
ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 631.547.66/67:634.] : 631.811.98

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.2.1>

ПЕРЕДЗБИРАЛЬНЕ ДОСТИГАННЯ ЯБЛУК СОРТУ ГЛОСТЕР ЗА ОБРОБКИ НАСАДЖЕНЬ ЕТИЛЕНПРОДУЦЕНТОМ

Мельник О.В. – д.с.-г.н.,
професор кафедри плодівництва і виноградарства,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0002-6707-5731

Дрозд О.О. – д.с.-г.н.,
доцент кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0002-2419-7624

Ременюк Л.М. – випускник аспірантури,
Уманський національний університет
orcid.org/0009-0002-6581-5916

У статті наведено результати досліджень змін активності емісії етилену, фізико-хімічних показників та індексу Стрейфа у передзбиральний період яблук сорту Глостер залежно від обробки дерев етиленпродуцентом (Етефон).

Природний фітогормон етилен посідає провідну роль у розвитку рослин і плодів. З його синтезом пов'язана активність дихання, зміна забарвлення – розпад хлорофілу й утворення каротиноїдів та антоціанів, а також набування властивого плодам смаку й аромату та консистенції в процесі дозрівання.

Етиленпродуцент Етефон (етрел) широко застосовують у насадженнях яблуні, груші, вишні і сливи для стримування росту, проріджування зав'язі, покращення забарвлення та прискорення досягання плодів. Обприскування дерев етефоном у передзбиральний період підвищує етилен-активність яблук, знижує рівень крохмалю і щільність м'якуша, в шкірці інтенсивніше накопичуються воски, α -фарнезен, однак під час подальшого зберігання зростають втрати від функціональних розладів.

Дослідження проводили в 2012–2013 рр. в Уманському національному університеті садівництва у насадженнях пізньозимового сорту Глостер на підщепі М.9. За два тижні до очікуваного збирання врожаю дерева обробляли фізіологічно активною речовиною Етефон (етрел, 180 г/га) з додаванням КАНО (калійна сіль α -нафтилоцтової кислоти, що запобігає передчасному опаданню плодів, 20 г/га); контрольні ділянки обприскували водою. За загальноприйнятими методиками, після обробки кожні сім днів визначали

етилен-активність, йод-крохмальну пробу, масу плоду, щільність м'якуша, основне забарвлення, вміст сухих розчинних речовин та індекс Стрейфа.

Встановлено, що обприскування насаджень яблуні пізньозимового сорту Глостер етиленпродуцентом Етефон в суміші з КАНО (за два тижні до збирання врожаю) не впливає на зміну маси плоду в передзбиральний період. У той же час прискорюється деградація крохмалю – за 14 діб від обробки на 0,3 бала вищий показник йод-крохмальної проби. Обробка суттєво активізує зниження щільності м'якуша яблук, децю прискорює зміну основного забарвлення (вище відбивання шкіркою світла на хвилі 675 нм) і підвищує вміст сухих розчинних речовин, прискорюючи передзбиральне досягання яблук та підвищуючи етилен-активність плодів після збирання.

Ключові слова: яблука, Глостер, передзбиральна обробка, Етефон, КАНО, маса плоду, етилен-активність, фізико-хімічні показники, індекс Стрейфа.

Melnyk O.V., Drozd O.O., Remeniuk L.M. Pre-harvest development of apples cv. Gloster 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 apples cv. Gloster in pre-harvest period depending on the tree treatment with Ethephon.

The natural phytohormone ethylene plays an important role in plant and fruit development. Its synthesis is associated with respiratory activity, color change – the breakdown of chlorophyll and the formation of carotenoids and anthocyanins, as well as the acquisition of the characteristic taste and aroma and consistency of fruits during ripening. The ethylene producer Ethephon is widely used in apple, pear, sour cherry, and plum orchards. It inhibits tree growth, thins out the young fruits, improves surface color, and accelerates fruit ripening. Sprayed trees with Ethephon during the pre-harvest period increases the ethylene activity of apples, reduces the level of starch and flesh firmness, waxes and α -farnesene accumulate in the skin more intensively, however, during further storage, losses from functional disorders increase.

