

УДК 634.23:664.8.037.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.1.33>

## ВТРАТИ МАСИ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ ЗА ДІЇ СПОСОБУ ПОПЕРЕДЬОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

**Іванова І.Є.** – д.т.н., доцент,

декан факультету агротехнологій та екології,

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

[orcid.org/0000-0003-2711-2021](https://orcid.org/0000-0003-2711-2021)

**Сердюк М.Є.** – д.т.н.,

професор кафедри готельно-ресторанної справи та туризму,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[orcid.org/0000-0002-6504-4093](https://orcid.org/0000-0002-6504-4093)

**Кривонос І.А.** – старший викладач кафедри іноземних мов,

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

[orcid.org/0000-0001-7079-5150](https://orcid.org/0000-0001-7079-5150)

**Шкіндер-Барміна А.М.** – к.с.-г.н., старший дослідник,

завідувачка відділом садівництва,

Інститут аграрних ресурсів та регіонального розвитку

Національної академії аграрних наук України

[orcid.org/0000-0002-8818-7820](https://orcid.org/0000-0002-8818-7820)

**Нежнова Н.Г.** – старший викладач кафедри рослинництва

та садівництва ім. професора В. В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

[orcid.org/0000-0003-1931-3632](https://orcid.org/0000-0003-1931-3632)

Удосконалення технологічних режимів і методів термічної обробки плодоовочевої групи товарів є стратегічним напрямом, що дозволяє не лише наростити обсяги доступних харчових ресурсів за рахунок мінімізації втрат, а й суттєво оптимізувати використання потенціалу переробних підприємств при одночасному зниженні екологічного навантаження. Застосування різнопланових технік попереднього охолодження – зокрема повітряного потоку, зрошення водою, використання крижаних суспензій або інтегрованих схем – виступає дієвим механізмом для стабілізації якісних показників і суттєвого подовження періоду зберігання врожаю. Проте ефективність таких заходів безпосередньо залежить від врахування сортових характеристик, вихідного температурного фону та параметрів середовища, оскільки ігнорування цих аспектів провокує втрати маси плодів, випаровування вологи та призводить до деградації споживчих властивостей. Здатність вишні та черешні до тривалого зберігання та подальшої переробки у готову продукцію лімітується їхніми анатомічними параметрами, стійкістю структури, біохімічним профілем і рівнем фізіологічної активності після відокремлення від материнської рослини. Саме ці дескриптори визначають як життєздатність плодів, так і їхню технологічну придатність до переробки.

Враховуючи вищевикладене, ключовим завданням нашої науково-дослідної роботи було вивчення динаміки зменшення ваги черешні та вишні під впливом чотирьох варіацій охолодження: традиційного повітряного, примусового (інтенсивного) повітряного,



гідроохолодження, а також розробленого комбінованого підходу. Для оптимізації процесу зберігання було запропоновано та протестовано двоступеневу схему охолодження, поєднану з експозицією плодів у природних органічних розчинах. Дана композиція базувалася на використанні молочної та оцтової кислот, розчинених у дистильованому середовищі. Об'єктами експериментального моделювання обрано низку сортів із різними термінами дозрівання: Валерії Чкалов, Мелітопольська чорна, Крупноплідна, а також вишня сорту Встреча.

Експериментально підтверджено, що застосування комбінованого способу доохолодження забезпечило зниження дефіциту маси у 11,3 рази порівняно з інерційним повітряним охолодженням та у 22,9 рази порівняно з інтенсивним обдувом. Отримані дані підкреслюють переваги двофазного термічного впливу в контексті пригнічення процесів транспірації і зміцнення здатності тканин утримувати внутрішню вологу. Згідно з результатами проведеного математико-статистичного аналізу, саме обраний спосіб попередньої обробки (фактор А) є домінуючим чинником, що на 97,4 % зумовлює загальну дисперсію показника втрат маси досліджуваних плодів.

**Ключові слова:** плодова сировина, дисперсійний аналіз, обробка плодів, молочна кислота, оцтова кислота, двоступеневе охолодження продукції, терміни досягання.

