

**О. В. Мельник**

доктор сільськогосподарських наук,  
професор кафедри плодівництва і виноградарства,  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань, Україна)  
E-mail: novsad@ukr.net

**О. О. Дрозд**

доктор сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри харчових технологій,  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань, Україна)  
E-mail: olga.drozd@ukr.net

**Л. М. Ременюк**

технолог,  
СТОВ «Енограй» (с. Дніпровське, Україна)  
E-mail: r.l.m.@ukr.net

## ПЕРЕДЗБИРАЛЬНЕ ДОСТИГАННЯ ЯБЛУК СОРТУ РЕНЕТ СИМИРЕНКА ЗА ОБРОБКИ ДЕРЕВ ЕТИЛЕНПРОДУЦЕНТОМ

Стаття присвячена дослідженню змін активності емісії етилену, фізико-хімічних показників та індексу Стрейфа яблук сорту Ренет Симиренка у передзбиральний період залежно від обробки дерев етиленпродуцентом. Етрел (етефон) широко застосовують у плодоносних насадженнях яблуні, груші, вишні і сливи для блокування процесів росту, проріджування зав'язі та прискорення дозрівання плодів, в Україні ж зареєстрований для прискорення дозрівання томатів і запобігання виляганню посівів зернових культур.

Дослідження у 2012–2013 рр. проводили в Уманському національному університеті садівництва. Деревя пізньозимового сорту Ренет Симиренка за два тижні до очікуваного збирання врожаю обробляли фізіологічно активною речовиною Етрел (етефон, 180 г/га) з додаванням КАНО (калійна сіль  $\alpha$ -нафтилоцтової кислоти, 20 г/га); контрольні ділянки обприскували водою. За загальноприйнятими методиками кожні сім днів після обробки визначали етилен-активність, йод-крохмальну пробу, масу плодів, щільність м'якуша, основне забарвлення, вміст сухих розчинних речовин та індекс Стрейфа.

Встановлено, що обприскування насаджень яблуні пізньозимового сорту Ренет Симиренка Етрелом в суміші з КАНО за два тижні до збирання врожаю не впливає на зміну маси яблук у передзбиральний період, у той же час прискорюється деградація в плодах крохмалю – показник йод-крохмальної проби за 14 діб після обробки в 1,6 раза вищий, порівняно з її відсутністю. Обробка етиленпродуцентом суттєво активізує зниження щільності м'якуша, зміну основного забарвлення (вищий рівень відбивання шкіркою світла на хвилі 675 нм) і вмісту сухих розчинних речовин, удвічі прискорюючи процес дозрівання (за індексом Стрейфа), та підвищуючи етилен-активність плодів у післязбиральний період.

**Ключові слова:** яблука, Ренет Симиренка, передзбиральна обробка, Етрел, КАНО, маса плоду, етилен-активність, йод-крохмальна проба, фізико-хімічні показники, індекс Стрейфа.

**A. V. Melnyk**

Doctor of Agricultural Sciences,  
Professor at the Department of Fruit Produktion and Viticulture,  
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)  
E-mail: novsad@ukr.net

**O. O. Drozd**

Doctor of Agricultural Sciences,  
Associate Professor at the Department of Food Technologies,  
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)  
E-mail: olga.drozd@ukr.net

**L. M. Remeniuk**

Technologist,  
STOV "Enograi" (Dniprovske, Ukraine)  
E-mail: r.l.m.@ukr.net

**PRE-HARVEST DEVELOPMENT OF APPLES CV. REINETTE SYMYRENKO ON TREES SPRAYED WITH ETHYLENE-PRODUCER**

*The article is devoted to the study of changes in the activity of ethylene emission, physico-chemical indicators and the Streif index of Reinette Symyrenko apples in pre-harvest period depending on the tree treatment with Ethrel. In the middle climate zone of Ukraine, due to the possible frost damage in early October and an unwanted dirty-brown blush, apples cv. Reinette Symyrenko are often harvested prematurely, which negatively affects the taste. Ethrel is widely used in fruit-bearing orchards to block the growth and accelerate fruit ripening; and in Ukraine it is registered to accelerate the ripening of tomatoes.*

