

УДК 664.8:634.11:664.8.03:631.811.98

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.31>

## ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ЯБЛУК СОРТУ РЕНЕТ СИМИРЕНКА ЗАЛЕЖНО ВІД РЕЖИМУ ОХОЛОДЖЕННЯ, ОБРОБКИ ДЕРЕВ ЕТИЛЕНПРОДУЦЕНТОМ І ПЛОДІВ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ

**Мельник О.В.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри плодівництва і виноградарства,  
Уманський національний університет садівництва

**Дрозд О.О.** – д.с.-г.н.,

доцент кафедри харчових технологій,  
Уманський національний університет садівництва

**Ременюк Л.М.** – випускник аспірантури,

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень зміни товарності, природних втрат, грибних хвороб і функціональних розладів яблук сорту Ренет Симиренка упродовж тривалого холодильного зберігання залежно від режиму охолодження, обробки дерев етилен-продуцентом (Етефон) і плодів інгібітором етилену (1-метилциклопропен). Дослідження проводили в 2012–2014 рр в Уманському національному університеті садівництва. За два тижні до очікуваного збору врожаю насадження обробляли фізіологічно-активною речовиною етефон (етрел, 180 г/га) з додаванням КАНО (калійна сіль  $\alpha$ -нафтилоцтової кислоти, що запобігає передчасному опаданню плодів, 20 г/га), контрольні ділянки обприскували водою. Плоди заготовляли з настанням збиральної стиглості, беручи до уваги щільність м'якуша, вміст сухих розчинних речовин, йод-крохмальну пробу та індекс Стрейфа. У день збору одну частину плодів охолоджували за температури  $5\pm 1$  °C та відносної вологості повітря 90–95 % і наступного дня обробляли 1-МЦП (СмартФреш, 0,068 г/м<sup>3</sup>). Іншу частину яблук експонували упродовж трьох діб за температури  $16\pm 1$  °C з наступним охолодженням до  $5\pm 1$  °C та обробкою 1-МЦП. Далі продукцію шість місяців зберігали в холодильній камері КХР-12М за температури  $2\pm 1$  °C і відносної вологості повітря 90–95 %.

Встановлено, що за температури  $2\pm 1$  °C раціональна тривалість холодильного зберігання плодів з необроблених Етефоном дерев (з 90 % виходом стандартних плодів) становить шість місяців, незалежно від режиму охолодження, а за обробки Етефоном – лише для негайно охолодженої продукції. Обробка інгібітором етилену 1-МЦП забезпечує високий (96,5–97,1 %) вихід стандартних плодів, незалежно від обробки дерев Етефоном і режиму охолодження.

За обробки дерев Етефоном і тридобової затримки охолодження вищий рівень природних втрат плодів під час зберігання. Післязбиральна обробка 1-МЦП знижує природні втрати в 1,2–1,4 раза протягом шестимісячного зберігання. Ураження яблук грибними хворобами і функціональними розладами не залежить від передзбиральної обробки дерев Етефоном. За негайного охолодження продукції ураження плодів грибними хворобами в 1,5–1,8 раза нижче, а за обробки 1-МЦП – відсутнє, як і функціональні розлади.

**Ключові слова:** яблука, Ренет Симиренка, Етефон, післязбиральне охолодження, 1-метилциклопропен, зберігання, товарна якість.

**Melnyk O.V., Drozd O.O., Remeniuk L.M. Storage ability of Reinette Simirenko apples depending on the cooling mode, treatment of trees with ethephon and fruits with ethylene inhibitor**

The article presents the research results of cooling delay, pre-harvest tree spraying with ethylene producer (Ethephon) and post-harvest fruit treatment with ethylene inhibitor 1-methylcyclopropane (1-MCP) on changes in marketability, natural losses, fungal diseases and functional disorders of Reinette Simirenko apples during long-term cold storage. The research was carried out during 2012–2014 at Uman National University of Horticulture. Two

