



О. В. Мельник,
доктор с.-г. наук, професор,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна
E-mail: novsad@ukr.net



Л. М. Худік,
викладач,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна
E-mail: l.khudik17@gmail.com

ТОВАРНА ОЦІНКА ЯБЛУК, ОБРОБЛЕНИХ ПІСЛЯ ЗБИРАННЯ 1-МЕТИЛЦИКЛОПРОПЕНОМ

Стаття присвячена дослідженню товарної якості плодів яблуні ранньозимового строку досягання сортів Кальвіль сніговий і Спартан під час холодильного зберігання за умови їхнього післязбирального оброблення препаратом етилен-пригнічуючої дії 1-метилциклопропеном (1-МЦП). У роботі науково обґрунтовано прояви зниження уражень плодів фізіологічними розладами та мікробіологічними захворюваннями під час зберігання.

Досліджено рівень природних втрат плодів, технічного браку та відходу продукції. Обраховано темп зниження виходу стандартної продукції та характер його залежності від тривалості зберігання. Встановлено суттєве підвищення у понад 2 рази, порівняно з контролем, виходу стандартної продукції та, зокрема, вищого і першого товарних сортів після шести місяців зберігання обробленої 1-МЦП продукції у поєднанні з істотним зниженням браку, що здійснює вирішальний вплив на величину очікуваного від реалізації яблук прибутку та рівня рентабельності зберігання.

Ключові слова: стандартна продукція, фізіологічні розлади, технічний брак, природні втрати, ураження, «загар», побуління м'якоти, гниль, яблука.

O. V. Melnyk,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine
L. M. Khudik,
Lecturer, Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

COMMODITY EVALUATION OF APPLES TREATED WITH 1-METHYLCYCLOPROPENE AFTER HARVEST

The thesis being presented is study on marketable quality of early winter apple fruits cultivars 'Calville' and 'Spartan' during refrigerated storage under the condition of their post-harvest treatment with 1-methylcyclopropene (1-MCP).

The suppression of apple's ripening after harvest is necessary to reduce the losses of marketable fruit quality during storage and receive a high economic effect from the sale of product. SmartFresh technology, based on inhibition of ethylene due to the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP), use to improve the quality of the majority of apple's cultivars. The post-harvest application of 1-MCP effectively restrains the development of physiological disorders such as superficial scald and fruit rot, but sometimes may increase susceptibility to flesh browning, especially stored during 6 or more months.

Research objects were early-winter apple cultivars 'Calville' and 'Spartan', treated after harvest with 1-MCP ('SmartFresh™' 0,068 g·m⁻³) for 24 h at 5 °C, during storage at 3±1 °C and relative humidity 85–90 % for two, three, four, five and six months (non-treated fruits – control). The value of weight loss, superficial scald, fruit rot and core browning damage carried by weighing of respective factions of fruits. Data are means of three replicates and expressed as a percentage of fruit's weight before storage.

There was a significant increase in more than two times, compared to the control, the yield of standard products and, in particular, higher and first grades of 1-MCP treated fruits after six months of storage in combination with a significant decrease in technical defect, which has a decisive impact on expected proceeds and the level of profitability of storage.

The weight losses of both early-winter apple cultivars increased during storage with not-substantial difference between the both treated with 1-MCP and control fruits. During storage standard product fraction of 1-MCP treated fruits both cultivars decreased quadratically with high correlation coefficients. After six months of storage control apples cv. 'Calville' had most fruits with superficial scald, core browning and rot, and cv. 'Spartan' – with core browning and rot, while the damage product of 1-MCP treated apples consisted mainly of rotting fruits.

Consequently, post-harvest treatment of apple fruits with ethylene inhibitor 1-MCP increased the marketable quality and efficiency of the storing of early-winter apple cultivars 'Calville' and 'Spartan', reducing the intensity of physiological disorder's and rot's damage.

Key words: standard products, physiological disorders, technical defect, weight loss, core browning, flesh browning, rot, apples.

Постановка проблеми. Для зниження втрат товарної якості плодів під час зберігання за рахунок втрати маси яблук, ураження фізіологічними розладами і мікробіологічними хворобами та отримання задовільного економічного ефекту від реалізації продукції, необхідним є обмеження досягання яблук після збору врожаю [1].

Післязбиральні втрати залежать від температури зберігання та відносної вологості повітря [2], фізіологічного й анатомічного стану плодів [3]. Втрати

маси яблук різних сортів можуть варіювати, виражаючись в істотно різних значеннях показника навіть за однакових умов зберігання [4]. Вони впливають на структуру шкірки плоду та характер воскового шару на його поверхні [5], спричиняючи в'янення, втрату тургору і подальше розм'якшення тканин, а тому знижують якість плодів [6].