*The research was carried out during 2012–2013 at Uman National University of Horticulture. Fourteen days before the expected harvest, trees of late-winter cv. Reinette Symyrenko were sprayed with Ethrel (ethephon, 180 g/ha) with the addition of NAA to prevent fruit drop (potassium salt of  $\alpha$ -naphthylacetic acid, 20 g/ha); control areas were sprayed with water. Every seven days after treatment, ethylene activity, iodine-starch index, fruit weight, flesh firmness, main ground color, soluble dry matter content and the Streif index were determined.*

*It was found out that spraying of apple orchards with Ethrel two weeks before the predicted harvest date does not affect the change in fruit weight during a pre-harvest period. At the same time, the degradation of starch accelerates – the iodine-starch index 14 days after treatment was 1.6 times higher, as compared with the no-treatment practice.*

*Treatment significantly activates the decrease of flesh firmness, the change in the main color (higher level of light reflection by the skin at a wavelength of 675 nm) and the soluble dry matter content, doubling the ripening process of apples (according to the Streif index) and increasing the fruit ethylene activity in a post-harvest period.*

**Key words:** apples, Reinette Simyrenko, pre-harvest tree treatment, fruit weight, ethylene activity, physico-chemical parameters, Streif index.

**Постановка проблеми.** Застосування фізіологічно-активних речовин для покращення забарвлення, збільшення так званого «вікна» збирання врожаю і зниження передзбирального опадання плодів прискорює досягання яблук на дереві, що враховують під час визначення оптимального терміну збирання та закладання на зберігання [7, 8, 20, 22]. Зважаючи на загрозу заморозку на початку жовтня і небажаний брудно-коричневий рум'янець, яблука пізнозимового сорту Ренет Симиренка в середній кліматичній зоні України нерідко збирають передчасно, що негативно впливає на смак плодів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Етрел (етефон) в Україні зареєстрований для прискорення дозрівання томатів і запобігання вилягання посівів зернових культур, у світі ж цей препарат широко застосовують у плодоносних насадженнях яблуні, груші, вишні і сливи для стримування росту [10], проріджування зав'язі та прискорення дозрівання врожаю [5, 6, 14]. Обробка насаджень у передзбиральний період підвищує етилен-активність яблук, знижує рівень крохмалю і щільність м'якуша [9, 18], інтенсивніше накопичуються воски,  $\alpha$ -фарнезен і зростають втрати продукції від функціональних розладів під час зберігання [14, 15].

**Мета дослідження** – встановлення впливу обробки насаджень яблуні етиленпродуцентом на зміну етилен-активності, фізико-хімічних показників та індексу Стрейфа яблук пізнозимового сорту Ренет Симиренка у передзбиральний період.

**Методика дослідження.** Дослідження у 2012–2013 рр. проводили в Уманському національному університеті садівництва. Насадження яблуні сорту Ренет Симиренка на карликовій підщепі М.9 за два тижні до очікуваного збору врожаю обробляли фізіологічно-активною речовиною Етрел (етефон, 180 г/га) з додаванням КАНО (калійна сіль  $\alpha$ -нафтилоцтової кислоти, що запобігає передчасному опаданню плодів, 20 г/га); контрольні ділянки обприскували водою. Витрата робочої рідини – 300 л/га.

За загальноприйнятими методиками щотижня визначали етилен-активність, йод-крохмальну пробу, масу плодів, щільність м'якуша, основне забарвлення, вміст сухих розчинних речовин та індекс Стрейфа [3]. Масу плоду визначали зважуванням, йод-крохмальну пробу – на поперечному перерізі за шкалою СТІFL (10 балів – відсутність крохмалю), основне забарвлення – спектроколориметром «Sprekol» за відбиванням від поверхні плоду, в місці без покривного забарвлення, світла довжиною хвилі 675 нм (відповідає максимуму поглинання хлорофілом); щільність м'якуша – закріпленим на штативі пенетрометром FT-327 з плунжером діаметром 11 мм (шкірку зрізували), вміст сухих розчинних речовин – рефрактометром РПЛ-3М за ДСТУ ISO 2173:2007 [2]. Інтенсивність виділення плодами етилену (у мкл/кг · год.) визначали в динаміці портативним газоаналізатором ІСА-56 з електрохімічним детектором (International controlled

atmosphere ltd., Великобританія) з точністю  $\pm 0,2$  ppm у діапазоні 0...100 ppm [1].

