ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

УДК 664.8.035.1:634.11

Олександр МЕЛЬНИК,
Людмила ХУДІК

ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ЯБЛУК РАННЬОЗИМОВИХ СОРТІВ ІЗ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЮ ОБРОБКОЮ 1-МЕТИЛЦИКЛОПРОПЕНОМ

Науково обґрунтовано способи зниження ураження яблук ранньозимових сортів фізіологічними розладами та мікробіологічними хворобами під час зберігання. Досліджено рівень природних втрат плодів, браку та відходу продукції, величину одержаного від реалізації яблук прибутку та рівня рентабельності залежно від післязбиральної обробки плодів 1-метилциклопропеном. Обраховано темп зниження виходу стандартної продукції та характер його залежності від тривалості зберігання.

Ключові слова: яблука, стандартна продукція, технічний брак, фізіологічні розлади, "загар", природні втрати, побуріння м'якоті, побуріння серцевини, гниль, собівартість, рентабельність.

Мельник А., Худик Л. Сохраняемость яблок раннезимних сортов с послеуборочной обработкой 1-метилциклопропеном. *Научно обоснованы способы снижения потерь яблок раннезимних сортов за счет физиологических расстройств и микробиологических болезней во время хранения. Исследован уровень естественных потерь плодов, брака и отходов, величина полученной от реализации яблок прибыли и уровень рентабельности в зависимости от послеуборочной обработки плодов 1-метилциклопропеном. Рассчитан темп снижения выхода стандартной продукции и характер его зависимости от продолжительности хранения.*

Ключевые слова: яблоки, стандартная продукция, технический брак, физиологические расстройства, "загар", естественные потери, побурение мякоти, побурение сердцевины, гниль, себестоимость, рентабельность.

Постановка проблеми. Для зниження втрат товарної якості плодів під час зберігання за рахунок втрати маси яблук, ураження фізіологічними розладами й мікробіологічними хворобами та отримання

задовільного економічного ефекту від реалізації продукції необхідним є обмеження достигання 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 й 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 кількості сортів яблук. Дослідженнями закордонних науковців M. Delong та ін. [7], J. R. DeEll та ін. [8], H. Rupasinghe, D. P. Murr та ін. [9], C. B. 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 6-ти й більше місяців [11].

Дослідженнями C. B. Watkins та ін. [12] також встановлено позитивний вплив післязбиральної обробки 1-МЦП на виникнення "загару" яблук сорту *Кортланд* при зберіганні, а для сорту *Мекінтош* є випадки побуріння м'якоті. Групою бельгійських вчених останнє виявлено також і для яблук ранньозимового сорту *Бребурн* [13].

Із огляду на це, актуальним є дослідження товарного стану яблук ранньозимових сортів із 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.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – яблука ранньозимового строку достигання сортів *Кальвіль сніговий* і *Спартан* із попереднім охолодженням до +5 °С і без нього, оброблені після збирання 1-МЦП (препарат *SmartFresh*, 0.068 г/м^3) та без обробки (контроль), під час зберігання у фруктосховищі-холодильнику ФХ-770 Уманського національного університету садівництва 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 °С 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 із плівки зав-

товшки 200 мк, куди поміщено склянку з дистильованою водою та 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] із розподілом на три частини (повторності по 7 кг). Число ящиків кожного варіанту відповідало періодичності товарного аналізу.

Товарну оцінку плодів здійснено за ТУ ГСТУ 01.1–37–160:2004 [14], фіксуючи масу відповідних фракцій протягом 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 до 1/2 поверхні плоду, слабким побурінням м'якоті та сильним в'яненням. До *абсолютного* відходу – яблука із загниванням і побурінням шкірки на площі понад 1/2 поверхні, інтенсивним побурінням м'якоті та 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 в триразовій повторюваності, виражаючи у відсотках до маси плодів у 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 усього періоду зберігання), зважаючи на товарну сортність, природні та інші втрати. Норми витрат визначено за технологічними картами та техніко-економічними показниками модернізованого фруктосховища-холодильника ФХ-770. Гуртова ціна яблук сортів *Кальвіль сніговий* і *Спартан* на момент збору врожаю 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].