Технологія *СмартФреш*, що базується на пригніченні виділення етилену завдяки дії 1-метилциклопропену (1-МЦП), застосовується для покращення якості продукції

Під час зберігання переважної більшості сортів яблук. Дослідженнями закордонних науковців М. *Delong* та ін. [7], J. R. DeEl та ін. [8], Н. Rupasinghe, D. P. Murr та ін. [9], С. В. *Watkins* та ін. [10] доведено, що обробка 1-МЦП ефективно стримує розвиток таких фізіологічних розладів як поверхневе побуріння шкірки («загар») та ураження плодів гниллю, хоча іноді може підвищувати схильність плодів до побуріння м'якоті, особливо під час зберігання протягом шести і більше місяців [11].

Встановлено також (С. В. *Watkins* та ін.) позитивний вплив післязбиральної обробки 1-МЦП на виникнення «загару» яблук сорту *Кортланд* при зберіганні, а для сорту *Мекінтош* виявлені випадки побуріння м'якоті [12]. Останнє виявлено групою бельгійських вчених також і для яблук ранньозимового сорту *Бребурн* [13].

З огляду на це, актуальним є дослідження товарного стану яблук ранньозимових сортів з позиції збереженості якості за рахунок пригнічення фізіологічних розладів і мікробіологічних хвороб під час тривалого зберігання.

Мета роботи – дослідження впливу післязбиральної обробки яблук 1-МЦП на величину втрат плодів яблук ранньозимових сортів і вихід стандартної продукції після її зберігання.

Методика дослідження. Об'єкти дослідження – яблука ранньозимового строку досягання сортів *Кальвіль сніговий* і *Спартан* з попереднім охолодженням до +5 °С і без нього, оброблені після збирання 1-МЦП (препарат SmartFresh, 0,068 г/м³) та без обробки (контроль), під час зберігання у фруктосховищі-холодильнику ФХ-770 Уманського національного університету садівництва (НУС) за температури 3±1 °С та відносної вологості повітря 85–90 %. Температуру в камері контролювали спиртовими термометрами, а відносну вологість повітря – гігрометром.

У день збору половину продукції охолоджено за температури 5±1°C та відносної вологості повітря 85–90% й частину її оброблено 1-МЦП за рекомендацією виробника препарату. Для цього ящики з плодами встановлено в газонепроникний контейнер з плівки завтовшки 200 мк, куди поміщено склянку з дистильованою водою і розрахованою на одиницю об'єму дозою порошкоподібного препарату. Циркуляцію повітря в контейнері здійснено вентилятором. Іншу половину продукції оброблено одразу після збирання. Підготовку яблук до зберігання здійснено за ГСТУ 01.1–37–160:2004 [14], формуючи облікові одиниці й укладаючи у вистелені папером ящики № 75 (ГОСТ 10131–93) [15] з розподілом на три частини (повторності по 7 кг). Число ящиків кожного варіанту відповідало періодичності товарного аналізу.

Товарну оцінку плодів здійснено за [14], фіксуючи масу відповідних фракцій впродовж півроку через кожні 2 міс. Дані отримано у відсотках до початкової маси аналізованої проби. До *технічного* браку віднесено яблука із загниванням до 1/2, побурінням шкірки («загаром») до 1/2 поверхні плоду, слабким побурінням м'якоті та сильним в'яненням. До *абсолютного* відходу – яблука із загниванням та побурінням шкірки на площі понад 1/2 поверхні, інтенсивним побурінням м'якоті і спуханням [16]. Темп (швидкість) зміни виходу стандартної продукції під час зберігання розраховано діленням значення показника на кількість тижнів зберігання. Облік природних втрат здійснено зважуванням поліетиленових сіток із плодами у триразовій повторюваності, виражаючи у відсотках до маси плодів в сітках на момент закладання на зберігання. Закінчення терміну зберігання визначено за сумарними втратами плодів не більше 10 %.

При визначенні економічної ефективності, зокрема собівартості, чистого прибутку на одиницю маси продукції та рівня рентабельності, враховано витрати на зберігання і зміну вартості товарної продукції в цей час [17]. Початкову якість, собівартість до закладання в холодильник і тривалість зберігання оброблених 1-МЦП і необроблених плодів у межах помологічного сорту взято однаковими. Вартість продукції при закладанні в холодильник враховували за закупівельними, а після зберігання – за

гуртовими цінами (однаковими протягом всього періоду зберігання), враховуючи товарну сортність, природні та інші втрати. Норми витрат визначено за технологічними картами і техніко-економічними показниками модернізованого фруктосховища-холодильника ФХ-770. Гуртова ціна яблук сортів *Кальвіль сніговий* і *Спартан* на момент збору врожаю в 2012–2013 рр. становила в середньому 4000 грн/т.