The researches were carried out during 2012–2013 at Uman National University. Fourteen days before the expected harvest, apple trees of late-winter cv. Gloster were sprayed with Ethephon (ethrel, 180 g/ha) with the addition of NAA (potassium salt of α -naphthylacetic acid, 20 g/ha) to prevent fruit drop; control plots were sprayed with water. Every seven days after treatment, ethylene activity, iodine-starch index, fruit weight, flesh firmness, ground color, soluble dry matter and the Streif index were determined.

It was found out that spraying of apple trees with Ethephon 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 – 14 days after treatment, the iodine-starch index was on 0.3 points higher, as compared with the no-treatment practice.

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

Key words: apples, Gloster; pre-harvest tree treatment, Ethephon, NAA, fruit weight, ethylene activity, physico-chemical parameters, Streif index.

Постановка проблеми. Конкурентоспроможність плодів визначається якістю. Споживач оцінює яблука за зовнішнім виглядом, звертає увагу на смак, консистенцію м'якуша, соковитість й аромат [1]. Для покращення забарвлення і зниження передзбирального опадання плодів застосовують фізіологічно-активні речовини, однак це прискорює досягання яблук, що враховують під час визначення оптимального терміну збирання [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Етефон (етрел) трансформується в газоподібний етилен. У світовій практиці препарат широко застосовують у насадженнях яблуні, груші, вишні і сливи для стримування росту [4], проріджування зав'язі і прискорення досягання плодів [5, 6]. Обробка насаджень яблуні перед збиранням врожаю активізує в плодах синтез етилену, знижується рівень

крохмалю і щільність м'якуша [7, 8], але водночас зростають ризики втрат від функціональних розладів під час зберігання [9, 10, 11].

Термін збирання – один з основних чинників, що впливає на інтенсивність життєдіяльності [12], визначає якість плодів у процесі зберігання [13] та мінімізує втрати під час реалізації [14]. Основні критерії визначення оптимального терміну збирання яблук – оцінка розпаду крохмалю (йод-крохмальна проба), вміст сухих розчинних речовин, щільність м'якуша й обчислення індексу Стрейфа [15].

Постановка завдання. Мета дослідження – встановлення впливу обробки насаджень яблуні пізньозимового сорту Глостер етиленпродуцентом на зміну етилен-активності, фізико-хімічних показників та індексу Стрейфа плодів у передзбиральний період.

Дослідження у 2012–2013 рр. проводили в Уманському національному університеті садівництва. Насадження яблуні сорту Глостер на карликовій підщепі М.9 за два тижні до очікуваного збору врожаю обробляли фізіологічно-активною речовиною Етефон (етрел, 180 г/га) з додаванням КАНО (калійна сіль α -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 плоду, щільність м'якуша, основне забарвлення, вміст сухих розчинних речовин та індекс Стрейфа [16]. Маса плоду визначали зважуванням, йод-крохмальну пробу – на поперечному перерізі за шкалою STIFL (10 балів – відсутність крохмалю), основне забарвлення – спектроколориметром «Spekol» за відбиванням світла довжиною хвилі 675 нм у місці без покривного забарвлення (відповідає максимуму поглинання хлорофілом). Щільність м'якуша визначали закріпленням на штативі пенетрометром FT-327 з плунжером діаметром 11 мм (шкірку зрізували), вміст сухих розчинних речовин – рефрактометром РПЛ-3М за ДСТУ ISO 2173:2007 [17]. Інтенсивність виділення плодами етилену (у мкл/кг · год.) оцінювали портативним газоаналізатором ICA-56 з електрохімічним детектором (International controlled atmosphere ltd., Великобританія) з точністю $\pm 0,2$ ppm у діапазоні 0...100 ppm [18].

Індекс Стрейфа – комплексний показник, що враховує щільність м'якуша, вміст сухих розчинних речовин і ступінь гідролізу крохмалю, розраховували за формулою [15]:

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

Щ – щільність м'якуша, кг/см²;

CPR – вміст сухих розчинних речовин, %;

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

Результати досліджень обробляли програмою «Statistica-12».

