 x 3 m pattern and row spacing was weed-free fallow land. For conducting research, 15 trees of each variety were sprayed with 100 mg/l of salicylic acid a day before harvesting; 1 % solution of chitosan with salicylic acid (100 mg/l) and then cherries were dried for 24 hours. They were picked from trees in four different places of the crown in the consumer stage of ripeness of each variety and type of treatment, placed in boxes №5 weighing 5kg for storage at a temperature of  $1 \pm 0.5^\circ\text{C}$  and a relative humidity of  $95 \pm 1\%$ . Untreated cherries were taken for control. The experiment was repeated three times. According to the research results, the respiration rate of Pamiat Artemenka and Alpha cherry fruit varieties decreased from 12 to 11 ml of  $\text{CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$  during 15 days of storage. Pre-treatment of cherry fruits with salicylic acid solution enabled to reduce respiration rate by 9–15.4 %. When treated with a solution of salicylic acid with chitosan, it decreased by 27–38 %. By the end of storage, the respiration rate had fallen to 1–3 ml of  $\text{CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ . Catalase enzyme content in the control variant decreased by 1.8–2 times. When treating cherry fruits of Pamiat Artemenka and Alpha varieties with salicylic acid solution, catalase losses were reduced by 46–50 %. The combination of salicylic acid with chitosan contributed to berries' lower losses – by 30.8–35.7 %. During refrigerated storage, ascorbate peroxidase activity increased significantly in all variants of the experiment as compared with 11–25 % in the control. Cherry fruit pretreatment increased its activity by 33–37.5 % for cherry fruits treated with salicylic acid solution and by 44–50 % for fruits treated with salicylic acid and chitosan solution. Thus, cherry fruit pre-treatment resulted in reducing the respiration rate by 27–38 % and also preventing the oxidative stress of the fruits, which is evidenced by 30.8–35.7% higher catalase activity and ascorbate peroxidase activity – by 44–50 %, as compared with untreated cherry fruits.*

**Key words:** cherry fruits, enzymes, respiration rate, catalase.

## ВПЛИВ ОБРОБКИ ПОЛІСАХАРИДНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ НА АНТИОКСИДАНТНІ ФЕРМЕНТИ ПЛІДІВ ВИШНІ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

O. B. Василюшина,

Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

*У статті показано вплив обробки розчином хітозану з саліциловою кислотою на зміну інтенсивності дихання та активності антиоксидантних ферментів плодів вишні протягом зберігання. Дослідження проводили протягом 2016–2019 років з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренко ІС НААН. Дереву 2005 року садіння за схемою 5 x 3 м., міжряддя перебували під чорним паром. Для проведення досліджень 15 дерев ко-*

жнього сорту за день до збирання врожаю обприскували розчином 100 мг/л саліцилової кислоти; 1 % розчином хітозану з саліциловою кислотою (100 мг/л), висушували протягом 24 год. Знімали з дерев та чотирьох різних місць крони у споживчій стадії стиглості, кожного сорту та виду обробки, закладали в ящики №5 вагою 5 кг на зберігання за температури  $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$  та відносній вологості повітря  $95 \pm 1$  %. Як контроль брали необроблені плоди вишні. Повторність досліду трикратна. Як показали результати досліджень, інтенсивність дихання плодів вишні сортів Пам'ять Артеменка та Альфа протягом 15 днів зберігання знизилась з 12 до 11 мл  $\text{CO}_2/\text{кг} \cdot \text{год}$ . Попередня обробка плодів вишні розчином саліцилової кислоти дала змогу зменшити інтенсивність дихання на 9–15,4 %. За умови обробки їх розчином саліцилової кислоти з хітозаном вона зменшилась на 27–38 %. До кінця зберігання інтенсивність дихання спала на 1–3 мл  $\text{CO}_2/\text{кг} \cdot \text{год}$ . Вміст ферменту каталази в контролі знизився в 1,8–2 рази. За умови обробки плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка і Альфа розчином саліцилової кислоти втрати каталази зменшились на 46–50 %. Поєднання саліцилової кислоти з хітозаном, сприяло ще меншим її втратам – 30,8–35,7 %. Протягом холодильного зберігання активність аскорбатпероксидази значно збільшилась у всіх варіантах досліду на 11–25 % в контролі. Попередня обробка плодів вишні підвищила активність на 33–37,5 % для плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти та на 44–50 % для плодів, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою. Отже, попередня обробка плодів вишні дала змогу знизити інтенсивність дихання на 27–38 %, а також запобігти окислювальному стресу плодів, про що свідчить вища активність каталази 30,8–35,7 % та аскорбатпероксидази – 44–50 %, порівняно з необробленими плодами вишні.

