

УДК 664.8.037.1:634.11:631.811.98:577.17
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.26>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ ЯБЛУК СОРТУ РЕНЕТ СИМИРЕНКА, ОБРОБЛЕНИХ РІЗНИМИ ДОЗАМИ ІНГІБІТОРУ ЕТИЛЕНУ¹

Дрозд О.О. – к.с.-г.н., доцент кафедри технології зберігання і переробки зерна,
Уманський національний університет садівництва

Мельник О.В. – д.с.-г.н., професор кафедри плодівництва і виноградарства,
Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень щодо впливу дози післязбиральної обробки інгібітором етилену на зміну товарності й економічні показники яблук сорту Ренет Сими-ренка протягом семи місячного зберігання. Дослідження в сезоні зберігання 2013/2014 рр. проводили в Уманському національному університеті садівництва. Яблука в фазі збиральної стиглості заготовляли у Чернівецькій області в зрошуваному плодonoсному саду на карликовій підщепі М.9 зі схемою садіння 3,5×1,0 м, залуженням міжрядь і чистим паром у пристовбурних смугах і зберігали у холодильній камері КХР-12М.

Після заготовлі продукцію охолоджували за температури 5±1 °С і відносної вологості повітря 85–90%. Наступного дня її обробляли рекомендованою дозою 0,068 г/м³ препарату «СмартФреш» і експериментальними 0,051 (75% рекомендованої) і 0,034 г/м³ (50%) дозами; необроблені плоди – контроль. Далі сім місяців зберігали за температури 2±1 °С і відносної вологості повітря 85–90% зі щомісячною товарною оцінкою продукції й обліком витрат на її зберігання. Вартість товарної продукції брали з урахуванням природних втрат і зміни товарної сортності внаслідок фізіологічних розладів і грибкових захворювань.

Встановлено, що наприкінці семи місяців зберігання товарність яблук залежала від дози інгібітору етилену. За обробки рекомендованою дозою 0,068 г/м³ отримано найвищий вихід стандартної продукції (сума вищого і першого товарних сортів становила 95,0%), у 1,1 рази нижчим він був для дози 0,051 й у 1,2 рази – за обробки дозою 0,034 г/м³, тоді як показник необробленої продукції не перевищив 3,0%. Найнижчі природні втрати виявлено за обробки дозою 0,051 г/м³, на 0,7% вище – для дози 0,068, на 1,0% – для дози 0,034 г/м³ і необроблених плодів.

Обробка інгібітором етилену дозою 0,034 г/м³ знижує рівень технічного браку у 2,7, дозою 0,051 – у 8,9 разів, а за дози 0,068 г/м³ технічний брак відсутній. Абсолютний відхід обробленої продукції відсутній незалежно від дози інгібітору етилену. Рентабельне зберігання яблук сорту Ренет Симиренка за температури 2±1 °С можливе протягом шести місяців, після чого виразно виявляється позитивний економічний ефект післязбиральної обробки інгібітором етилену, який зростає зі збільшенням дози препарату «СмартФреш» до 0,051 і 0,068 г/м³.

Ключові слова: яблука, Ренет Симиренка, 1-метилциклопропен, стандартна продукція, технічний брак, абсолютний відхід, природні втрати, собівартість, рентабельність.

Drozd O.O., Melnyk O.V. Storage efficiency of Reinette Simirenko apples treated with different doses of ethylene inhibitor

The article presents the research results of the effect of the dose of post-harvest treatment with ethylene inhibitor on the change in marketability and economic performance of Reinette Simirenko apples during a seven-month storage. The research was conducted in the storage season of 2013/2014 at the Department of Fruit Growing and Viticulture of Uman National University of Horticulture. The apples were harvested at harvesting maturity in Chernivtsi region in an irrigated full fruiting orchard on a dwarf rootstock M.9 with a planting scheme of 3,5×1,0 m, with grass mowed inter-rows and black fallow in the around-trunk stripes, and kept in a conventional cold room.

After harvesting, apples were cooled at a temperature of 5±1 °С and relative humidity of 85–90% and the following day they were treated with the recommended dose of 0,068 g/m³ and 0,051 (75% recommended) and 0,034 g/m³ (50%) doses of experimental drug “SmartFresh”;

¹ Подяка компанії “AgroFresh” (Польща) за надання препарату «СмартФреш».

unprocessed fruits – control. Then the fruits were stored for seven months at a temperature of 2 ± 1 °C and a relative humidity of 85–90% with a monthly commodity assessment and accounting of storage costs. The cost of marketable products was taken into account with natural losses and changes in marketability due to physiological disorders and fungal diseases.