**Ivanova I. Ye., Serdyuk M. Ye., Kryvonos I. A., Shkinder-Barmina A. M., Nezhnova N. H.**  
**Loss of weight of cherries and sour cherries due to the effects of pre-cooling**

Improving the technological modes and methods of heat treatment of fruit and vegetable products is a strategic direction that allows not only to increase the volume of available food resources by minimising losses, but also to significantly optimise the use of the potential of processing enterprises while reducing the environmental impact. The use of various pre-cooling techniques, in particular air flow, water irrigation, the use of ice suspensions or integrated schemes, is an effective mechanism for stabilising quality indicators and significantly extending the storage period of the harvest. However, the effectiveness of such measures directly depends on taking into account varietal characteristics, initial temperature background and environmental parameters, since ignoring these aspects provokes fruit weight loss, moisture evaporation and leads to the degradation of consumer properties. The ability of cherries and sour cherries to be stored for a long time and then processed into finished products is limited by their anatomical parameters, structural stability, biochemical profile, and level of physiological activity after separation from the mother plant. These descriptors determine both the viability of the fruit and its technological suitability for processing.

Considering the above, the key task of our research was to study the dynamics of weight loss in cherries and sour cherries under the influence of four cooling variations: traditional air cooling, forced (intensive) air cooling, hydrocooling, and a combined approach. To optimise the storage process, a two-stage cooling scheme combined with exposure of the fruit to natural organic solutions was proposed and tested. This composition was based on the use of lactic and acetic acids dissolved in a distilled medium. A number of varieties with different ripening times were selected for experimental modelling: Valerii Chkalov, Melitopolska chorna, Krupnoplidna, and variety of sour cherry - Vstrecha.

It has been experimentally confirmed that the use of a combined cooling method reduced the weight deficit by 11,3 times compared to inertial air cooling and by 22,9 times compared to intensive blowing. The data obtained emphasise the advantages of two-phase thermal exposure in the context of suppressing transpiration processes and strengthening the ability of tissues to retain internal moisture. According to the results of the mathematical and statistical analysis, the selected method of pre-treatment (factor A) is the dominant factor, accounting for 97,4% of the total variance in the mass loss of the studied fruits.

**Key words:** fruit raw materials, dispersion analysis, fruit processing, lactic acid, acetic acid, two-stage product cooling, ripening periods.

**Актуальність теми дослідження.** Черешня і вишня є плодовоовочевими швидкопсувними продуктами, які схильні до значної втрати ваги при зберіганні і транспортуванні через інтенсивне випаровування вологи і механічні пошкодження. У сучасних умовах плодовоовочевої галузі пошук ефективних технологічних методів, що дозволяють зберегти якість продукції та мінімізувати післязбиральні втрати, стає особливо актуальним. Одним з таких методів є попереднє охолодження

плодів, яке допомагає уповільнити фізіологічні та біохімічні процеси і знизити втрату ваги. У зв'язку з цим вивчення впливу методів попереднього охолодження на збереження черешні та вишні має важливе значення для підвищення ефективності їх зберігання, транспортування та реалізації.

**Постановка проблеми.** Застосування охолодження як першочергового технологічного етапу дає змогу істотно сповільнити фізіологічне старіння плодів, зменшити інтенсивність ферментативних реакцій, попередити втрату маси та забезпечити пролонгацію збереження текстури, кольору, аромату й вмісту біологічно активних речовин [1; 2].

Післязбиральну холодильну обробку десятиліттями традиційно використовують для подовження термінів зберігання черешні та вишні, але механізми, що лежать в основі холод залежного післязбирального дозрівання плодів, усе ще розкрито недостатньо [3].

Для підвищення частки споживання свіжих плодів необхідне впровадження нових маркетингових стратегій та вдосконалення технологій зберігання, що дозволить продовжити свіжість і зберегти якісні характеристики фруктів [4]. Водночас значна частина виробництва фруктів і овочів є сезонною та характеризується коротким маркетинговим циклом, що призводить до перенасичення ринку в пікові періоди та великих втрат і відходів. Отже, охолодження є багатofакторною технологією, що забезпечує синергетичне збереження структурної цілісності, органолептичної привабливості та біохімічної функціональності плодів. Застосування раціональних режимів охолодження з опертям на сортові особливості черешні та вишні є ключовою умовою для продовження терміну зберігання без втрати споживчих властивостей та маси плодів. Поглиблене розуміння механізмів дії холоду на біологічні системи плодів та зменшення їх маси відкриває перспективи для подальшої оптимізації холодового ланцюга з урахуванням вимог сучасного плодівництва та логістики

**Метою статті було** проведення аналізу втрати маси плодів черешні трьох термінів досягання та вишні після зберігання за різних способів попереднього охолодження.

