

УДК 664.8.032 : 634.23

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.1.27>

ВПЛИВ СПОСОБУ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ВИШНІ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ

Василишина О.В. – д.с.-г.н.,
професор кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0002-1066-4009

Іванова І.Є. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри рослинництва та садівництва
імені проф. В. В. Калитки,
Таврійський державний агротехнологічний університет
orcid.org/0000-0003-2711-2021

У статті показано вплив способу зберігання на інтенсивність дихання плодів вишні. Плоди кісточкових в тому числі вишні швидко псуються тому важливим є повноцінне забезпечення в харчовому ланцюзі ними населення на шляху проходження від виробника до споживача. На сьогодні ведеться пошук способів їх тривалого зберігання. Важливим при цьому є фактори впливу фізичних показників, способу попередньої обробки перед зберіганням та температури зберігання на якість плодів яка обумовлена диханням що і визначає метаболітичні процеси.

Метою статті було дослідження впливу способів зберігання та розміру плодів на інтенсивність дихання. Для цього плоди вишні попередньо обробляли перед зберіганням хітозаном (1%, 2%) та хітозаном (2%) із додаванням берберину (10%). За контроль приймали необроблені плоди. Зберігали плоди вишні за температури 4° і 20° С.

Встановлено, що плоди вишні мають вагу 4,6...4,9 г, вага кісточка складає 0,31...0,34 г. Площа поверхні плоду найбільша у плодах вишні за розміром 16–20 мм – 329,7 мм², а плоди розміром 10–16 мм мають меншу площу – 268,47мм².

На інтенсивність дихання плодів вишні впливає спосіб попередньої обробки перед зберіганням та температурою зберігання. Інтенсивність дихання плодів на початок зберігання за температури 20°С становить 31...30 млСО₂/кг·год, а за температури 4°С вона майже в 2 рази нижча 13...14 мл СО₂/кг·год. Через сім днів зберігання інтенсивність дихання, порівняно із іншими варіантами досліджу, нижча в 1,5 рази для плодів вишні розміром 16–20 мм і становить 19 і 8 мл СО₂/кг·год.

До кінця зберігання плоди вишні розміром 16–20 мм попередньо оброблені хітозаном із додаванням берберину мають нижчу інтенсивність дихання в 1,3 і 1,7 рази, порівняно із плодами попередньо обробленими хітозаном.

Отже, нижча інтенсивність дихання у плодів вишні за температури зберігання 4°С розміром 16–20 мм попередньо оброблених хітозаном із додаванням берберину.

Вплив температури на інтенсивність дихання плодів описано математичною моделлю Арреніуса. Отримані результати досліджень є важливими під час зберігання та транспортування плодів вишні та дають повну уяву у ланцюзі забезпечення харчування населення плодами вишні.

Ключові слова: плоди вишні, вага, хітозан, зберігання, інтенсивність дихання.

Vasylyshyna O.V., Ivanova I.Ie. The effect of sour cherry storage methods on respiration intensity

The article shows the effect of storage methods on the respiration rate of sour cherries. Stone fruits, including sour cherries, spoil quickly. It is important to ensure a sufficient supply of these



© Василишина О.В., Іванова І.Є., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

fruits to the population in the food chain from the producer to the consumer. Therefore, methods for their long-term storage are currently being sought. Important factors in this regard are the influence of physical indicators, the method of pre-treatment before storage, and the storage temperature on fruit quality, which is determined by respiration and metabolic processes.

The aim of the article was to study the effect of storage methods and fruit size on respiration intensity. For this purpose, sour cherries were pre-treated before storage with chitosan (1%, 2%) and chitosan (2%) with the addition of berberine (10%). Untreated fruits were used as a control. The sour cherries were stored at temperatures of 4° and 20° C.

It was found that the sour cherries weighed 4.6–4.9 g, with the pits weighing 0.31–0.34 g. The surface area of the fruit is largest in sour cherries measuring 16–20 mm – 329.7 mm², while fruits measuring 10–16 mm have a smaller surface area – 268.47 mm².