**Ключові слова:** плоди вишні, ферменти, інтенсивність дихання, каталаза.

## **ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЛИСАХАРИДНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ НА АНТИОКСИДАНТНЫЕ ФЕРМЕНТЫ ПЛОДОВ ВИШНИ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ**

**Е. В. Василюшина,**

Уманский национальный университет садоводства, г. Умань, Украина

В статье показано влияние обработки раствором хитозана с саліциловою кислотою на изменение интенсивности дыхания и активности ферментов при хранении плодов вишні. Исследования проводились в течение 2016–2019 годов с плодами вишні сортов Альфа и Память Артеменко, выращенных на исследовательской станции pomологии имени Л. П. Симиренко ИС НААН. Деревья 2005 посадки по схеме 5 x 3 м. Междурядья находятся под черным паром. Для проведения исследований 15 деревьев каждого сорта за день до сбора урожая опрыскивали раствором 100 мг/л саліциловою кислоты, 1 % раствором хитозана с саліциловою кислотою (100 мг/л), высушивали в течение 24 часов. Снимали с деревьев и с четырех различных мест кроны в потребительской стадии зрелости, каждого сорта и вида обработки, закладывали в ящики № 5 весом 5 кг на хранение при температуре  $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $95 \pm 1$  %. Как контроль брали необработанные плоды вишні. Повторность опыта трехкратная. Как показали результаты исследований, интенсивность дыхания плодов вишні сортов Память Артеменко и Альфа в течение 15 дней хранения снизилась с 12 до 11 мл  $\text{CO}_2/\text{кг} \cdot \text{ч}$ . Предварительная обработка плодов вишні раствором саліциловою кислоты позволила уменьшить интенсивность дыхания на 9–15,4 %. При обработке их раствором саліциловою кислоты с хитозаном она уменьшилась на 27–38%. К концу хранения интенсивность дыхания снизилась на 1–3 мл  $\text{CO}_2/\text{кг} \cdot \text{ч}$ . Содержание фермента каталазы в контроле уменьшилось в 1,8–2 раза. При обработке плодов вишні сортов Память Артеменко и Альфа раствором саліциловою кислоты каталазная активность снизилась на 46–50 %. Сочетание саліциловою кислоты с хитозаном, способствовало еще меньшим потерям – 30,8–35,7 %. В течение холодильного хранения активность аскорбатпероксидазы значительно увеличилась во всех вариантах опыта на 11–25 % в контроле. Предварительная обработка плодов вишні повысила активность на 33–37,5 % для плодов вишні, обработанных раствором саліциловою кислоты и на 44–50 % для плодов, обработанных раствором хитозана с саліциловою кислотой. Таким образом, обработка плодов вишні позволила снизить интенсивность дыхания на 27–38 %. Что в свою очередь предотвратило окислительный стресс плодов, о чем свидетельствует высокая активность каталазы 30,8–35,7 % и аскорбатпероксидазы на 44–50 %.

**Ключевые слова:** плоды вишні, ферменты, интенсивность дыхания, каталаза.

### Вступ

Плоди вишні користуються попитом у населення завдяки своїм високим споживчим властивостям та є джерелом антиоксидантів, включаючи поліфеноли, вітаміни, антоціани, каротиноїди [1, 2]. Однак вони швидко псується та мають короткий термін зберігання через механічні пошкодження, захворювання, що обмежує їхнє зберігання після збирання. На сьогодні існують такі методи зберігання, як модифіковане й регульоване газове середовище, які не дають змоги повністю зберегти споживчі якості плодів.

Новим та перспективним методом для подовження терміну їх зберігання є їстівні покриття на основі гідроколоїдів, включаючи білки, полісахариди, карагенан, альгінат, пектини, крохмаль; ліпіди, ацилгліцерин, воски та композити. Їстівні покриття діють як фізичний бар'єр на поверхні плодів, що знижує проникність для кисню, диоксиду вуглецю, вологи та призводить до зниження частоти дихання, транспірації і сповільнення процесу дозрівання. Найбільшого поширення та застосування набули харчові покриття на основі полісахаридів такі як хітозан, альгінат, крохмаль та ін. [2, 3].