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 – незначна. На кінець чотирьох місяців зберігання різниця між контролем і обробленими плодами зменшилася неістотно, досягаючи 1.9 та 1.7 % для необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий* і *Спартан*. Згідно з I. Jan та ін. [19], втрата маси яблук сортів *Роял Гала* та *Мондіал Гала* становили 2.4 % після 4-х міс. зберігання. Натомість учені з Туреччини встановили, що обробка 1-МЦП забезпечила на 0.2–0.3 % менші втрати маси яблук сорту *Фуджі* на кінець 8 міс. зберігання [20]. Максимальний рівень природних втрат зафіксовано для необроблених плодів без попереднього охолодження сорту *Кальвіль сніговий* на кінець 6-го міс. зберігання, а різниця між сортами для оброблених 1-МЦП плодів становила лише 0.2–0.4 %.

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
			усього	у т. ч. товарні сорти					
				вищий	I	II			
Кальвіль сніговий									
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
$НІР_{05}$			*6.1*	*4.4*	*4.3*	*4.2*	*6.0*	*4.1*	*0.3*
Спартан									
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
$НІР_{05}$			*5.5*	*5.0*	*3.7*	*2.8*	*4.8*	*2.9*	*0.3*

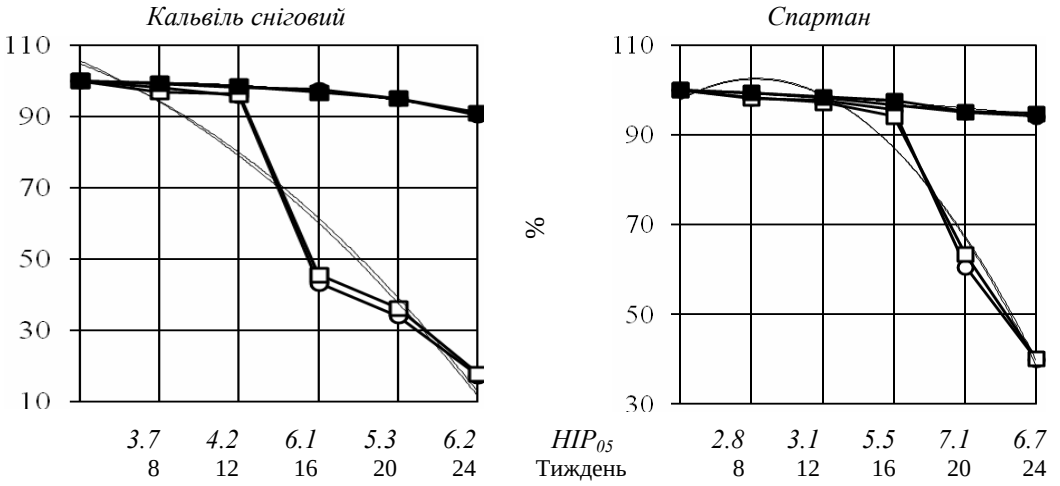
Вихід стандартної продукції яблук обох сортів після двохмісячного зберігання представлено переважно вищим сортом (76.2–82.6 %). Чотиримісячне зберігання спричинило різке (на 19.4–22.3 %) зниження виходу стандартної продукції необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий* із одночасним підвищенням технічного браку, що ймовірно зумовлено ураженням таких яблук поверхневим побурінням шкірки. Для сорту *Спартан* аналогічне зниження відбулося в 5.3–7.5 раза менш інтенсивно. Зменшення в 3.7–3.9 раза вищого товарного сорту зумовило переважання в структурі стандартної продукції яблук сорту *Кальвіль сніговий* плодів другого товарного сорту (понад 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 6-го міс. 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.

