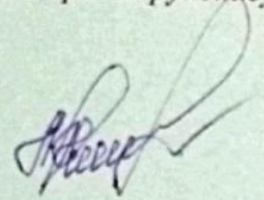


**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

На правах рукопису

ХУДИК ЛЮДМИЛА МИКОЛАЇВНА



УДК 664.8.037.1: 634.11

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ЯБЛУК
РАНЬОЗИМОВИХ СОРТІВ ЗА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ
ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ**

05.18.13 – технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Уманському національному університеті садівництва
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор
Мельник Олександр Васильович,
Уманський національний університет садівництва,
професор кафедри плодівництва і виноградарства;

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Прісс Олеся Петрівна,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, завідувач кафедри харчових
технологій та готельно-ресторанної справи;

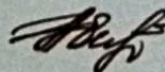
доктор технічних наук, професор
Хомич Галина Панасівна,
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський
університет економіки і торгівлі», завідувач кафедри
технологій харчових виробництв і ресторанного
господарства.

Захист відбудеться «28» квітня 2021 р. о 12³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.07 Національного університету харчових технологій за адресою: вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601, аудиторія Б-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601.

Автореферат розісланий «26» березня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



О. А. Білик

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Застосування ефективних технологій зберігання забезпечує мінімальні втрати і продовження строку споживання плодів. Цьому сприяє післязбиральна обробка продукції інгібітором біосинтезу етилену на основі 1-метилциклопропену (1-МЦП), що уповільнює фізіологічні процеси і підвищує опірність плодів до несприятливих факторів середовища.

З огляду на те, що реакція на 1-МЦП залежить від умов формування плодів, особливостей помологічного сорту, строку досягання тощо, актуальним є теоретичне й експериментальне обґрунтування технології зберігання вирощених в Україні яблук ранньозимового строку досягання з післязбиральною обробкою інгібітором біосинтезу етилену.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалася впродовж 2012-2014 рр. згідно тематичного плану Уманського національного університету садівництва (УНУС) «Розробка технологій зберігання та переробки продуктів рослинництва» (ДР № 0116U003208), підпрограма «Розробка сучасної технології зберігання плодів та овочів».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є розроблення технології зберігання яблук ранньозимового строку досягання з післязбиральною обробкою інгібітором біосинтезу етилену 1-метилциклопропеном (препарат Смарт Фреш).

Для досягнення вказаної мети необхідно було вирішити завдання:

- встановити оптимальний строк знімання плодів для закладання на зберігання;
- вивчити характер виділення яблуками етилену впродовж зберігання в охолодженому стані, встановити закономірності для помологічних сортів;
- дослідити вплив обробки інгібітором біосинтезу етилену на характер зміни основного забарвлення шкірки яблук та щільності м'якоті плодів;
- встановити закономірності зміни основних показників біохімічного складу яблук впродовж зберігання в охолодженому стані та імітованого товарообігу;
- оцінити органолептичні властивості оброблених інгібітором етилену яблук після зберігання і встановити взаємозв'язки між показниками;
- здійснити товарну оцінку якості охолоджених яблук за післязбиральної обробки інгібітором етилену й розрахувати їх ймовірний максимальний термін зберігання за екстраполяцією виходу стандартної продукції після зберігання;
- встановити ефективність обробки інгібітором біосинтезу етилену на рівень природних втрат і розвиток фізіологічних розладів яблук впродовж зберігання в охолодженому стані;

- розробити технологію зберігання яблук ранньозимового строку досягання за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену 1-метилциклопропеном (препарат Смарт Фреш);

- розрахувати економічну ефективність зберігання яблук за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену.

Об’єкт дослідження — яблука сортів Кальвіль сніговий і Спартан ранньозимового строку досягання.

Предмет дослідження — процеси зміни якості яблук за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену впродовж зберігання в охолодженому стані та в умовах імітованого товарообігу.

Методи дослідження — загальнонаукові та спеціальні: аналіз, теорія, моделювання, фізичні, хімічні, органолептичні, розрахунково-порівняльні, економічні, кореляційно-регресійні, математично-статистичні з використанням програм «MS Office Excel 2010» і «Statistica-10-En».

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

- розроблено методику визначення Т-фази фенологічного розвитку плоду; встановлено оптимальний строк збирання яблук за індексом стиглості;

- встановлено ефективність обробки інгібітором біосинтезу етилену для зниження природних втрат і фізіологічного старіння яблук ранньозимового строку досягання впродовж зберігання в охолодженому стані за показниками побуріння шкірки (у 3,3–3,6 разів), побуріння м’якоті (у 4,1–4,5 разів) та спуханням плодів;

Удосконалено:

- методику органолептичного оцінювання якості призначених для реалізації яблук з урахуванням комплексу смакових та структурних властивостей плодів, що підтверджено сильними кореляційними залежностями між значенням ЦКІ та смаковими характеристиками плодів;

- технологію зберігання яблук ранньозимового строку досягання за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену 1-метилциклопропеном (препарат Смарт Фреш).

Підтверджено:

- ефективність післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену для зниження інтенсивності виділення етилену під час зберігання з відтермінуванням пікового підйому на чотири і більше місяців;

- ефективність обробки інгібітором етилену для збільшення у 2,3–5,2 разів виходу продукції вищого і першого товарних сортів яблук впродовж зберігання в охолодженому стані та зниження фракції технічного браку у 3–5 разів;

- позитивний вплив обробки інгібітором біосинтезу етилену на збереженість біохімічних складових яблук.

Практичне значення одержаних результатів. На основі отриманих результатів досліджень:

- розроблено методику визначення настання Т-стадії розвитку плоду яблуні з урахуванням комплексного показника стиглості та суми ефективних температур на початку періоду вегетації (патент на винахід);
- запропоновано вдосконалену технологію зберігання яблук ранньозимового строку досягання за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену 1-метилциклопропеном; встановлено несуттєві різниці більшості показників залежно від попереднього охолодження;
- розроблено рекомендації щодо доцільності застосування інгібітора біосинтезу етилену для післязбиральної обробки яблук ранньозимового строку досягання сортів Кальвіль сніговий і Спартан; розраховано доцільність зберігання яблук до 6,5–8,5 місяців за температури 3 ± 1 °С.

Результати досліджень з післязбиральної обробки яблук ранньозимових сортів інгібітором біосинтезу етилену впроваджено у виробництво в СВГ «Сонячне» Борщівського району Тернопільської області (акт від 13.09.2017).

Особистий вклад здобувача полягає у проведенні огляду літератури, пошуку методів вирішення і виконанні експерименту, статистичній обробці, узагальненні та впровадженні результатів, розрахунку економічної ефективності, підготовці до опублікування; внесок в публікації у співавторстві — 30–85 %.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень обговорювалися на кафедрі плодівництва і виноградарства (2016–2018) та фаховому семінарі «Харчові технології» в Уманському НУС (2020, 2021), на кафедрі технології переробки плодів та овочів Вроцлавського природничого університету під час наукового стажування (Польща, 1-31.10.2013), а також на 14 наукових і науково-практичних конференціях та семінарах, зокрема на 11 міжнародних і трьох всеукраїнських:

Всеукраїнській науковій конференції до 60-річчя Черкаської області (Умань, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології підвищення ефективності виробництва і зберігання с.-г. продукції» (Харків, 2013), 3rd International Conference «Effects of Pre- and Post-harvest Factors on Health Promoting Components and Quality of Horticultural Commodities» (Skierniewice, Poland, 2014), IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК» (Тернопіль, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2014), II та IV Міжнародних семінарах компанії «Agrofresh» з технології виробництва і зберігання фруктів (Немирів, 2014; Глібівка, 2015), III Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2015), Міжнародній науковій інтернет-конференції «Інновації в садівництві» (Умань, 2017), III Міжнародній науково-практичній конференції «Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва» (Умань, 2017), Всеукраїнській науковій

конференції молодих вчених і науково-педагогічних працівників «Підсумки наукової роботи за 2014–2019 рр. до 175-річчя Уманського НУС» (Умань, 2019), а також як стендові доповіді на Міжнародних науково-практичних семінарах "Високоінтенсивні технології – в садівництво" (Умань, 2012, 2013).

Публікації. Основні положення дисертації висвітлено у 16 публікаціях, в тому числі чотири статті в наукових фахових виданнях, одна — в науковому періодичному виданні іншої держави, включеному до наукометричної бази «Scopus» (Польща), одна стаття — в іншому виданні; дев'яти тезах доповідей на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях; отримано один патент на винахід.