Індекс Стрейфа – комплексний показник, що враховує щільність м'якуша, вміст сухих розчинних речовин і ступінь гідролізу крохмалю, розраховували за формулою [21]:

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

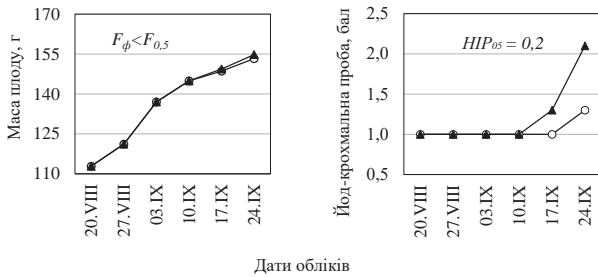
Щ – щільність м'якуша, кг/см<sup>2</sup>;

CPR – вміст сухих розчинних речовин, %;

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

Результати досліджень обробляли програмою «Statistica-12».

**Основні результати досліджень.** Хоча під час передзбирального досягання маса яблука неухильно зростала, на її збільшення достовірного впливу обробки сумішшю Етрелу з КАНО не встановлено (рис. 1, зліва), тоді як у плодів з оброблених дерев показник йод-крохмальної проби суттєво зростає внаслідок деградації крохмалю (рис. 1, справа). Обробка дерев етиленпродуцентом прискорює передзбиральне досягання плодів (вміст крохмалю знижується), внаслідок чого показник йод-крохмальної проби за два тижні після обробки (24.IX) в 1,6 раза вищий. Подібні дані у Молдові отримано А. Pesteanu для яблук сорту Гала Маст [17].

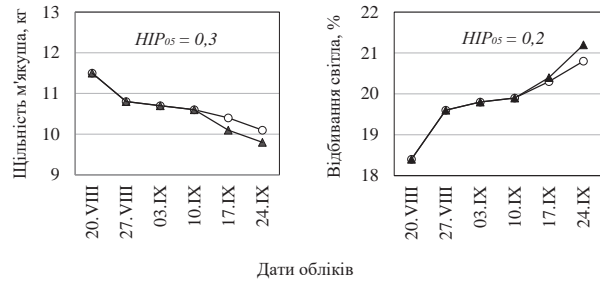


**Рис. 1. Зміна маси плодів (зліва) та йод-крохмальної проби (справа) яблук сорту Ренет Смиренка в передзбиральний період за обробки дерев етиленпродуцентом: –○– без обробки, –▲– Етрел з КАНО**

Щільність м'якуша визначається помологічним сортом, умовами сезону вегетації, особливостями агротехніки і терміном збирання врожаю та знижується зі збільшенням розміру плодів [16] (рис. 2, справа).

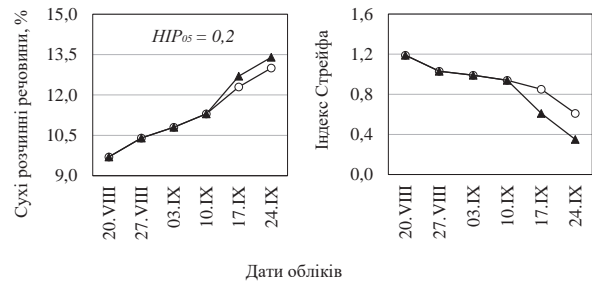
Під час передзбирального досягання і післязбирального дозрівання в шкірці яблук зменшується рівень хлорофілу, що супроводжується проявленням інших пігментів і, як наслідок, – зростанням відбивання на хвилі поглинання світла хлорофілом та зміною основного забарвлення. У передзбиральний період відбивання світла монотонно зростало (див. рис. 2, справа) і за обробки насаджень етиленпродуцентом показник станом на 24.IX на 0,4% вищий, порівняно з її відсутністю. Нижчий вміст хлорофілу, а отже вищий рівень відбивання світла шкіркою яблук сорту Анна за передзбиральної обробки

насаджень Етрелом виявлено К. М. Farag зі співавторами в Єгипті [11].