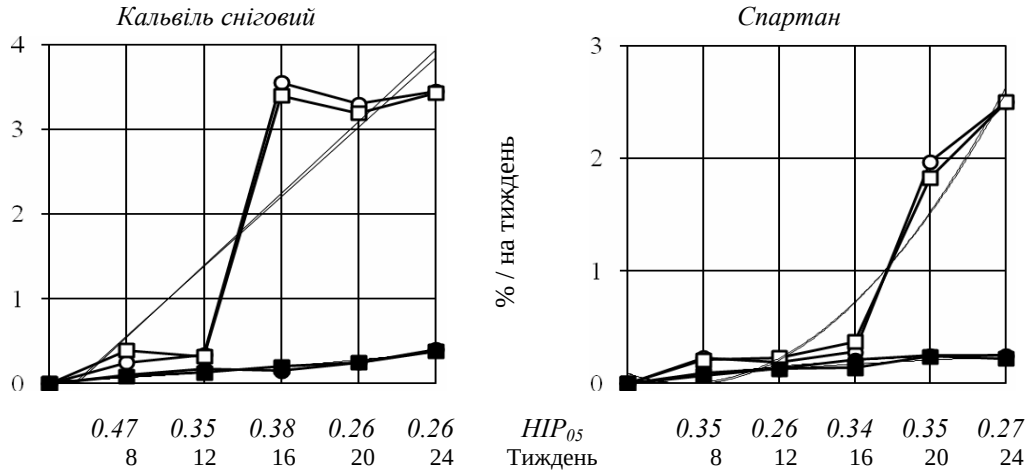
Суттєво покращена ефективність зберігання яблук із післязбиральною обробкою 1-МЦП. Для таких плодів значно загальмований процес зниження якості продукції: на кінець двох місяців структура стандарту обох помологічних сортів представлена лише вищим товарним сортом на рівні вище 99 %; після 4-х міс. зберігання – загальний вихід стандартної продукції змінився неістотно, а плодів вищого товарного сорту зменшився в середньому на 13–18 %. Після 6-ти міс. зберігання вихід стандартної продукції сорту *Спартан* дещо перевищував показник таких яблук сорту *Кальвіль сніговий* і становив понад 94 %, плодів другого товарного сорту не зафіксовано.

Високоцінною фракцією продукції є сума вищого й першого товарних сортів, що слугує важливим показником збереженості плодів і визначає реалізаційну вартість продукції. На основі залежності динаміки збереженості яблук встановлено характер зміни товарної продукції під час зберігання й досліджено темп (швидкість) цих змін за певний період зберігання.

Різке зменшення в 2.1–2.2 раза суми виходу вищого й 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 4-х міс. зберігання *(рис. 1)*.



а) Сума вищого і першого товарних сортів



б) Темп зниження виходу суми вищого і першого товарних сортів

Без попереднього охолодження: ○ – без обробки, ● – оброблено 1-МЦП;
Із попереднім охолодженням: □ – без обробки, ■ – оброблено 1-МЦП.

Рис. 1. Динаміка збереженості яблук (середнє врожаю 2012–2013 рр.)

За результатами регресійного та кореляційного аналізів встановлено характер залежності показників від тривалості зберігання. Динаміка виходу суми вищого й першого товарних сортів яблук обох помологічних сортів описувалася квадратичними залежностями із коефіцієнтами кореляції 0.95±0.04 та 0.98±0.03 і 0.98±0.02 для необроблених плодів сорту *Кальвіль сніговий* і *Спартан* та дещо вищими – 0.98±0.02 і 0.99±0.01 та 0.99±0.01 і 0.98±0.03 – для оброблених 1-МЦП яблук, що відображали тісний обернений зв'язок цього показника з тривалістю зберігання (дані не вказано).

Лінійна та квадратична прямі залежності із сильним прямим зв'язком між показником темпу зниження суми виходу вищого й першого товарних сортів і тривалістю зберігання, де коефіцієнти кореляції становили 0.89±0.06 та 0.96±0.03 і 0.99±0.02, спостерігалися відповідно для необроблених і плодів з обробкою 1-МЦП сорту *Кальвіль сніговий*.

Для сорту *Спартан* аналогічні залежності мали квадратичний характер і сильні прямі зв'язки між показниками із максимальним – 0.99±0.01 – коефіцієнтом кореляції для оброблених 1-МЦП яблук без попереднього охолодження.

Основну масу технічного браку після 4-х міс. зберігання становили ушкоджені "загаром" плоди необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий*, а на кінець 6-го міс. відбулося зростання в 4.5–5.6 раза кількості ушкоджених гниллю та в понад двічі – плодів зі слабким побурінням серцевини *(рис. 2)*.

