

fruit drying, negatively affect their chemical composition, in particular, the content of vitamin C, polyphenols and their antioxidant activity. The claim of a high percentage of ascorbic acid retention in freeze-dried fruits was confirmed by Dario Donno, Rupasinghe H.V., Fernandes F.A.N., Hawlader M.N.A.

Studies on the effect of lyophilization on the polyphenolic complex and bioactivity of fruits are quite controversial. Researchers Schueermann E. et al proved that phenolic content and antioxidant activity increased during sublimation, while Kaya, Skrovankova S., Değirmencioğlu N. reported that drying fruits during the production of snacks does not significantly change their qualitative polyphenolic profile. The fact of an increase in the polyphenolic complex in freeze-dried blueberries was proven by the American researcher Esteban I. Other data contradicting the above data were obtained in the course of their research by researchers Paes J., Dotta R., who note that lyophilization reduces the amount of phenolic compounds.

Key words: sublimation (liophilization), fruits, vitamin C, sugars, titrated acids, polyphenolic substances, anthocyanins.

Одержано редколегією 30.08.2022

DOI: 10.35205/0558-1125-2022-77-171-178

УДК: 547.534.1:664.8.03:634.11

ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ОБРОБКА ЯБЛУК ПРЕПАРАТОМ SMART FRESH PROTABS ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЩІЛЬНІСТЬ ТА ЕТИЛЕН-АКТИВНІСТЬ

В.В. ЛЕУС, кандидат с.-г. наук

Державний біотехнологічний університет, 61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44,
e-mail: vitaliyleus79@gmail.com

В результаті досліджень доведено доцільність обробки яблук після збирання препаратом Smart Fresh ProTabs, що забезпечує суттєву різницю щільності м'якушу плодів оброблених плодів порівняно з контрольними зразками після стрес-тесту, зберігаючи їх протягом 10 діб при температурі 18-23 °С. Результатами досліджень встановлено значне сповільнення виділення етилену оброблених плодів яблуни препаратом Smart Fresh ProTabs, що забезпечує збереження кольору плодів, їх товарного вигляду, сповільнює дозрівання та старіння, а також втрапи щільності м'якуша.

Ключові слова: Smart Fresh ProTab, 1-метилциклопропен, зберігання, яблука, післязбиральна обробка, щільність плодів, етилен-активність

Постановка проблеми. Зовнішній вигляд і смак плодів яблуни (*Malus domestica* Borkh.) – головні ознаки, що визначають попит на продукцію садівництва [1]. Споживач, зазвичай, надає перевагу соковитим плодам, оцінює їх свіжість, щільність м'якушу й аромат. Яблука, щільність яких менше

5 кг/см², не відповідають вимогам супермаркетів. Таким чином, плоди мають надійти в торговельну мережу з оптимальною щільністю, яка має зберегтись протягом періоду реалізації. Збираючи плоди восени варто подбати про те, яким чином вони будуть зберігатися в холодильнику і чи витримують транспортування до кінцевого споживача без втрат товарних якостей, зокрема їх щільності. Адже саме щільність, хрумкість і соковитість яблука є основними чинниками при виборі споживачем плодів [2].

Аналіз літературних джерел і даних останніх досліджень. Для запобігання втрат під час зберігання яблук в країнах з розвинутим садівництвом фахівці застосовують регулятори росту на основі 1-метилциклопропен (1-МЦП) [3, 4]. В Україні препарати на основі 1-МЦП рекомендуються для застосування при тривалому зберіганні яблук з метою стримування дозрівання і старіння, збереження якості плодів [5]. Обробка плодів цим препаратом забезпечує тривале зберігання без втрат щільності та соковитості яблук. Крім того, за рахунок гальмування процесів дихання та обміну речовин в плодах, зменшуються затрати на підтримання температурного режиму в камерах холодильнику, що суттєво знижує собівартість зберігання. Препарат не має жодного запаху та не впливає на смакові показники яблука. В плодах не залишається жодних залишків препарату, а час очікування від періоду обробки до споживання взагалі відсутній [6].