Виклад основного матеріалу дослідження. Маса плоду під час передзбирального досягання неухильно зростала, однак достовірного збільшення під впливом обробки Етефоном з КАНО не виявлено (рис. 1, ліворуч). Обробка дерев етиленпродуцентом прискорює передзбиральне досягання плодів (вміст крохмалю знижується), внаслідок чого показник йод-крохмальної проби за два тижні від обробки на 0,3 бала вищий (рис. 1, праворуч). Подібну залежність у Корей отримано S. Oh зі співавторами для яблук сорту Фуджі [19].

Щільність м'якуша яблук залежить від навантаження дерев урожаєм, вмісту кальцію і ступеню збиральної стиглості, знижуючись зі збільшенням розміру плоду [17] (рис. 2, ліворуч).

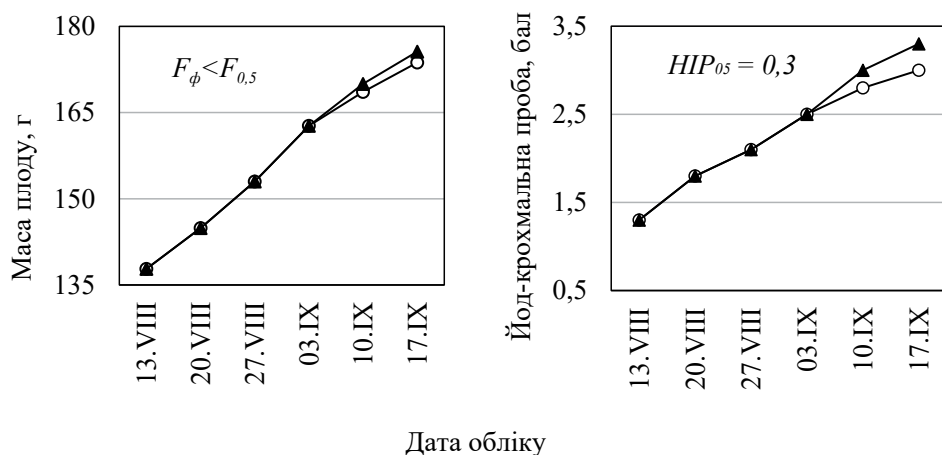


Рис. 1. Зміна маси плодів (ліворуч) та йод-крохмальної проби (праворуч) яблук сорту Глостер у передзбиральний період за обробки дерев етиленпродуцентом: —○— без обробки, —▲— Етефон з КАНО

Передзбиральна обробка насаджень Етефоном з КАНО прискорила зниження щільності м'якуша плодів. Подібні дані отримано в Бразилії Е. Schultz зі співавторами для яблук сорту Гала Галаксі [8].

Етилен стимулює розпад у шкірці хлорофілу, зумовлюючи зміну основного забарвлення із зеленого на жовте і, як наслідок, — зростання відбивання на хвилі поглинання світла хлорофілом. У передзбиральний період відбивання світла монотонно зростало (рис. 2, праворуч) і за обробки насаджень етиленпродуцентом станом на 17.IX на 0,4 % вище. За передзбиральної обробки насаджень Етефоном нижчий вміст хлорофілу, а отже вище відбивання світла яблуками сорту Мекінтош виявлено Е. Stover зі співавторами в США [21].