Хітозан – високомолекулярний полісахарид, отриманий шляхом дезацетилювання хітину, та є побічним продуктом індустрії морепродуктів. На поверхні плодів хітозан утворює покриття, що подовжує термін зберігання, знижує швидкість дихання, зберігає щільність і регулює ріст мікрофлори плодів. Тому покриття на основі хітозану вважаються кращими харчовим і біологічно безпечним для плодів через відсутність токсичності і їх біорозчинності.

Покриття на основі хітозану використовують до і після збору врожаю в поєднанні з холодильним зберіганням воно ефективно для подовження терміну зберігання черешні, сливи, персика. Крім того, хітозанове покриття затримує старіння плоду, яке пов'язане з ферментативними і неферментативними антиоксидантними системами. До неферментативної антиоксидантної системи плодів, зокрема вишні та черешні, входять феноли та антиоксиданти. Антиоксидантні ферменти, такі як каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза, є основними для поглинання кисню та попередження окислення клітин [3]. За даними [1] була визначена активність ферменту супероксиддисмутази в черешні на рівні 7,176 од/л і каталази 4,333 од/л з високими антиоксидантними властивостями.

Фермент каталаза є антиоксидантним ферментом, який каталізує розкладання перекису водню на воду і кисень, знижуючи шкідливі впливи, спричинені вільними радикалами. Фермент супероксиддисмутаза відіграє важливу роль у захисті клітин від захворювань раку [1].

Попередня обробка плодів перед зберіганням впливає на ферментативну активність. Обробка розчином хітозану персика призводить до зміни поліфенолоксидази, яка спочатку зберігання збільшується, а далі зменшується. Пероксидаза – антиоксидантний фермент, який каталітично розкладає перекис водню в біосинтезі лігніну. Пероксидазна активність у плодів, оброблених хітозаном, вища ніж у контролі [4].

Окислювальний стрес у рослинних клітинах включає накопичення вільних радикалів, активних форм кисню (АФК), таких як супероксидний радикал. АФК генеруються в рослинних клітинах внаслідок метаболізму в реакціях каталізованих оксидазою і ліпоксигеназою. В результаті β-окислення жирних кислот вони постійно видаляються ферментативними і неферментативними системами. Отже, вміст АФК у клітинах рослин залежить від їх продукуючих систем і механізму видалення. До неферментативних з'єднань входять відновлені форми аскорбату, токоферолів, фенолів, алкалоїдів; до ферментативних механізмів: супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза, аскорбатпероксидаза. Не зважаючи на наявність цих систем, окислювальне пошкодження трапляється в рослинних клітинах через неефективну утилізацію АФК, що відбувається у стресових умовах і пов'язано зі старінням та проходить під час зберігання.

Саліцилова кислота і її похідні (ацетилсаліцилова й метилсаліцилова) є рослинними гормонами, що відіграють важливу роль в фізіологічних процесах, зокрема і стійкості до стресу. Тому післязбиральна обробка саліцилатами попереджає псування, підвищує стійкість до хвороб, покращує зовнішній вигляд і харчову цінність [5, 6]. Зокрема, використовується для обробки абрикос, гранату, черешні, ківі. Попередня обробка саліциловою кислотою персика призвела до зниження вільних радикалів супероксиддисмутази і активності ліпоксигенази і підвищення активності антиоксидантних ферментів: каталази, аскорбатпероксидази протягом зберігання порівняно з контрольними плодами [7, 8].

Оброблені саліциловою кислотою персики 1,5 мМ протягом 15 діб до збору врожаю, які зберігали при 1 °С протягом 28 днів, мали вищу активність ферментів каталази, аскорбатпероксидази, супероксиддисмутази [9].

Попередня обробка хітозаном з саліциловою кислотою плодів черешні знижує втрати маси і дихання, обмежує збільшення малонового діальдегіда, запобігає втраті сухих розчинних речовин та аскорбінової кислоти. Інтенсивність дихання знижується в результаті обмеженого газообміну між плодами і навколишнім середовищем.

Низька концентрація малонового діальдегіда може бути пов'язана з синергетичним ефектом хітозана з саліциловою кислотою. Хітозан посилює активність каталази в черешні. Окислювальний стрес та накопичення кисню і пероксиду водню і захист від нього залежить від наявності антиоксидантних ферментів супероксиддисмутази, каталази, аскорбатпероксидази, що запобігають його появі [10, 11, 12].