Мета досліджень – дослідити вплив післязбиральної обробки препаратом Smart Fresh ProTabs (1-метилциклопропен) на зміну щільності м'якоти та етилен-активності, а також збереженість плодів яблук сортів Голден Делішес, Пінова, Ерован, Фуджі, Ренет Симиренко, Ред Йонапринц.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили впродовж сезону зберігання 2021-2022 рр. у холодильнику з регульованим газовим середовищем ТОВ «Харківська фруктова компанія», що знаходиться в селі Коробочкіно Чугуївського району Харківської області. Інтенсивний яблуневий сад площею 58,5 га закладено в 2013-2014 роках, схема садіння 3,2x0,9 м. Система утримання ґрунту в міжряддях – дерново-перегнійна, в пристовбурних смугах – гербіцидний пар. Вся площа саду знаходиться на системі краплинного зрошення.

Дослідження проводили згідно загальноприйнятих методик [7, 8]. Початок збору плодів розпочинали за попередньо проведеними аналізами щільності, гідролізу крохмалю та вмісту сухих розчинних речовин. Фізичні показники яблук оцінено відразу після збирання. Щільність м'якоти (кг/см²) визначали шляхом зрізу шкірочки плоду з двох протилежних боків кожного з двадцяти плодів, закріпленого на штативи пенетрометром FT 327 з плунжером діаметром 11 мм.

Вміст крохмалю визначали методом йодної проби. Для аналізу відбирали 10 плодів із різних зон крони, розрізали упоперек через насінневу камеру і на 5 секунд занурювали у розчин Люголю. За результатами зміни забарвлення м'якуша виставляли бали за десятибальною шкалою згідно загальноприйнятої таблиці. Для кожного сорту є свої рекомендовані показники при значеннях яких потрібно розпочинати збір плодів.

Кількість сухих розчинних речовин визначали за допомогою рефрактометра RNB-32 АТС Вгіх. Для цього на суху поверхню виміральної призми наносили декілька крапель свіжого соку плодів, не торкаючись руками до призми, закривали

верхню кришку рефрактометра. Результат визначали по шкалі показань відсотків сухих речовин за положенням лінії поділу. Інтенсивність виділення етилену вимірювали аналізатором SCS56 Ethylene Analyser за температури 18-20 °С.

Камери для зберігання завантажували плодами протягом чотирьох діб. Для обробки камер використовували американський препарат Smart Fresh ProTabs, який є останньою розробкою компанії AgrofreshInc. Це продукт з діючою речовиною 1-метилциклопропен, але з новою формуляцією (таблетки), що забезпечує покращений механізм дифузії діючої речовини і більш тривалий період її вивільнення, що значно збільшує ефективність його застосування.

Після повного завантаження камери плодами виставляли температуру повітря на рівні 1,5 °С, потім камеру закривали на 24 години для охолодження. Наступного дня перед обробкою препаратом Smart Fresh ProTabs її добре провітрювали протягом 30-40 хвилин. В овочеві сітки синього та червоного кольору відбирали плоди по 30 шт. Сітки синього кольору з плодами залишали у камері для обробки, а сітки червоного кольору (контроль) виносили за межі камери. Після провітрювання, в камері холодильника вмикали у примусове положення вентилятори, визначали місце найбільшого руху повітря, де й встановлювали джерело Smart Fresh ProTabs. Препарат Smart Fresh ProTabs складається з розчину ProPak, активатора ProActivators і таблеток ProTabs. Для камери площею 735 м³ використовували 1 л розчину ProPak, 1 пакет активатора ProActivators і 14 таблеток ProTabs. Після змішування усіх компонентів камеру герметично закривали на 24 години, після чого відкривали і добре провітрювали. Для визначення ефективності обробки, сітки з обробленими плодами та з контрольними відправляли на стрес-тест, утримуючи їх протягом 10 діб при температурі 18-23 °С та імітуючи прилавок супермаркетів

Результати досліджень. Однією з обов'язкових умов, що гарантує належну якість яблук, як під час зберігання в холодильнику, так і в торговому обігу, є вчасний збір урожаю. Календарні строки не можуть бути об'єктивним показником строків дозрівання та збирання яблук, оскільки ступінь їх стиглості значно варіює за роками в залежності від метеорологічних умов. Основними показниками для визначення оптимальних термінів збирання врожаю, є:

щільність плодів, що визначається пенетрометром (кг/см²);

вміст сухих розчинних речовин (СРР), що вимірюється рефрактометром RNB-32 ATC Brix (%);

вміст крохмалю у шойно зібраних плодах (йод-крохмальна проба).