Структура та обсяг дисертації. Роботу викладено на 230 сторінках комп'ютерного набору, з них 154 основного тексту. Дисертація включає анотацію, вступ, п'ять розділів, висновки, містить 34 таблиці, 42 рисунки, 20 додатків. Список літератури налічує 241 джерело, з яких 137 – латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, встановлено внесок здобувача і відображено результати апробації.

У першому розділі «Сучасний стан і перспективи розвитку технологій післязбиральної обробки та зберігання яблук» (огляд літератури) виявлено доцільність післязбиральної обробки 1-МЦП для яблук ранньозимового строку досягання з метою кращого збереження якості у холодильнику. Проаналізовано потенціал лежкоздатності з огляду на особливості помологічного сорту, основні фізіолого-біохімічні зміни, товарний і фізико-хімічний стан плодів. Зазначено невирішені питання і доведено необхідність вдосконалення окремих аспектів технології зберігання яблук з обробкою інгібітором біосинтезу етилену.

У другому розділі «Організація, програма і методика проведення досліджень» розроблено програму дослідження (рис. 1) і висвітлено методику.

Експериментальна частина досліджень уміщує: 1) охолодження яблук за температури 5 °С в камері попереднього охолодження (фактор А) перед закладанням на зберігання, без охолодження — контроль; 2) післязбиральну обробку рекомендованою виробником дозою 0,068 г/м³ препарату Смарт Фреш (В), без обробки — контроль; 3) тривалість зберігання — 0 (до зберігання), 2, 3, 4, 5, 6 місяців (С); 4) імітацію товарообігу (ІТО) шляхом пост-холодильної експозиції впродовж семи діб за температури 20±2 °С (фактор D).

Планування і ведення досліджень здійснювали за рекомендаціями Інституту садівництва (1980) та Інституту винограду і вина «Магарач» (1998).

Дослідження проводили впродовж 2012–2014 рр. на базі модернізованого фруктосховища-холодильника ФХ-770 Уманського НУС. Препарат Смарт Фреш (3,3 % 1-МЦП) зареєстровано в Україні у 2009 р., повторно у 2019 р. Для досліджень використовували яблука ранньозимових сортів Кальвіль сніговий і Спартан.

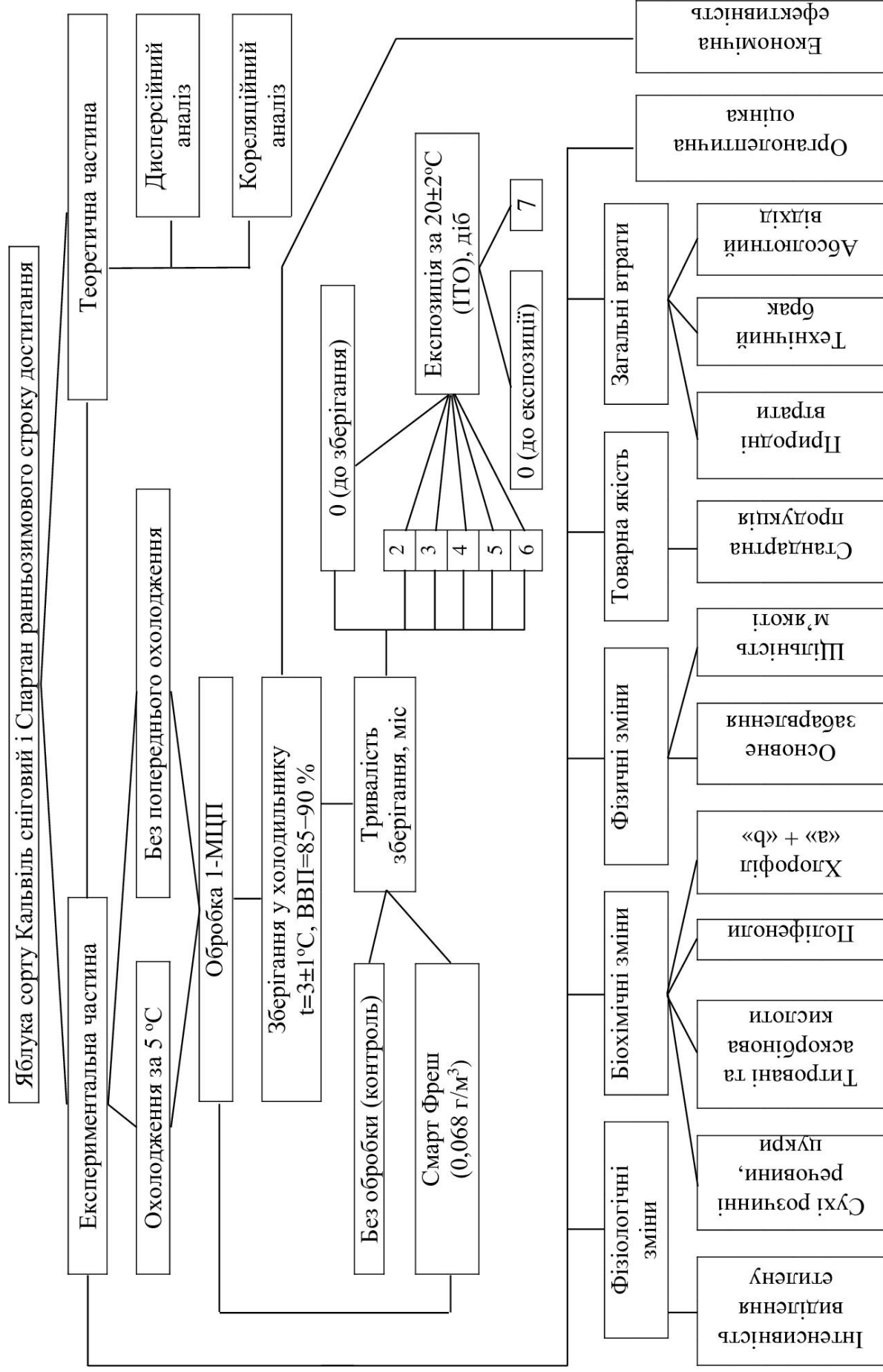


Рисунок 1 – Програма досліджень.

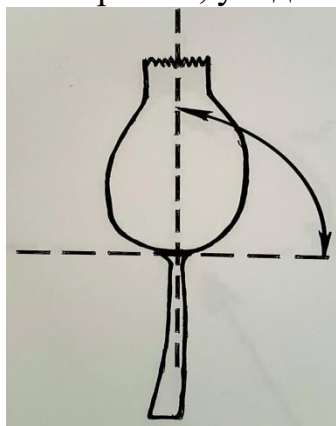
Плоди заготовляли у стані збиральної стиглості в незрошуваному саду Уманського НУС з паровим утримання ґрунту і рекомендованим для зони удобренням з дерев у віці повного плодоношення. Строк збирання визначали за індексом Стрейфа і кількістю днів від Т-фази розвитку плоду. Відбирали плоди згідно вимог до вищого товарного сорту за ТУ ГСТУ 01.1–37–160 «Яблука свіжі середніх і пізніх термінів достигання».

Частину яблук впродовж 24 год. охолоджували за температури 5°C у камері попереднього охолодження, після чого обробляли інгібітором біосинтезу етилену (препарат Смарт Фреш) рекомендованою виробником нормою витрати 0,068 г/м³; іншу частину продукції обробляли одразу після збирання.

Ящики з плодами ставили на плівку і накривали газонепроникним плівковим контейнером об'ємом 4 м³. Необхідну кількість препарату вміщували у склянку місткістю 200 мл, заповнену на третину дистильованою водою, закривали і збовтували до розчинення. Склянку ставили перед автономним вентилятором, знімали кришку і контейнер герметизували.

Після експозиції протягом 24 год. контейнер згортали і камеру провітрювали. Плоди зберігали за температури 3±1°C та відносної вологості повітря 85–90 % з контролем ртутними термометрами і гігрометром.

Товарну оцінку здійснювали за ТУ ГСТУ 01.1–37–160 «Яблука свіжі середніх і пізніх термінів достигання», щомісячно фіксуючи масу фракцій з віднесенням результатів до початкової маси проби. До технічного браку відносили яблука із загниванням до 1/2, побурінням шкірки до 1/2 поверхні, слабким побурінням м'якуша і сильним в'яненням; до абсолютного відходу — із сильним загниванням та побурінням шкірки на площі понад 1/2 поверхні, інтенсивним побурінням м'якуша і спуханням (Метод. рекомендації ІС НААН, 1980). Природні втрати оцінювали зважуванням сіток з плодами у триразовій повторності, у відсотках до початкової маси проби.