**Рис. 2. Зміна щільності м'якуша (зліва) та відбивання від шкірки яблук сорту Ренет Смиренка світла на хвилі 675 нм (справа) в передзбиральний період за обробки дерев етиленпродуцентом: –○– без обробки, –▲– Етрел з КАНО**

Вміст сухих розчинних речовин у передзбиральний період неухильно збільшувався (рис. 3, зліва) і за тиждень після обробки (17.IX) суттєво зріс в яблуках з оброблених етиленпродуцентом дерев, досягнувши за два тижні вищого на 0,4% значення (24.IX), порівняно з плодами із насаджень без обробки. Рівень показника пов'язують з високим вмістом розчинних пектинів, що є наслідком розм'якшення плодів під час досягання [19] – за нижчої щільності м'якуша (x) вміст сухих розчинних речовин вищий (y) ( $y = -2,35x + 36,28$ ;  $R^2 = 0,91$ ).



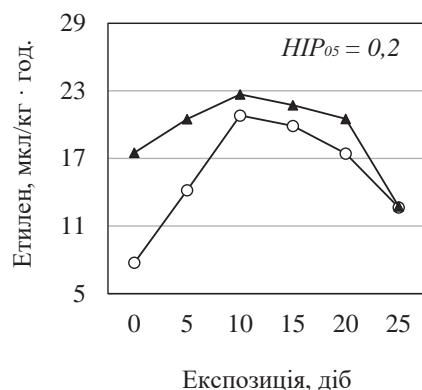
**Рис. 3. Зміна вмісту сухих розчинних речовин (зліва) та індексу Стрейфа (справа) яблук сорту Ренет Смиренка в передзбиральний період за обробки дерев етиленпродуцентом: –○– без обробки, –▲– Етрел з КАНО**

Термін збирання – один з основних чинників, що визначає якість плодів під час тривалого холодильного зберігання та мінімізує втрати під час реалізації [4, 12]. Основні критерії визначення оптимального терміну збирання яблук – оцінка розпаду крохмалю (йод-крохмальна проба), вміст сухих розчинних речовин, щільність м'якуша й обчислення індексу Стрейфа [21].

Суттєва зміна індексу Стрейфа свідчить, що передзбиральна обробка насаджень яблуні сорту Ренет Смиренка етиленпродуцентом майже удвічі прискорила процес досягання, порівняно з відсутністю такої обробки (див. табл. 3, справа). Зниження індексу Стрейфа і прискорення досягання яблук сорту Ауксис за передзбиральної

обробки насаджень етиленпродуцентом встановлено у Литві N. Kvikliene зі співавторами [13].

За передзбиральної обробки насаджень етиленпродуцентом етилен-активність свіжозібраних плодів одразу після збирання більш ніж удвічі вища (рис. 4) і за витримування в кімнатних умовах суттєво зростала, що є свідченням прискореного післязбирального дозрівання продукції. Найвищу емісію етилену – 22,7 мкл/кг·год. – зафіксовано на 10 добу експозиції плодів з насаджень, оброблених етиленпродуцентом.



**Рис. 4.** Динаміка виділення етилену яблуками сорту Ренет Симиренка за температури 20 °С після збирання за обробки дерев етиленпродуцентом: –○– без обробки, –▲– Етрел з КАНО

**Висновки.** Обприскування насаджень яблуні пізньозимового сорту Ренет Симиренка етиленпродуцентом Етрел в суміші КАНО за два тижні до збирання врожаю не впливає на зміну маси плодів у передзбиральний період, у той же час прискорюється деградація крохмалю – в 1,6 рази вищий показник йод-крохмальної проби за 14 діб від обробки. Обробка суттєво активізує зниження щільності м'якуша яблук, зміну основного забарвлення (вище відбивання шкіркою світла на хвилі 675 нм) і вмісту сухих розчинних речовин, удвічі прискорюючи передзбиральне досягання яблук (за індексом Стрейфа) та підвищуючи етилен-активність плодів у післязбиральний період.

