

**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**



**ДРОЗД ОЛЬГА ОЛЕКСАНДРІВНА**

УДК 621.796:634.11:634.13.002.71

**ОСНОВИ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЗЕРНЯТКОВИХ КУЛЬТУР  
З ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЮ ОБРОБКОЮ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ**

06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва

**РЕФЕРАТ**  
**дисертації на здобуття наукового ступеня**  
**доктора наук**

**Умань – 2023**

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Уманському національному університеті садівництва Міністерства освіти і науки України впродовж 2010–2023 рр.

**Науковий консультант – Осокіна Ніна Максимівна** доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва, Міністерство освіти і науки України

**Опоненти:**

**Пузік Людмила Михайлівна** доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри плодоовочівництва і зберігання продукції рослинництва Державного біотехнологічного університету, Міністерство освіти і науки України

**Прісс Олеся Петрівна** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи Таврійського державного агротехнологічного університету ім. Дмитра Моторного, Міністерство освіти і науки України

**Томала Казимир** доктор габілітований сільськогосподарських наук, перший заступник ректора, професор кафедри садівництва та економіки плодоовочівництва Природничого університету, Варшава, Польща

Захист відбудеться: «06» грудня 2023 р. об 11<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 74.844.01 в Уманському національному університеті садівництва за адресою: м. Умань, вул. Інститутська, 1, адміністративний корпус, конференц-зала; телефон: (04744) 3-20-11.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Уманського національного університету садівництва за адресою: м. Умань, вул. Інститутська, 1 та на веб-сайті, де розміщено матеріали: <https://science.udau.edu.ua/ua/d-74.844.01.html>

Реферат оприлюднено «10» листопада 2023 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат с.-г. наук, доцент  
+380970879

Олена ГЕРАСИМЧУК

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Обґрунтування вибору (актуальність) теми досліджень.** Основа рівномірного задоволення потреби у свіжих плодах яблуні і груші – ефективне зберігання – можливе за наявності цілісної системи взаємопов'язаних чинників, недотримання яких суттєво знижує результативність. Оптимальний термін (строк) збирання плодів і раціональне післязбиральне охолодження підвищують лежкоздатність продукції. Для зниження втрат і збереження якості плодів застосовують прогресивні способи зберігання, полімерні матеріали, обробку антиоксидантами тощо. Проте, цього нерідко недостатньо для запобігання псуванню плодів в умовах фруктосховищ-холодильників, а будівництво холодильних камер з регульованим газовим середовищем потребує суттєвих витрат.

Продовжити період споживання свіжих плодів доцільно удосконаленням існуючих технологій післязбиральної доробки і зберігання, що є актуальним. Технологію зберігання плодів зерняткових культур вдосконалювали дослідники вітчизняні А.А. Блашкіна, Б.Д. Ігнат'єв, П.В. Кондратенко, Є.В. Михайлова, І.П. Надточій, В.М. Найченко, О.В. Мельник, Г.М. Рибак, Г.Г. Семенова, М.Є. Сердюк, О.І. Требушенко, Л.М. Шевчук та закордонні – L.C. Argenta, A. Blanckenberg, G. Calvo, M.A. Chiriboga, J.R. DeEll, J.M. Delong, D.R. Dilley, E. Lange, D.A. Neuwald, K. Rutkowski, A.A. Saquet, P. Sass, J. Streif, K. Tomala, M. Vanoli, M.G. Villalobos-Acuna, A. Zanella, J. Zhao, C.V. Watkins та інші.

Сутність проблеми полягає у підтриманні високої природної стійкості плодів під час зберігання шляхом уповільнення виділення етилену, а отже їхнього дозрівання і старіння, за обробки інгібітором етилену 1-метилциклопропеном (1-МЦП) після збирання, зокрема добором концентрацій 1-МЦП, з урахуванням особливостей регіону вирощування продукції, типу насадження (підщепа), терміну збирання (ступінь знімальної стиглості) та режиму охолодження, що є актуальним.