**Рисунок 2 –
Вимірювання кута α.**

Настання Т-фази ($\alpha=90^\circ$) фіксували за розробленим способом, що базується на вимірюванні кута між центральною віссю, перпендикулярною основі плоду, та дотичною до бічної поверхні (рис. 2). Кут розкриття лійки обчислювали як середнє вимірювань з двох боків центральної вісі; враховували діаметр плоду і число днів з початку року. За регресією визначали дату, що відповідає куту 90°, тобто моменту настання Т-фази.

Йод-крохмальну пробу визначали за шкалою STIFL (Франція), де 10 балів – відсутність крохмалю.

Індекс стиглості плодів (ІС) за Стрейфом обчислювали за формулою:

$$ІС = \text{щільність м'якоті} / (\text{СРР} \times \text{бал йод-крохмальної проби}),$$

де: СРР – вміст сухих розчинних речовин, %.

Вміст компонентів біохімічного складу, фізіологічні і фізичні показники визначали впродовж зберігання та після тижневої пост-холодильної експозиції

за температури 18...20 °С (імітація торгового обігу, ІТО) в лабораторії кафедри плодівництва і виноградарства Уманського НУС. Вміст компонентів біохімічного складу приводили до вихідної маси плодів.

Інтенсивність виділення етилену визначали газоаналізатором ІСА-56 (Англія) з точністю $\pm 0,2$ ppm у діапазоні 0...100 ppm. Пробу з трьох яблук вміщували у трилітрову склянку, герметично закривали і витримували 0,5...1 год. Зняті зі зберігання плоди попередньо доводили до температури 18...20 °С.

Щільність м'якоті визначали з двох протилежних боків кожного з двадцяти яблук закріпленим на штативі пенетрометром FT 327 з плунжером діаметром 11 мм, зрізуючи шкірку; основне забарвлення шкірки (в місці без покривного забарвлення) — спектроколориметром «Spekol» за відбиванням світла на хвилі 675 нм, що відповідає максимуму поглинання хлорофілом.

Сумарний вміст хлорофілів у шкірці — в спиртових витяжках на спектроколориметрі «Spekol» за Т. Н. Годневим.

Вміст у плодах сухих розчинних речовин — рефрактометром РПЛ-3М за ДСТУ ISO 2173:2007; загальний вміст цукрів — фериціанідним методом (ДСТУ 4954:2008); титровані кислоти (в перерахунку на яблучну) — за ДСТУ 4957:2008; аскорбінову кислоту — йодометрично за ГОСТ 24556-89, вміст поліфенолів — методом рідинної хроматографії на апараті Merck-Hitachi L-7455.

Органолептичну оцінку плодів здійснювали постійно діючою комісією за десятибальною шкалою з урахуванням аромату, твердості, соковитості, хрусткості, солодкості, кислотності та загальною оцінкою.

Економічну ефективність розраховували за рекомендаціями Інституту винограду і вина «Магарач» (1998), де річний економічний ефект є сумарним приростом прибутку в розробленому варіанті відносно базового.

Статистичну обробку даних проводили методами дисперсійного, регресійного і кореляційного аналізів за програмами «MS Office Excel 2010» і «Statistica-10-En» й аналізували за рекомендаціями В.Ф. Мойсейченка (1992).

У третьому розділі «Збереженість якості плодів яблуні в охолоджену стані та розробка технології зберігання за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену» проаналізовано зміни основних компонентів біохімічного складу у взаємозв'язку з показником Т-фази плоду, з метою встановлення оптимального строку збирання яблук, досліджено фізіологічні, фізичні показники, вміст основних компонентів біохімічного складу й органолептичні характеристики під час холодильного зберігання та пост-холодильного імітованого товарообігу, обґрунтовано технологію зберігання яблук за обробки інгібітором біосинтезу етилену.

За інтерполяцією залежностей кута розкриття лійки плоду визначено, що у сезоні 2012 р. Т-фаза для сорту Кальвіль сніговий настала на 137-й день (15.05.2012), а для сорту Спартан — на 134-й день (12.05.2012) від початку року. Встановлено сильну залежність між кутом розкриття лійки і діаметром та за інтерполяцією рівнянь виявлено відповідний Т-фазі діаметр 13,6 мм плоду сорту Кальвіль сніговий і 14,0 мм для сорту Спартан.

Залежно від року, настання Т-фази відбувалося з деякими відмінностями. Зокрема, в 2014 р. Т-фазу сорту Кальвіль сніговий зафіксовано на 6-7, а Спартан – на 8-9 днів пізніше, порівняно з попереднім періодом, хоча діаметр плоду суттєво не відрізнявся. Встановлено найвищі довірчі коефіцієнти кореляції показників погодних умов з кутом розкриття лійки плоду α .

З наближенням збиральної стиглості Індекс Стрейфа яблук знижувався внаслідок зміни вмісту сухих розчинних речовин, щільності м'якоті і ступеню деградації крохмалю. Встановлено, що величина ІС для збирання плодів сорту Спартан настає за 117 ± 2 днів з моменту Т-фази.

Інтенсивність виділення етилену відображає суттєве, у 13–15 разів пригнічення активності післязбиральною обробкою 1-МЦП, тоді як її максимум у необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий спостерігався наприкінці другого, а сорту Спартан — наприкінці третього місяця зберігання (рис. 3).

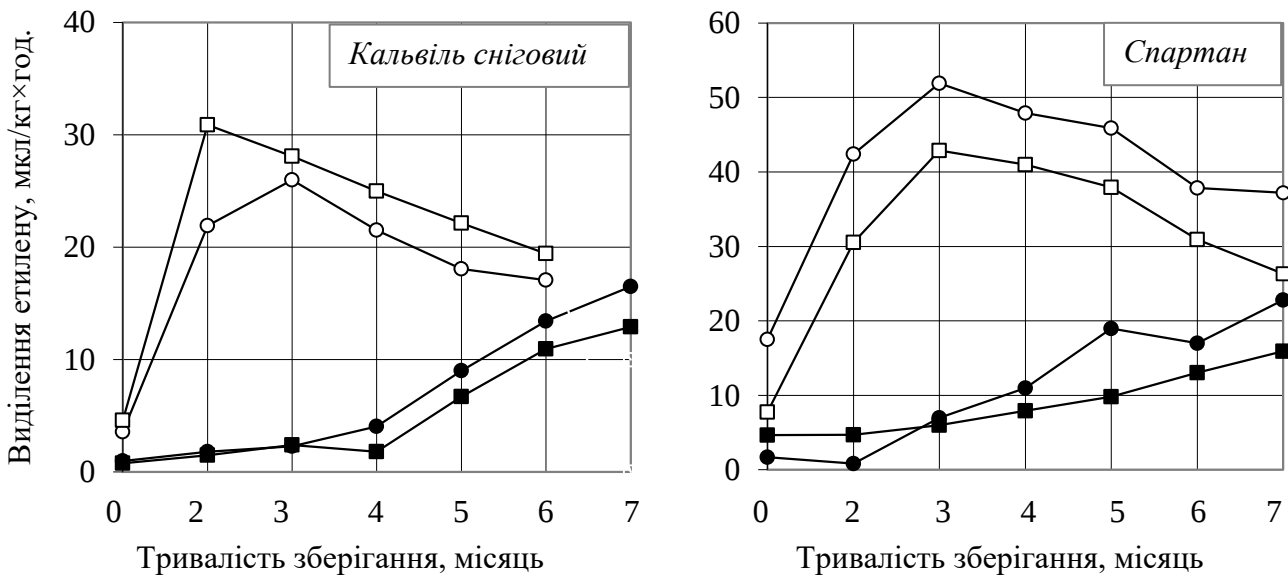


Рисунок 3 – Динаміка виділення яблуками етилену під час зберігання (2012 р.):

без попереднього

охолодження:

○ - без обробки (контроль);

● - оброблено 1-МЦП;

з охолодженням:

□ - без обробки (контроль);

■ - оброблено 1-МЦП.

Підвищення етилен-активності яблук, оброблених інгібітором біосинтезу етилену, зафіксовано після чотирьох місяців, з досягненням максимуму 16–23 мкл/кг·год наприкінці семи місяців зберігання в охолодженому стані.

Основне забарвлення шкірки пов'язане з деградацією хлорофілу, розпад якого під час зберігання суттєво уповільнюється післязбиральною обробкою інгібітором біосинтезу етилену. Сумарний вміст хлорофілів поступово знижувався з тенденцією до вищої збереженості за обробки 1-МЦП, що протягом шести місяців забезпечила менші на 12,9–20,9 % їх втрати в шкірці яблук сорту Кальвіль сніговий та на 19,8–21,2 % менші – сорту Спартан.