weeks before the expected harvest, trees were sprayed with a physiologically active substance Ethephon (ethephon, 180 g/ha) with the addition of NAA to prevent fruit drop (potassium salt of  $\alpha$ -naphthylacetic acid, 20 g/ha); control plots were sprayed with water. The apples were collected in the stage of early harvest maturity. At harvest flesh firmness of apples, the content of soluble solids, iodine/starch test and Streif index were determined. On the day of harvest, one part of the fruits was cooled at a temperature of  $5 \pm 1$  °C and a relative humidity of 90–95 % and the next day treated with 1-MCP (SmartFresh, 0.068 g/m<sup>3</sup>). The other part of the apples was exposed for three days at a temperature of  $16 \pm 1$  °C with subsequent cooling to  $5 \pm 1$  °C and treatment with 1-MCP. The fruits were stored for six months in a KHR-12M refrigerating chamber at a temperature of  $2 \pm 1$  °C and a relative humidity of 90–95 %.

Regardless of the cooling regime, it has been established that the rational storage duration of apples collected from trees without Ethephon treatment is up to six months (with 90 % standard fruit output), while when sprayed with Ethephon, only immediately cooled fruits are stored for the same period. Treatment with the ethylene inhibitor 1-MCP provides a high standard fruit output 97 %, regardless of Ethephon tree spraying and the fruit cooling delay.

When trees were treated with Ethephon and the fruit was subjected to a three-day chilling delay, higher levels of natural apple losses during storage were observed. During six months of storage, post-harvest treatment with 1-MCP reduced natural losses by 1.2–1.4 times. The damage to apples from fungal diseases and functional disorders does not depend on the pre-harvest tree treatment with Ethephon. With immediate cooling, the fruit damage by fungal diseases was 1.5–1.8 times less, and with 1-MCP treatment, similar losses were absent.

**Keywords:** apples, Reinette Simirenko, Ethephon, post-harvest cooling, 1-methylcyclopropene, storage, product quality.

**Постановка проблеми.** Конкурентоспроможність продукції залежить від якості плодів. Споживач оцінює яблука за зовнішнім виглядом, звертаючи увагу на смак, консистенцію м'якуша, соковитість та аромат.

Етилен (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) – природний фітогормон – посідає важливу роль у післязбиральному дозріванні плодів зерняткових культур [1]. З його синтезом пов'язана активність дихання, зміна забарвлення [2], а також формування властивого плодам смаку й аромату та консистенції під час дозрівання [3, 4]. Етиленпродуцент Етефон (етрел) застосовують в насадженнях зерняткових і кісточкових культур для стримування росту дерев, проріджування зав'язі, покращення забарвлення та прискорення дозрівання плодів [5–9].

Обприскування дерев у передзбиральний період підвищує етилен-активність яблук, знижує рівень крохмалю і щільність м'якуша [10, 11], в шкірці інтенсивніше накопичуються воски,  $\alpha$ -фарнезен, однак під час подальшого зберігання зростають природні втрати й ураження функціональними розладами [12].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Максимальне збереження і зменшення втрат продукції забезпечується штучним холодом, включно зі своєчасним післязбиральним охолодженням. Затримка післязбирального охолодження підвищує етилен-активність і прискорює дозрівання плодів, наслідком чого стає прискорене зниження щільності м'якуша під час зберігання [13]. Цьому запобігають своєчасним охолодженням свіжозібраних плодів, що сприяє успішному збереженню і зменшенню втрат [14], гальмується інтенсивність дихання [15] та ураження грибними хворобами [16].

Негативний вплив затримання охолодження значною мірою нівелюється післязбиральною обробкою яблук 1-метилциклопропеном (1-МЦП). У результаті блокується дія етилену і нижчий ризик ураження яблук поверхневим побурінням шкірки – загаром [17] та грибними хворобами [18, 19].

Плоди розповсюдженого в Україні пізньозимового сорту яблук Ренет Симиренка схильні до фізіологічних розладів, тому тривалість економічно обґрунтованого зберігання в звичайному холодильнику обмежується 5–6 місяцями.

Післязбиральна обробка 1-МЦП суттєво знижує ураження фізіологічними розладами і грибними хворобами, збільшуючи тривалість зберігання плодів цього сорту до семи місяців. Однак унаслідок збереження високого рівня органічних кислот, плоди нерідко бувають надто кислими, що не сприяє ринковій репутації сорту [20].