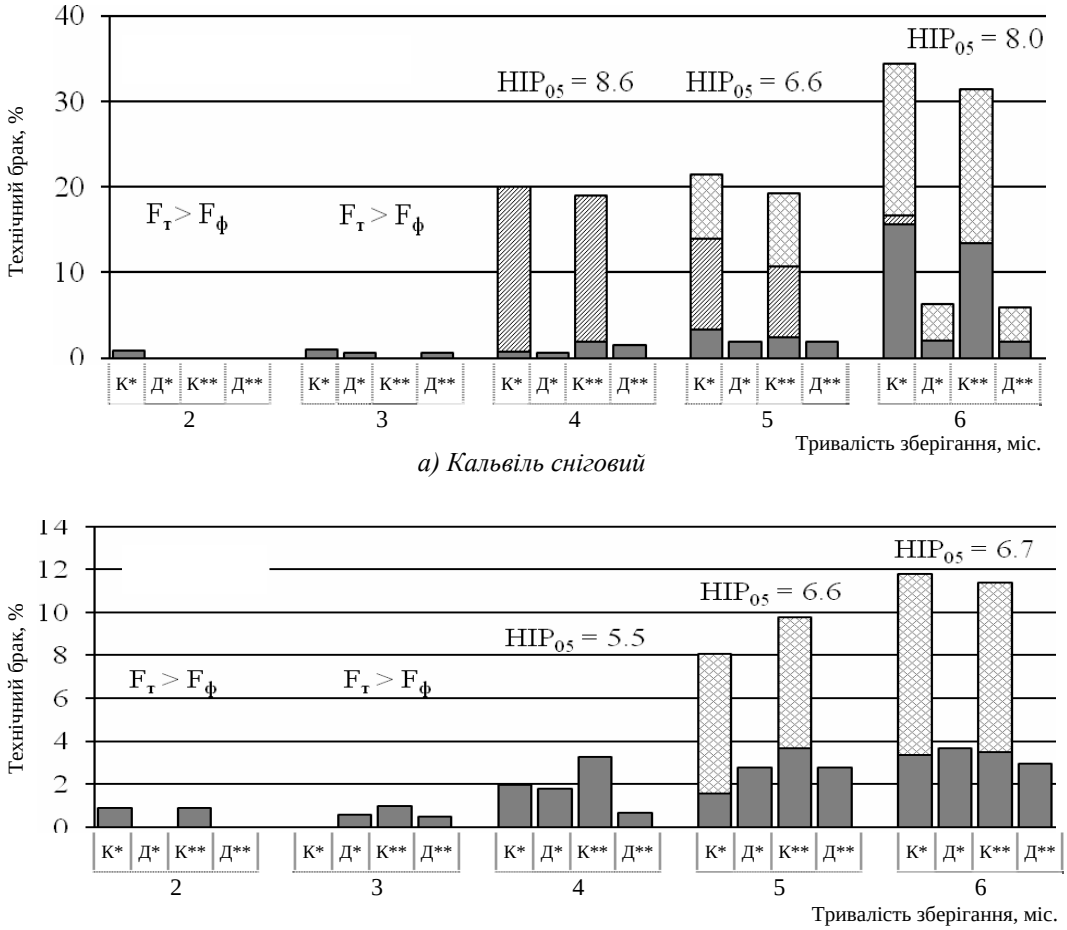
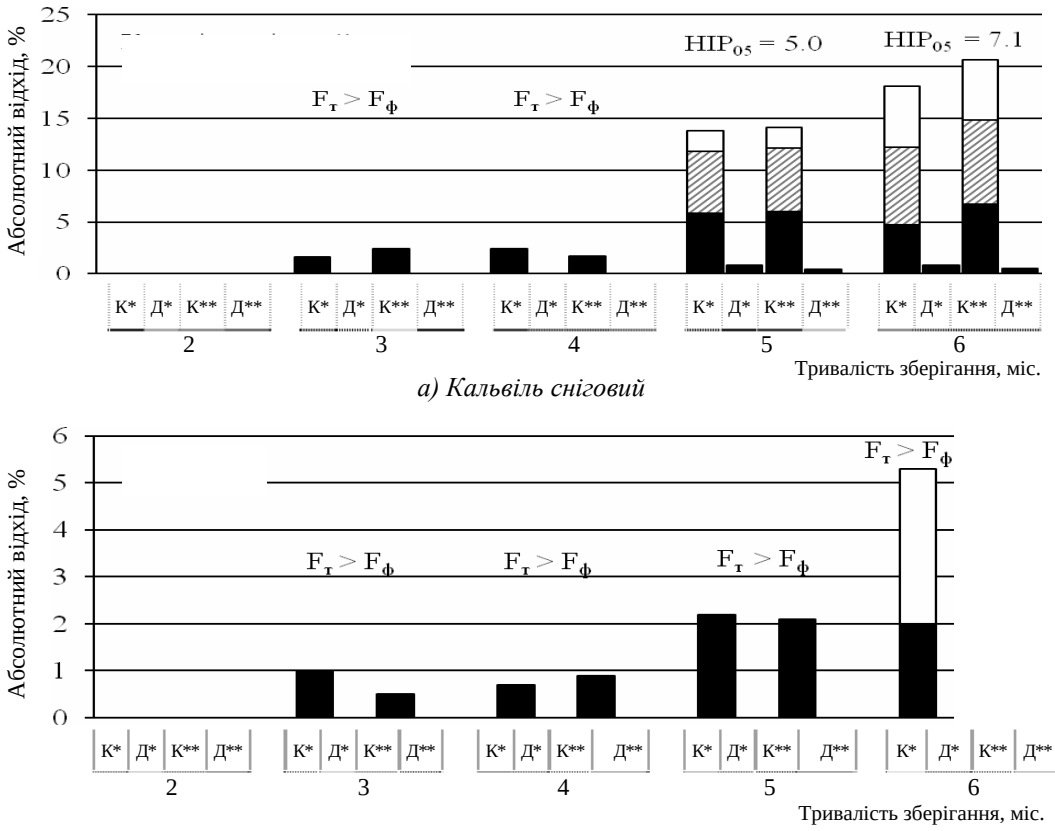