Зі зниженням вмісту хлорофілів зростає відбивання від шкірки світла. Оброблені яблука сорту Спартан протягом наприкінці зберігання мали у 2,2–2,7 рази інтенсивніше зелене основне забарвлення (за відбиванням світла), порівняно з плодами без обробки (плоди сорту Кальвіль сніговий – майже вдвічі), тоді як показник необроблених яблук останнього сорту знизився більш ніж наполовину. Виявлено тісний обернений зв'язок між вмістом у шкірці хлорофілів і показником відбивання світла (рис. 4).

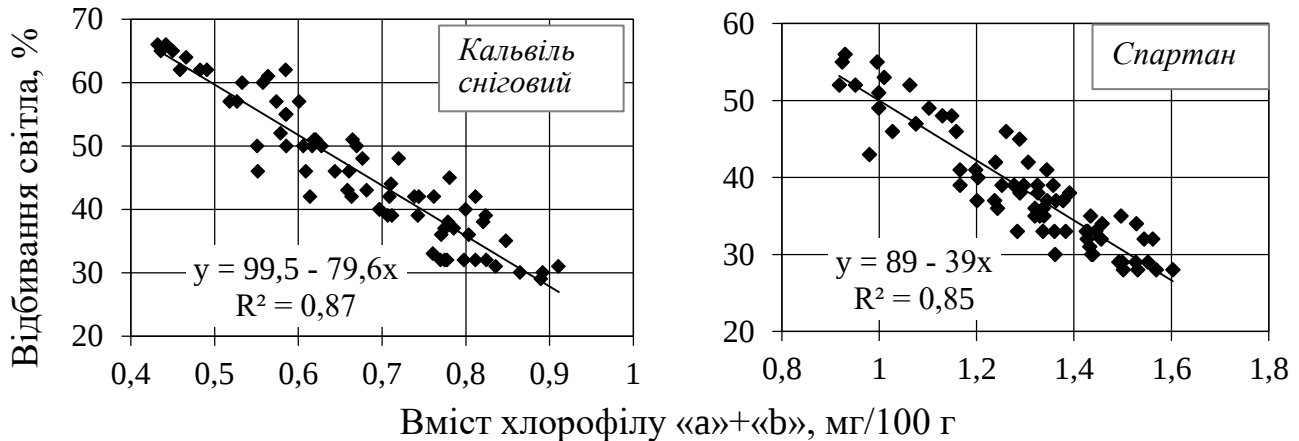


Рисунок 4 – Залежність рівня відбивання від шкірки світла на хвилі 670 нм від вмісту в ній хлорофілу «а»+«b» (2012–2013 рр.).

Щільність м'якоті плодів. Після шести місяців зберігання оброблені інгібітором етилену яблука сорту Кальвіль сніговий більш ніж у півтора рази, а сорту Спартан – на 0,3–0,5 кг/см² перевищили встановлений для постачання в мережі супермаркетів мінімальний (5,5 кг/см²) рівень щільності.

Допустимий рівень показника для необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий обмежувався п'яти-, а сорту Спартан – тримісячним зберіганням в охолодженому стані. Післязбиральна обробка уповільнила у 1,7 рази зниження щільності для сорту Кальвіль сніговий і на 23,2–25,9 % — Спартан (після імітації торгового обігу), забезпечивши відповідно у 1,9–2,0 рази та на 1,1–1,3 кг/см² вище значення від встановленого мінімуму.

Вміст сухих розчинних речовин у яблуках обох помологічних сортів зростав впродовж трьох перших місяців зберігання, надалі знижуючись, що співпадало з характером динаміки цукрів.

Вміст цукрів. Впродовж перших трьох місяців виявлено інтенсивне накопичення цукрів (дещо слабше в яблуках, оброблених 1-МЦП), а починаючи з 90 діб зберігання, щомісячні втрати цукрів необробленими плодами після імітованого товарообігу перевищили 1,2–1,5 %. Післязбиральна обробка інгібітором біосинтезу етилену ефективно обмежує втрати цукрів у сховищі, забезпечуючи вищий вміст також за підвищеної температури під час ІТО.

Упродовж всього зберігання в охолодженому стані і після ІТО виявлено тісну взаємозалежність загального вмісту цукрів і сухих розчинних речовин (рис. 5).

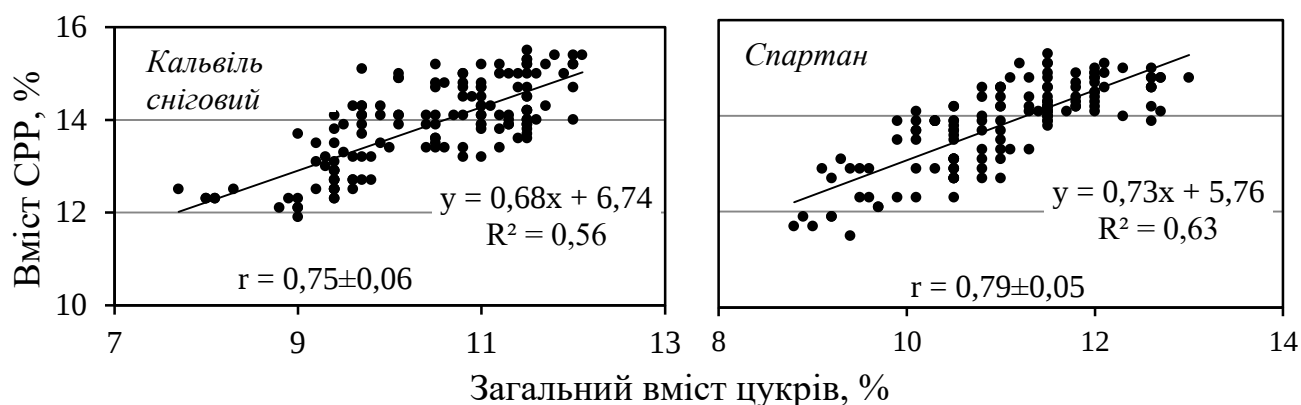


Рисунок 5 – Кореляційна залежність загального вмісту цукрів і сухих розчинних речовин (2012 р.).

Вміст органічних кислот під час зберігання й ІТО постійно знижувався, що суттєво гальмувалося післязбиральною обробкою яблук інгібітором біосинтезу етилену. Наприкінці шести місяців обробка забезпечила на 26,5–28,1 % кращу їх збереженість у плодах сорту Кальвіль сніговий (на 21,7–22,2 % — Спартан), з вищим відповідно у 2,1–2,3 та 2,6–3,3 рази показником після ІТО.

Цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) яблук сорту Кальвіль сніговий суттєво нижчий, ніж у Спартан упродовж всього періоду зберігання. ЦКІ оброблених 1-МЦП плодів сорту Кальвіль сніговий після шести місяців на 60–70 % нижчий, порівняно з плодами без обробки, і вдвічі нижчий наприкінці ІТО.

Вміст аскорбінової кислоти (АК) під час зберігання й ІТО постійно знижувався в обох помологічних сортів. Післязбиральна обробка 1-МЦП забезпечила на 2,7–4,2 % вищу її збереженість в яблуках сорту Кальвіль сніговий (на 2,3–3,4 % — сорту Спартан), а також відповідно на 13,2–19,2 та 9,1–11,8 % вищий рівень після ІТО.

Загальний **вміст поліфенольних речовин** у шкірці і м'якоті яблук знижувався за зберігання в охолоджену стані з вищими показниками для плодів з обробкою інгібітором біосинтезу етилену.

Органолептична оцінка твердості, хрусткості і соковитості, а також загальна дегустаційна оцінка яблук значно вища за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену. Однак позитивного впливу обробки на аромат плодів і солодкість яблук сорту Кальвіль сніговий не виявлено (рис. 6).

Твердість оброблених 1-МЦП яблук сорту Кальвіль сніговий наприкінці зберігання на 1,3–2,4 балів вища, порівняно з плодами без обробки, сорту Спартан — на 1,4–2,3; для показників хрусткості і соковитості різниця склала відповідно 1,6–2,3 і 1,5–2,4 та 1,3–2,1 і 1,5–1,9 балів. В оброблених яблук сорту Спартан відчутніший солодкий смак (сорту Кальвіль сніговий — кислий), з переважанням показників відповідно на 0,9–1,5 та 1,0–1,2 балів, порівняно з оцінкою необроблених плодів.