The respiration rate of sour cherries is influenced by the method of pre-treatment before storage and the storage temperature. The respiration intensity of fruits at the beginning of storage at a temperature of 20°C is 31–30 ml CO₂/kg-hour; and at a temperature of 4°C it is almost 2 times lower; 13–14 ml CO₂/kg-hour. After seven days of storage, the respiration rate is 1.5 times lower for sour cherries 16–20 mm in size compared to other experimental variants and is 19 and 8 ml CO₂/kg-hour.

By the end of storage, sour cherries 16–20 mm in size pre-treated with chitosan with the addition of berberine have a respiration rate that is 1.3 and 1.7 times lower than that of fruits pre-treated with chitosan.

Thus, the respiration rate of sour cherries with a size of 16–20 mm pre-treated with chitosan with the addition of berberine is lower at a storage temperature of 4°C.

The effect of temperature on the respiration rate of fruits is described by the Arrhenius mathematical model. The results of the study are important for the storage and transportation of sour cherry fruit and provide a complete picture of the chain of supplying the population with sour cherry fruit.

Key words: sour cherry fruit, weight, chitosan, storage, respiration intensity.

Постановка проблеми. Вишні – швидкопсуваючі некліматеричні плоди. Плоди їх швидко псуються, погіршується їх якість після збору врожаю під час транспортування та зберігання що призводить до фізіологічного стресу та підвищення інтенсивності дихання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На інтенсивність дихання впливають внутрішні та зовнішні фактори. До внутрішніх факторів відноситься тип плоду, стадія стиглості. До зовнішніх – температура, відносна вологість повітря та попередня обробка плодів перед зберіганням [1, 2].

Інтенсивність метаболітичних процесів у свіжих плодах впливає на якісні характеристики продукту: колір, щільність, наявність мікрофлори, що визначає тривалість зберігання.

Дослідження проведені авторами показали, що швидкість та інтенсивність дихання можна сповільнити шляхом зміни таких факторів як температура, умови зберігання та склад газової атмосфери.

Істивні покриття такі як полісахариди, білки, ліпіди останнім часом застосовують для покращення якості плодів [4]. Використання їх призводить до зниження інтенсивності дихання та транспірації плодів в результаті знижується процес дозрівання шляхом зменшення проникності через поверхню покриттів для кисню, діоксиду вуглецю та вологи [5–7].

За даними досліджень останнім часом в якості харчового покриття використовують хітозан. Це похідний хітину є сополімером залишків N-ацетилглюкозаміну і глюकोзаміну, які поєднані між собою 1,4-глікозидними зв'язками. Завдяки своїй безпечності, здатності утворювати плівку, антимікробній дії, здатності біологічно розкладатись та проявляти біосумісні властивості [8–10, 17, 18].

Разом із хітозаном широко використовують берберин. Берберин – природний алкалоїд, використовується в медицині завдяки проти запальним, протибактеріальним та протигрибковим ефектам та є безпечним для людини [11].

Постановка завдання. Метою дослідження була оцінка впливу розміру плодів, їх попередньої обробки, умов зберігання вишні на інтенсивність дихання.

Матеріали й методика досліджень. Для проведення досліджень плоди вишні сорту Чорнокорка відбирали із дослідних ділянок Уманського національного університету впродовж 2024–2025 рр. Зберігали за температури 4°C і 20°C. Перед зберіганням попередньо обробляли хітозаном (1%, 2%), хітозаном (2%) із додаванням берберину (10%). За контроль брали необроблені плоди. В плодах впродовж зберігання визначали: розмір, площу поверхні, вагу м'якоті, інтенсивність дихання.

Розміри плодів визначали за допомогою мікрометра. Вагу плодів за допомогою ваг. Інтенсивність дихання визначали за В.М. Найченком [16].