**Зв'язок з науковими програмами, планами, темами, грантами.** Дисертаційну роботу виконано впродовж 2010–2017 рр., обробку результатів й упровадження у виробництво – до 2023 р., відповідно до наукової тематики Уманського національного університету садівництва «Розробка сучасних конкурентоспроможних технологій виробництва харчових продуктів рослинного походження» підпрограми «Розробка способів зберігання і переробки плодів та овочів» (ДР 0101U004498, 2010–2015 рр.), «Розробка технологій зберігання і переробки продуктів рослинництва» (ДР 0116U003208, 2016–2017) та за контрактами з компанією «Ром і Гаас Польща» за тематикою «Уточнення рекомендацій з використання препарату SmartFresh™» – для яблук сортів Ренет Самиренка і Голден Делішес з метою продовження тривалості зберігання і покращання смаку (2010–2011), сорту Ренет Самиренка з метою продовження збирання, збільшення врожайності насаджень і покращання смаку плодів (2011–2013), плодів груші сорту Ноябрська (2013–2014), проти опіку і побуріння м'якуша яблук сорту Хонейкрісп різних термінів збирання (2014–2015), а також «Збереженість груші сорту Ноябрська різних термінів збирання з обробкою

SmartFresh» (2014–2015 pp.). Результати роботи використано в звітах кафедри плодівництва і виноградарства УНУС «Удосконалення існуючих та розробка нових технологій вирощування садивного матеріалу, плодів, ягід і винограду в Правобережному Лісостепу України (ДР 0101U004495, 2011–2017 pp.).

**Мета і завдання досліджень.** Мета досліджень – наукове обґрунтування технологічних аспектів післязбиральної обробки інгібітором етилену плодів яблуни та груші для збереження товарних і споживних властивостей та продовження холодильного зберігання.

Для досягнення поставленої мети визначено завдання:

– встановити вплив умов регіону вирощування, типу саду (підщепа) і терміну збирання на товарні та споживні властивості плодів під час холодильного зберігання;

– виявити характер виділення етилену яблуками і грушами впродовж зберігання, встановити закономірності для помологічних сортів;

– вивчити вплив сполуки 1-МЦП на протікання процесу виділення етилену, розвиток хвороб та зміну товарних і споживних властивостей яблук і груш під час тривалого зберігання за температури  $2\pm 1$  °С та тижневої пост-холодильної експозиції за температури 18...20 °С;

– обґрунтувати добір концентрацій (доз) інгібітора етилену для післязбиральної обробки плодів з метою збереження товарних та органолептичних властивостей;

– встановити ефективність післязбирального охолодження плодів у поєднанні з обробкою інгібітором етилену;

– удосконалити технологію зберігання яблук і груш пізнього терміну досягання за післязбиральної обробки інгібітором етилену (препарат СмартФреш);

– оцінити економічну ефективність зберігання яблук і груш за післязбиральної обробки інгібітором етилену.

**Об'єкт досліджень** – процеси зміни якості яблук і груш за післязбиральної обробки інгібітором етилену під час холодильного зберігання та пост-холодильної експозиції за температури 18...20 °С, залежно від регіону вирощування, рівня інтенсивності саду (підщепа), терміну збирання (ступінь знімальної стиглості), режиму охолодження та концентрації 1-МЦП.

**Предмет досліджень** – холодильне зберігання яблук зимових сортів і груш ранньо- та пізньоосіннього терміну досягання із застосуванням післязбиральної обробки інгібітором етилену 1-МЦП і режиму охолодження.

**Методи досліджень:** загальнонаукові – гіпотеза, аналіз і синтез, індукція та дедукція, абстрагування і конкретизація, системний аналіз й узагальнення; спеціальні – лабораторний (активність синтезу плодами етилену, інтенсивність дихання і тепловиділення, природні втрати, товарні властивості, щільність м'якуша, основне забарвлення шкірки, компоненти хімічного складу, вихід соку), математико-статистичний (зв'язки між показниками і вплив чинників на збереженість – дисперсійний, регресійний, кореляційний аналізи), органолептичний (дегустаційна оцінка), порівняльно-розрахунковий (економічна ефективність зберігання за післязбиральної обробки інгібітором етилену).

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у вирішенні науково-практичної проблеми та виявленні закономірностей збереження товарних і споживних властивостей плодів зерняткових культур залежно від регіону вирощування, типу саду, терміну збирання врожаю, режиму охолодження та післязбиральної обробки інгібітором етилену.