До того ж, зважаючи на загрозу заморозку в першій декаді жовтня і небажане брудно-коричневе покривне забарвлення (рум'янець), що псує зовнішній вигляд, яблука сорту Ренет Симиренка в середній кліматичній зоні України нерідко збирають передчасно, що не сприяє формуванню преміального смаку, властивого цьому сорту.

**Постановка завдання.** Мета дослідження – вдосконалення технології зберігання яблук пізньозимового сорту Ренет Симиренка передзбиральною обробкою насаджень Етефоном, затриманням післязбирального охолодження та післязбиральною обробкою інгібітором етилену 1-МЦП, з оцінкою виходу стандартної продукції, рівня і характеру втрат.

Дослідження у 2012–2014 рр проводили в Уманському національному університеті садівництва. Насадження яблуні сорту Ренет Симиренка на карликовій підщепі М.9 за два тижні до очікуваного збору врожаю обробляли фізіологічно-активною речовиною Етефон (стрел, 180 г/га) з додаванням КАНО (калійна сіль  $\alpha$ -нафтилоцтової кислоти, що запобігає передчасному опаданню плодів, 20 г/га); контрольні ділянки обприскували водою. Витрата робочої рідини – 300 л/га.

Яблука заготовляли з настанням збиральної стиглості, беручи до уваги щільність м'якуша, вміст сухих розчинних речовин, йод-крохмальну пробу та індекс Стрейфа [21]. Йод-крохмальну пробу визначали на поперечному перерізі за шкалою СТІFL (10 балів – відсутність крохмалю), щільність м'якуша – закріпленням на штативі пенетрометром FT-327 з плунжером діаметром 11 мм (шкірку зрізували), вміст сухих розчинних речовин – рефрактометром РПЛ-3М за ДСТУ ISO 2173:2007 [22].

Індекс Стрейфа – комплексний показник, що враховує щільність м'якуша, вміст сухих розчинних речовин і ступінь гідролізу крохмалю, розраховували за формулою [23]:

$$IS = \frac{Щ}{(CPR \times \text{ЙКП})}, \text{ де}$$

Щ – щільність м'якуша, кг/см<sup>2</sup>;

CPR – вміст сухих розчинних речовин, %;

ЙКП – показник йод-крохмальної проби (шкала 10-бальна).

З типових для помологічного сорту дерев відбирали однорідну за ступенем стиглості продукцію вищого товарного сорту за ГСТУ 01.1-37-160:2004, яку вміщували в ящики № 75 (ГОСТ 10131-93), поділені на три частини – повторності (по 7 кг) перегородками з цупкого паперу. Сюди ж укладали поліетиленові сітки з плодами для обліку природних втрат. Число ящиків кожного варіанту відповідало періодичності товарного аналізу.

У день збирання одну частину плодів охолоджували за температури  $5 \pm 1$  °C та відносної вологості повітря 90–95 % і наступного дня обробляли 1-МЦП (СмартФреш, 0,068 г/м<sup>3</sup>). Іншу частину яблук експонували упродовж трьох діб за температури  $16 \pm 1$  °C з наступним охолодженням до  $5 \pm 1$  °C та обробкою 1-МЦП.

Для обробки ящики з яблуками ставили в газонепроникний контейнер з плівки завтовшки 200 мк і циркуляцією повітря вентилятором, куди вміщували склянку з дистильованою водою та обчисленою на одиницю об'єму контейнера дозою

порошкоподібного препарату (з розрахунку  $0,068 \text{ г/м}^3$ , рекомендація виробника). Після 24-годинної експозиції контейнер згортали, плоди ставили на зберігання в холодильну камеру КХР-12М за температури  $2 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  і відносної вологості повітря 90–95 %. Плоди з необроблених дерев і без обробки 1-МЦП та без 3-денної експозиції – контроль.

Температуру в камері контролювали спиртовими термометрами й автоматично, відносну вологість повітря – гігрометром. Товарну оцінку продукції здійснювали за ГОСТУ 01.1-37-160:2004, фіксуючи ураження функціональними розладами і грибними хворобами, а також природні втрати. Результати досліджень обробляли дисперсійним аналізом за програмою «Statistica 12».