Для реалізації мети були вирішені такі завдання:

– проаналізувати показники втрати маси плодів черешні та вишні за дії повітряного повільного, інтенсивного повітряного, гідро та комбінованого способів доохолодження плодів;

– виділити найкращу групу сортів черешні та вишні що мають найменші втрати маси плодів після зберігання за дії способів охолодження;

– провести статистичний аналіз даних та визначити домінуючий чинник, що зумовлює загальну дисперсію показника втрат маси досліджуваних плодів.

**Методика досліджень.** Для проведення експериментів було відібрано плоди вишні («Встреча») та черешні («Крупноплідна», «Валерій Чкалов», «Мелітопольська чорна»). Втрату маси плодів, зібраних у стані повної стиглості, перевіряли на відповідність ДСТУ 8153:2015 [5; 6]. Технологічна підготовка включала сортування, калібрування та пакування плодів насипом у ящики вагою по 10 кг.

Попереднє охолодження плодів проводили безпосередньо після їх збирання такими способами: пасивним повітряним способом (ППС), інтенсивним повітряними способами (ІПС), гідроохолодженням (ГО), комбінованим способом (КС), рис. 1.



Рис. 1. Способи охолодження плодів черешні та вишні

**Основні результати дослідження.** Втрата маси плодів (Рис. 2) є ключовим індикатором їхньої лежкості та стабільності якості як після попереднього охолодження, так і під час тривалого зберігання. Цей показник комплексно відображає інтенсивність дихання, транспірації та інших фізико-хімічних змін, що відбуваються у тканинах плодів у процесі тепломасообміну.

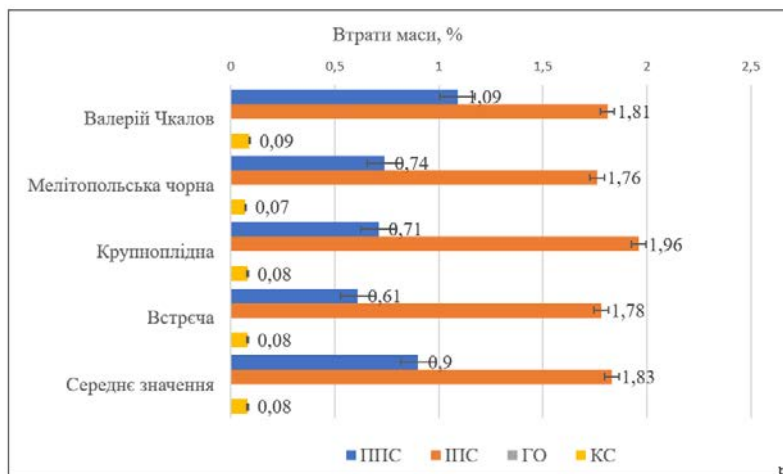


Рис. 2. Величина втрати маси модельних сортів плодів черешні трьох термінів досягання та вишні за охолодження різними способами

Під час ІПС-охолодження випаровування вологи спричинило втрату маси плодів на рівні 1,83 %. Найбільш вразливою до інтенсивного обдування виявилася черешня сорту «Крупноплідна» (1,96 %), тоді як сорт «Мелітопольська чорна» проявив вищу стійкість (1,76 %). Основними факторами впливу стали фізіологічний стан плодів та особливості будови їхніх покривних тканин.

Використання ППС дозволило скоротити втрати маси в середньому у 2,03 рази порівняно з ПС. Такий ефект зумовлений зниженням швидкості повітряних мас, що уповільнює транспірацію попри збільшення часу охолодження. Натомість висока турбулентність повітря за умов ПС, прискорюючи тепловіддачу, одночасно інтенсифікує випаровування вологи, що призводить до зростання природного убутку продукції.

При гідроохолодженні втрати маси плодів були відсутні завдяки прямому контакту з рідким холодоагентом, що виключає вологообмін із зовнішнім середовищем. Даний метод ефективно гальмує дихання та термогенез, забезпечуючи повне збереження вихідної маси. Проте технологічним обмеженням методу є залишкова волога на поверхні плодів, яку необхідно видаляти перед пакуванням чи транспортуванням.