Для кількісної оцінки балансу між площею поверхні та вагою м'якоті було введено коефіцієнт розміру (ψ) [1].

Для моделювання залежності інтенсивності дихання від способу зберігання плодів було використано модель Арреніуса описану у Wilhelmina V. Aindongo та ін. [2].

$$R_{CO_2} = R_{CO_2ref}^i \times e^{\left[\frac{-E_{aCO_2}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right]}, \% \quad (1);$$

де R_{CO_2} – інтенсивність дихання, мг CO_2 кг* год, T, K – температура,

$R_{CO_2ref}^i$ – інтенсивність дихання при контрольній температурі (T_{ref} , K),

E_{a,CO_2} – енергія активації (кДж моль⁻¹),

R – універсальна газова константа (0,008314 кДж K⁻¹ моль⁻¹),

T_{ref} – еталонна температура (тобто середнє значення температури, використані в дослідженні, тобто 20 °C плюс 273,15 = 293,15 K).

Всі експерименти проводились у 3х повторностях. Дисперсійний аналіз за допомогою програми Statistica, 10. Відмінності між фракціями плодів і температурою зберігання проводилися при $p < 0,05$

Виклад основного матеріалу дослідження. Плоди вишні відрізняються між собою за сортовими особливостями які обумовлюють їх вагу, розмір що в кінцевому результаті впливає на вибір споживача. В таблиці 1 показано основні показники дослідних плодів вишні, вага їх коливається в межах 4,6...4,9 г і залежить від розміру плоду. Вага кісточки в середньому складала 0,31...0,34 г. Відсоток м'якоті становив 93,06...93,26%. Площа поверхні плоду залишалась найбільшою у великих за розміром плодів 16–20 мм і складала 329,7 мм². Тоді як малі плоди вишні розміром 10–16 мм мали меншу площу – 268,47мм².

Таблиця 1

Фізичні властивості плодів вишні

Розмір плодів	Вага плоду, г	Вага кісточки, г	Вага м'якоті, г	Відсоток м'якоті, %	Площа поверхні (мм ²) плоду	Коефіцієнт розміру, %
Вишня						
10-16 мм	4,6±0,1	0,31±0,12	4,290,18	93,26	268,47	0,63
16-20 мм	4,9±0,3	0,34±0,17	4,560,19	93,06	329,70	0,72

Відповідно і коефіцієнт розміру має вищі значення у більших плодів (0,72), порівняно із меншими (0,63). За даними [1] максимальна інтенсивність дихання спостерігався, коли коефіцієнт розміру (ψ) наближався до 1. При цьому коефіцієнт дихання залишався стабільним при нижчих температурах, але має більшу варіативність при вищих температурах.

Тому саме температура є основним фактором, що впливає на швидкість дихання свіжих плодів (рис.1, 2). За результатами досліджень інтенсивність дихання плодів вишні більш суттєво залежить від температури зберігання та виду обробки. На початок зберігання залежно від температурного режиму 20°C і 4 °C складала 31...30 мл CO₂/кг·год і 13...14 мл CO₂/кг·год.

Через сім діб зберігання інтенсивність дихання для плодів вишні розміром 10–16 мм і 16–20 мм залишалась найвищою в контрольному варіанті залежно від температури 20...19 мл CO₂/кг·год і 9...8 мл CO₂/кг·год, що майже в два рази вище порівняно із іншими варіантами дослідів. Менша інтенсивність дихання впродовж даного періоду спостерігалася в плодів вишні розміром 16–20 мм і складала 19 і 8 мл CO₂/кг·год, що майже в 1,5 рази вище порівняно із іншими варіантами дослідів.

На 15-ту добу зберігання в контрольному варіанті значення інтенсивності дихання зменшилося в 1,5 рази порівняно із початковим періодом і найменшим залишалось для плодів оброблених розчином хітозану із додаванням берберину залежно від температури зберігання 13...12 мл CO₂/кг·год і 5...4 мл CO₂/кг·год.