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Під час збирання щільність м'якуша яблук сорту Ренет Симиренка з необроблених Етефоном дерев становила  $9,2 \text{ кг/см}^2$ , вміст сухих розчинних речовин 13,1 %, йод-крохмальна проба – 2,0 бала (за шкалою STIFL) та 0,35 – індекс Стрейфа (табл. 1). Передзбиральна обробка дерев Етефоном прискорила досягання плодів – нижча щільність м'якуша в момент збирання –  $8,9 \text{ кг/см}^2$ , вміст сухих розчинних речовин зріс до 13,6 %, йод-крохмальна проба – 3,1 бала та індекс Стрейфа склав 0,21. Подібну закономірність відзначено Е. Schultz зі співавторами [24] для яблук сорту Galaxy, зібраних з оброблених Етефоном дерев.

Таблиця 1

**Показники стиглості яблук сорту Ренет Симиренка під час збирання залежно від обробки дерев Етефоном (врожай 2012–2013 рр.)**

| Передзбиральна обробка  | Щільність м'якуша, $\text{кг/см}^2$ | Сухі розчинні речовини, % | Йод-крохмальна проба, бал | Індекс Стрейфа |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| Без обробки (вода)      | 9,2                                 | 13,1                      | 2,0                       | 0,35           |
| Етефон з КАНО           | 8,9                                 | 13,6                      | 3,1                       | 0,21           |
| <i>НІР<sub>05</sub></i> | 0,2                                 | 0,1                       | 0,7                       | -              |

За відсутності обробки насадження Етефоном, незалежно від режиму охолодження й обробки інгібітором етилену 1-МЦП, вихід товарної продукції яблук протягом шести місяців зберігання зафіксовано на рівні не менше 90,4 % (табл. 2). У той же час обробка дерев Етефоном, у поєднанні із тридобовим затриманням охолодження плодів, знизила показник до 89,7 % після чотирьох та до 88,4 % – після шести місяців зберігання.

Післязбиральна обробка плодів 1-МЦП забезпечила високий – 96,5–97,1 % – вихід товарної продукції наприкінці зберігання, незалежно від обробки насаджень Етефоном і режиму охолодження.

Дисперсійним аналізом виявлено вплив досліджуваних чинників на зміну виходу товарної продукції під час зберігання (табл. 3).

Передзбиральна обробка дерев Етефоном достовірно вплинула на зміну товарності плодів після чотирьох і шести місяців зберігання з нижчим відповідно на 1,2 і 0,9 % показником, порівняно з продукцією без такої обробки. За негайного охолодження плодів вихід стандартної продукції вищий на 1,2–3,5 %, за обробки інгібітором етилену 1-МЦП – на 2,1–6,5 %.

Більш інтенсивний рівень природних втрат після шести місяців зберігання (4,3 %) зафіксовано у плодів з оброблених Етефоном дерев, охолоджених із

затримкою та без обробки 1-МЦП (табл. 4). Незалежно від передзбиральної обробки дерев Етефоном і режиму охолодження яблук, за післязбиральної обробки 1-МЦП природні втрати в 1,2 раза нижчі, порівняно з необробленими плодами.

Таблиця 2

**Вихід стандартної продукції яблук сорту Ренет Симиренка залежно від режиму охолодження, обробки дерев Етефоном і плодів 1-МЦП (врожай 2012–2013 рр.), %**

| Передзбиральна обробка дерев | Післязбиральне охолодження | Доза Смарт-Фреш, г/м³ | Тривалість зберігання, міс. |      |      |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|------|------|
|                              |                            |                       | 2                           | 4    | 6    |
| Без обробки                  | Негайне охолодження        | 0 (контроль)          | 99,2                        | 94,7 | 91,8 |
|                              |                            | 0,068                 | 99,4                        | 97,9 | 97,1 |
|                              | Затримка охолодження       | 0                     | 94,4                        | 93,9 | 90,4 |
|                              |                            | 0,068                 | 96,5                        | 97,3 | 96,7 |
| Етефон з КАНО                | Негайне охолодження        | 0                     | 99,0                        | 94,2 | 90,8 |
|                              |                            | 0,068                 | 99,3                        | 97,7 | 96,9 |
|                              | Затримка охолодження       | 0                     | 93,0                        | 89,7 | 88,4 |
|                              |                            | 0,068                 | 98,9                        | 97,3 | 96,5 |
| НІР <sub>05</sub>            |                            |                       | 0,7                         | 1,8  | 2,3  |