Однак на сьогодні відсутні відомості про вплив розчину хітозану з саліциловою кислотою на зміну інтенсивності дихання та ферментативної антиоксидантної активності плодів вишні.

Метою досліджень було визначити вплив обробки хітозану з саліциловою кислотою на ферментативну активність плодів вишні протягом зберігання.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2016–2019 років з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН. Дереву 2005 року садіння за схемою 5 x 3 м, міжряддя перебувають під чорним паром. Для проведення досліджень 15 дерев кожного сорту за день до збирання врожаю обприскували розчином 100 мг/л саліцилової кислоти; 1 % розчином хітозану з саліциловою кислотою (100 мг/л), висушували протягом 24 год. Знімали з дерев та чотирьох різних місць крони у споживчій стадії стиглості, кожного сорту та виду обробки, закладали в ящики №5 вагою 5 кг на зберігання за температури  $1 \pm 0,5$  °С та відносної вологості повітря  $95 \pm 1$  %. Як контроль брали необроблені плоди вишні. Повторність досліду трикратна.

Підготовку та відбір зразків для аналізу здійснювали згідно з ДСТУ ISO 874-2002 [13, 14].

Протягом зберігання визначали інтенсивність дихання плодів вишні [15] та активність ферменту каталази та аскорбатпероксидази [16]. Критерієм закінчення зберігання плодів служили втрати маси не більше 6 % [15]. Повторність досліду трикратна. Математичну обробку даних проводили на персональному комп'ютері за В. Ф. Мойсейченко (1992) та програмою «Excel 2000» [17].

### Результати досліджень та їх обговорення

Як показали результати досліджень (рис. 1), інтенсивність дихання плодів вишні протягом 15 днів зберігання знизилась з 12 до 11 мл CO<sub>2</sub>/кг\*год.

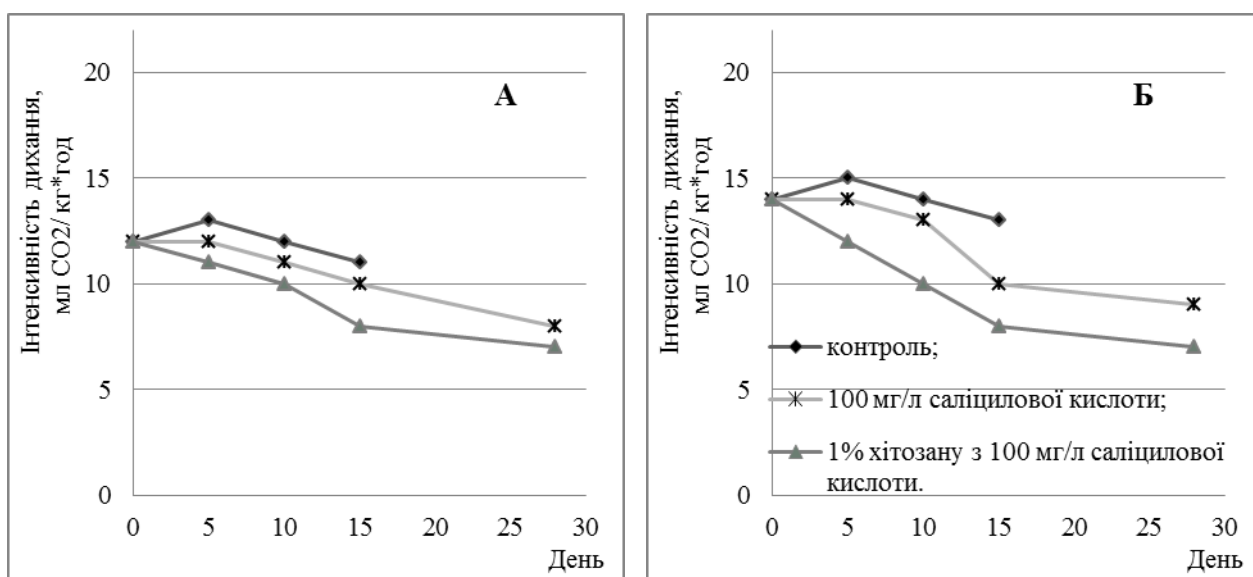


Рис. 1 Зміна інтенсивності дихання у плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка (А) та Альфа (В), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням ( $HP_{05} = 1,6$ )

Попередня обробка плодів вишні розчином саліцилової кислоти з хітозаном сприяла подовженню терміну зберігання до 30 діб. Інтенсивність дихання плодів за умови обробки розчином саліцилової

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

кислоти на 15 добу зберігання для плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка та Альфа знизилася на 9–15,4 % порівняно з контролем. Обробка плодів вишні розчином саліцилової кислоти з хітозаном дала змогу знизити інтенсивність дихання на 27–38 %.