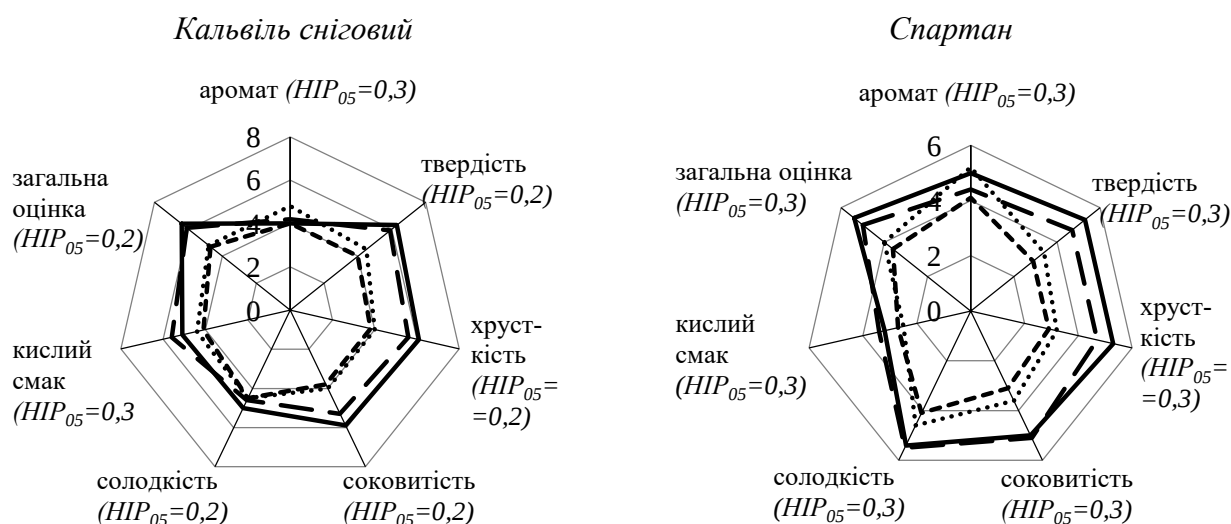


Рисунок 6 – Органолептична оцінка яблук з післязбиральною обробкою інгібітором етилену після шести місяців зберігання (2012–2013 рр.):

без попереднього

охолодження:

..... - без обробки (контроль);

— — - оброблено 1-МЦП;

з охолодженням:

---- - без обробки (контроль);

—— - оброблено 1-МЦП.

Комплексну органолептичну оцінку підтверджено кореляційними взаємозалежностями й описано методом кореляційних плеяд. Встановлено високу та середньо-високу взаємозалежність цукрово-кислотного індексу і солодкого смаку плодів сорту Спартан та кислого — сорту Кальвіль сніговий.

Розроблення технології зберігання яблук з післязбиральною обробкою інгібітором біосинтезу етилену. Запропонований спосіб, що включає післязбиральну обробку інгібітором біосинтезу етилену з попереднім охолодженням чи без нього, передбачає наступне: продукцію транспортують до холодильника і вміщують у камеру тривалого зберігання (або попереднього охолодження). Далі застосовують післязбиральну обробку інгібітором етилену — газоподібним 1-метилциклопропеном — препаратом Смарт Фреш з нормою витрати $0,068 \text{ г/м}^3$ на одиницю об'єму камери (рис. 7).

Газоподібний 1-МЦП вивільняється з приготовленого розчину і розповсюджується по камері потоком повітря з вентиляторів пристроїв охолодження. Для цього між вентиляторами і контейнерами з плодами ставлять автономний «генератор СмартФреш» з мішалкою, заливають в нього підігріту до 30°C дистильовану чи демінералізовану воду і вкладають водорозчинний пакет з необхідною кількістю порошкоподібного препарату.

Застосування подібного прийому дещо підвищує затрати, проте забезпечує високу ефективність зберігання за рахунок більш ніж у 3–5 разів нижчих загальних втрат плодів під час тривалого зберігання в охолодженому стані.



Рисунок 7 – Розроблена технологічна схема зберігання яблук з післязбиральною обробкою інгібітором біосинтезу етилену.

У четвертому розділі «Товарні властивості яблук з післязбиральною обробкою інгібітором біосинтезу етилену» висвітлено характер динаміки збереженості товарності, оцінено рівень загальних втрат залежно від ушкоджень і фізіологічних розладів впродовж холодильного зберігання.

Товарність плодів суттєво залежала від тривалості зберігання та післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену. За причини ураження поверхневим побурінням шкірки, після чотирьох місяців знизився на 19,4–22,3 % вихід стандартної продукції необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий й одночасно до 19,0–20,1 % зростає фракція технічного браку.

Суттєво кращою виявилася якість за післязбиральної обробки, з більш ніж на 20% вищим виходом стандартних яблук сорту Кальвіль сніговий, зокрема на 80,4–81,2 % більше вищого товарного сорту (табл.).

Таблиця – Вихід стандартної продукції впродовж зберігання яблук в охолоджену стані (2012–2013 рр.), %

Попереднє охолодження	Доза Смарт- Фреш, г/м ³	Тривалість зберігання, місяць	Стандартна продукція							
			всього		у т.ч. товарні сорти					
			КС	Сп	Вищий		І		ІІ	
					КС	Сп	КС	Сп	КС	Сп
Без охолодження	0 (контроль)	2	98,0	98,2	76,2	79,9	21,8	18,3	0,0	0,0
		3	95,9	97,7	68,8	73,4	27,1	24,3	0,0	0,0
		4	75,7	95,6	20,7	27,4	22,5	68,2	32,5	0,0
		5	62,5	87,2	0,0	22,3	34,0	38,3	28,5	26,6
		6	44,7	80,1	0,0	15,6	17,3	24,3	27,4	40,2
	0, 068	2	99,2	99,3	99,2	99,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		3	98,0	98,4	98,0	98,4	0,0	0,0	0,0	0,0
		4	97,6	96,6	80,4	84,7	17,2	11,9	0,0	0,0
		5	95,1	95,1	74,3	78,5	20,8	16,6	0,0	0,0
		6	90,4	94,1	63,1	70,8	27,3	23,3	0,0	0,0
Охолодження за 5°C	0	2	96,9	98,3	80,8	82,6	16,1	15,7	0,0	0,0
		3	96,2	97,2	72,4	74,6	23,8	22,6	0,0	0,0
		4	77,5	94,1	20,6	28,2	25,0	65,9	31,9	0,0
		5	64,3	85,5	0,0	23,0	36,2	40,4	28,1	22,1
		6	46,6	80,3	0,0	16,7	17,8	23,4	27,5	40,2
	0, 068	2	99,3	99,4	99,3	99,4	0,0	0,0	0,0	0,0
		3	98,4	98,5	98,4	98,5	0,0	0,0	0,0	0,0
		4	96,8	97,7	81,2	85,6	15,6	12,1	0,0	0,0
		5	95,1	95,2	75,9	79,1	19,2	16,1	0,0	0,0
		6	91,0	94,8	65,3	73,7	25,7	21,1	0,0	0,0
НІР ₀₅			5,5	5,5	5,0	5,0	6,1	3,7	4,4	2,8

Примітка: КС – Кальвіль сніговий, СП – Спартан.

За обробки інгібітором біосинтезу етилену наприкінці тривалого зберігання отримано 94,1–94,8 % вихід стандартної продукції сорту Спартан і на 44,4–45,7 % вищий — сорту Кальвіль сніговий, порівняно з необробленими плодами. Наприкінці шести місяців зберігання за післязбиральної обробки 1-МЦП у 5,1–5,2 разів вища збереженість суми вищого і першого товарних сортів яблук Кальвіль сніговий й у 2,3–2,4 рази — Спартан.

Рівень *технічного браку* необроблених яблук сорту Спартан наприкінці шести місяців зберігання зріс до 11,4–11,8 % і до 31,4–34,3 % — Кальвіль сніговий. Післязбиральна обробка 1-МЦП забезпечила у 5,3–5,4 рази нижчий показник сорту Кальвіль сніговий (3,3–3,8 рази — Спартан) й у 22,5–41 рази знизила частку абсолютного відходу яблук сорту Кальвіль сніговий, тоді як для сорту Спартан подібного не зафіксовано.

Природні втрати з рівнем до 3,0 % наприкінці шести місяців зберігання зафіксовано без попереднього охолодження необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий, тоді як за післязбиральної обробки інгібітором етилену показник цього сорту нижчий на 0,2–0,5 % і на 0,5–0,6 % — Спартан.

Раціональна тривалість зберігання яблук сорту Кальвіль сніговий з допустимим 10 %-м рівнем втрат обмежувалася трьома, а Спартан — майже п'ятьма місяцями зберігання за температури 3 ± 1 °С. Обробка 1-МЦП у 7–2,0 рази покращила збереженість плодів з продовженням реалізації сорту Кальвіль сніговий до середини-кінця березня і до другої декади травня — Спартан.