Статистичну обробку даних проведено дисперсійним, регресійним і кореляційним аналізами з використанням програмних пакетів Excel-2010 і Statistika на рівні достовірності 95 % [18].

Основні результати дослідження. Природні втрати плодів – основний показник збереженості продукції – збільшувалися під час зберігання із середнім кроком 0,8–1,0 % для оброблених 1-МЦП і плодів без обробки сорту *Кальвіль сніговий* і *Спартан* (таблиця).

Після двохмісячного зберігання рівень природних втрат оброблених 1-МЦП яблук сортів *Кальвіль сніговий* і *Спартан* на 0,3–0,4 та 0,2–0,3 % відповідно нижчий, порівняно з плодами без обробки, а різниця між сортами – неістотна. На кінець чотирьох місяців зберігання різниця між контролем та обробленими плодами зменшилася неістотно, досягаючи 1,9 та 1,7 % для необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий* і *Спартан*. Згідно з І. Жап та ін. [19], втрата маси яблук сортів *Роял Гала* і *Мондіал Гала* становили 2,4 % після 4-х місяців зберігання. Натомість вчені з Туреччини встановили, що обробка 1-МЦП забезпечила на 0,2–0,3 % менші втрати маси яблук сорту *Фуджі* на кінець 8 місяців зберігання [20]. Максимальний рівень природних втрат зафіксовано для необроблених плодів без попереднього охолодження сорту *Кальвіль сніговий* на кінець шести місяців зберігання, а різниця між сортами для оброблених 1-МЦП плодів становила лише 0,2–0,4 %.

Вихід стандартної продукції яблук обох сортів після двохмісячного зберігання представлено переважно вищим сортом (76,2–82,6 %). Чотиримісячне зберігання спричинило різке (на 19,4–22,3 %) зниження виходу стандартної продукції необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий* із одночасним підвищенням технічного браку, що ймовірно зумовлено ураженням таких яблук поверхневим побурінням шкірки. Для сорту *Спартан* аналогічне зниження відбулося у 5,3–7,5 рази менш інтенсивно. Зменшення у 3,7–3,9 разів вищого товарного сорту зумовило переважання в структурі стандартної продукції яблук сорту *Кальвіль сніговий* плодів другого товарного сорту (більше 30 %). Для необроблених яблук сорту *Спартан* кількість плодів вищого товарного сорту знизилася майже втричі, а першого – підвищилася в понад 3–4 рази. Другий товарний сорт оброблених яблук на кінець чотиримісячного зберігання був відсутній.

Загальний вихід стандартної продукції необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий* на кінець шести місяців зберігання знизився на 31 %, сорту *Спартан* – вдвічі менше. У структурі стандартної продукції на кінець зберігання майже вдвічі переважали яблука другого товарного сорту. Крім того, для сорту *Спартан* визначено в середньому 16 % плодів вищого товарного сорту, для сорту *Кальвіль сніговий* такі яблука відсутні.

Суттєво покращена ефективність зберігання яблук з післязбиральною обробкою 1-МЦП. Для таких плодів значно загальмований процес зниження якості продукції: на кінець двох місяців структура стандарту обох помологічних сортів представлена лише вищим товарним сортом на рівні вище 99 %; після чотирьох місяців зберігання – загальний вихід стандартної продукції змінився неістотно, а плодів вищого товарного сорту зменшилося в середньому на 13–18 %. Після 6 міс. зберігання вихід стандартної продукції сорту *Спартан* дещо перевищував показник таких яблук сорту *Кальвіль сніговий* і становив більше 94 %, плодів другого товарного сорту не зафіксовано.

Високоцінною фракцією продукції є сума вищого і першого товарних сортів, що слугує важливим показником збереженості плодів та визначає реалізаційну вартість

продукції. На основі залежності динаміки збереженості яблук встановлено характер зміни товарної продукції під час зберігання та досліджено темп (швидкість) цих змін за певний період зберігання.

Різке зменшення у 2,1–2,2 рази суми виходу вищого і першого товарних сортів необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий* відображало максимальний – 3,40–3,55 %/тиждень – темп її зниження і зумовило істотні – відповідно 51,2–54,4 % та 3,2–3,4 %/тиждень – різниці показників, порівняно з обробленими 1-МЦП плодами, після чотиримісячного зберігання (дані не наведено).

Основну масу технічного браку після чотирьох місяців зберігання склали uszkodжені «загаром» плоди необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий*, а на кінець шести місяців відбулося підвищення в 4,5–5,6 разів кількості uszkodжених гниллю та в понад двічі – плодів зі слабким побурінням серцевини (рис. 1).

