ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ДОРОБКА, ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

УДК 664.8.032 : 634.23

<https://doi.org/10.31548/agr2019.03.049>

ВПЛИВ ОБРОБКИ РОЗЧИНОМ САЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ НА ВМІСТ ФЕРМЕНТІВ В ПЛОДАХ ВИШНІ ПРОТЯГОМ ЗБЕРІГАННЯ

О. В. ВАСИЛИШИНА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів
Уманський національний університет садівництва
E-mail: elenamila@i.ua

Анотація. *Плоди вишні відіграють важливу роль у харчуванні людини, але вони мають короткий термін споживання, зумовлений сезонністю виробництва. Тому актуальною стає проблема подовження їхнього періоду споживання. Метою досліджень було встановлення впливу попередньої обробки розчином саліцилової кислоти на зміну інтенсивності дихання та активності каталази плодів вишні протягом зберігання. Для цього плоди вишні сортів Шпанка та Лотівка 2017–2018 року врожаю за день до збирання обприскували водним розчином 50 мг/л чи 100 мг/л саліцилової кислоти, висушували природним шляхом. Через 24 години плоди знімали та укладали в ящики № 5 по 5 кг у кожний. За контроль було прийнято необроблені плоди вишні. Зберігали плоди в холодильній камері кафедри технології зберігання й переробки плодів та овочів за температури $5 \pm 0,5$ °C та відносної вологості повітря 95 ± 1 %.*

Встановлено, що інтенсивність дихання плодів вишні змінювалась і залежала від особливостей сорту та способу обробки. Найнижчою на кінець зберігання вона залишалася для плодів вишні, оброблених 100 мг/л саліциловою кислотою – на 33–46 %. Водночас активність ферменту каталази змінювалась протягом зберігання та була вища в плодах вишні сортів Шпанка та Лотівка, оброблених 100 мг/л розчином саліцилової кислоти на 21 та 32 %.

Ключові слова: *плоди вишні, інтенсивність дихання, ферменти, саліцилова кислота*

Актуальність.

Завдяки збалансованому хімічному складу плоди вишні відіграють важливу роль у харчуванні людини. Але вони мають короткий термін споживання, зумовлений сезонністю виробництва. Тому актуальною стає проблема подовження їхнього періоду споживання, для вирішення якої на сьогодні ведеться пошук нових технологій зберігання плодів.

Однією з таких технологій заданими О. П. Прісс, D.Valero, T. V. Ramana Rao, M.S. Pasquariello (Прісс О.П., Загорко Н.П., 2016; Valero D., Díaz-Mula H.M., Zapata P.J., Castillo S., Guillén F., Martínez-Romero D., Serrano M., 2011; Ramana Rao T. V., Baraiya N. S., Vyas P. B., Patel D.M., 2016; Pasquariello M.S., Patre D.D., Mastruboni F., Zampella L., Scortichini M., Petriccione M., 2015) є обробка різними речовинами, в тому числі саліциловою кислотою. Вже на перших етапах зберігання зі зниженням температури зберігання в плодах відбувається сповільнення метаболізму, зниження інтенсивності дихання, виділення етилену, скорочуються втрати маси, що дозволяє подовжити термін зберігання продукції. Однак для багатьох видів плодово-овочевої продукції зниження температури є небезпечним, оскільки викликає окисне пошкодження (Прісс О.П., Загорко Н.П., 2016).

Збільшення тривалості зберігання плодів призводить до зниження вмісту ферментів у персика, сливи, вишні (Zeraatgar H., Davarynejad G. H., Moradinezhad F., Abedi B., 2018; Martinez-Romero D., Alburquerque N., Valverde J.M., Guillen F., Castillo S., Valero D., Serrano, 2006). Ферменти впливають на окисне пошкодження

мембрани, яка є результатом старіння плодів (Mittler R., 2002). Ферменти, в тому числі аскорбатпероксидаза, беруть участь у перенесенні пероксиду водню (Прісс О.П., Загорко Н.П., 2016). Каталаза є одним із важливих ферментів, що захищає клітину від окислювальних пошкоджень шляхом зниження проходження окислювальних процесів (Zeraatgar H., Davarynejad G. H., Moradinezhad F., Abedi B., 2018). Обробка плодів перед зберіганням хітозаном, саліциловою кислотою знижує окислювальний стрес, як наслідок покращується плодоношення плодів та знижується старіння після зберігання.