Загнивання яблук прогресувало під час зберігання необроблених плодів обох сортів, з вищою у 1,5–2,4 та 3,5–3,8 рази інтенсивністю ураження Кальвіля снігового відповідно після п'яти і шести місяців зберігання, порівняно з сортом Спартан. В цей же час, загнивання сорту Кальвіль сніговий з післязбиральною обробкою інгібітором біосинтезу етилену в 7,2–8,3 рази нижче, тоді як для сорту Спартан різницю статистично не доведено (рис. 8).

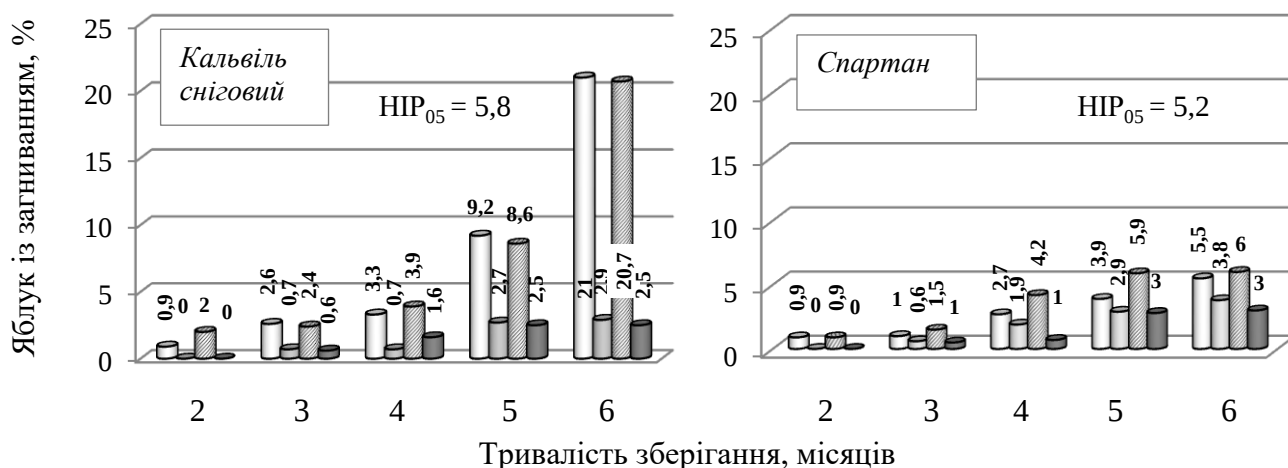


Рисунок 8 – Загнивання яблук під час зберігання (2012–2013 рр.):

без попереднього охолодження:



- без обробки (контроль);



- оброблені 1-МЦП;

з охолодженням:



- без обробки (контроль);



- оброблені 1-МЦП.

Функціональні розлади прогресували під час зберігання яблук обох сортів, зумовлюючи зниження якості продукції. Наприкінці шести місяців зафіксовано у 2,0–2,5 рази більше плодів сорту Кальвіль сніговий з побурінням м'якоті і лише 8,1–8,7 % — Спартан. За післязбиральної обробки втрати плодів

сорту Кальвіль сніговий від побуріння м'якоті у 4,1–4,5 рази нижчі і відсутні для сорту Спартан.

Спухання необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий виявлено після п'яти місяців, з майже утричі більшим показником наприкінці шести місяців зберігання в охолодженому стані.

Побуріння шкірки різної інтенсивності активно прогресувало під час зберігання необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий, ушкоджуючи наприкінці чотирьох місяців третину продукції з ураженням до 1/4 поверхні (рис. 9). Наприкінці шести місяців характер ураження практично не змінився, за меншого майже вдвічі обсягу фракції з побурінням у межах першого товарного сорту (до 1/5 поверхні) та на 1,6–2,2 % більшої кількості плодів із загаром максимального ступеня.

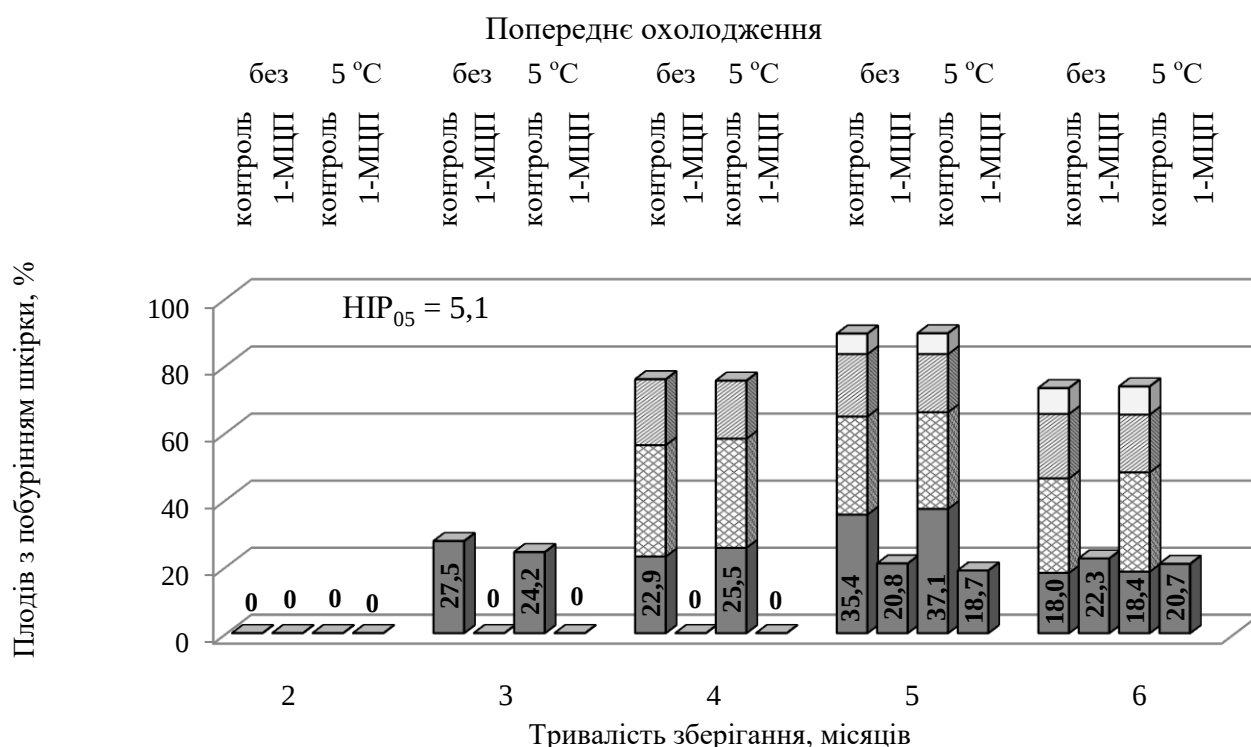


Рисунок 9 – Поверхнєве побуріння шкірки яблук сорту Кальвіль сніговий під час зберігання (2012–2013 рр.):

- – загар до 1/5 поверхні плоду;
- ▨ – загар до 1/4 поверхні плоду;
- ▧ – загар до 1/2 поверхні плоду;
- – загар понад 1/2 поверхні плоду.

Обробка яблук інгібітором етилену ефективно затримала прояв цього фізіологічного розладу впродовж чотирьох місяців зберігання в охолодженому стані, забезпечивши наприкінці п'яти і шести місяців відповідно в 4,3–4,8 та 3,3–3,6 рази менший показник сорту Кальвіль сніговий, порівняно із загальною кількістю ураженої продукції серед необроблених яблук.

У п'ятому розділі «Економічна ефективність зберігання яблук за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену» доведено підвищення річного економічного ефекту від застосування обробки яблук інгібітором біосинтезу етилену після збирання, незважаючи на додаткові

затрати на таку обробку. Обробка забезпечує достатньо високу рентабельність зберігання яблук обох сортів впродовж шести місяців. Економічний ефект від застосування обробки для сорту Спартан склав 1,89–1,94 грн/кг яблук, що дозволяє отримати додатковий прибуток 1885–1935 грн на тонну плодів і на 34,3–35,5 % підвищити рентабельність зберігання. Не доведено економічної доцільності застосування попереднього охолодження яблук за обробки інгібітором етилену, що виявляється у різниці рентабельності зберігання на рівні до 1,5 %.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення питання підвищення ефективності зберігання яблук ранньозимових сортів з попереднім охолодженням та без нього шляхом післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену з діючою речовиною 1-метилциклопропен (1-МЦП, препарат Смарт Фреш), що виявляється в наступному:

1. Запропоновано спосіб визначення Т-фази розвитку плоду, придатний для встановлення оптимального терміну збирання яблук для тривалого зберігання.

2. Виявлено, що післязбиральна обробка у 13–15 разів гальмує інтенсивність продукування етилену плодами сорту Кальвіль сніговий та у 7,2–7,4 разів — сорту Спартан під час зберігання в охолоджену стані, порівняно з максимальним значенням для необроблених плодів.