На 21 добу зберігання попередньо оброблених плодів вишні розміром 10–16 мм і 16–20 мм відбулось подальше зниження інтенсивності дихання і найменшим залишалось для плодів оброблених розчином хітозану із додаванням берберину 11...10 мл CO₂/кг·год і 4...3 мл CO₂/кг·год відповідно.

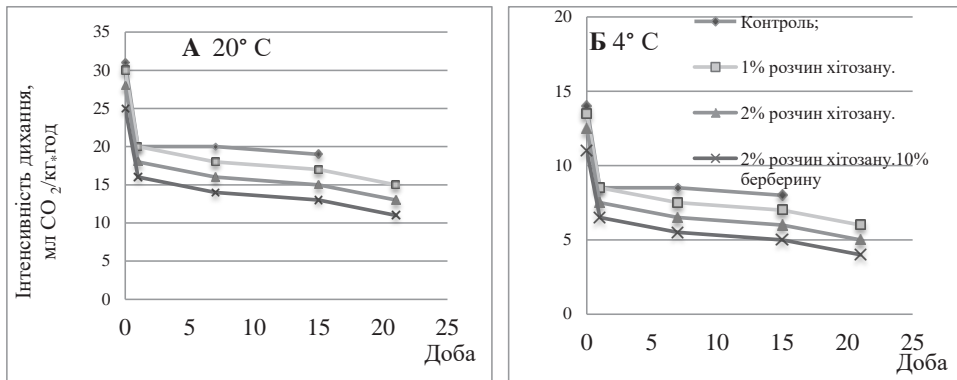


Рис. 1. Вплив розміру (10–16 мм) та способу обробки плодів вишні на інтенсивність дихання за температури (А) 20 °C ($HIP_{05} = 1,4$) і (Б) 4 °C ($HIP_{05} = 1,0$)

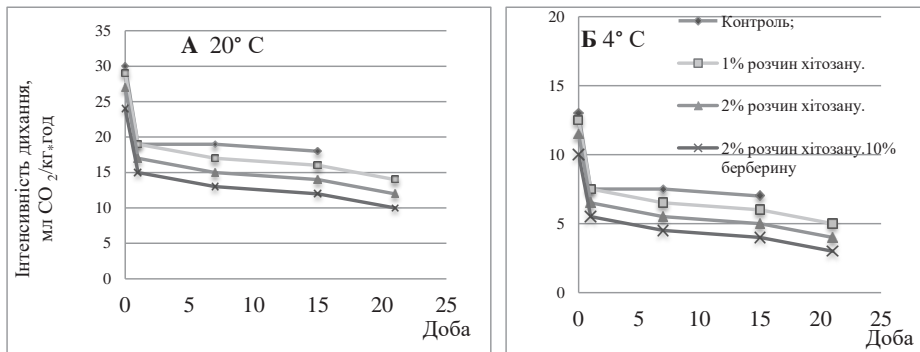


Рис. 2. Вплив розміру (16–20 мм) та способу обробки плодів вишні на інтенсивність дихання за температури (А) 20 °C ($HIP_{05} = 1,2$) і (Б) 4 °C ($HIP_{05} = 0,8$)

Отже, найнижча інтенсивність дихання спостерігається у плодах вишні за розміром 16–20 мм оброблених хітозаном із додаванням берберину – 4...3 мл $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{год}$. Що також підтверджують результати досліджень Tokalj K. та Verno N.D. та ін. [8, 12].