Таблиця 3

**Вихід стандартних яблук сорту Ренет Симиренка з передзбиральною обробкою дерев Етефоном, залежно від режиму охолодження й обробки 1-МЦП (результати дисперсійного аналізу, врожай 2012–2013 рр.)**

| Тривалість зберігання, міс. | Передзбиральна обробка |               |                         | Післязбиральне охолодження |                    |                         | Доза Смарт-Фреш, г/м <sup>3</sup> |       |                         |
|-----------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------|-------------------------|
|                             | Без обробки            | Етефон з КАНО | <i>НІР<sub>05</sub></i> | Негайне                    | Затримка на 3 доби | <i>НІР<sub>05</sub></i> | 0                                 | 0,068 | <i>НІР<sub>05</sub></i> |
| 2                           | 97,4                   | 97,5          | $F_{\phi} < F_{05}$     | 99,2                       | 95,7               | 0,5                     | 96,4                              | 98,5  | 0,5                     |
| 4                           | 95,9                   | 94,7          | 0,9                     | 96,1                       | 94,5               | 0,9                     | 93,1                              | 97,5  | 0,9                     |
| 6                           | 94,0                   | 93,1          | 0,8                     | 94,2                       | 93,0               | 0,8                     | 90,3                              | 96,8  | 0,9                     |

На зміну природних втрат під час зберігання суттєво подіяло застосування Етефону, післязбиральне охолодження й обробка яблук інгібітором етилену (табл. 5). Показник плодів з оброблених Етефоном насаджень вищий на 0,3 %, охолоджених із тридобовою затримкою – на 0,3–0,5 % та на 0,3–0,7 % нижчий за обробки 1-МЦП. Подібну закономірність отримано F. Li зі співавторами [12] в Китаї для яблук сорту Голден Делішес з дерев, оброблених Етефоном.

Ураження грибними хворобами спостерігалось впродовж усього терміну зберігання, а функціональний розлад – побуріння шкірки (загар) – після шести місяців (табл. 6).

Таблиця 4

**Природні втрати яблук сорту Ренет Смиренка залежно від обробки дерев Етефоном, режиму охолодження й обробки 1-МЦП (врожай 2012–2013 рр.), %**

| Передзбиральна обробка дерев | Післязбиральне охолодження | Доза Смарт-Фреш, г/м³ | Тривалість зберігання, міс. |     |     |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----|-----|
|                              |                            |                       | 2                           | 4   | 6   |
| Без обробки                  | Негайне охолодження        | 0 (контроль)          | 0,8                         | 2,8 | 3,5 |
|                              |                            | 0,068                 | 0,6                         | 2,1 | 2,9 |
|                              | Затримка охолодження       | 0                     | 1,0                         | 3,1 | 3,8 |
|                              |                            | 0,068                 | 0,8                         | 2,7 | 3,3 |
| Етефон з КАНО                | Негайне охолодження        | 0                     | 1,0                         | 3,1 | 3,9 |
|                              |                            | 0,068                 | 0,7                         | 2,3 | 3,1 |
|                              | Затримка охолодження       | 0                     | 1,4                         | 3,7 | 4,3 |
|                              |                            | 0,068                 | 1,1                         | 2,7 | 3,5 |
| HIP <sub>05</sub>            |                            |                       | 0,3                         | 0,3 | 0,5 |