3. Доведено, що післязбиральна обробка інгібітором етилену забезпечує на 13–21 % нижчі втрати початкового рівня хлорофілу «а»+«b» в шкірці плодів сорту Кальвіль сніговий протягом шести місяців холодильного зберігання і на 20–21% — сорту Спартан, гальмуючи у 2,2–2,7 разів процес пожовтіння яблук (за ступенем відбивання світла) та забезпечує вищий відповідно на 0,15–0,18 і 0,30–0,33 мг/100 г вміст в шкірці хлорофілів.

За післязбиральної обробки 1-МЦП ефективно — на 31 % — знижується втрата щільності м'якоті плодів сорту Кальвіль сніговий впродовж зберігання і на 13,5–16 % — сорту Спартан, забезпечуючи вищий відповідно на 3,6–3,7 та 1,3–1,5 кг/см² її рівень після шести місяців перебування в холодильнику. Це перевищує встановлену мінімальну (5,5 кг/см²) щільність яблук для постачання в мережі супермаркетів у понад півтора рази для сорту Кальвіль сніговий і на 0,3–0,5 кг/см² — сорту Спартан. Під час пост-холодильної експозиції за підвищеної температури щільність м'якоті плодів втрачається інтенсивніше, з вищим на 23–26 % та у 1,7 рази показником для оброблених інгібітором етилену плодів відповідно для сорту Спартан і Кальвіль сніговий на кінець шести місяців зберігання в охолоджену стані.

4. За післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену ефективно зберігається біохімічний склад яблук, забезпечуючи після шести місяців вищий, порівняно з необробленою продукцією, на 0,9 % вміст сухих розчинних

речовин, зокрема на 0,5–0,7 % вищий загальний рівень цукрів, на 0,34 мг/100 г — аскорбінової кислоти, у 1,8 разів — органічних кислот, на 131,59–459,54 мг/100 г вищий вміст поліфенолів у шкірці і на 14,32–110,83 мг/100 г — у м'якоті плоду; обробка сприяє збереженості цукрово-кислотного індексу та здійснює переважаючий вплив на вміст цих компонентів у плодах на кінець пост-холодильної експозиції за підвищеної температури.

5. За результатами органолептичної оцінки, післязбиральна обробка інгібітором біосинтезу етилену покращує смакові властивості яблук сортів Кальвіль сніговий і Спартан за показниками твердості, хрусткості, соковитості, виявляючи суттєвий вплив на домінування солодкого смаку плодів сорту Спартан та кислого — сорту Кальвіль сніговий, однак стримуючи розвиток аромату останніх. На кінець пост-холодильної експозиції за підвищеної температури (після шести місяців зберігання) аромат оброблених яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан оцінено вище на 0,5–0,8 бала, порівняно з плодами без обробки, на 2,3 та 1,8 балів вище соковитість, на 1,6 і 0,6 балів — кисліший смак, загальна оцінка вища на 1,3 та 2,1 балів; оцінено також на третину вищу хрусткість і твердість плодів сорту Кальвіль сніговий.

Для оброблених інгібітором біосинтезу етилену яблук обох помологічних сортів характерні більш сильні, порівняно з необробленими плодами, кореляційні залежності показників органолептичної оцінки після зберігання в охолодженому стані. Пост-холодильна експозиція за підвищеної температури зумовила посилення кореляційних зв'язків між показниками органолептичної оцінки яблук сорту Спартан і їх послаблення для оброблених плодів сорту Кальвіль сніговий.

6. Післязбиральною обробкою інгібітором етилену забезпечено на кінець зберігання вищий на 14–14,5 % вихід стандартної продукції сорту Спартан й удвічі вищий — сорту Кальвіль сніговий, з переважанням вищого товарного сорту. Суттєво знижено (у 7,2–8,3 разів) прояв загнивання, у 3,3–3,6 разів — поверхневого побуріння шкірки сорту Кальвіль сніговий, на 0,2–0,5 та 0,5–0,6 % нижчий рівень природних втрат, у понад п'ять разів — рівень технічного браку й у 22,5–41 рази — абсолютного відходу продукції сорту Кальвіль сніговий; для плодів сорту Спартан технічного браку менше у 3,3–3,8 разів й абсолютного відходу продукції за обробки інгібітором етилену не виявлено.

Післязбиральна обробка інгібітором етилену здатна удвічі збільшити раціональну тривалість зберігання яблук сорту Кальвіль сніговий (на 87–93 доби), на 102–105 діб — сорту Спартан, забезпечивши відповідно понад шість і вісім місяців успішного зберігання в умовах звичайного фруктосховища-холодильника за температури 3 ± 1 °C.

7. Встановлено, що зберігання яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан з післязбиральною обробкою інгібітором біосинтезу етилену впродовж шести місяців у холодильнику дозволяє підвищити рентабельність відповідно на 79–81 та на 45–47 %, на 118–121 та 67–69 % — прибуток від реалізації

продукції з річним економічним ефектом на рівні 4298,6–4393,89 грн/т для сорту Кальвіль сніговий та 2585,05–2660,43 грн/т — сорту Спартан.

8. Розроблено технологію зберігання яблук ранньозимового строку досягання сортів Кальвіль сніговий і Спартан за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену 1-метилциклопропом (препарат Смарт Фреш) з попереднім охолодженням або без нього.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Мельник О.В., Худік Л.М. Збереженість яблук ранньозимових сортів з післязбиральною обробкою 1-метилциклопропом. *Товари і ринки*. 2015. Том 20. Вип. 2. С. 112–123. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 70 %).

2. Мельник О.В., Худік Л.М. Фізичні властивості яблук, оброблених інгібітором етилену. *Товари і ринки*. 2017. Том 23. Вип. 1. С. 110–120. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 75 %).

3. Худік Л.М., Мельник О.В. Динаміка компонентів хімічного складу яблук, оброблених після збирання 1-метилциклопропом. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Том 23. Вип. 4. С. 89–101. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 80 %).

4. Мельник О.В., Худік Л.М. Дегустаційна оцінка яблук з обробкою 1-МЦП. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. 2019. Том 30 (69). Ч. 2. № 6. С. 121–125. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 80 %).

Стаття у науковому періодичному виданні інших держав, включена до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS

5. Melnyk O., Drozd O., Boicheva N., Zhmudenko Y., Melnyk I., Khudik L., Remeniuk L., Vykhatniuk L. Ethelene emission of apples treated with 1-Methylcyclopropene during storage. *Journal of Horticultural Research*. 2014. Vol. 22. № 1. P. 109–112. DOI: 10.2478/johr-2014-0013 (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 30 %).

Стаття у інших виданнях:

6. Мельник О.В., Худік Л.М. Біохімічні складові оброблених 1-МЦП яблук після експозиції за $20 \pm 2^\circ\text{C}$ на кінець зберігання. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 97. Ч. 1. С. 239–248. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-97-1-239-248 (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 85 %).

Матеріали конференцій:

7. Худік Л.М. Динаміка основних характеристик яблук під час передзбирального досягання. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених (до 60-річчя Черкаської області)*. Умань: УНУС, 2013. С. 131. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних

даних, підготовка до друку – частка участі 65 %).

8. **Худік Л.М.,** Мельник О.В. Збереженість яблук сортів Кальвіль сніговий і Спартан за післязбиральної обробки 1-метилциклопропом. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів «Інноваційні технології підвищення ефективності виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції»* (Харків, 24-25.10.2013). Харків: Харківський НАУ, 2013. С. 157. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 65 %).

9. Melnyk O., Drozd O., Boicheva N., Zhmudenko Y., Melnyk I., **Khudik L.**, Remeniuk L., Vykhatniuk L., Pyrkalo V. Ethelene-activity of apple and plum fruits during storage, postharvest treated 1-MCP (SmartFreshSM). *3rd International Conference «Effects of Pre- and Post-harvest Factors on Health Promoting Components and Quality of Horticultural Commodities»* (Skierniewice, 23-25.03.2014). Skierniewice, Poland, 2014. P. 72. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, обробка результатів – частка участі 30 %).

10. **Худік Л.М.,** Мельник О.В. Органолептична оцінка яблук ранньозимових сортів за післязбиральної обробки 1-метилциклопропом. *Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України»* (Тернопіль, 15-16.05.2014). Ч. 1. Тернопіль: Крок, 2014. С. 195–196. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 70 %).

11. **Худік Л.М.,** Мельник О.В. Функціональні та мікробіологічні пошкодження яблук ранньозимових сортів, оброблених інгібітором етилену після збирання. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки»* (Умань, 19-20.11.2014). Умань, 2014. С. 109–110. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 70 %).