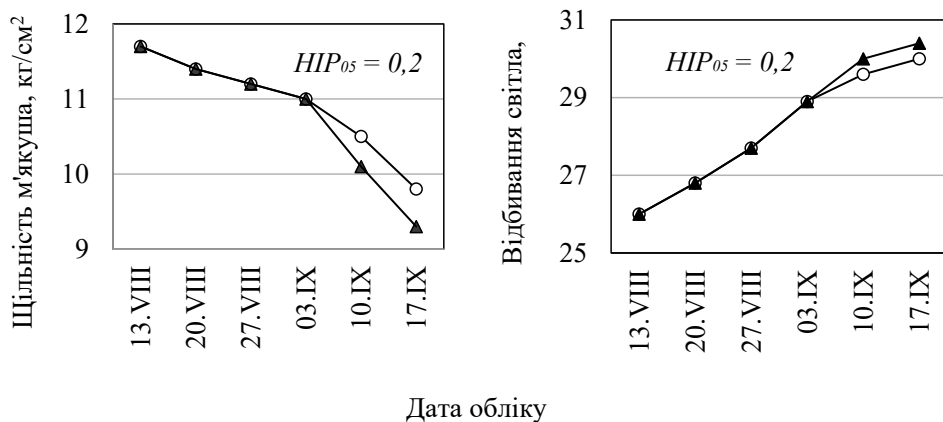


Рис. 2. Зміна щільності м'якуша (ліворуч) та відбивання від шкірки яблук світла на хвилі 675 нм (праворуч) у передзбиральний період за обробки дерев етиленпродуцентом: —○— без обробки, —▲— Етефон з КАНО

Вміст сухих розчинних речовин у передзбиральний період неухильно збільшувався (рис. 3, ліворуч). За тиждень від початку експерименту (10.IX) показник яблук з оброблених етиленпродуцентом дерев суттєво зріс, досягнувши за два тижні вищого на 0,6 % значення (17.IX), порівняно з плодами із необроблених насаджень. Вищий вміст сухих розчинних речовин в яблуках сорту Baigent за передзбиральної обробки насаджень етиленпродуцентом встановлено С. Soethe зі співавторами у Бразилії [11].

Зміна індексу Стрейфа свідчить, що передзбиральна обробка насаджень яблуні сорту Глостер етиленпродуцентом суттєво прискорила досягання (рис. 3, праворуч).

За передзбиральної обробки насаджень Етефоном з КАНО, етилен-активність свіжозібраних плодів майже утричі вища (рис. 4). За експозиції в кімнатних умовах показник суттєво зростає, що є свідченням прискореного дозрівання яблук.

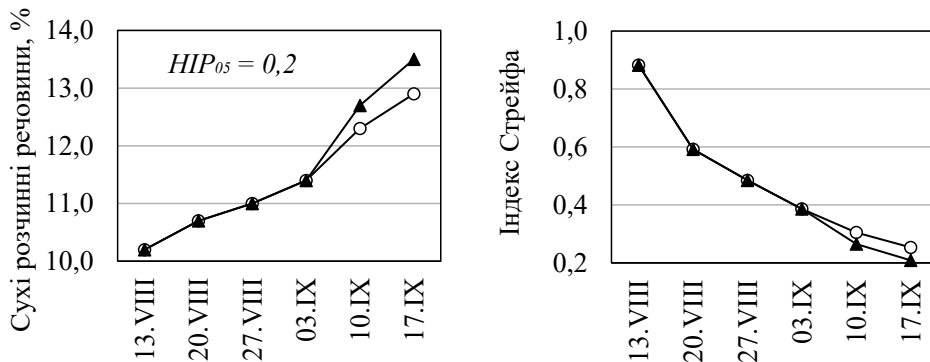


Рис. 3. Зміна вмісту сухих розчинних речовин (ліворуч) й індексу Стрейфа (праворуч) яблук у передзбиральний період за обробки дерев етиленпродуцентом:

—○— без обробки, —▲— Етефон з КАНО

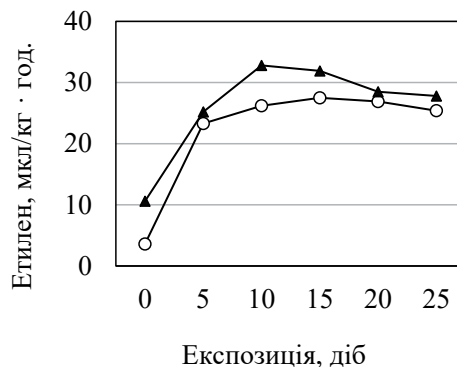


Рис. 4. Динаміка виділення етилену яблуками сорту Глостер за температури 20 °C після збирання, за обробки дерев етиленпродуцентом:

—○— без обробки, —▲— Етефон з КАНО

Найвищу емісію етилену – 32,8 мкл/кг × год. – зафіксовано на 10 добу експозиції плодів з насаджень, оброблених етиленпродуцентом. Вищу етилен-активність яблук сорту Галаксі за передзбиральної обробки насаджень етиленпродуцентом встановлено Е. Schultz зі співавторами в Бразилії [8].