Зміна щільності плодів залежить від навантаження дерев урожаєм, їх розміру, вмісту кальцію, ступеню збиральної стиглості, температури та умов зберігання. Під час досягання плодів при тривалому зберіганні щільність м'якоти знижується.

За результатами наших досліджень у 2020 році за показником щільності всі сорти яблук закладалися на зберігання з оптимальним значенням показника (табл. 1). Винятком став лише сорт Пінова щільність якого на момент закладання на зберігання становила 6,7 кг/см² за норми 7-8 кг/см². У 2021 році щільність плодів нижче показників норми 9-10 кг/см² було відмічено у сорту Ренет Симиренка – 7,9 кг/см². Величина аналізованого показника інших сортів відповідала нормам.

При визначенні гідролізу крохмалю (перетворення крохмалю на цукри) використовують загальноприйняту 10-бальну шкалу СТІFL. Для більшості сортів сигналом про час збору є йод-крохмальний індекс у межах від 4 до 7. У незрілих плодів, які ще не почали виробляти етилен, змочений розчином переріз на 100 % чорний. У перерізілих плодів переріз буде майже білим, бо унаслідок інтенсивного виділення етилену увесь наявний крохмаль перетворюється в редукований цукри. За результатами наших досліджень у 2020 році величина аналізованого показника переважала верхню межу норми у плодів сортів Пінова 7,2 та Фуджі 6,1. Таким чином, плоди зазначених сортів були дещо перезрівшими за показником йод-крохмального тесту. Всі інші сорти відповідали нормам.

Встановлено, що у 2021 році досліджень дещо перезрівшими, як і в попередньому, були плоди сорту Фуджі, у якого середнє значення тесту йод-крохмальної проби було на рівні 6,4 при нормі 4-6. У розрізі інших сортів показники рівня крохмалю знаходились у межах рекомендованих значень [9].

1. Показники плодів яблук на початку збирання врожаю 2020-2021 рр.

Сорт	Щільність плодів, кг/см ²			Йод – крохмальний тест, шкала 1-10			Вміст CPP, %	
	2020 р.	2021 р.	норма	2020 р.	2021 р.	норма	2020 р.	2021 р.
Ренет Сими-ренка	8,1	7,9	9-10	2,0	2,3	2-3	12,1	12,4
Голден Делішес	7,8	7,2	7-9	7,1	7,5	7-9	13,6	14,2
Пінова	6,7	7,5	7-8	7,2	6,8	5-7	16,5	17,4
Ред Йонапринц	7,1	7,4	7-8	8,5	8,7	7-9	14,7	15,8
Ред Делішес	7,7	7,3	7-9	5,2	5,8	5-7	12,0	13,0
Фуджі	7,8	8,2	8-9	6,1	6,4	4-6	14,2	16,6

Результатами досліджень доведено, що максимальну кількість CPP на момент перед обробкою препаратом Smart Fresh ProTabs мали плоди сорту Пінова. Так, у 2020 році яблука даного сорту мали цей показник на рівні 16,5, а в 2021 – 17,4 % . Досить високий вміст CPP спостерігався у плодах сорту Фуджі та Ред Йонапринц – 14,2 та 14,7 % у 2020 р. та 16,6 і 15,8 % у 2021, відповідно. Найнижчий цей показник мали плоди сорту Ренет Симиренка – 12,1 % у 2020 р. та 12,4 % у 2021. Таким чином, плоди всіх досліджуваних сортів протягом вегетаційних періодів 2020-2021 рр. мали досить добре накопичення сухих розчинних речовин, що в подальшому позитивно вплинуло на терміни їх зберігання. Варто відмітити, що незалежно від сорту у 2021 році яблука накопичили більше CPP порівняно з 2020.