It has been found out that at the end of seven months of storage, the marketable quality of apples depended on the dose of ethylene inhibitor. After treatment with the recommended dose of 0,068 g/m³, the highest standard products output was obtained (the sum of the highest and first commodity varieties was 95,0%), it was 1.1 times lower for the dose of 0,051 g/m³ and 1,2 times lower for the treatment with 0,034 g/m³ while the rate of raw products did not exceed 3,0%. The lowest natural mass losses were found at treatments with a dose of 0,051 g/m³, they were 0,7% higher for a dose of 0,068 and 1,0% higher for a dose of 0,034 g/m³ and for untreated fruits.

The treatment with an ethylene inhibitor at a dose of 0,034 g/m³ reduces the level of technical deficiency by 2,7, at a dose of 0,051 g/m³ – by 8,9 times, and at a dose of 0,068 g/m³ technical deficiency was absent. Regardless of the dose of ethylene inhibitor, there was no absolute waste of treated products. At a temperature of 2 ± 1 °C cost-effective storage of non-treated Reinette Simirenko apples is possible for six months, after which the positive economic effect of post-harvest treatment with an ethylene inhibitor is clearly manifested, this effect enhances as the dose of “SmartFresh” increases to 0,051 and 0,068 g/m³.

Key words: apples, Reinette Simirenko, 1-methylcyclopropene, standard products, technical deficiency, absolute waste, natural losses, cost, profitability.

Постановка проблеми. Ефективність виробництва продукції садівництва залежить від результативності зберігання. Серед основних причин втрат товарної якості плодів – ураження грибовими захворюваннями і функціональні розлади, зокрема перестигання. Останні спричинює етилен, гормон достигання, який синтезується плодами в післязбиральний період [1]. Низька температура зберігання – основний чинник, що уповільнює продукцію етилену, обмежує природні втрати і розвиток грибових захворювань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Яблука поширеного в Україні сорту Ренет Симиренка схильні до ураження побурінням шкірки (загар), м’якуша і спухання (перестигання), що обмежує 5–6 місяцями економічно обґрунтоване зберігання у звичайному холодильнику [2].

Післязбиральна обробка 1-метилциклопропеном (далі – 1-МЦП, «СмартФреш») блокує чутливість плодів до етилену і підвищує стійкість до побуріння шкірки, подовжуючи до дев’яти місяців зберігання у звичайному холодильнику [5]. Уповільнюється темп післязбирального достигання [8], зміна основного забарвлення [6], втрата щільності й органічних кислот [7].

Ефект післязбиральної обробки залежить від помологічного сорту, способу зберігання [9] і дози, зі збільшенням якої вплив 1-МЦП посилюється [10]. Для післязбиральної обробки яблук в Україні зареєстровано дозу 0,068 г/м³ препарату «СмартФреш VP 3,3%» (1000 ppb), тоді як у Польщі – 0,037–0,049 г/м³ [11], Франції – 0,043 [12], Італії – 0,043–0,068 [13], Німеччині – 0,049 [14] та 0,051–0,067 г/м³ у США [15]. Однак надто високі дози інгібітора етилену блокують формування яблуками сортоспецифічного аромату [16; 17] і сприяють збереженню органічних кислот, спричинюючи надто кислий смак [18]. З огляду на загрозу ранньоосінніх заморозків і небажане брудно-коричневе покривне забарвлення, яке псує вигляд плодів, яблука сорту Ренет Симиренка в середній кліматичній зоні України нерідко збирають передчасно.

Постановка завдання. Мета досліджень – виявити вплив дози післязбиральної обробки інгібітором етилену на зміну товарності й економічні показники яблук сорту Ренет Симиренка протягом тривалого зберігання.

Дослідження в сезоні зберігання 2013/2014 років проводили в Уманському національному університеті садівництва. Яблука сорту Ренет Симиренка відбирали

у фермерському господарстві «Яніс» Хотинського району Чернівецької області і зберігали в холодильній камері КХР-12М кафедри плодівництва та виноградарства. Планування, ведення дослідів й обробку результатів експерименту здійснювали загальноприйнятими методами [19].