Висновки. Обприскування за два тижні до збирання врожаю насаджень яблуні пізнозимового сорту Глостер етиленпродуцентом Етефон в суміші з КАНО не впливає на зміну маси плоду в передзбиральний період, прискорюючи деградацію крохмалю. Суттєво активізується зниження щільності м'якуша яблук, дещо прискорюється зміна основного забарвлення і підвищується вміст сухих розчинних речовин. Прискорюється передзбиральне досягання плодів (за індексом Стрейфа) та підвищується етилен-активність у післязбиральний період.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Watkins C. B. Advances in postharvest handling and storage of apples. In: Evans K (ed). Burleigh Dodds Series in Agricultural Science. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge. 2017. P. 337–368. DOI: 10.19103/AS.2016.0017.16.
2. Steffens C. A., Guarienti A. J. W., Storck L., Brackmann A. Maturation of the Gala apple with preharvest aprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Ciencia Rural*. 2006. Vol. 36 (2). P. 434–440. DOI: 10.1590/S0103-84782006000200012.
3. 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.
4. 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.
5. Kumaresan K., Jayachandran H., Muthukrishnan A., Jesudass J. J., Renganathan R., Muthukrishnan A. Unraveling the multifaceted role of ethephon in plant physiology: from seed germination to crop maturation and harvesting. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*. 2025. Vol. 34 (2). P. 639–664. DOI: 10.1007/s13562-024-00953-6.
6. Shafiq M., Singh Z., Khan A. S. Pre-harvest ethephon application and training systems affect colour development, accumulation of flavonoids and fruit quality of Cripps pink apple. *Australian Journal of Crop Science*. 2014. Vol. 8 (12). P. 1579–1589.
7. Tipu M.M.H., Sherif S.M. Ethylene and its crosstalk with hormonal pathways in fruit ripening: mechanisms, modulation, and commercial exploitation. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. P. 1–19. DOI: 10.3389/fpls.2024.1475496.
8. Schultz E. E., Wendt M. L., Ludwig V., Thewes F. R., Berghetti M. R. P., Brackmann A., Both V., Soldateli F. J., Anese R. O. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Soethe C., Steffens C. A., Hawerth F. J., Amarante C.V.T., Heinzen A. S. Maturation of Baigent apples protected by anti-hail nets and sprayed with aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 2021. No 56. P. 1–11. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02439.

12. 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.
13. 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.
14. Rutkowski K. P., Michalczuk B., Konopacki P. Nondestructive determination of Golden Delicious apple quality and harvest maturity. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2008. Vol. 16. P. 39–52.
15. Guz T., Kobus Z., Nadulski R., Rydzak L. Evaluation of Streif's index values during maturation of two apple cultivars. *IX International Scientific Symposium «Farm Machinery and Processes Management in Sustainable Agriculture»*, Lublin, Poland. 2017. P. 114–118. DOI: 10.24326/fmpmsa.2017.21.
16. Методичні рекомендації з питань зберігання і переробки плодів та ягід. К.: Укр. НДІ садівництва. 1980. 75 с.
17. 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.
18. 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.
19. Oh S., Moon S. H., Jang K. I., Lee J., Kim D. Comparison of fruit characteristics of Fuji/M.26 in response to ethephon treatment and combined treatment of ethephon and CaCl₂ during maturing stages. *Korean Journal of Plant Resources*. 2023. 36 (5). P. 517–526.
20. Harker F. R., Volz R., Johnston J. W., Hallett H. C., DeBelie N. What makes fruit firm and how to keep it that way. *16th Annual Postharvest conference, Yakima WA, USA*, 14–15.03. 2000.
21. Stover E., Fargione M. J., Watkins C. B., Iungerman K. A. Harvest management of Marshall McIntosh apples: Effects of AVG, NAA, ethephon, and summer pruning on preharvest drop and fruit quality. *HortScience*. 2003. Vol. 38 (6). P. 1093–1099. DOI: 10.21273/HORTSCI.38.6.1093.

Дата першого надходження рукопису до видання: 26.09.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 30.10.2025

Дата публікації: 05.12.2025