Суттєва збереженість якості продукції забезпечена післязбиральною обробкою 1-МЦП, коли технічний брак представлений переважно втратами від загнивання і після п'яти місяців зберігання у понад 10 та 3–3,5 рази менший, порівняно з необробленими плодами відповідно

сортів *Кальвіль сніговий* і *Спартан*.

На кінець шестимісячного зберігання яблук сорту *Кальвіль сніговий* виявлено 4,0–4,3 % плодів зі слабким побурінням серцевини. Загальний же рівень показника для них майже вдвічі вищий, порівняно з іншим сортом, де брак представлений втратами від загнивання.

У структурі абсолютного відходу продукції для сорту *Спартан* – переважно яблука із загниванням, частка яких натомість у 2,0–3,4 рази менша, порівняно з необробленими плодами сорту *Кальвіль сніговий* вже після чотирьох місяців зберігання (рис. 2).

Підвищення майже у 6–9 разів рівня абсолютного відходу останніх зафіксовано після п'яти місяців зберігання, коли в понад 2–3 рази збільшилася кількість уражених мокрою гниллю плодів, а втрати від «загару» становили 6,0 %. За рахунок збільшення кількості плодів із загниванням, відбулося підвищення в цей період у понад 2–3 рази рівня абсолютного відходу продукції сорту *Спартан*.

На кінець шести місяців зберігання у структурі абсолютного відходу необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий* переважали плоди із сильним побурінням

Таблиця

Товарна оцінка яблук із післязбиральною обробкою 1-МЦП залежно від тривалості зберігання (середнє врожаю 2012–2013 рр.), %

| Попереднє охолодження | Доза Смарт-Фреш, г/м ³ | Тривалість зберігання, міс. | Товарна продукція | | | | Технічний брак | Абсолютний відхід | Природні втрати |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|------|------|----------------|-------------------|-----------------|
| | | | всього | у т.ч. товарні сорти | | | | | |
| | | | | вищий | I | II | | | |
| <i>Кальвіль сніговий</i> | | | | | | | | | |
| Без охолодження | 0 | 2 | 98,0 | 76,2 | 21,8 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 1,1 |
| | | 4 | 75,7 | 20,7 | 22,5 | 32,5 | 20,1 | 2,3 | 1,9 |
| | | 6 | 44,7 | 0,0 | 17,3 | 27,4 | 34,3 | 18,0 | 3,0 |
| | 0,068 | 2 | 99,2 | 99,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 |
| | | 4 | 97,6 | 80,4 | 17,2 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 1,7 |
| | | 6 | 90,4 | 63,1 | 27,3 | 0,0 | 6,3 | 0,8 | 2,5 |
| До +5 °С | 0 | 2 | 96,9 | 80,8 | 16,1 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 1,1 |
| | | 4 | 77,5 | 20,6 | 25,0 | 31,9 | 19,0 | 1,6 | 1,9 |
| | | 6 | 45,3 | 0,0 | 17,8 | 27,5 | 31,4 | 20,5 | 2,8 |
| | 0,068 | 2 | 99,4 | 99,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 |
| | | 4 | 96,8 | 81,2 | 15,6 | 0,0 | 1,6 | 0,0 | 1,6 |
| | | 6 | 91,0 | 65,3 | 25,7 | 0,0 | 5,9 | 0,5 | 2,6 |
| <i>НІР₀₅</i> | | | 6,1 | 4,4 | 4,3 | 4,2 | 6,0 | 4,1 | 0,3 |
| <i>Спартан</i> | | | | | | | | | |
| Без охолодження | 0 | 2 | 98,2 | 79,9 | 18,3 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,9 |
| | | 4 | 95,6 | 27,4 | 68,2 | 0,0 | 2,0 | 0,7 | 1,7 |
| | | 6 | 80,1 | 15,6 | 24,3 | 40,2 | 11,8 | 5,3 | 2,8 |
| | 0,068 | 2 | 99,3 | 99,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 |
| | | 4 | 96,6 | 84,7 | 11,9 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 1,6 |
| | | 6 | 94,1 | 70,8 | 23,3 | 0,0 | 3,6 | 0,0 | 2,3 |
| До +5 °С | 0 | 2 | 98,3 | 82,6 | 15,7 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,9 |
| | | 4 | 94,1 | 28,2 | 65,9 | 0,0 | 3,3 | 0,9 | 1,7 |
| | | 6 | 80,3 | 16,7 | 23,4 | 40,2 | 11,4 | 5,5 | 2,8 |
| | 0,068 | 2 | 99,4 | 99,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 |
| | | 4 | 97,7 | 85,6 | 12,1 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 1,6 |
| | | 6 | 94,8 | 73,7 | 21,1 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 2,2 |
| <i>НІР₀₅</i> | | | 5,5 | 5,0 | 3,7 | 2,8 | 4,8 | 2,9 | 0,3 |

шкірки – 7,5–8,1 %, в той час як втрати за рахунок гниття і спухання майже вдвічі та півтора рази менші.