Саліцилова кислота та її похідні відіграють важливу роль у протіканні фізіологічних процесів. Післязбиральна обробка саліцилатами знижує інтенсивність дихання, покращує зовнішній вигляд та консистенцію плодів. Водночас підвищується активність антиоксидантних ферментів: каталази, пероксидази, порівняно зі свіжими плодами (Valero D., Díaz-Mula H.M., Zapata P.J., Castillo S., Guillén F., Martínez-Romero D., Serrano M., 2011; Martínez-Esplá A., Serrano M., Valero D., Martínez-Romero D., Castillo S., Zapata P.J., 2017).

Обробка плодів саліциловою кислотою затримує досягання і старіння після збору врожаю та подовжує термін зберігання кісточкових, зокрема сливи. Так, у сливі, обробленій саліциловою кислотою, порівняно з необробленими плодами, концентрація фенолів була вищою, а, відповідно, й вищою антиоксидантна активність плодів. (Martínez-Esplá A., Serrano M., Valero D., Martínez-Romero D., Castillo S., Zapata P.J., 2017).

Обробка саліциловою кислотою знижує виробництво етилену, інтенсивність дихання, впливає на ак-

тивність ферментів: індукує амілазу, пероксидазу (Xu X., Tian S., 2008; Valverde J.M., Giménez M. J., Guillén F., Valero D., 2015).

Метою досліджень було встановлення впливу попередньої обробки розчином саліцилової кислоти на зміну інтенсивності дихання та ферментативну активність плодів вишні. Для вирішення поставленої мети було поставлено наступні завдання: встановити вплив попередньої обробки розчином саліцилової кислоти на зміну інтенсивності дихання плодів вишні протягом зберігання; визначити ферментативну активність каталази у плодах вишні.

Методи і матеріали дослідження.

Дослідження проводили на кафедрі технології зберігання і переробки плодів та овочів. Плоди вишні сортів Шпанка та Лотівка 2017 – 2018 рр. врожаю (10 дерев кожного сорту) за день до збирання обприскували водним розчином 50 мг/л або 100 мг/л саліцилової кислоти. Висушували природним шляхом. Через 24 години плоди знімали з дерев, типові за забарвленням та формою та укладали в ящики № 5 по 5 кг у кожний (Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда, 1998). За контроль було прийнято необроблені плоди вишні.

Зберігали плоди в холодильній камері кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів за температури $5 \pm 0,5$ °C та відносної вологості повітря 95 ± 1 %. Підготовку та відбір зразків для аналізу здійснювали за ДСТУ ISO 874-2002 (Фрукты та овочі свіжі. Відбирання проб ДСТУ ISO 874-2002).

Протягом зберігання визначали інтенсивність дихання плодів вишні (Найченко, В. М., 2001) та активність ферменту каталази (Починок Х.Н., 1976). Критерієм закінчення зберігання плодів служили втрати маси не більше 6 % (Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда, 1998). Повторність дослідів трьохразова. Математичну обробку даних проводили на персональному комп'ютері за В. Ф. Мойсейченко (1992) та програмою „Excel 2000” (Мойсейченко В.Ф., 1992).

Результати дослідження та їх обговорення.

За результатами досліджень інтенсивність дихання плодів вишні залежала від сорту та виду обробки (рис. 1А). Обприскування плодів вишні розчином саліцилової кислоти дозволило подовжити тривалість зберігання плодів до 21 доби. Інтенсивність дихання на початку зберігання для плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка складала 18 та 13 мл $\text{CO}_2/\text{кг}^*\text{год}$.

Протягом п'яти діб зберігання плодів вишні в контрольному варіанті інтенсивність дихання підвищилась на 6 та 8 %, тоді як у дослідних зразках у цей період інтенсивність дихання для плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка, оброблених 50 та 100 мг/л розчином саліцилової кислоти, порівняно з контрольним була нижчою відповідно на 60-11 % та 8-15 %.

На десяту добу зберігання інтенсивність дихання у контрольному варіанті була на рівні початкового значення у дослідних варіантах та не зазнала істотних змін. На п'ятнадцяту добу зберігання в контрольному варіанті вона знизилась на 6 та 8 %.