Таблиця 5

**Природні втрати яблук сорту Ренет Смиренка з передзбиральною обробкою Етефоном, залежно від режиму охолодження й обробки 1-МЦП (результати дисперсійного аналізу, врожай 2012–2013 рр.)**

| Тривалість зберігання, міс. | Передзбиральна обробка |               |                         | Післязбиральне охолодження |                    |                         | Доза Смарт-Фреш, г/м³ |       |                         |
|-----------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|-------|-------------------------|
|                             | Без обробки            | Етефон з КАНО | <i>HIP<sub>05</sub></i> | Негайне                    | Затримка на 3 доби | <i>HIP<sub>05</sub></i> | 0                     | 0,068 | <i>HIP<sub>05</sub></i> |
| 2                           | 0,8                    | 1,1           | 0,2                     | 0,8                        | 1,1                | 0,2                     | 1,1                   | 0,8   | 0,2                     |
| 4                           | 2,7                    | 3,0           | 0,1                     | 2,6                        | 3,1                | 0,1                     | 3,2                   | 2,5   | 0,1                     |
| 6                           | 3,4                    | 3,7           | 0,2                     | 3,3                        | 3,7                | 0,2                     | 3,9                   | 3,2   | 0,2                     |

Таблиця 6

**Побуріння шкірки й ураження яблук сорту Ренет Смиренка грибними хворобами залежно від обробки дерев Етефоном, затримки охолодження та обробки плодів 1-МЦП (врожай 2012–2013 рр.), %**

| Передзбиральна обробка дерев | Післязбиральне охолодження | Доза Смарт-Фреш, г/м³ | Грибні хвороби              |     |     | Побуріння шкірки |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----|-----|------------------|
|                              |                            |                       | Тривалість зберігання, міс. |     |     |                  |
|                              |                            |                       | 2                           | 4   | 6   | 6                |
| Без обробки                  | Негайне охолодження        | 0 (контроль)          | 0,0                         | 2,5 | 2,6 | 2,1              |
|                              |                            | 0,068                 | 0,0                         | 0,0 | 0,0 | 0,0              |
|                              | Затримка охолодження       | 0                     | 4,6                         | 3,0 | 3,1 | 2,6              |
|                              |                            | 0,068                 | 2,7                         | 0,0 | 0,0 | 0,0              |
| Етефон з КАНО                | Негайне охолодження        | 0                     | 0,0                         | 2,6 | 2,7 | 2,7              |
|                              |                            | 0,068                 | 0,0                         | 0,0 | 0,0 | 0,0              |
|                              | Затримка охолодження       | 0                     | 5,6                         | 6,6 | 4,3 | 3,1              |
|                              |                            | 0,068                 | 0,0                         | 0,0 | 0,0 | 0,0              |
| HIP <sub>05</sub>            |                            |                       | 0,7                         | 1,8 | 0,8 | 2,4              |

Незалежно від передзбиральної обробки Етефоном, ураження охолодженої із затримкою й необробленої 1-МЦП продукції грибними хворобами виявлено після двох, а негайно охолоджених плодів – з чотирьох місяців зберігання. Незалежно від обробки дерев Етефоном та режиму охолодження продукції, побуріння шкірки (загар) найбільш інтенсивно проявилось на необроблених 1-МЦП плодах.

За обробки інгібітором етилену, ураження грибними хворобами необробленої Етефоном й охолодженої із затримкою продукції спостерігалось лише після двох місяців зберігання, втрати від функціональних розладів відсутні упродовж шести-місячного зберігання. Відсутність втрат від функціональних розладів в оброблених 1-МЦП плодів також відзначено Е. Karagiannis зі співавторами [25] в Греції для яблук сорту Гранні Сміт.

У цілому по досліді, ураження яблук грибними хворобами нижче для негайно охолодженої продукції (рисунок, зліва) та майже відсутнє – за обробки інгібітором етилену (рисунок 1, справа).