Післязбиральна обробка яблук 1-МЦП забезпечила наявність у структурі абсолютного відходу лише 0,4–0,5 і 0,8 % уражених плодовою гниллю яблук сорту *Кальвіль сніговий* відповідно з попереднім охолодженням та без нього після п'яти–шести місяців зберігання та повну відсутність абсолютного відходу продукції сорту *Спартан*.

Встановлено, що економічна ефективність зберігання яблук обох помологічних сортів визначається, насамперед, товарністю плодів, що впливає на рівень ціни реалізації продукції й обумовлює прибутковість та рентабельність зберігання.

Собівартість продукції всіх варіантів підвищувалась впродовж шести місяців за рахунок збільшення витрат на зберігання й була вищою для оброблених 1-МЦП

яблук, порівняно з контролем. Натомість прибуток від реалізації та рівень рентабельності планомірно знижувались з вагомим перевищенням показників для обробленої 1-МЦП продукції. Так, після чотирьох місяців у холодильнику рентабельність зберігання оброблених плодів сорту *Кальвіль сніговий* вищий на 53–66 %, порівняно з контролем, а прибуток більший у понад 8–13 разів. На кінець шести місяців, коли фактично яблука контролю цього сорту зняті зі зберігання (див. табл.), розрахунковий прибуток для оброблених плодів склав близько 2,5 тис.грн./т, забезпечуючи рентабельність 44 %. Для яблук сорту *Спартан* прибуток вищий у понад 27–30 разів, порівняно з контролем, а рентабельність зберігання – на 47 % з рівнем показника понад 50 % (дані не наведено).