12. **Худік Л.М.,** Мельник О.В. Поверхнєве побуріння шкірки яблук сорту Кальвіль сніговий за післязбиральної обробки 1-МЦП. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки»*. (Умань, 20.11.2015). Умань: Візаві, 2015. С. 120–121. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 75 %).

13. **Худік Л.М.** Фізико-хімічні показники яблук, оброблених 1-МЦП. *Матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції «Інновації в садівництві»*. (Умань, 10.03.2017). Умань: Сочінський М.М., 2017. С. 52–55. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 85 %).

14. **Худік Л.М.,** Мельник О.В. Зміна основного забарвлення шкірки яблук сорту Кальвіль сніговий під час зберігання з післязбиральною обробкою інгібітором етилену. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва»*. (Умань, 24-25.05.2017). Умань: Сочінський М.М., 2017. С. 109–112. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 85 %).

15. **Худік Л.М.** Динаміка сухих розчинних речовин яблук після зберігання і тижневої експозиції за температури 20 °С. *Матеріали Всеукраїнської наукової*

конференції молодих вчених і науково-педагогічних працівників «Підсумки наукової роботи за 2014–2019 рр.», до 175-річчя Уманського НУС (Умань, 14-15.05.2019). Умань: Редакційно-видавничий відділ Уманського НУС, 2019. С. 313–315. (Особистий внесок: аналіз наукової літератури, отримання експериментальних даних, підготовка до друку – частка участі 85 %).

Патент на винахід:

16. Спосіб визначення настання Т-стадії фенологічного розвитку плоду яблуні: пат. на винахід 114827 Україна: МПК А01G 1/00 / Мельник О.В., Худік Л.М.; власник Уманський НУС. № а201505960; заявл. 17.06.2015; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15. (Особистий внесок: розробка програми досліджень, ведення експерименту, формування заявки – частка участі 75 %).

АНОТАЦІЯ

Худік Л. М. Розроблення технології зберігання яблук ранньозимових сортів за післязбиральної обробки інгібітором етилену. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 «Технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів». – Національний університет харчових технологій, Київ, 2021.

Дисертація присвячена обґрунтуванню розроблення технології тривалого зберігання яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан за післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену з діючою речовиною 1-метилциклопропен (1-МЦП).

Розроблено і запатентовано інструментальний метод визначення настання Т-фази фенологічного розвитку плоду для встановлення оптимального строку збирання яблук за рекомендованим значенням індексу стиглості.

Підтверджено нижчу у 7,2–15 разів інтенсивність продукування етилену на момент досягнення максимуму після двох-трьох місяців зберігання в холодильнику за обробки і забезпечення у 2,3–2,4 разів нижчого його рівня на момент закінчення семимісячного зберігання.

Післязбиральною обробкою забезпечено на 13–21 % менші втрати в шкірці плодів початкового вмісту хлорофілів протягом шести місяців холодильного зберігання, що на 45–48 % знижує пожовтіння яблук сорту Кальвіль сніговий та у 2,2–2,7 разів — Спартан. Забезпечено вищий на 0,15–0,33 мг/100 г вміст в шкірці хлорофілу і на 13–17 % нижчий рівень відбивання від неї світла після холодильного зберігання, а на кінець імітованого товарообігу — відповідно на 0,13–0,40 мг/100 г і на 12–18 % кращі показники.

Обробкою 1-МЦП на 13,5–31 % знижено втрату щільності м'якоті плодами впродовж зберігання, що після шести місяців зберігання в охолоджену стані забезпечило вищий у понад півтора рази мінімальний (5,5 кг/см²) поріг щільності плодів сорту Кальвіль сніговий для постачання у мережу торгівлі.

Показано ефективність післязбиральної обробки інгібітором етилену для збереження основних показників біохімічного складу плодів, із забезпеченням після шести місяців зберігання, вищого на 0,9 % вмісту сухих розчинних

речовин, зокрема на 0,5–0,7 % загального вмісту цукрів, на 0,34 мг/100 г — аскорбінової кислоти, у 1,8 разів — органічних кислот, вищий вміст поліфенолів та здійснює переважаючий вплив на залишковий вміст цих компонентів у плодах на кінець пост-холодильного досягання.

Післязбиральною обробкою 1-МЦП подовжено на 87–105 діб раціональну тривалість зберігання яблук ранньозимового терміну досягання в охолоджену стані, із забезпеченням на кінець шести місяців зберігання вищого на 14–45,7 % виходу стандартної продукції з перевагою вищого товарного сорту. Суттєво знижено — у 7,2–8,3 разів — інтенсивність загнивання яблук, у 3,3–3,6 разів — побуріння шкірки плодів сорту Кальвіль сніговий, на 0,2–0,6 % рівень природних втрат, у понад 3,3–5 разів загальну кількість технічного браку й у 22,5–41 рази — рівень абсолютного відходу продукції сорту Кальвіль сніговий.

Запропоновано до використання технологію зберігання яблук ранньозимового строку досягання із застосуванням післязбиральної обробки інгібітором біосинтезу етилену без обов'язкового проведення традиційного процесу попереднього охолодження продукції. Це сприяло підвищенню на 45–81 % рівня рентабельності зберігання яблук із забезпеченням прибутку на рівні 2585,05–4393,89 грн/т після шести місяців зберігання у холодильнику.

Ключові слова: зберігання, плоди, технологія, обробка, досягання, інгібітор етилену, показники якості, товарні властивості.

ABSTRACT

Khudik L.M. The development of a storage technology of early-winter apple cultivars when post-harvest treatment with ethylene inhibitor is applied. – A qualification scientific work as a manuscript.

A dissertation in candidacy for a degree of a candidate of technical sciences in the field of study 05.18.13 “Technology of canned and refrigerated foodstuffs”. – National University of Food Technologies, Kyiv 2021.

The dissertation is devoted to the explanation of the development of continued storage of Kalvil snihovyi and Spartan apples at post-harvest treatment with ethylene inhibitor 1-methylcyclopropen (1-MCP).

An instrumental technique how to identify the onset of a T-phase of phenological development of apple tree fruit was worked out and patented for a establishing an optimal harvesting term for the apples with the recommended value of the maturity index.

Confirmed the lower intensity of ethylene production by 7.2–15 times when the maximum was reached after two-three months in the refrigerator and reaching quite a low level, by 2.3–2.4 times, at the end of a seven-month storage.

Post-harvest treatment guaranteed fewer losses of initial chlorophyll content “a”+“b” in an apple skin by 13–21% during a six-month storage which decreased yellowing of Kalvil snihovyi apples by 45–48% and that of Spartan apples – by 2.2–2.7 times. Chlorophyll content in a skin was higher by 0.15–0.33 mg/100 g and a

light reflection level after refrigerator storage was lower by 13–17 %, and at the end of a simulated turnover the indicators were better by 0.13–0.40 mg/100 g and by 12–18 %, respectively.

The treatment with 1-MCP decreased the loss of fruit pulp density by 13.5–31% during storage, which, after a six-month shelf-life in a refrigerator, ensured a higher minimal density threshold (5.5 kg/cm^2) of Kalvil snihovyi apples for their delivery to trade network.

The efficiency of post-harvest treatment with ethylene inhibitor for the preservation of the main indicators of a biochemical composition of fruit was demonstrated, along with the availability of higher (by 0.9 %) content of dry soluble substances during a six-month refrigerator storage, namely total sugar content – by 0.5–0.7 %, ascorbic acid – by 0.34 mg/100 g, organic acids — by 1.8 times, polyphenols and a dominating effect on remaining content of these components in fruit at the end of post-refrigerator maturation.

Post-harvest treatment with 1-MCP made it possible to extend a rational shelf-life of early winter apple cultivars in the cooled state by 87–105 days, as well as to receive a higher output of standard produce by 14–45.7% at the end of six-month storage, with the dominance of a higher marketable cultivar. The intensity of soft rot was decreased considerably — by 7.2–8.3 times, that of fruit browning of Kalvil snihovyi — by 3.3–3.6 times; the level of natural losses was reduced by 0.2–0.6 %, the amount of technical failure — by 3.5–5 times, that of absolute fruit waste of Kalvil snihovyi — 22.5–41 times.

It was suggested to apply the storage technology for early winter apple cultivars along with the use of post-harvest treatment with ethylene inhibitor without obligatory traditional prior cooling of the produce. It was facilitated the profitability increase of apple shelf-life by 45–81%, and also ensured the profit which was equal to 2585.05–4393.89 hrn/t after six-month storage in the refrigerator.

Key words: storage, fruit, technology, treatment, maturation, ethylene inhibitor, quality indicators, marketable properties.