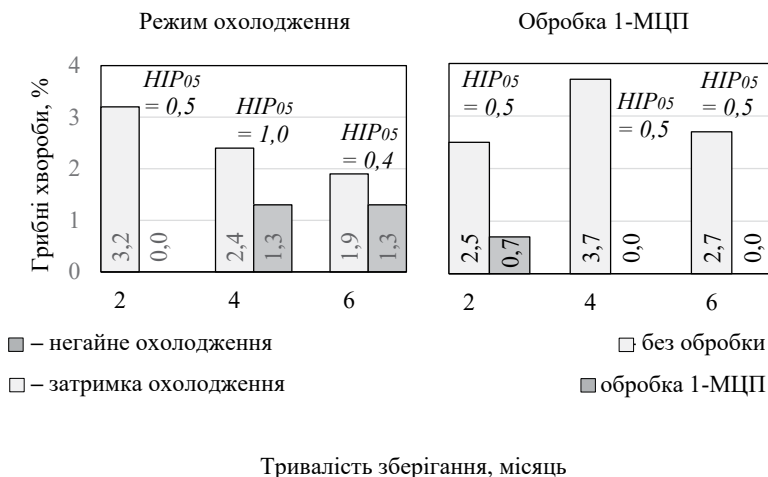


Рис. 1. Ураження яблук сорту Ренет Симиренка грибними хворобами залежно від режиму охолодження (зліва) й обробки (справа) інгібітором етилену 1-МЦП (результати дисперсійного аналізу, врожай 2012–2013 рр.)

Подібну закономірність отримано S. Ganai зі співавторами [16] в Індії для негайно охолоджених яблук сорту Ред Делішес та R. Saftner зі співавторами [18] в США для оброблених 1-МЦП плодів сорту Голден Делішес.

**Висновки.** Обприскування насаджень яблуні пізньозимового сорту Ренет Симиренка етиленпродуцентом Етефоном за два тижні до збирання врожаю прискорює передзбиральне досягання яблук.

Рациональна тривалість холодильного зберігання плодів за температури  $2 \pm 1^\circ \text{C}$  з необроблених Етефоном дерев (з 90 % виходом стандартних плодів) можлива упродовж шести місяців, незалежно від режиму охолодження, а за обробки Етефоном – лише для негайно охолодженої продукції. Обробка інгібітором етилену 1-МЦП забезпечує високий (96,5–97,1 %) вихід стандартних плодів, незалежно від обробки дерев Етефоном і режиму охолодження.

За обробки дерев Етефоном і тридобової затримки охолодження вищий рівень природних втрат плодів під час зберігання. Післязбиральна обробка 1-МЦП знижує природні втрати в 1,2–1,4 раза протягом шестимісячного зберігання.

Ураження яблук грибними хворобами і функціональними розладами не залежить від передзбиральної обробки дерев Етефоном. За негайного охолодження продукції ураження плодів грибними хворобами в 1,5–1,8 раза нижче, а за обробки 1-МЦП – відсутнє, як і функціональні розлади.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Igbal N., Khan N. A., Ferrante A., Trivellini A., Francini A., Khan M. I. R. Ethylene role in plant growth, development and senescence: interaction with other phytohormones. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. P. 1–19.
2. Saltveit M. Respiratory metabolism. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables* / edited by Yahia E. M., Carrillo-Lopez A. Great Britain, 2019. P. 73–91.
3. Binder B. M., Chang C., Schaller G. E. Perception of Ethylene by Plants – Ethylene Receptors. *The Plant Hormone Ethylene*. 2012. № 44. P. 2–9.
4. Qi W., Wang H., Zhou Z., Yang P., Wu W., Li Z. Ethylene emission as a potential indicator of Fuji apple flavor quality evaluation under low temperature. *Horticultural Plant Journal*. 2020. Vol. 6, № 4. P. 231–239.
5. Carra B., Dini M., Abreu E. S., Pasa M. S., Pasa C. P., Francescato P., Herter F. G., Mello-Farias P. C. Ethephon increases return bloom and yield of Rocha pear trees. *Acta Horticulturae*. 2021. Vol. 1303, № 41. P. 291–298.
6. Pesteanu A. Effects of ethephon application on color development of Gala Must apples. *Bulletin UASVM Horticulture*. 2017. Vol. 74, № 1. P. 26–32.
7. Bandy S. A., Bhat J. A., Ahanger F. A., Dar A. A., Dar P. A., Shakeel B. Ethephon – a best alternative for hand thinning to improve fruit set, colour and shelf life of apple. *Journal of Krishi Vigyan*. 2021. Vol. 10, № 1. P. 82–85.
8. Torres E., Gine-Bordonaba J., Asin L. Thinning flat peaches with ethephon and its effect on endogenous ethylene production and fruit quality. *Scientia Horticulturae*. 2021. Vol. 278. P. 109872.
9. Mertoglu K., Evrenosoglu Y., Polat M. Combined effects of ethephon and mepiquat chloride on late blooming, fruit set, and phytochemical characteristics of Black Diamond plum. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2019. Vol. 43, № 6. P. 544–553.
10. Brackmann A., Thewes F. R., Anese R. O., Both V., Linkejunior W., Schultz E. E. Aminoethoxyvinylglycine: isolated and combined with other growth regulators on quality of Brookfield apples after storage. *Scientia Agricola*. 2015. Vol. 72, № 3. P. 221–228.
11. Li F., Min D., Song B., Shao S., Zhang X. Ethylene effects on apple fruit cuticular wax composition and content during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*. 2017. Vol. 134. P. 98–105.
12. Li F., Zhang X., Jiang Y., Li X. Preharvest application of 1-methylcyclopropene and ethephon altered cuticular wax biosynthesis and fruit quality of apples at harvest and during cold storage. *Horticultural Plant Journal*. 2022. Vol. 8, № 2. P. 143–152.
13. Johnston J. W., Hewett E. W., Hertog M. L. A. T. M. Apple (*Malus domestica*) softening in the postharvest coolchain: effects of delayed cooling and shelf-life temperatures. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2005. № 33. P. 283–292.
14. Pathare P. B., Opara U. L., Vigneault C., Delele M. A., Al-Said F. A. J. Design of packaging vents for cooling fresh horticultural produce. *Food and Bioprocess Technology*. 2012. Vol. 5, № 6. P. 2031–2045.
15. Matouk A., El-Kholy M., Tharwat A., Askar S. Pre-cooling and temporary storage of apple fruits. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 7. P. 269–275.