Яблука заготовляли у фазі збиральної стиглості в зрошуваному саду у віці повного плодоношення на карликовій підщепі М.9 зі схемою садіння $3,5 \times 1,0$ м, залуженням міжрядь і чистим паром у пристовбурних смугах. Із типових для помологічного сорту дерев відбирали однорідні за ступенем стиглості плоди вищого товарного сорту діаметром 75–90 мм за ГСТУ 01.1–37–160:2004, які вміщували в ящики № 75 (ГОСТ 10131–93), розділені на три частини картонними перегородками (повторності по 7 кг). Сюди ж клали поліетиленові сітки з плодами для обліку природних втрат. Число ящиків кожного варіанту відповідало періодичності товарного аналізу.

У день збору продукцію охолоджували за температури 5 ± 1 °С і відносної вологості повітря 85–90%, уникаючи присутності зовнішнього джерела етилену, не призначеного для дослідження плодів. Наступного дня плоди обробляли рекомендованою дозою препарату «СмартФреш» $0,068$ г/м³, експериментальними $0,051$ (75% рекомендованої) і $0,034$ г/м³ (50%) дозами; необроблені плоди – контроль. Для цього продукцію ставили у газонепроникні контейнери із плівки завтовшки 200 мкм, куди вміщували склянки із дистильованою водою і розрахованим на одиницю об'єму порошкоподібним препаратом. Циркуляцію повітря у контейнері здійснювали вентилятором.

Після 24-годинної експозиції плівковий контейнер згортали, оброблені та контрольні плоди перекладали у вистелені папером ящики і зберігали за температури 2 ± 1 °С та відносної вологості повітря 85–90%. Необроблену (контроль) і дослідну продукцію розміщували поруч. Температуру в камері контролювали спиртовими термометрами й автоматично, відносну вологість повітря – гігрометром.

Товарну оцінку продукції протягом семи місяців зберігання здійснювали щомісячно за ГСТУ 01.1–37–160:2004 із віднесенням до технічного браку плодів, уражених до $\frac{1}{2}$ плодовою гниллю, побурінням шкірки до половини поверхні і слабким побурінням м'якуша; до абсолютного відходу – із побурінням шкірки та загниванням більше половини плоду, інтенсивним побурінням м'якуша і спуханням. Тривалість зберігання визначали з моменту досягнення 90% виходу стандартної продукції [20].

Під час розрахунку економічної ефективності враховували витрати на зберігання і зміну вартості товарної продукції [19]. Вартість плодів під час закладання на зберігання враховували за закупівельною ціною 5000 грн/т, а після зберігання – за гуртовою, беручи до уваги товарну сортність, природні втрати і втрати від фізіологічних розладів і грибкових захворювань. Результати досліджень обробляли методом дисперсійного аналізу за програмою “Statistica-10”.

Виклад основного матеріалу дослідження. Незалежно від післязбиральної обробки інгібітором етилену, фізіологічних розладів і грибкових захворювань протягом перших шести місяців зберігання не виявлено і вихід стандартної продукції склав 95,5–96,1%, тоді як після семи місяців товарність яблук суттєво залежала від дози препарату (табл. 1). Найвищий (95,0%) вихід стандартної продукції (сума вищого та першого сортів) зафіксовано за обробки рекомендованою дозою $0,068$ г/м³ на 5,4%, менше – за обробки дозою $0,051$ г/м³. У 1,2 рази нижчий вихід зафіксовано за обробки дозою $0,034$ г/м³ порівняно із рекомендованою, тоді як показник необробленої продукції не перевищив 3,0%. Мінімальні природні

втрати зафіксовано за обробки дозою 0,051 г/м³, на 0,7 % вищі – для дози 0,068, на 1,0% – для 0,034 г/м³ і необроблених плодів.

Таблиця 1

Товарність і природні втрати яблук сорту Ренет Смиренка залежно від дози післязбиральної обробки інгібітором етилену після семимісячного зберігання (урожай 2013 року), %

Доза «СмартФреш», г/м ³	Товарна продукція		Технічний брак	Абсолютний відхід	Природні втрати	
	усього*	в тому числі сорти				
		вищий				перший
0 (контроль)	3,0	3,0	0,0	47,3	44,4	5,3
0,034	77,4	74,2	3,2	17,3	0,0	5,3
0,051	90,4	77,8	12,6	5,3	0,0	4,3
0,068	95,0	85,0	10,0	0,0	0,0	5,0
<i>HIP</i> ₀₅	0,8	2,2	1,2	5,5	0,9	0,2

Примітка: * – сума вищого і першого сортів

За показником виходу стандартної продукції раціональна тривалість зберігання плодів із післязбиральною обробкою дозами 0,051 і 0,068 г/м³ складає не менше семи місяців, а дозою 0,034 г/м³ – не менше шести. Подібні результати отримано Erbas D. і Koynucu M.A. для зберігання яблук сорту Грані Сміт за температури 0±0,5 °С [10].