Подяка польській фірмі «Агрофреш» за надання аналізатора етилену ІСА-56.

#### Література

1. Дрозд О. О., Мельник О. В. Визначення етилен-активності плодів. *Modern research in world science: матер. XI Міжн. наук.-практ. конф.* (29–31.01.2023). Львів, 2023. С. 46–48.
2. ДСТУ ISO 2173:2007. Продукти з фруктів та овочів. Визначення розчинних сухих речовин рефрактометричним методом (ISO 2173:2003, IDT). [Чинний від 01.01.2009]. Вид. офіц. Київ, 2009. 16 с.
3. Методичні рекомендації з питань зберігання і переробки плодів та ягід. К.: Укр. НДІ садівництва. 1980. 75 с.
4. Blazek J., Pistekova I. Prediction of the harvesting time for four apple cultivars on the basis of beginning of flowering and attaining of T-stage of fruitlets and dependence of diameter of fruitlets

at T-stage and fruits at ripening stage. *Journal of Horticultural Research*. 2017. Vol. 25 (1). P. 55–59. DOI: 10.1515/johr-2017-0006.

5. Carra B., Dini M., Abreu E. S., Pasa M. S., Pasa C. P., Francescato P., Herter F. G., Mello-Farias P. C. Ethephon increases return bloom and yield of Rocha pear trees. *Acta Horticulturae*. 2021. No 1303\_41. P. 291–298. DOI:10.17660/ActaHortic.2021.1303.41.

6. Cocco C., Schildt G. W., Tessaro F. A. Effect of ethephon application on fruit quality at harvest and post-harvest storage of Japanese plum (*Prunus salicina*) cv. Fortune. *Agriculture, Agribusiness and Biotechnology*. 2021. Vol. 65. P. 1–11. DOI: 10.1590/1678-4324-2022210183.

7. Curry E. A. Changes in ripening physiology of Delicious and Fuji apples treated preharvest with NAA. *Acta Horticulturae*. 2006. № 727. P. 481–488. DOI: 10.17660/ActaHortic.2006.727.59.

8. Dal C. V., Danesin M., Botton A., Boschetti A. Ethylene and preharvest drop: the effect of AVG and NAA on fruit abscission in apple (*Malus domestica* L. Borkh). *Plant growth regul.* 2008. № 56 (3). P. 317–325.

9. Drake S. R., Eisele T. A., Drake M. A., Elfving D. C. The influence of aminoethoxyvinylglycine and ethephon on objective and sensory quality of Delicious apples and apple juice at harvest and after storage. *HortScience*. 2005. Vol. 40 (7). P. 2102–2108. DOI: 10.21273/HORTSCI.40.7.2102.

10. Duyvelshoff C., Cline J. A. Ethephon and prohexadione-calcium influence the flowering, early yield, and vegetative growth of young Northern Spy apple trees. *Scientia Horticulturae*. 2013. Vol. 151. P. 128–134. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.12.002.

11. Farag K. M., Nagy N. M. N., Haikal A. M., Derhab S. Mitigation of ethephon and protone influence while improving Anna apples coloration, fruit quality and storability by preharvest application of sprayable 1-MCP. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. 2015. Vol. 14 (2). P. 1–23.

12. Goncalves M. W., Argenta L., Martin de M. Maturity and quality of apple fruit during the harvest period at apple industry. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2017. Vol. 39 (5). P. 1–10. DOI: 10.1590/0100-29452017825.

13. Kvikliene N., Kviklys D., Sasnauskas A. Effect of plant growth regulators on apple fruit preharvest drop and quality. *Journal of fruit and ornamental plant research*. 2010. Vol. 18 (2). P. 79–84.

14. Li F., Zhang X., Jiang Y., Li X. Preharvest application of 1-methylcyclopropene and ethephon altered cuticular wax biosynthesis and fruit quality of apples at harvest and during cold storage. *Horticultural Plant Journal*. 2022. Vol. 8 (2). P. 143–152. DOI: 10.1016/j.hpj.2021.11.008.