**Уперше:**

– сформовано теоретичні положення та методичну базу досліджень з післязбиральної обробки інгібітором етилену плодів яблуні і груші залежно від регіону вирощування, типу саду (підщепа), терміну збирання (ступінь знімальної стиглості) та режиму охолодження;

– встановлено та запропоновано ефективне застосування диференційованих доз інгібітора етилену для збереження товарності і споживних властивостей плодів;

– визначено раціональні технологічні параметри та режими післязбирального охолодження яблук для збереження товарних і споживних властивостей продукції;

– досліджено вплив 24-годинного затримання післязбирального охолодження плодів груші на фізіологічні процеси, зміну хімічного складу, товарні і споживні властивості продукції під час зберігання та реалізації (пост-холодильна експозиція);

– науково обґрунтовано застосування режиму охолодження і доз інгібітора етилену для досягнення високих показників дегустаційної оцінки плодів яблуні та груші після зберігання;

– розраховано, науково обґрунтовано та запропоновано індекс інгібування синтезу плодами етилену за обробки яблук і груш диференційованими дозами інгібітора етилену;

– обґрунтовано економічну доцільність застосування різних доз інгібітора етилену для післязбиральної обробки плодів зерняткових культур.

**Удосконалено:**

– технологію зберігання плодів зерняткових культур з використанням диференційованих доз післязбиральної обробки інгібітором етилену, що забезпечує високий вихід стандартної продукції і збереження органолептичних властивостей плодів.

**Набуло подальшого розвитку:**

– теоретичне обґрунтування і практичне застосування післязбиральної обробки плодів яблуні та груші диференційованими дозами інгібітора етилену;

– застосування режимів післязбирального охолодження плодів зерняткових культур для збереження товарних і споживних властивостей під час тривалого холодильного зберігання та в умовах реалізації (пост-холодильна експозиція).

**Практичне значення отриманих результатів.** Розроблена й рекомендована технологічна інструкція зі зберігання яблук пізнього терміну досягання для різних регіонів вирощування з інтенсивного (підщепа М.9) і традиційного (ММ.106) насаджень, різних термінів збирання (початок і повна знімальна стиглість) за післязбиральної обробки інгібітором етилену, а також технологічна інструкція зі зберігання груш пізньоосіннього терміну досягання

різних термінів збирання (початок і повна знімальна стиглість) за режиму післязбирального охолодження й обробки інгібітором етилену (виробниче випробування).

Удосконалено методику «Визначення етилен-активності плодів».

Запропоновано диференційовані дози інгібітора етилену для післязбиральної обробки плодів: органолептичні властивості яблук сорту Ренет Симиренко покращувати обробкою препаратом СмартФрешSM, в. р. п. (д. р. – 1-метилциклопропн, 3,3 %) дозою 0,051 г/м<sup>3</sup>, випробувати у виробництві післязбиральну обробку груш сорту Яніс дозою 0,034 г/м<sup>3</sup> (препарат СмартФреш) за 24-годинної затримки охолодження.

Практичні рекомендації впроваджено у виробництво: з 2021 р. – в «Асоціації по розвитку інтенсивного садівництва Буковини», Чернівецькій обласній корпорації садоводів «Дністер» та корпорації «Вінницясадвипром», у фермерських господарствах «Обрій» Вінницького району (акт від 15.07.2021) та «Садок Поділля» Жмеринського району Вінницької області (30.01.2023); «Яніс–1» (09.07.2021) й «Інтер-Флора» Дністровського району (09.01.2023) та «Макосад» Чернівецького району Чернівецької області (акт від 09.01.2023).

Загальний обсяг продукції, яка з 2012 року обробляється препаратом СмартФреш у господарствах «Асоціації по розвитку інтенсивного садівництва Буковини» становить 1500 т (довідка).

Основні теоретичні положення дисертації знайшли практичне відображення у викладанні дисциплін «Стандартизація, технологія зберігання та переробки продукції рослинництва», «Сучасні технології садівництва і виноградарства» та «Післязбиральна доробка плодів, овочів і винограду» в Уманському національному університеті садівництва (довідка).

**Особистий внесок здобувача** полягає у формуванні мети і завдань досліджень, розробленні структурно-логічної схеми, узагальненні відомостей з наукової літератури, відбиранні зразків та виконанні лабораторних досліджень, аналізі і статистичній обробці отриманих результатів, розрахунках економічної ефективності, підготуванні матеріалів до опублікування, а також у формуванні висновків та пропозицій науковим установам і виробництву та їхньому практичному випробуванні.