Найвищий рівень технічного браку (47,3%) зафіксовано для необроблених плодів. Так, у 2,7 рази був менший показник продукції, обробленої дозою 0,034 г/м³, у 8,9 разів менший для дози 0,051, а за обробки дозою 0,068 г/м³ технічний брак відсутній. Незалежно від дози інгібітору етилену абсолютний відхід в обробленій продукції відсутній, тоді як втрати необробленої склали 44,4%. Встановлено, що економічна ефективність зберігання яблук залежала від дози післязбиральної обробки інгібітором етилену (табл. 2).

Таблиця 2

Економічна ефективність семимісячного зберігання яблук сорту Ренет Смиренка залежно від дози інгібітору етилену (урожай 2013 року)

Доза «СмартФреш», г/м ³	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/т	Рентабельність, %
0 (контроль)	6427,6	-1051,2	-91,2
0,034	7113,1	194,4	15,2
0,051	7150,8	377,3	28,8
0,068	7242,1	459,8	35,2

Зі збільшенням дози препарату зростала собівартість зберігання: обробка дозою 0,034 г/м³ підвищила її на 10,7%, дозою 0,051 – на 11,3%, дозою 0,068 г/м³ – на 12,7% порівняно із необробленою продукцією. При цьому прибуток збільшився на 1245,6, 1428,5 та 1511,0 грн/т, тоді як у контрольному варіанті отримано 1051,2 грн/т збитку. Найвищий прибуток отримано після обробки дозою 0,068 г/м³ і відсутності втрат від фізіологічних розладів і грибкових захворювань.

Порівняно із необробленими плодами післязбиральна обробка дозою 0,034 г/м³ забезпечила на 106,4 пункти вищу рентабельність, дозою 0,051 – на 120,0, дозою 0,068 г/м³ – на 126,4 пункти. Рентабельне зберігання необроблених плодів можливе до шести, а із післязбиральною обробкою інгібітором етилену – не менше семи місяців (рис. 1).

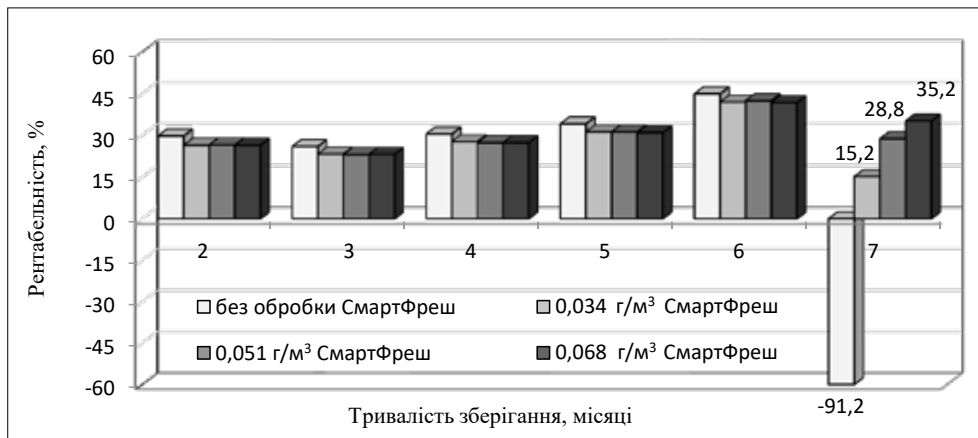


Рис. 1. Рентабельність зберігання яблук сорту Ренет Симиренка залежно від дози інгібітору етилену і тривалості зберігання (сезон зберігання 2013–2014 рр.)

Найвища рентабельність зберігання (35,2%) досягнута за відсутності фізіологічних розладів і грибкових захворювань із післязбиральною обробкою рекомендованою дозою 0,068 г/м³. Після застосування доз 0,051 і 0,034 г/м³ нижчий вихід якісних плодів і більша частка технічного браку, тому рентабельність нижча на 6,4 та 20 пунктів відповідно.