16. Ganai S. A., Ahsan H., Wani I. A., Lone A. A., Mir S. A., Wani S. M. Colour changes during storage of apple cv. Red Delicious influence of harvest date, precooling, calcium chloride and waxing. *International Food Research Journal*. 2015. Vol. 22, № 1. P. 196–201.
  17. Мельник О. В., Дрозд О. О., Мельник І. О. Збереженість яблук сорту Ренет Симиренка залежно від регіону вирощування, строку збирання і післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 125. С. 124–132.
  18. Saftner R. A., Abbott J. A., Conway W. S., Barden C. L. Effects of 1-methylcyclopropene and heat treatments on ripening and postharvest decay in Golden Delicious apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2003. Vol. 128, № 1. P. 120–127.
  19. Мельник О., Худік Л. Збереженість яблук ранньозимових сортів із післязбиральною обробкою 1-метилциклопропеном. *Товари і ринки*. 2015. № 2. С. 112–123. URL: <http://tr.knute.edu.ua/files/2015/20/14.pdf> (дата звернення 23.12.2024).
  20. Мельник О. В., Дрозд О. О., Мельник І. О. Компоненти хімічного складу яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених інгібітором етилену, залежно від типу саду і строку збору. *Збірник наукових праць УНУС*. 2018. Вип. 92, ч. 1. С. 46–55.
  21. Методичні рекомендації з питань зберігання і переробки плодів та ягід / Рибак Г. М. та ін. Київ: Укр. НДІ садівництва, 1980. 75 с.
  22. ДСТУ ISO 2173:2007. Продукти з фруктів та овочів. Визначення розчинних сухих речовин рефрактометричним методом. [Чинний від 01-01-2009]. Київ, 2009. 16 с. (Інформація та документація).
  23. Streif J. Optimum harvest date for different apple cultivars in the Bodensee area. *Proceedings of a meeting working group optimum harvest date, 9–10 june. 1994*. Lofthus, Norway. 1994. P. 178–183.
  24. Schultz E. E., Mallmann W. L., Ludwig V., Thewes F. R., Pasquetti B. M. R. Aminoethoxyvinylglycine, naphthalene acetic acid and ethephon: impacts on pre-harvest fruit drop, volatile compounds profile, and overall quality of Galaxy apples. *Erwerbs-Obstbau*. 2023. Vol. 65, № 1. P. 7–23.
  25. Karagiannis E., Michailidis M., Tanou G., Samiotaki M., K. Karamanoli, Avramidou E., Ganopoulos I., Madesis P., Molassiotis A. Ethylene –dependent and –independent superficial scald resistance mechanisms in Granny Smith apple fruit. *Scientific Reports*. 2018. № 8. P. 1–16.
-