Рис. 2. Структура технічного браку яблук ранньозимових сортів при зберіганні (середнє врожаю 2012–2013 рр.)

Суттєва збереженість якості продукції забезпечена післязбиральною обробкою 1-МЦП, коли технічний брак представлено переважно втратами від загнивання і після 5-ти міс. зберігання в понад 10 та 3–3.5 раза менший, порівняно з необробленими плодами відповідно

сортів *Кальвіль сніговий* і *Спартан*. На кінець 6-го міс. 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 представлено втратами від загнивання.

У структурі абсолютного відходу продукції для сорту *Спартан* – переважно яблука із загниванням, частка яких натомість у 2.0–3.4 раза менша, порівняно з необробленими плодами сорту *Кальвіль сніговий* вже після 4-х міс. зберігання *(рис. 3)*. Підвищення майже в 6–9 разів рівня абсолютного відходу останніх зафіксовано після 5-ти міс. Зберігання, коли в понад 2–3 рази зросла кількість уражених мокрою гниллю плодів, а втрати від "загару" становили 6.0 %. За рахунок зростання кількості плодів із загниванням відбулося підвищення в цей період у понад 2–3 рази рівня абсолютного відходу продукції сорту *Спартан*.



а) Кальвіль сніговий

б) Спартан

– гниль понад 1/2 поверхні плоду; – "загар" понад 1/2 поверхні плоду;

– спухання плоду

К – контроль, Д – дослід, * – без охолодження, ** – охолодження при 5 °С

Рис. 2. Структура технічного браку яблук ранньозимових сортів при зберіганні (середнє врожаю 2012–2013 рр.)

На кінець 6-го міс. зберігання в структурі абсолютного відходу необроблених яблук сорту *Кальвіль сніговий* переважали плоди із сильним побурінням шкірки – 7.5–8.1 %, у той час як втрати за рахунок гниття і спухання майже в 2 та 1.5 раза 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 і без нього після 5-ти й 6-ти міс. зберігання та повну відсутність абсолютного відходу продукції сорту *Спартан*.

Установлено, що економічна ефективність зберігання яблук обох помологічних сортів визначається насамперед тривалістю зберігання та післязбиральною обробкою 1-МЦП.