Висновки і пропозиції. Таким чином, рентабельне зберігання яблук сорту Ренет Симиренка за температури 2±1 °С можливе протягом шести місяців, після чого виразно виявляється позитивний економічний ефект післязбиральної обробки інгібітором етилену, який зростає зі збільшенням дози препарату «СмартФреш» до 0,051 і 0,068 г/м³.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мусатенко Л.І., Маменко Т.П. Етилен: функції і механізми дії у рослин. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Біологія»*. 2008. Вип. 2(14). С. 6–25.
2. Гудковский В.А., Назаров Ю.Б., Кожина Л.В. Роль минерального состава, гормонов и антиоксидантов в защите плодов и растений от физиологических заболеваний. *Инновационные технологии производства, хранения и переработки плодов и ягод*: материалы науч.-практ. конф., г. Мичуринск, 5–6 сентября 2009 года. Мичуринск. 2009. С. 26–40.
3. Tomala K. Choroby fizjologiczne owocow. *Czynniki wplywajace na plonowanie i jakosc owocow roslin sadowniczych*. 2006. № 3. P. 15–22.
4. Tsantili E., Gapper N.E., Arquiza J.M.R.A., Whitaker B.D., Watkins C.B. Ethylene and α -farnesene metabolism in green and red skin of three apple cultivars in response to 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007. № 55(13). P. 5267–5276. DOI: 10.1021/jf0637751.

5. Tomica N., Radivojevic D., Milivojevic J., Djekica I., Smigic N. Effects of 1-methylcyclopropene and diphenylamine on changes in sensory properties of “Granny Smith” apples during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*. 2016. Vol. 112. P. 233–240. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2015.09.009.
6. Poyesh D.S., Terada N., Sanada A., Gemma H., Koshio K. Effect of 1-MCP ethylene regulation and quality of apple, apricot and asparagus. *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*. 2017. Vol. 23(1). P. 90–102. URL: <https://www.researchgate.net/publication/317971866> (дата звернення: 15.01.2021).
7. Falagan N., Terry L.A. 1-Methylcyclopropene maintains postharvest quality in Norwegian apple fruit. *Food Science and Technology International*. 2019. Vol. 26. Issue 5. P. 420–429. DOI: 10.1177/1082013219896181.
8. Watkins C.B. Overview of 1-Methylcyclopropene trials and uses for edible horticultural crops. *HortScience*. 2008. Vol. 43. № 1. P. 86–94.
9. Watkins C.B., Nock J.F., Whitaker B.D. Responses 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. № 19. P. 17–32.
10. Erbas D., Koyuncu M.A. Effect of different doses of 1-MCP on the storage performance of apple cv. Granny Smith. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 2020. № 10(4). P. 2301–2314. DOI: 10.21597/jist.773411.
11. Etykieta SmartFresh 03 VP // Ochrona Roslin. 2016. P. 1–4. URL: https://www.ior.poznan.pl/baza/srodki_ochrony_roslin-1223,smartfresh-03-vp.html (дата звернення: 18.01.2018).
12. Anses – dossier № 2012–2972 – SMARTFRESH (AMM № 2050073). 2014. P. 1–8. URL: http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/AVIS_EXMA_SMARTFRESH_cle0229e7.pdf (дата звернення: 18.01.2018).
13. Etichetta / foglio illustrative. SmartFreshsm 14/09/2016. P. 1–4. URL: http://www.fitosanitari.salute.gov.it/fitosanitariwsWeb_new/EtichettaServlet?id=26615 (дата звернення: 18.01.2018).
14. SmartFreshTM VP. 2016. URL: https://middeldatabasenpdf.dlbr.dk/etikette/SmartFresh_VP_8331_Godkendt_Etikette_20160707.pdf (дата звернення: 18.01.2018).
15. U.S. EPA, Pesticides, Label, SmartFresh technology 7/29/2010. P. 23. URL: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/ppls/071297-00002-20100729.pdf.
16. Beaudry R., Watkins C. Use of 1-MCP on apples. *N.Y. Fruit Quarterly*. 2003. № 11. P. 11–13.
17. Vidrih R., Hribar J., Zlatic E. The aroma profile of apples as influenced by 1-MCP. *Journal Fruit Ornamental Plant Research*. 2011. Vol. 19(1). P. 101–111.
18. Мельник О.В., Дрозд О.О. Органолептична оцінка яблук із післязбиральною обробкою інгібітором етилену. *Збірник наук. праць Уманського національного ун-ту садівництва*. 2012. Вип. 81. Ч. 1. С. 233–238.
19. Дженеєв С.Ю., Иванченко В.И., Дженеєва Э.Л. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда (организация и проведение исследований). Ялта : Ин-т винограда и вина «Магарач», 1998. 152 с.
20. Методические рекомендации по проведению исследований по вопросам хранения и переработки плодов и ягод. К. : УННИС, 1980. 42 с.