Автор опрацювала методики, виконала 60–80 % обсягу експериментальних досліджень.

У дослідженнях зі зберігання плодів яблуні і груші з післязбиральною обробкою інгібітором етилену брали участь Н.М. Осокіна, Н.П. Бойчева, Ю.М. Жмуденко, І.О. Личенкова, І.О. Мельник, О.В. Мельник, А.Ю. Токар та Л.М. Худік. Частка автора у спільних публікаціях складає 20–80 %.

**Апробація результатів досліджень.** Результати досліджень та основні положення дисертаційної роботи обговорювалися на кафедрі технології зберігання і переробки зерна УНУС (2016–2018), кафедрі садівництва Вроцлавського природничого університету під час наукового стажування (Польща, 02.11–03.12.2016) та фаховому семінарі кафедри харчових технологій УНУС (Умань, 2023); на Міжнародних науково-практичних конференціях: 3<sup>rd</sup> International Conference «Effects of Pre- and Post-harvest Factors on Health

Promoting Components and Quality of Horticultural Commodities» (Skierniewice, Poland, 2014), 4<sup>th</sup> International Conference «Effects of Pre- and Postharvest Factors on Health Promoting Components and Quality of Horticultural Commodities» (Skierniewice, Poland, 2019); II Міжнародному семінарі «Технології виробництва і зберігання фруктів» (Немирів, 2014), IV Міжнародному семінарі «Нові тенденції у виробництві та зберіганні фруктів» (Глібівка, 2015), V Міжнародному семінарі «Сучасні технологічні рішення у садівництві» (Немирів, 2016), VI Міжнародному семінарі «Сезон 2017. Розширення можливостей» (Немирів, 2017), VII Міжнародному семінарі «Яблучний бізнес. Розширення можливостей» (Немирів, 2018), VIII Міжнародному семінарі «Сезон 2019. Професійний ріст» (Немирів, 2019), на семінарі Чернівецького НКЦ кадрів АПК «Технології зберігання і переробки продукції садівництва на Буковині. Формування цінової політики та реальні ринки збуту» (Чернівці, 2021); 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), V Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2017), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва» (Умань, 2018), III Міжнародній науковій інтернет-конференції «Інновації в садівництві» (Умань, 2019), IV Міжнародній науковій інтернет-конференції «Інновації в садівництві» (Умань, 2020), V Міжнародній науковій інтернет-конференції «Інновації в садівництві» (Умань, 2021), VII Міжнародній науково-практичній online-конференції «Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва» (Умань, 2021); XI Міжнародній науково-практичній конференції «Modern Research in World Science» (Львів, 2023); Всеукраїнській науковій конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників «Підсумки наукової роботи за 2014–2019 рр.» (Умань, 2019), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва продуктів» (Умань, 2022).

Як стендові доповіді – на науково-практичному семінарі «День саду Уманського НУС» (2017) й International Conference of the University of Agronomic Science and Veterinary Medicine of Bucharest (Romania, 2020) та як повідомлення на науково-виробничих семінарах з виїздом у передові садівничі господарства України і країн Західної Європи (Польща 2014, 2019; Австрія, Італія, Німеччина та Польща, 2016; Німеччина і Польща, 2017). Результати роботи демонструвалися на експо-фесті «Agroshow Ukraine 2017».

**Публікації за матеріалами дисертації.** За матеріалами дисертації опубліковано 40 статей, з яких 20 у фахових виданнях України, три – у виданнях, що індексуються в Міжнародних наукометричних базах Scopus і Web of Science, чотири статті в інших виданнях та 13 – у матеріалах наукових конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційну роботу викладено на 504 сторінках комп'ютерного набору, у тому числі 277 – основного тексту, що включає анотацію, вступ, вісім розділів, висновки, рекомендації науковим установам та виробництву. Містить 152 таблиці, 71 рисунок і 17 додатків

(таблиці, рисунки, скан-копії, відомості про апробацію результатів дисертації, технологічні інструкції). Список використаних джерел містить 555 найменувань, з яких 456 – латиницею.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **ВСТУП**

У вступі обґрунтовано актуальність досліджень, сформульовано мету та завдання, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, зазначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, подано відомості про апробацію і впровадження у виробництво.

