

УДК 547.534.1:664.8.03:634.11

ЕТИЛЕН-АКТИВНІСТЬ ЯБЛУК СОРТУ РЕНЕТ СИМИРЕНКА, ОБРОБЛЕНИХ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ, ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ ЗБОРУ ТА МІСЦЯ ЗАГОТІВЛІ ПЛОДІВ

О. В. Мельник, доктор сільськогосподарських наук,
професор

О. О. Дрозд, кандидат сільськогосподарських наук

І. О. Мельник, науковий співробітник

Уманський національний університет садівництва

Досліджено вплив місця заготівлі плодів яблук, строку збору і їх післязбиральної обробки 1-метилциклопропом (1-МЦП) на етилен-активність яблук сорту Ренет Симиренка масового та запізненого збору врожаю з насаджень на карликовій (М.9) підщепі під час зберігання.

Ключові слова: Ренет Симиренка, строк збору врожаю, етилен-активність, зберігання, 1-метилциклопропен, Смарт Фреш.

Постановка проблеми. Тривале зберігання плодів з мінімальними втратами їх якості – одна з головних умов ефективності виробництва яблук. Способи зберігання яблук не повністю забезпечують ефективне збереження якості продукції. Під час зберігання відбувається досягання і старіння плодів та одночасно знижується їхня стійкість до хвороб. Сутність проблеми полягає в тому, щоб підтримати високу природну стійкість плодів шляхом уповільнення інтенсивності виділення етилену, а отже їх досягання і старіння під час зберігання за обробки плодів інгібітором етилену 1-метилциклопропом після збирання.

Актуальним є вдосконалення технології зберігання з використанням інгібітора етилену 1-метилциклопропена для подовження тривалості споживання плодів та збереження їхньої товарної якості і споживних властивостей під час зберігання.

© Мельник О.В., Дрозд О.О., Мельник І.О., 2018

Аналіз актуальних досліджень. Етилен – фітогормон, що відповідає за процеси старіння рослин. У клімактеричних плодів інтенсивність виділення етилену залежить від строку збору і зростає під час зберігання [1, 2, 3].

Оптимальний строк збору плодів впливає на якість яблук і тривалість холодильного зберігання. Зарано зібрані плоди не набувають відповідного смаку, аромату і схильні до розвитку побуріння шкірки (загар) [4, 5], а запізно зібрані – менш схильні до ураження фізіологічними розладами, проте активно втрачають щільність м'якуша та мало придатні до реалізації в супермаркетах [6].

Післязбиральною обробкою яблук 1-метилциклопропеном (1-МЦП) уповільнюють індукцію ендogenousного і блокують вплив екзогенного етилену, що знижує в плодах інтенсивність процесів синтезу та гідролізу, обмежує прояв фізіологічних розладів і грибкових захворювань та знижує енергозатрати під час зберігання (без зниження якості продукції) [7-9].

Мета досліджень – вдосконалення технології зберігання яблук пізньозимового сорту Ренет Симиренка з насаджень на карликовій підщепі шляхом післязбиральної обробки плодів інгібітором етилену, встановлення впливу місця заготівлі, строку збору й обробки врожаю 1-метилциклопропеном на етилен-активність плодів.

Методика досліджень. Дослідження проводили впродовж сезонів зберігання 2010/2011 та 2011/2012 рр. на кафедрі плодівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва. Яблука сорту Ренет Симиренка відбирали у зрошуваних плодоносних садах фермерських господарств «Обрій» Немирівського району Вінницької (Центр) та «Яніс» Хотинського району Чернівецької (Захід) областей з інтенсивного насадження на карликовій підщепі М.9. Система утримання ґрунту в міжряддях – дерново-перегнійна, в пристовбурних смугах – гербіцидний пар. Планування, ведення дослідів й обробку результатів здійснювали загальноприйнятими методами [10]. У статті подано результати досліджень плодів з урожаю 2010 р.

Яблука заготовляли в два строки: перший – з настанням збиральної стиглості (початок збиральної стиглості, масовий збір) і другий – на тиждень пізніше (повна збиральна стиглість, запізнілий збір), беручи до уваги щільність м'якуша, вміст сухих розчинних речовин, йод-крохмальну пробу та індекс Стрейфа. З типових 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 6-7 кг) перегородками з цупкого паперу. Сюди ж укладали сітки з плодами для обліку природних втрат. Число ящиків кожного варіанту відповідало періодичності товарного аналізу.