Собівартість оброблених 1-МЦП яблук сортів *Кальвіль сніговий* і *Спартан* після 4-х міс. зберігання вища відповідно на 297.3–316.9 та 170.9–177.1 грн/т, а прибуток більший на 1641.6–1669.0 та 981.9–1004.6 грн/т і на 29.4–30.1 та 17.2–17.7 % – рентабельність зберігання, порівняно з плодами без обробки (дані не вказано). Тенденція до вищих показників економічної ефективності оброблених 1-МЦП яблук обох помологічних сортів утрималася також після 5-ти й 6-ти міс. зберігання з вищим за роки досліджень на 75.9–97.2 та 94.9–105.3 грн/т прибутком і на 1.5–2.0 та 1.7–1.8 пунктів рентабельністю для сорту *Спартан*. Для цього сорту максимальний прибуток 3260.66 грн/т отримано після 6-ти міс. зберігання попередньо охолоджених і оброблених 1-МЦП плодів (дані не вказано).

И. Ф. Сиваков і Г. И. Чудилин натомість зазначили, що застосування 1-МЦП збільшило рентабельність зберігання яблук у 1.8 раза до максимального рівня 122 % [21].

Висновки. Спосіб зберігання ранньозимових яблук із післязбиральною обробкою 1-МЦП забезпечує відповідно для сортів *Спартан* і *Кальвіль сніговий* більш ніж у 5 і 2.4 раза збереження товарної якості продукції за сумою виходу вищого й першого сортів, збільшує на 3–3.5 міс. період холодильного зберігання плодів і уможливлює підвищення рентабельності та одержання високого прибутку від реалізації продукції після 6-ти міс. зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Watkins C. B.* Overview of 1-Methylcyclopropene trials and uses for edible horticultural crops / C. B. Watkins // HortScience. — 2008. — Vol. 43. — N 1. — P. 86—94.
2. *Tu K.* Effects of relative humidity on apple quality under simulated shelf temperature storage / K. Tu, B. Nicolai, J. D. Baendemaeker // Scientia Horticulturae. — 2000. — Vol. 85. — N 3. — P. 217—229.
3. *Saleh A. M.* Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold storage conditions / A. M. Saleh, O. S. Ghafir, N. B. Gadalla // Acta biology. — 2009. — Vol. 53, N 1. — P. 21—26.

4. *Khan M. A.* Morphological studies on physical changes in apple fruit after storage at room temperature / M. A. Khan, I. Ahmad // Journal Agriculture and Social Science. — 2005. — Vol. 1, N 2. — P. 102—104.
5. *Veraverbeke E. A.* Predication of moisture loss across the cuticle of apple during storage: part 2. Model simulations and practical applicatons / E. A. Veraverbeke, P. Verboven // Postharvest biology and technology. — 2003. — Vol. 30. — P. 89—97.
6. *Vander-Beng L.* The role of humidity, temperature and atmospheric condition in maintaining vegetable quality during storage / L. Vander-Beng // ACS Symposium Service. — 1981. — Vol. 170. — P. 95.
7. *DeEll J.* Effects of rapid consecutive postharvest 1–Methylcyclopropene treatments on fruit quality and storage disorders in apples / J. DeEll, B. Ehsani-Moghaddam // Hortscience. — 2013. — Vol. 48, N 2. — P. 227—232.
8. *Delong J. M.* The influence of 1-Methylcyclopropene on Cortland and McIntosh apple quality following long-term storage / J. M. Delong, R. K. Prange, P. A. Harrison // Hortscience. — 2004. — Vol. 39, N 5. — P. 1062—1065.
9. *DeEll J. R.* Influence of temperature and duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality / J. R. DeEll, D. P. Murr, M. D. Porteus // Postharvest biology and Technology. — 2002. — Vol. 24, N 1. — P. 349—353.
10. *Inhibitory* effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in McIntosh and Delicious apples / [H. P. V. Rupasinghe, D. P. Murr, G. Paliyath, L. Skog] // J. Hortscience and Biotechnology. — 2000. — Vol. 75. — P. 271—276.
11. *Watkins C. B.* Response of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions / C. B. Watkins, J. F. Nock, B. D. Whitaker // Postharvest Biology and Technology. — 2000. — Vol. 19. — P. 17—32.
12. *Watkins C. B.* Repeated treatments of apple fruit with SmartFresh / C. B. Watkins, J. F. Nock, X. Lu // New York Fruit Quarterly. — 2013. — Vol. 21, N 2. — P. 11—16.
13. *Effects* of pre- and postharvest factors on browning in Braeburn / [D. Hatoum, K. Buts, M. L. A. T. M. Hertog, A. H. Geeraerd, A. Schenk, J. Vercammen, B. M. Nicolai] // Horticultural science (Prague). — 2014. — Vol. 41, N 1. — P. 19—26.
14. Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. ТУ ГСТУ 01.1–37–160:2004. — [Чинний від 2004—29—12]. — К. : Украгростандартсертифікація, 2004. — 11 с.
15. Ящики из древесины. ГОСТ 10131–93. — [Введ. 01—07—1995]. — К. : Украгростандартсертифікація, 2008. — 22 с.
16. *Методические* рекомендации по проведению исследований по вопросам хранения и переработки плодов и ягод. — К. : УННИС, 1980. — 42 с.
17. *Методические* рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда (организация и проведения исследований) / [С. Ю. Дженеев, В. И. Иванченко, Э. Л. Дженеева и др.] ; под ред. С. Ю. Дженеева и В. И. Иванченко. — Ялта : Ин-т винограда и вина "Магарач", 1998. — 152 с.
18. *Мойсейченко В. Ф.* Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевої продукції / В. Ф. Мойсейченко. — К. : НМК ВО, 1992. — 364 с.