До кінця зберігання інтенсивність дихання зменшилась несуттєво – на 1–3 мл  $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{год}$ .

Інтенсивність дихання плодів вишні протягом зберігання змінювалася разом з активністю ферментів, які запобігають окислювальному стресу, зокрема каталази (рис. 2, 3).

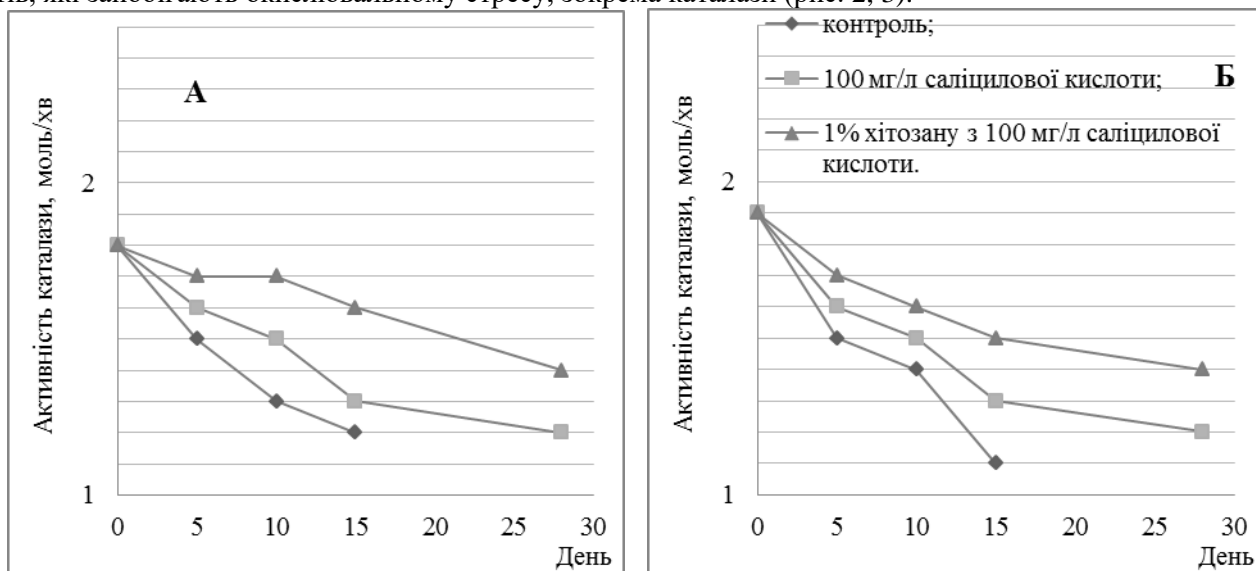


Рис. 2 Зміна ферменту каталази у плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка (А) та Альфа (В), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням ( $\text{HIP}_{05} = 0,2$ )