Застосування комбінованого способу (гідро- та інтенсивне повітряне охолодження) забезпечило мінімальні втрати маси на рівні 0,08 % (від 0,07 % у сорту «Мелітопольська чорна» до 0,09 % у сорту «Валерій Чкалов»). Порівняно з ППС та ПС втрати маси за КС були нижчими у 11,3 та 22,9 рази відповідно, що підтверджує переваги двоступеневої схеми для збереження вологоутримувальної здатності тканин.

Експериментально встановлено, що середня втрата маси при ППС є у 2,03 рази нижчою, ніж при ПС. Це пояснюється менш інтенсивним повітряним потоком, який обмежує транспірацію, попри триваліший період охолодження. У свою чергу, висока турбулентність при ПС стимулює випаровування, підвищуючи рівень природних втрат.

Гідроохолодження гарантує повну відсутність втрат маси, оскільки контакт із рідким середовищем блокує дифузію вологи, пригнічує метаболізм і термогенез. Специфікою методу є наявність крапельної вологи на поверхні продукції, що потребує додаткової операції з її видалення.

Комбінований спосіб продемонстрував найвищу ефективність: середній убуток маси склав лише 0,08 % (0,07–0,09 % залежно від сорту). Показники КС виявилися у 11,3 рази кращими за ППС та у 22,9 рази – за ПС. Такі дані засвідчують, що двоступеневий підхід дозволяє максимально зберегти гідратацію тканин плодів.

Результати двофакторного дисперсійного аналізу (рис. 3) підтвердили визначальну роль способу попереднього охолодження у зміні маси плодів.

Рис. 3. Частка впливу досліджуваних факторів та їхньої взаємодії на варіабельність втрати маси плодів, %

Встановлено, що фактор А (спосіб охолодження) зумовлює 97,4 % загальної варіації досліджуваного показника. При цьому вплив сортових характеристик (фактор В), мікрофакторна взаємодія (АВ) та випадкові чинники виявилися статистично неістотними, сукупно не перевищуючи 1,6 %.

### Висновки

1. Застосування цих оптимізованих режимів сприяє зниженню масових втрат плодів (до 1,68–1,99 %). Отримані результати створюють наукове підґрунтя для розробки технологій передзберігального охолодження як інструмента оптимізації зберігання і післязбиральної логістики плодової продукції для свіжого споживання й виробництва харчових продуктів.

2. Дослідження впливу способів попереднього охолодження на збереження плодів черешні та вишні показали, що комбінований метод є найбільш технологічно ефективним. Він забезпечує мінімальні втрати маси плодів (у 11,3 – 22,9 разів менші порівняно з пасивним та інтенсивним повітряними способами відповідно).

Гідроохолодження демонструє найшвидше зниження температури плодів і мінімальні втрати маси.

3. Повітряні способи поступаються за технологічними показниками через вищі втрати маси та меншу стабілізацію дихальної активності.

Застосування комбінованого способу охолодження доцільне для оптимізації зберігання та транспортування плодів черешні й вишні, що є важливим чинником підвищення ефективності холодильного ланцюга й економічної результативності плодоовочевої галузі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Study of microbiological quality of controlled atmosphere packaged ‘Ambrunés’ sweet cherries and subsequent shelf-life / Serradilla M. J., del Carmen Villalobos M., Hernández A. et al. *Int. J. Food Microbiol.* 2013. Vol. 166. P. 85–92.

2. The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage / Serrano M., Martínez-Romero D., Castillo S. et al. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2005. Vol. 6. P. 115–123.

3. Postharvest responses of sweet cherry fruit and stem tissues revealed by metabolomic profiling / Karagiannis E., Michailidis M., Karamanoli K. et al. *Plant Physiology and Biochemistry.* 2018. Vol. 127. P. 478–484. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.04.029

4. Factors of the marketing macro system effecting children’s food production / Dunn J., Brunner T., Legeza D. et al. *Economic Annals-XXI.* 2018. Vol. 170, No. 3/4. P. 49–56. DOI: <https://doi.org/10.21003/ea.V170-09>

5. ДСТУ 8153:2015 Черешня свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2017. 5 с. (Інформація та документація).

6. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції : підручник / М. Є. Сердюк., О. П. Прісс, Н. А. Гапріндашвілі та ін. Мелітополь: Люкс, 2020. 370 с.

Дата першого надходження статті до видання: 01.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026