Висновки. Спосіб зберігання яблук ранньозимових

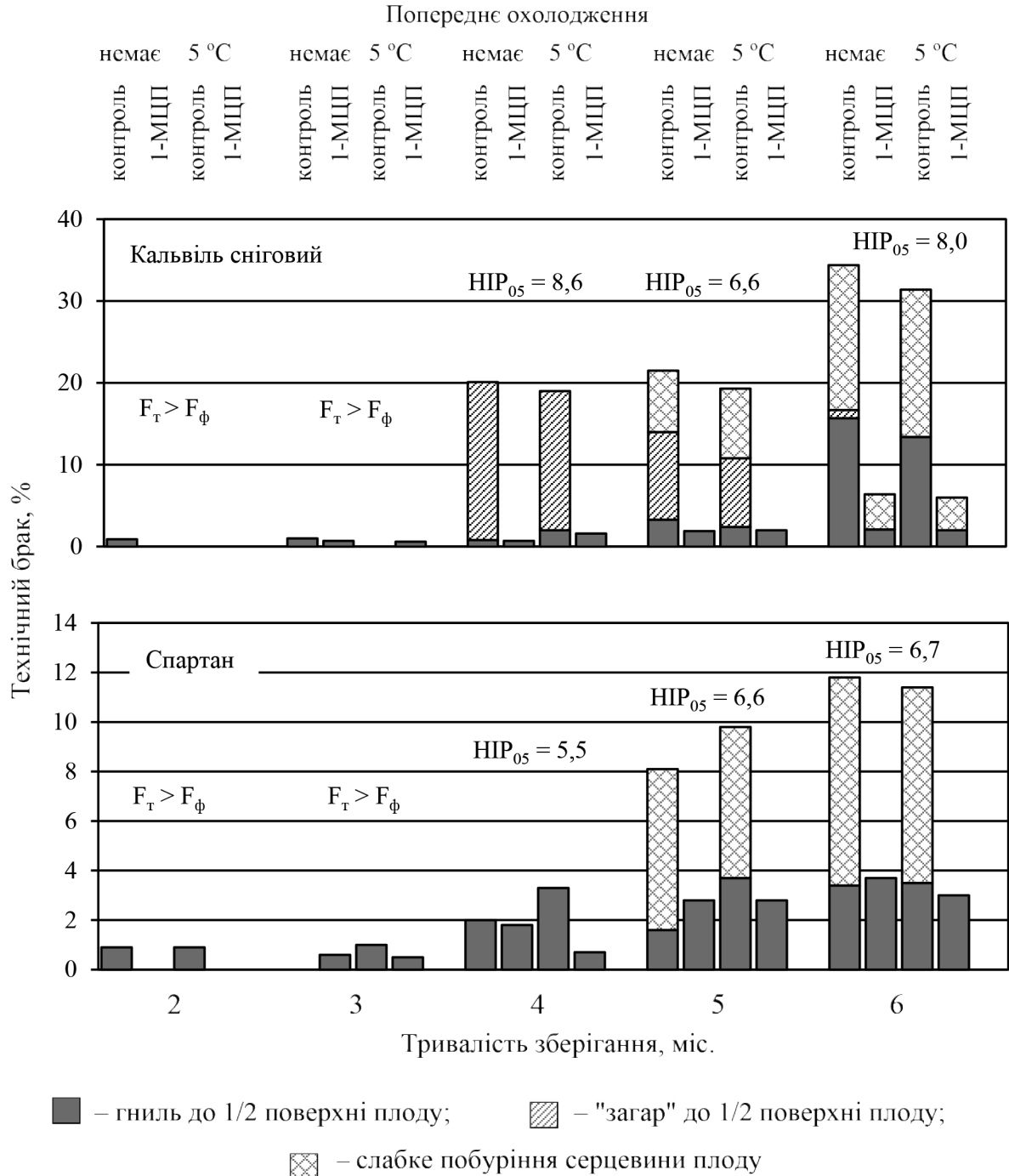


Рис. 1 Структура технічного браку яблук сортів *Кальвіль сніговий* і *Спартан* під час зберігання (середнє врожаю 2012–2013 рр.)