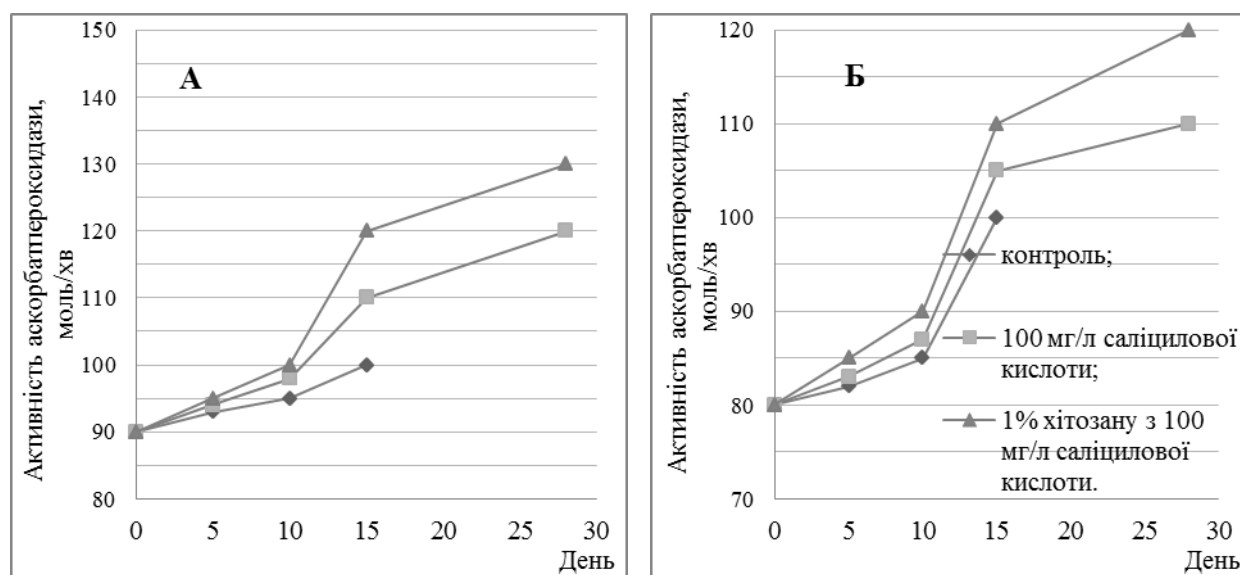


Рис. 3 Зміна ферменту аскорбатпероксидази у плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка (А) та Альфа (В), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням ( $\text{HIP}_{05} = 1,6$ )

Вміст ферменту каталази у плодах протягом зберігання значно знизився в усіх варіантах досліду. В контрольному варіанті він знизився в 1,8–2 рази. Обробка плодів вишні розчином хітозану з саліциловою кислотою сприяла підвищенню каталазної активності, яка відіграє важливу роль у стійкості клітин до окислення та видалення з клітин перекису водню, що попереджає процес старіння під час зберігання плодів [18, 19].

У плодах вишні сорту Пам'ять Артеменка і Альфа, оброблених розчином саліцилової кислоти, втрати каталази були менші на 46–50 %. Поєднання саліцилової кислоти з хітозаном сприяло меншим втратам вмісту каталази на 30,8–35,7 %.

Аскорбатпероксидаза разом з каталазою бере участь у детоксикації перекису водню. Протягом холодильного зберігання активність аскорбатпероксидази значно збільшилась у всіх варіантах досліду на 11–25 % в контролі (рис. 3).

Попередня обробка плодів вишні підвищила активність аскорбатпероксидази на 33–37,5 % для плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, та на 44–50 % для плодів, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою. Збільшення активності аскорбатпероксидази протягом зберігання кісточкових плодів, зокрема черешні, оброблених розчином хітозану, пов'язано з попередженням окислення та збереженням вмісту аскорбінової кислоти в оброблених плодах протягом зберігання про що також повідомляє Petriccione et al. (2015) [20].

### Висновки

Отже, обробка розчином хітозану з саліциловою кислотою дала змогу знизити інтенсивність дихання на 27–38 %, а також запобігти окислювальному стресу плодів, про що свідчить вища активність каталази 30,8–35,7 % та аскорбатпероксидази – 44–50 % порівняно з необробленими плодами вишні. Тому для подовження терміну зберігання, сповільнення інтенсивності дихання і збереження ферментативної активності плоди вишні необхідно обробляти розчином хітозану із саліциловою кислотою.