За результатами стрес-тесту доведено позитивний вплив препарату Smart Fresh ProTabs на усі досліджувані сорти (табл. 2). Так, в 2020 р. протягом 10 діб необроблені плоди значно знизили показники щільності. Максимальну втрату щільності було зафіксовано у плодів сортів Ренет Симиренка та Ред Йонапринц, в яких аналізований показник за період стрес-тесту знизився на 2,5 та 2,2 кг/см² порівняно з обробленими плодами і становив 5,4 та 4,7 кг/см², відповідно.

Варто відмітити, що в оброблених плодів щільність м'якуша знизилась

лише не 0,2 кг/см² порівняно з початковою щільністю до обробки. Рівень втрати щільності по іншим сортам у 2020 році коливався у межах від 1,2 до 1,9 кг/см², а в 2021 році від 1,0 до 1,3 кг/см² по відношенню до необроблених плодів. Встановлено, що максимальну втрату щільності у 2020 р. мали плоди сорту Ред Йонапринц – 4,7 кг/см², а це, практично, мінімально граничний рівень щільності.

2. Показники зміни щільності яблук під час стрес-тесту, кг/см²

Сорт	Контроль вхідний		Плоди оброблені Smart Fresh ProTabs		Плоди не оброблені	
	2020 р.	2021 р.	2020 р.	2021 р.	2020 р.	2021 р.
Ренет Сими-ренка	8,1	7,9	7,9	7,7	5,4	6,0
Голден Делішес	7,8	7,2	7,5	6,9	6,1	5,6
Пінова	6,7	7,5	6,6	7,2	5,4	6,2
Ред Йонапринц	7,1	7,4	6,9	7,1	4,7	5,8
Ред Делішес	7,7	7,3	7,5	7,0	5,6	5,8
Фуджі	7,8	8,2	7,7	7,9	6,4	6,7

В середньому за роки досліджень чітко просліджується значна втрата щільності яблук, що не були оброблені препаратом Smart Fresh ProTabs. Так, у розрізі сортів, плоди втрачали від 1,1 до 2,3 кг/см². Максимальну втрату щільності мали сорти Ренет Симиренка та Ред Йонапринц (рис. 1).

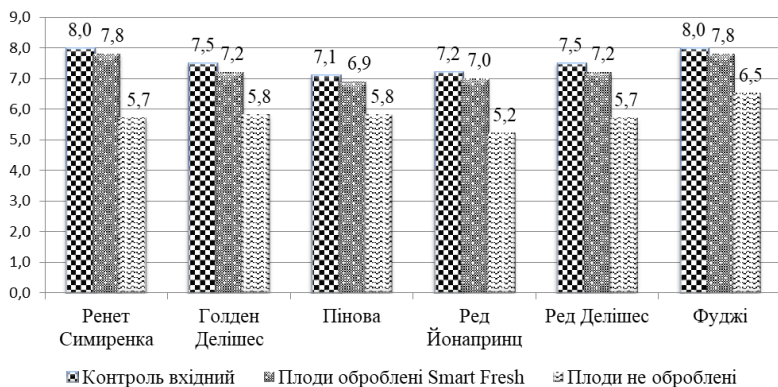


Рис. 1. Зміна щільності яблук під час стрес-тесту залежно від обробки препаратом Smart Fresh ProTabs, кг/см² (у середньому за 2020-2021 рр.)

Таким чином доведено позитивний вплив післязбиральної обробки плодів яблуні препаратом Smart Fresh ProTabs, що забезпечує збереження щільності протягом 10 днів стрес-тесту на рівні вимог споживача.

Інтенсивність виділення етилену під час стрес-тесту залежала від помологічного сорту яблук та обробки їх препаратом Smart Fresh ProTabs (табл. 3). Найвищу

етилен активність необроблених плодів зафіксовано у Голден Делішеса в 2020 р. на рівні 97,3 мкл/кг·год., а в 2021– 79,2 мкл/кг·год. Найнижчі показники виділення етилену зафіксовано у плодів Ренет Симиренка 28,7 та 21,7 мкл/кг·год. у 2020 та 2021 рр. відповідно. Відзначено досить високу інтенсивність виділення етилену у 2020 році плодами сортів Пінова, Ред Делішес та Ред Йонапринц – 42,3, 66,2 та 64,2 мкл/кг·год., відповідно. У 2021 році для цих сортів зберігалась аналогічна тенденція.