19. *Jan I.* Response of apple cultivars to different storage durations / I. Jan, A. Rab, M. Sajid // Sarhab Journal Agriculture. — 2012. — Vol. 28, N 2. — P. 219—224.
20. *Ozkaya O.* Influence of 1–Methylcyclopropene (1–MCP) on Fuji apple quality during long-term storage / O. Ozkaya, O. Dundar // Journal of Food, Agriculture and Environment. — 2009. — Vol. 7, N 2. — P. 146—148.
21. *Сиваков И. Ф.* Повышение эффективности плодоводческих предприятий в условиях внедрения инноваций / И. Ф. Сиваков, Г. И. Чудилин // Экономика и управление. — 2010. — № 12 (73). — С. 259—263.

Стаття надійшла до редакції 06.11.2015.

Melnyk O., Khudik L. Preservation of early-winter apple cultivars under the post-harvest treatment with 1-methylcyclopropene.

Background. The suppression of apple's ripening after harvest is necessary to reduce the losses of marketable fruit quality during storage and receiving 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), is used 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 when stored for 6 or more months.

Material and methods. Research objects were early-winter apple cultivars *Calville* and *Spartan*, treated after harvest with 1-MCP (SmartFresh^{TM} 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 was 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.

Results. The weight loss 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 of 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.

Conclusion. 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 disorders and rot damage.

Keywords: apples, standard products, technical defect, physiological disorders, superficial scald, weight loss, flesh browning, core browning, rot, production cost, profitability.

REFERENCES

1. *Watkins C. B.* Overview of 1-Methylcyclopropene trials and uses for edible horticultural crops / C. B. Watkins // HortScience. — 2008. — Vol. 43. — N 1. — P. 86—94.
2. *Tu K.* Effects of relative humidity on apple quality under simulated shelf temperature storage / K. Tu, B. Nicolai, J. D. Baendemaeker // Scientia Horticulturae. — 2000. — Vol. 85. — N 3. — P. 217—229.
3. *Saleh A. M.* Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold storage conditions / A. M. Saleh, O. S. Ghafir, N. B. Gadalla // Acta biology. — 2009. — Vol. 53, N 1. — P. 21—26.