Попередня обробка та температура зберігання плодів відіграє значну роль у інтенсивності дихання плодів. Наприклад Garcia E. [13], зазначає що інтенсивність дихання персиків $0,008 \text{ мл } \text{CO}_2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{год}$ при температурі 5°C тоді як при 10°C – $0,015 \text{ мл } \text{CO}_2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{год}$. Тобто температура зберігання плодів значно впливає на інтенсивність дихання [8, 9, 12]. Також Rahman E.A.A. та ін., 2013 [15] повідомили про подібне дослідження папайї, яку зберігали за температури $30\text{--}5^\circ\text{C}$. Caleb O.J. та ін. спостерігали зниження інтенсивності дихання на 67 і 68% CO_2 і O_2 для цілих плодів [14].

Враховуючи основну роль впливу температури на інтенсивність дихання плодів для опису процесу було обрано модель типу Арреніуса, яка адекватно описує вплив температури зберігання на інтенсивність дихання плодів (CO_2). Знайдені параметри та прогнозовані статистичні дані наведено в табл.2.

Таблиця 2

Розрахункові параметри математичної моделі і відповідні статистичні дані, що описують вплив температури на швидкість дихання плодів

Розмір плодів	$R_{\text{CO}_2, \text{ref}}^i$ (мл $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{год}$)	E_{a, CO_2} (кДж моль $^{-1}$)	R^2
20°C			
16–20 мм	17,9	125,5	98,8
10–16 мм	17,0	125,5	97,6
4°C			
16–20 мм	7,55	125,5	98,8
10–16 мм	6,6	125,5	97,6

Модель була перевірена експериментально. Діаграма розсіювання показує тісний зв'язок між експериментальними значеннями (рис. 3).

З діаграми видно значну різницю між температурами зберігання плодів 4°C і 20°C .

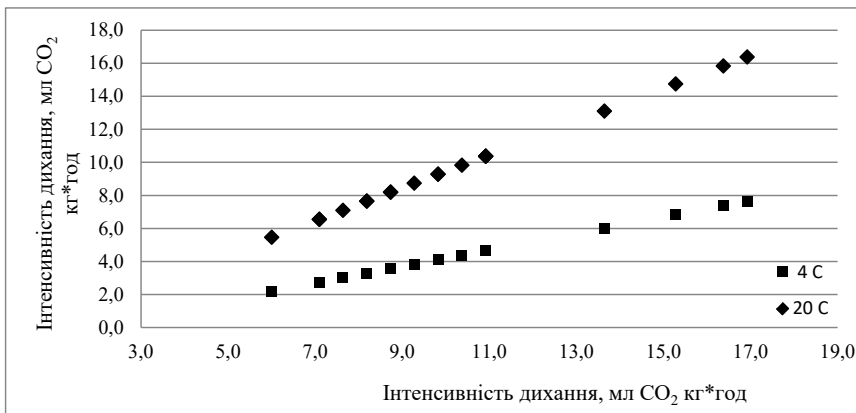


Рис. 3. Взаємозв'язок між експериментальними значеннями швидкості дихання (мл $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{год}$) за температури 20°C і 4°C

Висновки. Температура зберігання значно впливає на інтенсивність дихання плодів. Нижчу інтенсивність дихання мають плоди вишні збережені за температури 4°C.

На інтенсивність дихання впливають розмір плодів та попередня обробка перед зберіганням. Плоди вишні за розміром 16–20 мм попередньо оброблені хітозаном із додаванням берберину мають нижчу інтенсивність дихання в 1,3 і 1,7 раз (3...2 мл CO₂/кг год.), порівняно із плодами попередньо обробленими хітозаном.