Після заготівлі яблука охолоджували до температури 5 ± 1 °C за відносної вологості повітря 85–90 %, а наступного дня половину продукції обробляли 1-МЦП за рекомендацією виробника препарату Смарт Фреш. Для цього ящики з плодами ставили в газонепроникний контейнер з плівки завтовшки 200 мк з циркуляцією повітря вентилятором, куди вміщували склянку з дистильованою водою та обчисленою на одиницю об'єму контейнера дозою порошкоподібного препарату Смарт Фреш (з розрахунку 0,068 г/м³).

Після 24-годинної експозиції контейнер знімали, оброблені та контрольні плоди перекладали в ящики з вказаними вище перегородками, вистелені папером та поліетиленовою плівкою товщиною 100 мк (конвертом), і ставили на зберігання в холодильну камеру КХР-12М з температурою 2 ± 1 °C та відотною вологістю повітря 85-90% (необроблені плоди – контроль). Інтенсивність виділення етилену періодично вимірювали аналізатором ІСА-56 після 24-годинної експозиції плодів за температури 18...20 °C [11].

Температуру в камері контролювали спиртовими термометрами й автоматично, відносну вологість повітря – гігрометром. Результати досліджень обробляли методом дисперсійного аналізу за програмою «Statistica».

Виклад основного матеріалу. Етилен-активність свіжозібраних плодів визначали місцем заготівлі плодів, строком збору та післязбиральною обробкою 1-МЦП (рис. 1).

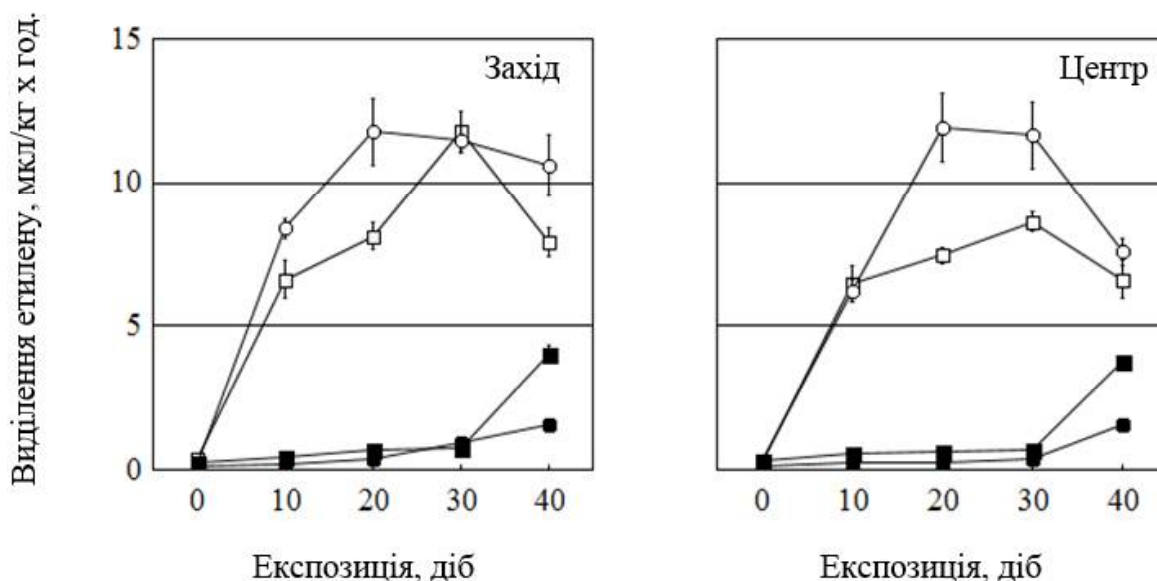


Рис. 1. Динаміка виділення етилену яблуками сорту Ренет Смиренка одразу після збирання за температури 20 °С залежно від місця заготівлі плодів, строку збору і післязбиральної обробки 1-МЦП (урожай 2010 р.): масовий збір (I): □ – без обробки (контроль); ■ – обробка 1-МЦП; запізнений збір (II): ○ – без обробки (контроль); ● – обробка 1-МЦП.

Незалежно від місця вирощування, найвищу етилен-активність необроблених плодів – 11,9 мкл/кг х год. – зафіксовано на 20 добу експозиції запізніло зібраних яблук за температури 20 °С. Показник плодів масового збору із західного регіону набув максимального значення 11,8 мкл/кг х год. на 30 добу (рис. 1, зліва), в цей час етилен-активність необроблених плодів із центрального регіону виявлена в 1,4 рази нижчою. У необроблених запізніло зібраних яблук з обох місць заготівлі виявлено характерні ознаки клімактеричного підйому з максимальним рівнем етилену на 20-ту, а у плодів масового збору – на 30-ту добу експозиції.