У дослідних зразках на двадцять першу добу відбулось подаль-

Рис. 1. Зміна інтенсивності дихання ($HR_{05} = 0,2$) та активності каталази ($HR_{05} = 0,2$) в плодах вишні сортів Лотівка (А) та Шпанка (В), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням

ше зниження інтенсивності дихання для плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка, оброблених 50 та 100 мг/л розчином саліцилової кислоти, на 28-33 % та 38-46 % порівняно з початковим періодом.

Оскільки в процесі дихання беруть участь цукри, кислоти та інші компоненти, а ферменти є біологічними каталізаторами, які беруть участь в диханні, нами було визначено їхній уміст протягом зберігання. Як показали результати досліджень (рис. 1Б) активність каталази в плодах вишні залежала від особливостей сорту та способу обробки. У плодах вишні сортів Шпанка та Лотівка складав відповідно 1,5 та 1 моль/хв.

Протягом зберігання активність каталази змінювалась, у контролі вона підвищилась на десяту добу зберігання, порівняно з початковим вмістом на 23 та 33 %. Для сорту Шпанка та Лотівка в дослідних варіантах, оброблених 50 та 100 мг/л розчином саліцилової кислоти, порівняно з контрольним, вона підвищилась відповідно на 40-43 % та 52-63 %.

На п'ятнадцяту добу зберігання у контролі для плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка активність каталази підвищилась на 9 та 11 %. У всіх дослідних варіантах на кінець зберігання її вміст дещо знизився, але залишався вищим порівняно з контролем на 14-21 % та 24-32 %. Водночас найвищим він залишався для плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка, оброблених 100 мг/л саліциловою кислотою на 21 та 32 %.

Отже, обробка саліциловою кислотою призвела до підвищення активності фермента каталази порівняно з контрольним варіантом, що також підтверджують результати досліджень О. П. Прісс, Н. Zeraatgar, A. Martínez-Esplá, X. Xu (Прісс О.П., Загорко Н.П., 2016; Zeraatgar, H., Davarynejad, G. H., Moradinezhad, F., Abedi, B., 2018; Martínez-Esplá, A., Serrano, M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Cañillo, S., Zapata, P.J., 2017; Xu, X., Tian, S., 2008) про те, що зростання активності ферментів пов'язане із сповільненням окислювальних процесів та кількістю компонентів хімічного складу, які беруть участь у диханні.

Висновки і перспективи.

Отже, інтенсивність дихання та активність каталази змінювалась та залежала від особливостей сорту та способу обробки. Найнижчою на кінець зберігання вона залишалась для плодів вишні, оброблених 100 мг/л саліциловою кислотою – на 33-46 %. Водночас активність ферменту каталази змінювалась протягом зберігання та була вищою у плодах вишні сортів Шпанка та Лотівка, оброблених 100 мг/л розчином саліцилової кислоти, на 21 та 32 %.

Обприскування плодів вишні перед зберіганням розчином саліцилової кислоти може бути використане як один з ефективних способів обробки плодів вишні перед зберіганням, оскільки дозволяє сповільнити інтенсивність дихання та активізувати активність ферменту каталази.

References

1. Priss, O.P., Zagorko, N.P. (2016). Vpliv teplovoi obrobki biologichno aktivnimi rechovinami na funkcionuvannja sistemi niz'komolekuljarnih antioksidantiv pid chas zberigannja plodiv percju. [The influence of heat treatment of biologically active substances on the functioning of the system of low molecular weight antioxidants during storage of pepper fruits]. Visnik NTU "HPI", №12, 169–175. doi:10.20998/2413-4295.2016.12.25.
2. Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Serrano, M. (2011). Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. Journal of agricultural and food chemistry, 59 (10), 5483–5489. doi: 10.1021/jf200873j.
3. Ramana Rao, T. V., Baraiya, N. S., Vyas, P. B., Patel, D.M. (2016). Composite coating of alginate-olive oil enriched with antioxidants enhances postharvest quality and shelf life of Ber fruit (Ziziphus mauritiana Lamk. Var. Gola). Journal of Food Science and Technology, 53(1), 748–756. doi: 10.1007/s13197-015-2045-3.
4. Pasquariello, M.S., Patre, D.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. org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.007.
5. Zeraatgar, H., Davarynejad, G. H., Moradinezhad, F., Abedi, B. (2018). Effect of salicylic acid and calcium nitrate spraying on qualitative properties and storability of fresh jujube fruit (Ziziphus jujube Mill.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, 46(1), 138–147. doi:10.15835/nbha46110743.
6. Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J.M., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by aloe vera treatment: a new edible coating. Postharvest biology and technology, 39(1), 93–100.
7. Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends plant science, 7, 405–410. doi: 10.1007/s13197-015-2045-3.
8. Martínez-Esplá, A., Serrano, M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Zapata, P.J. (2017). 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.
9. Xu, X., Tian, S. (2008). Salicylic acid alleviated pathogen-induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. Postharvest biology and technology, 49, 379–385. doi:10.1016/j.postharvbio.2008.02.003.