### References

1. Gür, T., Karahan, F., Demir, H., & Demir, K. (2019). A study of the activity of certain antioxidant enzymes in cherry fruits. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 16 (4), 725–729.
2. Li, L., Sun, J., Gao, H., Shen, Y., Li, H., Yi, P., He, X., Ling, D., Sheng, J., Li, J., Liu, G., & Zheng, F. (2017). Effects of Polysaccharide-Based Edible Coatings on Quality and Antioxidant Enzyme System of Strawberry during Cold Storage. *International Journal of Polymer Science*, 2017, 1–8. doi: 10.1155/2017/9746174.
3. Pasquariello, M. S., Di Patre, D., Mastrobuoni, F., Zampella, L., Scortichini, M., & Petriccione, M. (2015). Influence of postharvest chitosan treatment on enzymatic browning and antioxidant enzyme activity in sweet cherry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 109, 45–56. doi: 10.1016/j.postharvbio.2015.06.007.
4. Liu, Y., Du, X. L., Li, X. Y., & Li, J. L. (2019). Effects of *Cryptococcus laurentii* and chitosan on postharvest decay and storage quality in stored peaches. *African Journal of Food Science and Technology*, 10 (2), 29–37. doi: 10.14303/ajfst.2019.006.
5. Saracoglu, O., Ozturk, B., Yildiz, K., & Kucuker, E. (2017). Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits. *Scientia Horticulturae*, 226, 19–23. doi: 10.1016/j.scienta.2017.08.024.
6. Habibi, F., Ramezani, A., Guillén, F., Serrano, M., & Valero, D. (2019). Blood oranges maintain bioactive compounds and nutritional quality by postharvest treatments with  $\gamma$ -aminobutyric acid, methyl jasmonate or methyl salicylate during cold storage. *Journal of Food and Agriculture*, 15 (306), 125634. doi: 10.1002/jsfa.9920.
7. Martínez-Esplá, A., Serrano, M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Castillo, S., & Pedro, J. (2017). Zapata enhancement of antioxidant systems and storability of two plum cultivars by preharvest treatments with salicylates. *International Journal of Molecular Sciences*, 18 (9), 1911. doi: 10.3390/ijms18091911.
8. Giacalone, G., & Chiabrando, V. (2013). Modified atmosphere packaging of sweet cherries with biodegradable films. *International Food Research Journal*, 20 (3), 1263–1268.
9. Razavi, F., Hajilou, J., & Aghdam, M. S. (2018). Salicylic acid treatment of peach trees maintains nutritional quality of fruits during cold storage. *Advances in Horticultural Science*, 32 (1), 33–40.
10. Youzuo, Z., Meiling, Z., & Huqing, Y. (2015). Postharvest chitosan-g-salicylic acid application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. *Food Chemistry*, 174, 558–563.
11. Xiang, H., Sun-Waterhouse, D., & Ruan, Z. (2019). Business fermentation-enabled wellness foods. *A Fresh Perspective Published*. doi: 10.1016/j.fshw.2019.08.003.
12. Tijero, V., Teribia, N., & Munné-Bosch, S. (2018). Hormonal profiling reveals a hormonal cross-talk during fruit decay in sweet cherries. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38 (2), 431–437. doi: 10.1007/s00344-018-9852-5.

- 
13. Dzheneeva, S. Ju., & Ivanchenko, V. I. (Eds.). (1998). *Metodicheskie rekomendacii po hraneniju plodov, ovoshhej i vinograda. Organizacija i provedenija issledovanij*. Jalta: Institut vinograda i vina «Magarach» [In Russian].
14. DSTU ISO 874-2002. *Frukty ta ovochi svizhi. Vidbyrannia prob*. Chynnyi vid 2003-10-01 [In Ukrainian].
15. Najchenko, V. M. (2001). *Praktikum z tehnologii zberigannja i pererobki plodiv ta ovochiv z osnovami tovaroznavstva: navchal'nij*. Kyiv: FADA LTD [In Ukrainian].
16. Pochinok, H. N. (1976). *Metody biohimicheskogo analiza rastenij*. Kiev: Naukova dumka [In Russian].
17. Mojsejchenko, V. F. (1992). *Osnovy naukovykh doslidzhen u plodivnytstvi, ovochivnytstvi, vynohradarstvi ta tekhnologii zberihannia plodoovochevoi produktsii*. Kyiv: NMK VO, [In Ukrainian].
18. Zheng, X., Tian, S., Meng, X., & Li, B. (2007). Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. *Food Chemistry*, 104 (1), 156–162. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.11.015.
19. Vasylyshyna, O. (2019). Optimization of storage fruit foods with preparing processing by hytosan solution. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 103 (3), 80–87. doi: 10.31521/2313-092x/2019-3(103)-10.
20. Petriccione, M., De Sanctis, F., Pasquariello, M. S., Mastrobuoni, F., Rega, P., Scortichini, M., & Mencarelli, F. (2014). The Effect of Chitosan Coating on the Quality and Nutraceutical Traits of Sweet Cherry During Postharvest Life. *Food and Bioprocess Technology*, 8 (2), 394–408. doi: 10.1007/s11947-014-1411-x.

Стаття надійшла до редакції 10.02.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Василишина О. В. Вплив обробки полісахаридними композиціями на антиоксидантні ферменти плодів вишні під час зберігання. *Вісник ПДАА*. 2020. № 1. С. 67–73.

© Василишина Олена Володимирівна, 2020