Незалежно від регіону вирощування, етилен-активність обробленої 1-метилциклопропенем продукції упродовж 20 діб практично не проявлялася, активізуючись до 1,6 мкл/кг х год. у яблук масового збору наприкінці 40-ї доби експозиції, в цей час показник плодів запізнілого збору був у 2,5 рази нижчим.

Упродовж шестимісячного холодильного зберігання максимальну активність виділення етилену зафіксовано для необроблених 1-МЦП плодів (рис. 2).

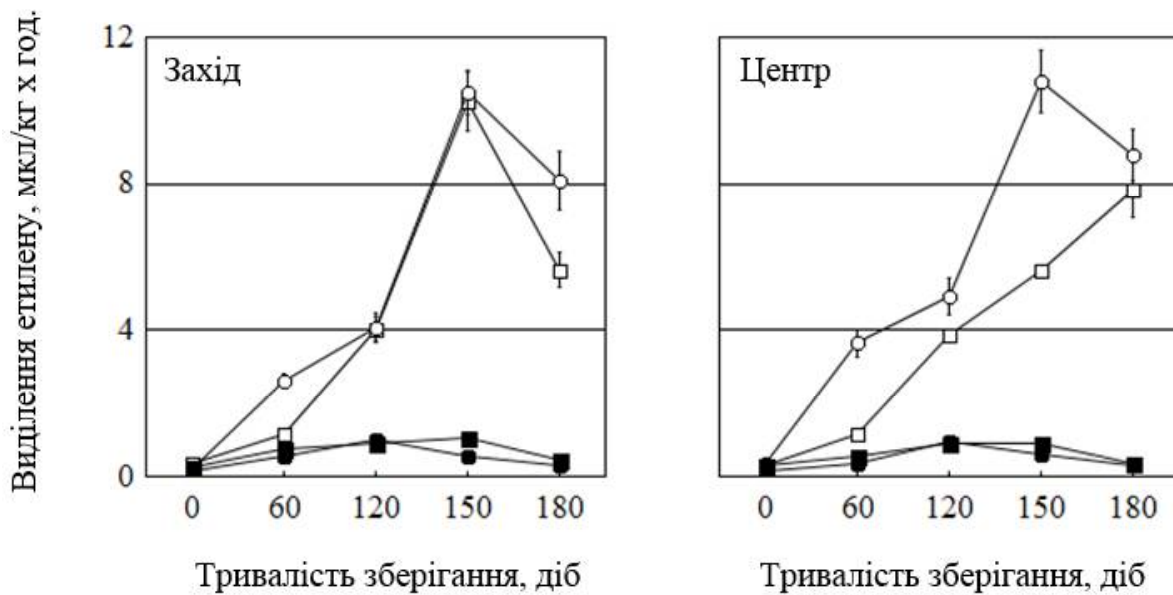


Рис. 2. Динаміка виділення етилену яблуками сорту Ренет Симиренка упродовж холодильного зберігання залежно від місця заготівлі плодів, строку збору і післязбиральної обробки 1-МЦП (урожай 2010 р.): масовий збір (I): □ – без обробки (контроль); ■ – обробка 1-МЦП; запізнілий збір (II): ○ – без обробки (контроль); ● – обробка 1-МЦП.

Упродовж шестимісячного зберігання етилен-активність необроблених 1-МЦП яблук збільшувалася, при цьому інтенсивність процесу у плодів масового збору з центрального регіону була дещо нижчою, порівняно з продукцією запізненого збору. Етилен-активність оброблених 1-МЦП плодів після шестимісячного зберігання не перевищила рівня 0,5 (Захід) та 0,3 мкл/кг x год. (Центр).

По мірі збільшення тривалості зберігання на етилен-активність яблук достовірно вплинуло місце заготівлі плодів, строк збору та післязбиральна обробка 1-МЦП (табл. 1).

У середньому по експерименту, яблука з центрального регіону вирізнялися дещо вищою етилен-активністю з більшим на 0,7 мкл/кг x год. рівнем на кінець шестимісячного зберігання, порівняно з показником продукції західного регіону. Етилен-активність плодів масового збору (I строк) нижча, зокрема в 1,2 рази в кінці зберігання, порівняно з продукцією запізненого збирання. Післязбиральна обробка 1-МЦП різко пригнічувала синтез етилену, забезпечивши на кінець зберігання в 22 рази нижчу інтенсивність емісії, порівняно з необробленими плодами.