15. Lurie S., Watkins C. B. Superficial scald, its etiology and control. *Postharvest biology and technology*. 2012. Vol. 65. P. 44–60. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2011.11.001.

16. Nadulski R., Szczepanik M., Kobus Z., Guz T., Panasiewicz M. Jędrność jako istotne kryterium oceny jakości w dystrybucji owoców. *Logistyka*. 2015. № 5. P. 415–422.

17. Pesteanu A. Effects of ethephon application on color development of Gala Must apples. *Bulletin UASVM Horticulture*. 2017. Vol. 74 (1). P. 26–32. DOI: 10.15835/buasvmcn-hort:12267.

18. Schultz E. E., Mallmann W. L., Ludwig V., Thewes F. R., Pasquetti B. M. R. Aminoethoxyvinylglycine,



naphthalene acetic acid and ethephon: impacts on pre-harvest fruit drop, volatile compounds profile, and overall quality of Galaxy apples. *Erwerbs-Obstbau*. 2023. Vol. 65 (1). P. 7–23. DOI: 10.1007/s10341-022-00691-w.

19. Steffens C. A., Amarante C. V. T., Chechi R., Zanardi O. Z., Espindola B. P., Meneghini A. L. Preharvest spraying with aminoethoxyvinylglycine or gibberelic acid improves postharvest fruit quality of Laetitia plums. *Bragantia Campinas*. 2011. Vol. 70. P. 222–227.

20. Steffens C. A., Guarienti A. J. W., Storck L., Brackmann A. Maturation of the Gala apple with preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Ciencia Rural*. 2006. Vol. 36 (2). P. 434–440. DOI: 10.1590/S0103-84782006000200012.

21. Streif J. Optimum harvest date for different apple cultivars in the Bodensee area. *Proceedings of a meeting working group optimum harvest date, 9–10 June 1994*. Lofthus, Norway. 1994. P. 178–183.

22. Yuan R., Li J. Effect of sprayable 1-MCP, AVG, and NAA on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of Delicious apples. *HortScience*. 2008. Vol. 43 (5). P. 1454–1460. DOI: 10.21273/HORTSCI.43.5.1454.

## References

1. Drozd, O. A., Melnyk, A. V. (2023). Vyznachennia etylen-aktyvnosti plodiv. [Betermination of ethylene activity of fruits]. Modern research in world science: mater. XI Mizhn. nauk.-prakt. konf. (29–31.01.2023) [in Ukrainian].

2. DSTU ISO 2173:2007. (2009). Produkty z fruktiv ta ovochiv. Vyznachennia rozchynnykh suhyh rehovyn refraktometrychnym metodom. [Fruit and vegetable products. Determination of soluble solids by the refractometric method]. Vyd. ofic. Kyiv, 16. [in Ukrainian].

3. Metodichni rekomendacii z pytan zberigannia i pererobky plodiv ta jagid. (1980). [Methodical recommendations on storage and processing of fruits and berries]. K.: Ukr. NDI sadivnyctva, 75 [in Ukrainian].

4. Blazek, J., Pistekova, I. (2017). Prediction of the harvesting time for four apple cultivars on the basis of beginning of flowering and attaining of T-stage of fruitlets and dependence of diameter of fruitlets at T-stage and fruits at ripening stage. *Journal of Horticultural Research*, 25 (1), 55–59. DOI: 10.1515/johr-2017-0006.

5. Carra, B., Dini, M., Abreu, E. S., Pasa, M. S., Pasa, C. P., Franciscato, P., Herter, F. G., Mello-Farias, P. C. (2021). Ethephon increases return bloom and yield of Rocha pear trees. *Acta Horticulturae*, 1303\_41, 291–298. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1303.41.

6. Cocco, C., Schildt, G. W., Tessaro, F. A. (2021). Effect of ethephon application on fruit quality at harvest and post-harvest storage of Japanese plum (*Prunus salicina*) cv. Fortune. *Agrivulture, Agribusiness and Biotechnology*, 65, 1–11. DOI: 10.1590/1678-4324-2022210183.

7. Curry, E. A. (2006). Changes in ripening physiology of Delicious and Fuji apples treated preharvest with NAA. *Acta Horticulturae*, 727, 481–488. DOI: 10.17660/ActaHortic.2006.727.59.