4. *Khan M. A.* Morphological studies on physical changes in apple fruit after storage at room temperature / M. A. Khan, I. Ahmad // Journal Agriculture and Social Science. — 2005. — Vol. 1, N 2. — P. 102—104.
5. *Veraverbeke E. A.* Predication of moisture loss across the cuticle of apple during storage: part 2. Model simulations and practical applicatons / E. A. Veraverbeke, P. Verboven // Postharvest biology and technology. — 2003. — Vol. 30. — P. 89—97.
6. *Vander-Beng L.* The role of humidity, temperature and atmospheric condition in maintaining vegetable quality during storage / L. Vander-Beng // ACS Symposium Service. — 1981. — Vol. 170. — P. 95.
7. *DeEll J.* Effects of rapid consecutive postharvest 1–Methylcyclopropene treatments on fruit quality and storage disorders in apples / J. DeEll, B. Ehsani-Moghaddam // Hortscience. — 2013. — Vol. 48, N 2. — P. 227—232.
8. *Delong J. M.* The influence of 1-Methylcyclopropene on Cortland and McIntosh apple quality following long-term storage / J. M. Delong, R. K. Prange, P. A. Harrison // Hortscience. — 2004. — Vol. 39, N 5. — P. 1062—1065.
9. *DeEll J. R.* Influence of temperature and duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality / J. R. DeEll, D. P. Murr, M. D. Porteus // Postharvest biology and Technology. — 2002. — Vol. 24, N 1. — P. 349—353.
10. *Inhibitory* effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in McIntosh and Delicious apples / [H. P. V. Rupasinghe, D. P. Murr, G. Paliyath, L. Skog] // J. Hortscience and Biotechnology. — 2000. — Vol. 75. — P. 271—276.
11. *Watkins C. B.* Response of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions / C. B. Watkins, J. F. Nock, B. D. Whitaker // Postharvest Biology and Technology. — 2000. — Vol. 19. — P. 17—32.
12. *Watkins C. B.* Repeated treatments of apple fruit with SmartFresh / C. B. Watkins, J. F. Nock, X. Lu // New York Fruit Quarterly. — 2013. — Vol. 21, N 2. — P. 11—16.
13. *Effects* of pre- and postharvest factors on browning in Braeburn / [D. Hatoum, K. Buts, M. L. A. T. M. Hertog, A. H. Geeraerd, A. Schenk, J. Vercammen, B. M. Nicolai] // Horticultural science (Prague). — 2014. — Vol. 41, N 1. — P. 19—26.
14. *Jabluka* svizhi serednih ta piznih terminiv dostygannja. TU GSTU 01.1–37–160:2004. — [Chynnyj vid 2004—29—12]. — K. : Ukragrostandartsertyfikacija, 2004. — 11 s.
15. *Jashhiki* iz drevesiny. GOST 10131–93. — [Vved. 01—07—1995]. — K. : Ukragrostandartsertyfikacija, 2008. — 22 s.
16. *Metodicheskie* rekomendacii po provedeniju issledovanij po voprosam hranenija i pererabotki plodov i jagod. — K. : UNNIS, 1980. — 42 s.
17. *Metodicheskie* rekomendacii po hraneniju plodov, ovoshhej i vinograda (organizacija i provedenija issledovanij) / [S. Ju. Dzheneev, V. I. Ivanchenko, Je. L. Dzheneeva i dr.] ; pod red. S. Ju. Dzheneeva i V. I. Ivanchenko. — Jalta : In-t vinograda i vina "Magarach", 1998. — 152 s.
18. *Mojsejchenko V. F.* Osnovy naukovyh doslidzhen' u plodivnyctvi, ovochivnyctvi, vynogradarstvi ta tehnologii' zberigannja plodoovochevoi' produkcii' / V. F. Mojsejchenko. — K. : NMK VO, 1992. — 364 s.
19. *Jan I.* Response of apple cultivars to different storage durations / I. Jan, A. Rab, M. Sajid // Sarhab Journal Agriculture. — 2012. — Vol. 28, N 2. — P. 219—224.
20. *Ozkaya O.* Influence of 1–Methylcyclopropene (1–MCP) on Fuji apple quality during long-term storage / O. Ozkaya, O. Dundar // Journal of Food, Agriculture and Environment. — 2009. — Vol. 7, N 2. — P. 146—148.
21. *Sivakov I. F.* Povyshenie jeffektivnosti plodovodcheskih predprijatij v uslovijah vnedrenija innovacij / I. F. Sivakov, G. I. Chudilin // Jekonomika i upravlenie. — 2010. — № 12 (73). — S. 259—263.