Таблиця 1

Етилен-активність яблук сорту Ренет Симиренка з післязбиральною обробкою 1-МЦП залежно від місця заготівлі плодів і строку збору (результати дисперсійного аналізу, врожай 2010 р.), мкл/кг х год.

Тривалість зберігання, діб	Місце заготівлі		НІР ₀₅	Строк збору		НІР ₀₅	Доза Смарт Фреш, г/м ³		НІР ₀₅
	Захід	Центр		I	II		0	0,068	
0	0,24	0,26	0,01	0,30	0,20	0,01	0,29	0,21	0,01
60	1,27	1,43	0,08	0,90	1,80	0,08	2,14	0,55	0,08
120	2,51	2,66	0,12	2,43	2,73	0,12	4,23	0,94	0,12
150	5,59	4,48	0,22	4,45	5,61	0,22	9,29	0,78	0,22
180	3,62	4,32	0,21	3,58	4,36	0,21	7,59	0,35	0,21

Встановлено специфічну реакцію етилен-активності яблук залежно від місця заготівлі, строку збору і післязбиральної обробки 1-МЦП (табл. 2).

Таблиця 2

Частка впливу факторів та їх взаємодії на етилен-активність яблук під час зберігання (врожай 2010 р.), %

Тривалість зберігання, діб	Місце заготівлі (A)	Строк збору (B)	Обробка 1-МЦП (C)	Взаємодія факторів				Залишок
				AB	AC	BC	ABC	
0	2,4	37,9	27,4	9,5	0,1	3,4	18,6	0,7
60	0,5	16,8	52,5	1,5	2,5	24,4	1,4	0,4
120	0,2	0,8	96,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4
150	1,5	1,6	88,7	2,0	1,3	2,9	1,7	0,3
180	0,9	1,1	94,7	0,2	1,0	1,4	0,3	0,4

Одразу після збирання етилен-активність яблук визначалася, головним чином, строком збору плодів і їх післязбиральною обробкою 1-МЦП (вплив факторів відповідно 37,9 і 27,4%) та мало залежала від місця заготівлі (2,4%); істотно вплинула також взаємодія місця заготівлі зі строком збору плодів (AB, 9,5%) та місця заготівлі зі строком збору і післязбиральною обробкою 1-МЦП (ABC, 18,6%). Після двомісячного зберігання зміна показника визначалася переважно строком збору та

утричі більше обробкою 1-МЦП (вплив факторів відповідно 16,8 і 52,5%), а сукупна дія строку збору з післязбиральною обробкою 1-МЦП (взаємодія ВС) склала 24,4%.

Починаючи з чотирьох місяців зберігання, етилен-активність яблук залежала переважно від післязбиральної обробки плодів 1-МЦП (88,7–96,5%).

Висновки. Характер процесу післязбирального виділення етилену яблуками пізньозимового сорту Ренет Симиренка від місця заготівлі плодів суттєво не залежить, нижча інтенсивність процесу для плодів масового збору (без обробки 1-МЦП) з центрального регіону. Під час зберігання етилен-активність продукції західного регіону визначена на 8,0-16,2% нижча.

Максимум етилен-активності необроблених яблук запізненого збору – 11,9 мкл/кг х год. досягається на 20-ту добу експозиції за температури 20 °С (незалежно від місця вирощування), а масового збору – на 30-ту добу, причому показник останніх з центрального регіону в 1,4 рази нижчий, порівняно з продукцією із західного. Подібна тенденція спостерігається під час шестимісячного холодильного зберігання з менш динамічним ростом виділення етилену плодами масового збору з центрального регіону.

Післязбиральна обробка яблук 1-МЦП радикально уповільнює виділення етилену до рівня 0,5 (Захід) та 0,3 мкл/кг х год. (Центр) наприкінці шестимісячного зберігання з нижчою в 22 рази етилен-активністю, порівняно з необробленими плодами.

Етилен-активність свіжозібраних яблук визначається, головним чином, строком збору плодів (вплив фактора 37,9%), їх післязбиральною обробкою 1-МЦП (27,4) та значно менше – місцем їх заготівлі (2,4%). Після двомісячного зберігання етилен-активність плодів визначається строком збору плодів (16,8%) та їх обробкою 1-МЦП (52,5), а з чотирьох місяців і до кінця зберігання – післязбиральною обробкою плодів 1-МЦП (88,7–96,5%).