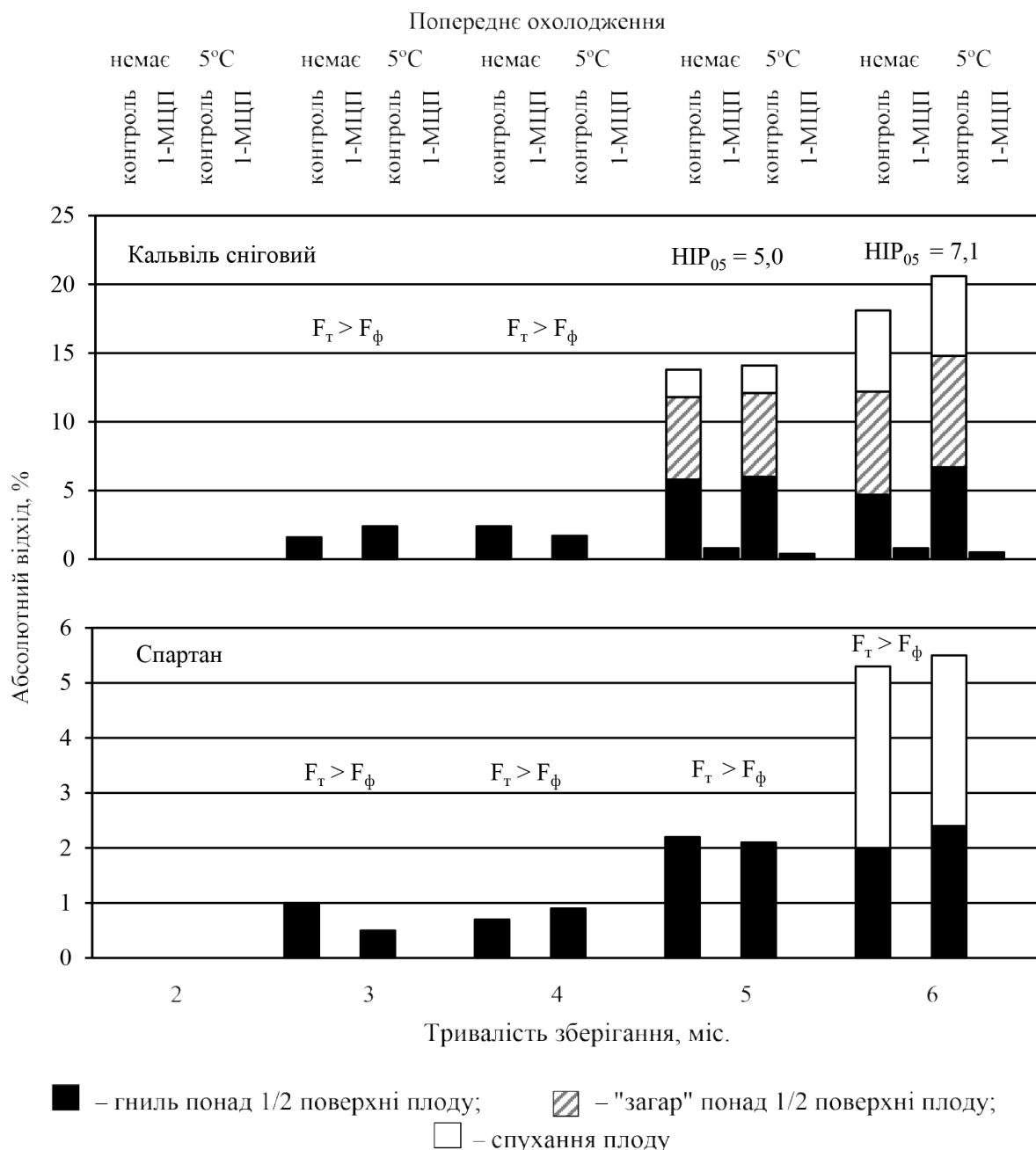


Рис. 2 Структура абсолютного відходу яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан під час зберігання (середнє врожаю 2012–2013 рр.).

сортів із використанням післязбиральної обробки 1-МЦП забезпечує значно краще – більш ніж у 5 та 2,4 разів – збереження товарної якості продукції за сумою виходу вищого і першого сортів, збільшує на 3–3,5 міс. період холодильного зберігання плодів та уможливує підвищення рентабельності й одержання високого прибутку від реалізації продукції після шести місяців зберігання.

Література

- Watkins C. B. Overview of 1-Methylcyclopropene trials and uses for edible horticultural crops. *HortScience*. 2008. Vol. 43. № 1. P. 86–94.
- Tu K., Nicolai B., Baendemaeker J. D. Effects of relative humidity on apple quality under simulated shelf temperature storage. *Scientia Horticulturae*. 2000. Vol. 85. № 3. P. 217–229.
- Saleh A. M., Ghafir O. S., Gadalla N. B. Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold storage conditions. *Acta biology*. 2009. Vol. 53. N 1. P. 21–26.
- Khan M. A., Ahmad I. Morphological studies on physical changes in apple fruit after storage at room temperature. *Journal Agriculture and Social Science*. 2005. Vol. 1. N 2. P. 102–104.
- Veraverbeke E. A., Verboven P. Prediction of moisture loss across the cuticle of apple during storage: part 2. Model simulations and practical applications. *Postharvest biology and technology*. 2003. Vol. 30. P. 89–97.
- Vander-Beng L. The role of humidity, temperature and atmospheric condition in maintaining vegetable quality during storage. *ACS Symposium Service*. 1981. Vol. 170. P. 95.
- DeEl J., Ehsani-Moghaddam B. Effects of rapid consecutive postharvest 1-Methylcyclopropene treatments on fruit quality and storage disorders in apples. *Hortscience*. 2013. Vol. 48. N 2. P. 227–232.
- DeLong J. M., Prange R. K., Harrison P. A. The influence of 1-Methylcyclopropene on Cortland and McIntosh apple quality following long-term storage. *Hortscience*. 2004. Vol. 39. N 5. P. 1062–1065.
- DeEl J. R., Murr D. P., Porteus M. D. Influence of temperature and duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest biology and Technology*. 2002. Vol. 24. N 1. P. 349–353.
- Rupasinghe H. P. V., Murr D. P., Paliyath G., Skog L. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in McIntosh and Delicious apples. *J. Hortscience and Biotechnology*. 2000. Vol. 75. P. 271–276.
- Watkins C. B., Nock J. F., Whitaker B. D. Response of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*. 2000. Vol. 19. P. 17–32.