За результатами досліджень доведено доцільність обробки плодів яблуни препаратом Smart Fresh ProTabs, який протягом років досліджень значно знижив виділення етилену, тим самим, забезпечивши високу товарність плодів. Як в не оброблених плодах, так і в оброблених препаратом Smart Fresh ProTabs найменшу кількість етилену за роки досліджень виділяли плоди Ренет Симиренка. Оброблені плоди даного сорту у 2020 році виділяли етилен на рівні 0,18 мкл/кг·год., а в 2021 році – 0,12 мкл/кг·год. Оброблення яблук Ренет Симиренка препаратом, що вивчався зменшила виділення етилену в 160-180 разів порівняно з необробленими плодами.

3. Показники виділення етилену яблуками під час стрес-тесту, мкл/кг·год

Сорт	Оброблені Smart Fresh ProTabs			Не оброблені		
	2020 р.	2021 р.	В середньому за 2020-2021 рр.	2020 р.	2021 р.	В середньому за 2020-2021 рр.
Ренет Симиренка	0,18	0,12	0,15	28,7	21,7	25,2
Голден Делішес	0,21	0,15	0,18	97,3	79,2	88,3
Пінова	0,28	0,23	0,25	42,3	47,4	44,9
Ред Йонапринц	0,34	0,21	0,27	64,2	55,6	59,9
Ред Делішес	0,47	0,33	0,40	66,2	50,1	58,2
Фуджі	0,19	0,16	0,17	36,8	22,1	29,5

Максимальну ефективність обробки препаратом Smart Fresh ProTabs встановлено для плодів сорту Голден Делішес, для якого інтенсивність виділення етилену зменшилася у 463 рази в 2020 році та в 528 разів у 2021 році порівняно з необробленими плодами. Отже, доведено, що обробка плодів яблуни препаратом Smart Fresh ProTabs практично стовідсотково блокує виділення етилену, тим самим зберігає свіжість та щільність плодів під час їх знаходження протягом 10 діб за межами холодильних камер.

Висновки. У результаті досліджень обґрунтовано доцільність післязбиральної обробки плодів яблуни препаратом Smart Fresh ProTabs, що забезпечує суттєву різницю щільності м'якшущи плодів оброблених яблук та контрольних зразків після стрес-тест, утримуючи їх протягом 10 діб при температурі 18-23 °С. Незалежно від сорту різниця складала більше ніж 1 кг/см². Доведено значне сповільнення виділення етилену оброблених плодів яблуни препаратом Smart Fresh ProTabs.

Список використаної літератури

1. Мельник О.В., Дрозд О.О. Органолептична оцінка яблук з післязбиральною обробкою інгібітором етилену. *Збірник наукових праць Уманського*

- національного університету садівництва, 2012. Ч. 1. Вип. 81. С. 233-238. DOI 10/31395/2415-8240-2018-93-1-96-107.
2. Rutkowski K.P., Markowski J., Siucińska K. The influence of harvest date, SmartFreshSM (1-MCP) treatment and storage conditions on quality of 'Shampion' apples : 3rd International Conference «*Effects of Pre- and Post-harvest Factors on Health Promoting Components and Quality of Horticultural Commodities*», Skierniewice, March 23-25, 2014. Poland, 2014. P. 25.
 3. 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.
 4. Jemric T., Fruk G., Kortylewsca D., Aljinovic S. Postharvest quality and sensory characteristics of Granny Smith apple treated with SmartFreshTM (1-MCP). *Agriculture conspectus Sientificus.* 2012. Vol. 77. № 4. P. 211-215.
 5. Мельник О.В. Збиральна стиглість яблук : метод індукованого етилену. *Новини садівництва.* 2010. № 3. С. 36-37.
 6. Дрозд О.О., Мельник О.В. Мельник І.О. Фізичні показники яблук сорту Ренет Смиренка, оброблених інгібітором етилену, залежно від типу саду і строку збору. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2017. Вип. 2. С. 57-65
 7. Гриник І.В., Омельченко І.К., Литовченко О.М. Вітчизняні технології виробництва, зберігання та переробки плодів і ягід в Україні. Київ, 2012. 120 с
 8. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. Київ : Аграрна наука, 2006. 95с.
 9. Сіленко В.О. Сучасні технології садівництва. Практикум : навчальний посібник. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 182 с.