Модель типу Арреніуса найбільш повно описує залежність впливу температури на інтенсивність дихання плодів та дає повну уяву у ланцюзі забезпечення харчуванням населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Zhelyazkov S., Zsivanovits G., Momchilova M., Iserliyska D., Aleksandrova D. Influence of Edible Coating on Shelf Life and Quality of Sweet Cherry. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. 2021. Vol. 13. P. 93–105. <https://doi.org/10.34302/crpfjst/2021.13.2.9>.
2. Wilhelmina V. Aindongo, Oluwafemi J. Caleb, Pramod V. Mahajan, Marena Manley, Umezuruike Linus Opara. Modelling the effects of storage temperature on the respiration rate of different pomegra nate fractions. *South African Journal of Plant and Soil*. 2014. <https://doi.org/10.1080/02571862.2014.944230>
3. Błaszczyk J., Dziedzic E. 'Kordia' sweet cherry fruit quality as function of the rootstock and storage conditions. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2022. Vol.21. P. 33–46. <https://doi.org/10.24326/asphc.2022.6.3>.
4. Hu W. S., Feng, K. Effect of Edible Coating on the Quality and Antioxidant Enzymatic Activity of Postharvest Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) during Storage. *Coatings*. 2022. Vol. 12. P. 581. <https://doi.org/10.3390/coatings12050581>
5. Kokalj D., Zlati E., Cigi' B., Vidrih R. Postharvest light-emitting diode irradiation of sweet cherries (*Prunus avium* L.) promotes accumulation of anthocyanins. *Postharvest Biology and Technology*. 2019. Vol. 148. P.192–199. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.11.011>.
6. Zhao H., Wang B., Cui K., Cao J., Jiang, W. Improving postharvest quality and antioxidant capacity of sweet cherry fruit by storage at near-freezing temperature. *Scientia Horticulturae*. 2019. Vol. 246. P. 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.054>.
7. Navarro-Tarazaga M.L., Sothornvit R., Pérez-Gago M.B. Effect of plasticizer type and amount on hydroxypropyl methylcellulosebeeswax edible film properties and postharvest quality of coated plums (cv. Angeleno). *J. Agric. Food Chem*. 2008. Vol.56. P. 9502–9509. <https://doi.org/10.1021/jf801708k>
8. Tokatlı K., Demirdöven A. Effects of chitosan edible film coatings on the physicochemical and microbiological qualities of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 259. P. 108656. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108656.
9. Patel S., Torres C.A., Tang J. Influence of fruit size on sweet cherry respiration: a multi-cultivar analysis introducing the size factor. *Food Measure*. 2025. Vol. 19. P. 4085–4092. <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03235-4>
10. Shah S. M. H., Volpe S., Colonna F., Valentino V., De Filippis F., Torrieri E., Cavella S. Combined Effect of Plasma-Activated Water, Edible Coating, and Active Packaging on Cherry Tomato Shelf-Life: *Kinetics and Microbiome Approach*. 2026. *Foods*. Vol. 15(1). P. 182. <https://doi.org/10.3390/foods15010182>
11. Берберин. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
12. Berno N.D., Tezotto-Uliana J.V., Santos Dias C.T., Kluge R.A. Storage temperature and type of cut affect the biochemical and physiological characteristics of fresh-cut purple onions. *Postharvest Biology and Technology* 2014. Vol.93. P. 91–96.
13. Garcia E., Barrett D.M. Fresh cut fruits. In: Barrett DM, Somogyi L, Ramaswamy H (eds), *Processing fruits: science and technology* (2nd edn). Boca Raton: CRC Press. 2005. pp 53–69.

14. Caleb O.J., Opara U.L., Witthuhn C.R. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. *Food and Bioprocess Technology*. 2012. Vol. 5. P.15–30.

15. Rahman E.A.A., Talib R.A., Aziz M.G., Yusof Y.A. Modelling the effect of temperature on respiration rate of fresh cut papaya (*Carica papaya* L.) fruits. *Food Science and Biotechnology*. 2013. Vol. 22. P. 1581–1588.

16. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства. Київ: ФАДА ЛТД, 2001. 211 с.

17. Василюшина О.В. Оптимізація зберігання плодів вишні з попередньою обробкою розчином хітозану. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. №3(103). С.80–87.

18. Василюшина О.В. Оцінка та моделювання фізичних показників плодів вишні залежно від сорту. *Таврійський науковий вісник*. 2025. Вип.144. С.27–33.

Дата першого надходження статті до видання: 07.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026