8. Dal, C. V., Danesin, M., Botton, A., Boschetti, A. (2008). Ethylene and preharvest drop: the effect of AVG and NAA on fruit abscission in apple (*Malus domestica* L. Borkh). *Plant growth regul.*, 56 (3), 317–325.

9. Drake, S. R., Eisele, T. A., Drake, M. A., Elfving, D. C. (2005). The influence of aminoethoxyvinylglycine and ethephon on objective and sensory quality of Delicious

apples and apple juice at harvest and after storage. *HortScience*, 40 (7), 2102–2108. DOI: 10.21273/HORTSCI.40.7.2102.

10. Duyvelshoff, C., Cline, J. A. (2013). Ethephon and prohexadione-calcium influence the flowering, early yield, and vegetative growth of young Northern Spy apple trees. *Scientia Horticulturae*, 151, 128–134. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.12.002.

11. Farag, K. M., Nagy, N. M. N., Haikal, A. M., Derhab, S. (2015). Mitigation of ethephon and protone influence while improving Anna apples coloration, fruit quality and storability by preharvest application of sprayable 1-MCP. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 14 (2), 1–23.

12. Goncalves, M. W., Argenta, L., Martin, de M. (2017). Maturity and quality of apple fruit during the harvest period at apple industry. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39 (5), 1–10. DOI: 10.1590/0100-29452017825.

13. Kvikliene, N., Kviklys, D., Sasnauskas, A. (2010). Effect of plant growth regulators on apple fruit preharvest drop and quality. *Journal of fruit and ornamental plant research*, 18 (2), 79–84.

14. Li, F., Zhang, X., Jiang, Y., Li, X. (2022). Preharvest application of 1-methylcyclopropene and ethephon altered cuticular wax biosynthesis and fruit quality of apples at harvest and during cold storage. *Horticultural Plant Journal*, 8 (2), 143–152. DOI: 10.1016/j.hpj.2021.11.008.

15. Lurie, S., Watkins, C. B. (2012). Superficial scald, its etiology and control. *Postharvest biology and technology*, 65, 44–60. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2011.11.001.

16. Nadulski, R., Szczepanik, M., Kobus, Z., Guz, T., Panasiewicz, M. (2015). Jędrność jako istotne kryterium oceny jakości w dystrybucji owoców. *Logistyka*, 5, 415–422.

17. Pesteanu, A. (2017). Effects of ethephon application on color development of Gala Must apples. *Bulletin UASVM Horticulture*, 74 (1), 26–32. DOI: 10.15835/buasvmcn-hort:12267.

18. Schultz, E. E., Mallmann, W. L., Ludwig, V., Thewes, F. R., Pasquetti, B. M. R. (2023). Aminoethoxyvinylglycine, naphthalene acetic acid and ethephon: impacts on pre-harvest fruit drop, volatile compounds profile, and overall quality of Galaxy apples. *Erwerbs-Obstbau*, 65 (1), 7–23. DOI: 10.1007/s10341-022-00691-w.

19. Steffens, C. A., Amarante, C. V. T., Chechi, R., Zanardi, O. Z., Espindola, B. P., Meneghini, A. L. (2011). Preharvest spraying with aminoethoxyvinylglycine or gibberelic acid improves postharvest fruit quality of Laetitia plums. *Bragantia Campinas*, 70, 222–227.

20. Steffens, C. A., Guarienti, A. J. W., Storck, L., Brackmann, A. (2006). Maturation of the Gala apple with preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Ciencia Rural*, 36 (2), 434–440. DOI: 10.1590/S0103-84782006000200012.

21. Streif, J. (1994). Optimum harvest date for different apple cultivars in the Bodensee area. *Proceedings of a meeting working group optimum harvest date, 9–10 June 1994*. Lofthus, Norway, 178–183.

22. Yuan, R., Li, J. (2008). Effect of sprayable 1-MCP, AVG, and NAA on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of Delicious apples. *HortScience*, 43 (5), 1454–1460. DOI: 10.21273/HORTSCI.43.5.1454.