EFFECT OF POST-HARVEST TREATMENT OF APPLES WITH SMART FRESH PROTABS ON DENSITY AND ETHYLENE ACTIVITY

V.V. LEUS, PhD

State Biotechnology University, 61002, Kharkiv, Alchevskykh, e-mail: vitaliyleus79@gmail.com

To prevent losses during storage of apples in countries with developed horticulture, manufacturers use growth regulators based on 1-MCP. In Ukraine, preparations based on 1-MCP are recommended for use during long-term storage of apples for the purpose of restraining ripening and aging, preserving fruit quality.

The purpose of the research was to establish the effect of post-harvest treatment with a new preparation for the Ukrainian market, Smart Fresh ProTabs, during refrigerated storage of fruits of Renet Symyrenka, Golden Delicious, Pinova, Red Jonaprinz, Red Delicious, Fuji apple varieties on changes in fruit density and ethylene activity.

The storage chambers were loaded with fruits for four days. After the chamber was fully loaded with fruits, the air temperature was set at 5.5 °C, after which the cham-

ber was closed for 24 hours for cooling. The next day, before treating the chamber with Smart Fresh ProTabs, it was well ventilated for 30-40 minutes. After airing, the fans in the refrigerator chamber were turned on to the forced position, the place of the greatest air movement was determined, where the source of Smart Fresh ProTabs was installed. 24 hours after the start of treatment, the chamber was opened and well ventilated.

As a result of research, the feasibility of processing apple fruits after harvesting with Smart Fresh ProTabs, which provides a significant difference in the pulp density of processed apple fruits, and control samples after a stress test, keeping them for 10 days at a temperature of 18-23 °C, has been proven. Regardless of the variety, the difference was more than 1 kg/cm³. The research results showed a significant slowing down of the ethylene release of apple fruits treated with the Smart Fresh preparation, which ensures the preservation of the color of the fruits, their commercial appearance, slows down ripening and aging, as well as the loss of pulp density. The Golden Delicious variety responded most effectively to treatment with Smart Fresh ProTabs, for which the intensity of ethylene release decreased by 528 times compared to untreated fruits.

Key words: Smart Fresh ProTab, 1-methylcyclopropene, storage, apples, post-harvest processing, fruit density, ethylene activity

Одержано редколегією 12.09.2022

DOI: 10.35205/0558-1125-2022-77-178-184

УДК 582.628.2/630.892.5

ВПЛИВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПОГОДНИХ УМОВ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ НА РІСТ І РОЗВИТОК ГОРІХА ЧОРНОГО (*JUGLANS NIGRA* L.) У ЗОНІ ПОЛІССЯ

В.І. ДУБРОВСЬКИЙ, кандидат с.-г. наук

М.В. ШВЕД, аспірант

Інститут садівництва НААН України, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23,

e-mail: shved_mikhail@ukr.net

*Визначені відмінності морфометричних показників вегетативних органів *Juglans nigra* за роками досліджень. Встановлено, що сезонний ритм розвитку об'єктів досліджень узгоджується з природно-кліматичними умовами району інтродукції. Кількісні параметри листкової пластинки: довжина, ширина складного листка, кількість листочків і їх площа сильно корелювали з погодними умовами вегетаційного періоду років досліджень, тоді як впродовж трьох років спостережень не виявлено позитивної кореляції у структурних змінах наростання листкової поверхні та їх кількості відносно висоти рослини. За результатами досліджень зроблено висновок про успішність інтродукції горіха чорного в умовах Поліської зони України.*