Подяка фермерським господарствам «Обрій» та «Яніс» за надання плодів, і фірмі «Агрофреш» – за препарат «Смарт Фреш» та аналізатор етилену ІСА-56.

Список використаних джерел:

1. Lelievre J.-M., Latche A., Jones B., Bouzayen M., Pech J.-C. Ethylene and fruit ripening // *Physiologia plantarum*. 1997. № 101. P. 727–739. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1997.tb01057.x.
2. Bulens I., Van de Poel B., Hertog M.L.A.T.M., De Proft M.P., Geeraerd A.H., Nicolai B.M. Influence of harvest time and 1-MCP application on postharvest ripening and ethylene biosynthesis of Jonagold apple // *Postharvest Biol. Technol.* 2012. Vol. 72. P. 11–19. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2012.05.002.
3. Song J., Bangerth F. The effect of harvest date on aroma compound production from Golden Delicious apple fruit and relationship to respiration and ethylene production // *Postharvest Biol. Technol.* 1996. Vol. 8 (4). P. 259–269. DOI: 10.1016/0925-5214(96)00020-8.
4. Kovac A., Skendrovic B. M., Pavicic N., Voca S., Voca N., Pobricevic N., Jagatic A. M., Sindrak Z. Influence of harvest time and storage duration on Cripps Pink apple cultivar (*Malus x domestica* Borkh) quality parameters // *CyTA – Journal of Food*. 2010. Vol. 8. № 1. P. 1–6. DOI: 10.1080/11358120902989632.
5. Cliff M. A., Toivonen M. A. P. Sensory and quality characteristics of Ambrosia apples in relation to harvest maturity for fruit stored up to eight months // *Postharvest Biol. Technol.* 2017. Vol. 132. P. 145–153. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2017.05.015.
6. Vielma M., Matta F., Silva J. Optimal harvest time of various apple cultivars grown in Northern Mississippi // *Jour. Amer. Pom. Soc.* 2008. № 62. P. 13–21.
7. Melnyk O., Drozd O., Boicheva N., Zhmudenko Yu., Melnyk I., Khudik L., Remeniuk L., Vykhatniuk L. Ethylene emission of apples treated with 1-methylcyclopropene during storage // *Jour. Hort. Res.* 2014. Vol. 22. № 1. P. 109–112. DOI: 10.2478/johr-2014-0013.
8. Jung S.-K., Watkins C. B. Internal ethylene concentration in apple fruit at harvest affect persistence of inhibition of ethylene production after 1-methylcyclopropene treatment // *Postharvest Biol. Technol.* 2014. Vol. 96. P. 1–6. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2014.04.008.
9. McCormick R., Neuwald D. A., Streif J. Commercial apple CA storage temperature regims with 1-MCP (SmartFresh): Benefits and risks // *Acta Hort.* 2012. № 934. P. 263–270. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.934.32.
10. 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.
11. Мельник О. В. Збиральна стиглість яблук: метод індукованого етилену. // *Новини садівництва*. 2010. № 3. С. 36–37.

А. В. Мельник, О. А. Дрозд, И. А. Мельник. Этилен-активность яблук сорта Ренет Симиренко с обработкой ингибитором этилена в зависимости от срока сбора и места заготовки плодов.

Исследовано влияние места заготовки, срока сбора и послеуборочной обработки 1-метилциклопропеном (1-МЦП) на этилен-активность яблук сорта Ренет Симиренко массового и запоздального сбора урожая с насаждений на карликовом подвое (М.9) во время хранения.

Ключевые слова: Ренет Симиренко, место заготовки, срок сбора урожая, этилен-активность, хранение, 1-метилциклопропен, Смарт Фреш.

O. Melnik, O. Drozd, I. Melnyk. **Ethylene-activity of apples cv. Reinette Simirenko, treated with ethylene inhibitor depending on the harvest date and cultivating place.**

The influence of the cultivating place, time of harvesting and post-harvest treatment with 1-methylcyclopropane (1-MCP) on the ethylene activity of the Golden Delicious apples for mass and late harvesting from orchards on the dwarf (M.9) rootstock during storage was studied.

Keywords: *Reinette Simirenko, cultivation place, harvest time, ethylene activity, storage, 1-methylcyclopropene, SmartFresh.*