10. Valverde, J.M., Giménez, M. J., Guillén, F., Valero, D. (2015). Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees increase antioxidant systems in fruit at harvest and during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 109. doi: 10.1016/j.postharvbio.2015.06.011.
11. Dzheneeva, S. Yu., Yvanchenko, V. Y. (1998). *Metodycheskye rekomendatsyy po khranenyu plodov, ovoshchei y vynohrada. Orhanyatsiya y provedeniya yssledovaniy. [Methodical recommendations on the storage of fruits, vegetables and grapes. Organization and conducting of research]*. Yalta: Ynstytut vynohrada y vyna «Maharach», 152.
12. Frukty ta ovochi svizhi. Vidbirannya prob DSTU ISO 874-2002. [Fresh fruits and vegetables. DSTU ISO 874-2002 Sampling]. [Chinnij vid 2003.10.01].
13. Najchenko, V. M. (2001). *Praktikum z tehnologii zberigannya i pererobki plodiv ta ovochiv z osnovami tovaroznavstva: navchal'nij posibnik. [Workshop on the technology of storage and processing of fruits and vegetables with the basics of commodity science: a textbook]*. Kii: FADA LTD, 211.
14. Pochinok H.N. (1976). *Metody biohimicheskogo analiza rasteniy. [Methods of biochemical analysis of plants]*. Kiev: Naukova dumka, 334.
15. Mojsejchenko, V.F. (1992). *Osnovi naukovih doslidzen' u plodivnictvi, ovochivnictvi, vinogradarstvi ta tehnologii zberigannya plodoovochevoi produkcii. [Fundamentals of scientific research in horticulture and storage technology for fruits and vegetables]*. Kii: NMK VO, 362.

O. V. Vasylyshyna (2019). INFLUENCE OF SALICYLIC ACID SOLUTION ON THE CONTENT OF ENZYMES CONTENT IN SOUR CHERRIES FRUIT DURING STORAGE. PLANT AND SOIL SCIENCE, 10(3): 49–54. <https://doi.org/10.31548/agr2019.03.049>

Abstract: *Fruits of cherries play an important role in human nutrition, but they have a short term of consumption due to seasonal production. Therefore, the problem of extending their consumption period becomes relevant. The aim of the research was to determine the effect of pre-treatment with salicylic acid solution on the change in the intensity of respiration and cavity activity of cherry fruit. For research purposes, the crops of the Shpanka and Lyotovka 2017-2018 crops were harvested with an aqueous solution of 50 mg/l or 100 mg/l of salicylic acid per day before harvesting. Dried by natural way. After 24 hours, the fruits were taken from trees and put into boxes № 5 for 5 kg each. For control, raw fruits of cherries were taken. The fruits were stored in the refrigerating chamber of the technology of storage and processing of fruits and vegetables at a temperature of 5 ± 0.5 °C and a relative humidity of $95 \pm 1\%$.*

It was found that the intensity of respiration was varied and depended on the characteristics of the variety and the method of treatment. At the end of storage, it remained the lowest for cherry fruit, treated with 100 mg/l salicylic acid solution – by 33–46%. At the same time, the activity of the catalase enzyme changed during storage and was higher in the cherry fruits of the varieties Shpanka and Lotovka, treated with 100 mg/l salicylic acid solution, by 21 and 32%.

Keywords: *cherry fruit, respiration rate, enzymes, salicylic acid*