12. Watkins C. B., Nock J. F., Lu X. Repeated treatments of apple fruit with SmartFresh. *New York Fruit Quarterly*. 2013. Vol. 21. N 2. P. 11–16.
 13. Hatoum D., Buts K., Hertog M. L. A. T. M., Geeraerd A. H., Schenk A., Vercaemmen J., Nicolai B. M. Effects of pre- and postharvest factors on browning in Braeburn. *Horticultural science (Prague)*. 2014. Vol. 41. N 1. P. 19–26.
 14. Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. ТУ GSTU 01.1-37-160:2004. [Чинний від 2004–29–12]. К. : Укragrostandartсертифікація, 2004. 11 с.
 15. Ящики из древесины. ГОСТ 10131-93 [Введ. 01–07–1995]. К. : Укragrostandartсертифікація, 2008. 22 с.
 16. Методические рекомендации по проведению исследований по вопросам хранения и переработки плодов и ягод. К. : УННИС, 1980. 42 с.
 17. Дженева Ю., Иванченко В. И., Дженева Э. Л. и др. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда (организация и проведения исследований). Ялта: Ин-т винограда и вина «Магарач», 1998. 152 с.
 18. Мойсейченко В. Ф. Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевих продукції. К. : НМК ВО, 1992. 364 с.
 19. Jan I., Rab A., Sajid M. Response of apple cultivars to different storage durations. *Sarhab Journal Agriculture*. 2012. Vol. 28, N 2. P. 219–224.
 20. Ozkaya O., Dundar O. Influence of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Fuji apple quality during long-term storage. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2009. Vol. 7. N 2. P. 146–148.
- References**
1. Watkins, C. B. (2008). Overview of 1-Methylcyclopropene trials and uses for edible horticultural crops. *HortScience*. 2008, vol. 43, no 1, pp. 86–94.
 2. Tu, K., Nicolai, B., Baendemaeker. J. D. (2000). Effects of relative humidity on apple quality under simulated shelf temperature storage. *Scientia Horticulturae*. 2000, vol. 85, no 3, pp. 217–229.
 3. Saleh, A. M., Ghafir, O. S., Gadalla, N. B. (2009). Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold storage conditions. *Acta biology*. 2009, vol. 53, no 1, pp. 21–26.
 4. Khan, M. A., Ahmad, I. (2005). Morphological studies on physical changes in apple fruit after storage at room temperature. *Journal Agriculture and Social Science*. 2005, vol. 1, no 2, pp. 102–104.
 5. Veraverbeke, E. A., Verboven, P. (2003). Predication of moisture loss across the cuticle of apple during storage: part 2. Model simulations and practical applicatons. *Postharvest biology and technology*. 2003, vol. 30, pp. 89–97.
 6. Vander-Beng, L. (1981). The role of humidity, temperature and atmospheric condition in maintaining vegetable quality during storage. *ACS Symposium Service*. 1981, vol. 170, pp. 95.
 7. DeEll, J., Ehsani-Moghaddam, B. (2013). Effects of rapid consecutive postharvest 1-Methylcyclopropene treatments on fruit quality and storage disorders in apples. *Hortscience*. 2013, vol. 48, no 2., pp. 227–232.
 8. Delong, J. M., Prange, R. K., Harrison, P. A. (2004). The influence of 1-Methylcyclopropene on Cortland and McIntosh apple quality following long-term storage. *Hortscience*. 2004, vol. 39, no 5, pp. 1062–1065.
 9. DeEll, J. R., Murr, D. P., Porteus, M. D. (2002). Influence of temperature and duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest biology and Technology*. 2002, vol. 24, no 1, pp. 349–353.
 10. Rupasinghe, H. P. V., Murr, D. P., Paliyath, G., Skog, L. (2000). Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in McIntosh and Delicious apples. *J. Hortscience and Biotechnology*. 2000, vol. 75, pp. 271–276.
 11. Watkins, C. B., Nock, J. F., Whitaker, B. D. (2000). Response of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*. 2000, vol. 19, pp. 17–32.
 12. Watkins, C. B., Nock, J. F., Lu, X. (2013). Repeated treatments of apple fruit with SmartFresh. *New York Fruit Quarterly*. 2013, vol. 21, no 2., pp. 11–16.
 13. Hatoum, D., Buts, K., Hertog, M. L. A. T. M. et al. (2014). Effects of pre- and postharvest factors on browning in Braeburn. *Horticultural science (Prague)*. 2014, vol. 41, no 1, pp. 19–26.
 14. The apples of the middle and higher terms of achievement. TU GSTU 01.1-37-160: 2004. [Introduction 2004-29-12]. К.: Укragrostandartcertification, 2004. 11 p. (In Ukrainian).
 15. Wood boxes. GOST 10131-93 [Introduction 01-07-1995]. К.: Укragrostandartsertifikatsiya, 2008. 22 p. (In Russian).
 16. Methodological recommendations for research on storage and processing of fruits and berries. Kyiv: UNNIS, 1980. 42 p. (In Russian).
 17. Dzheneev Y., Ivanchenko V. I., Dzhenevaya E.L. et al. (1998). Methodological recommendations for the storage of fruits, vegetables and grapes (organization and conduct of research). Yalta: Institute of grapes and wine "Magarach", 1998.152 p. (In Russian).
 18. Moiseychenko V. F. (1992). Basics of scientific dosages in fruit production, vegetable production, viticulture and technology of harvesting fruit and vegetable products. К. : NMK VO, 1992. 364 p. (In Ukrainian).
 19. Jan, I., Rab, A., Sajid, M. (2012). Response of apple cultivars to different storage durations. *Sarhab Journal Agriculture*. 2012, vol. 28, no 2, pp. 219–224.
 20. Ozkaya, O., Dundar, O. (2009). Influence of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Fuji apple quality during long-term storage. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2009, Vol. 7, no 2, pp. 146–148.