### **ОСНОВИ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЗЕРНЯТКОВИХ КУЛЬТУР (огляд літератури)**

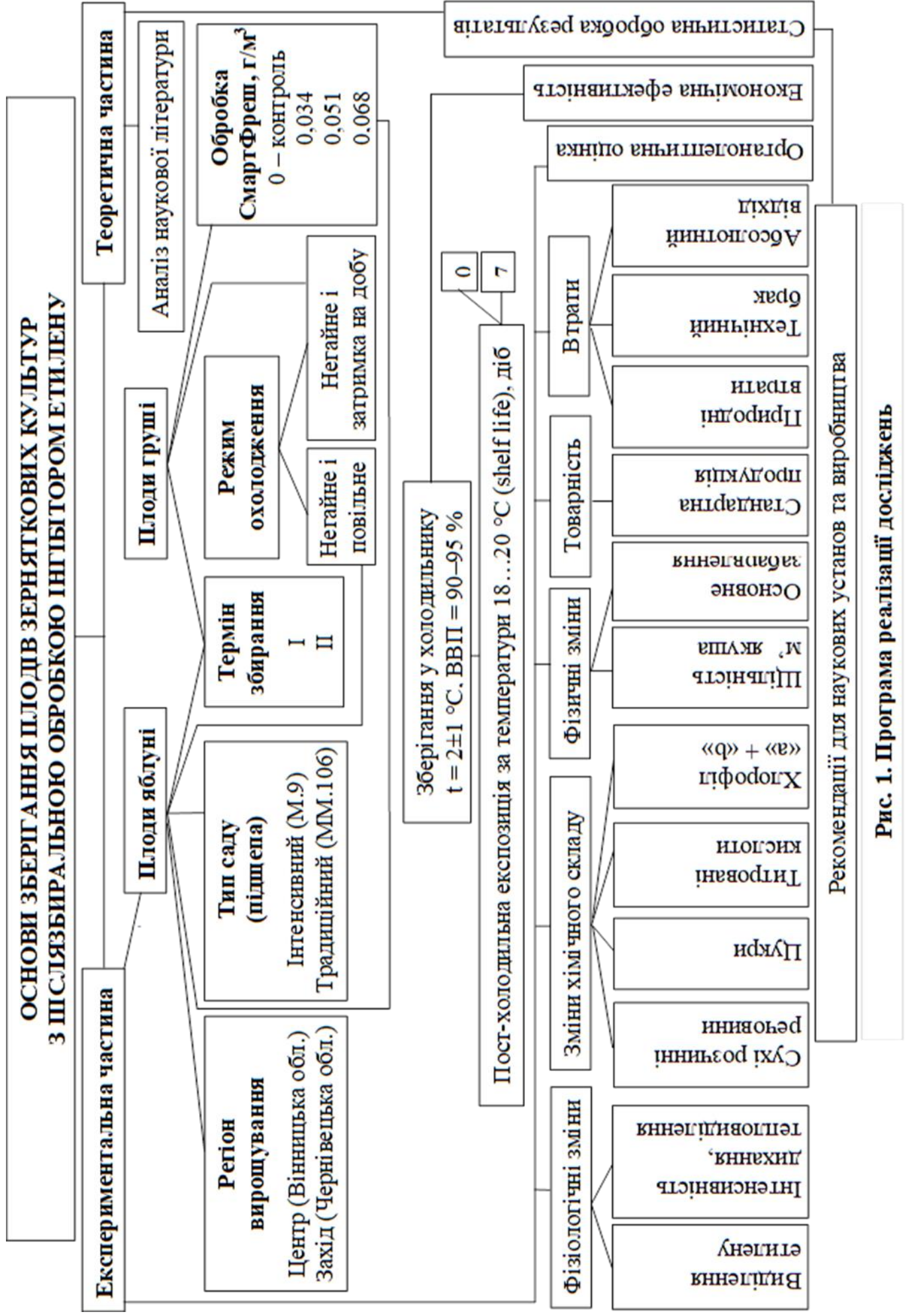
Проаналізовано відомості з джерел літератури щодо напрямів досліджень збереженості плодів зерняткових культур залежно від регіону вирощування, типу саду (підщепа), терміну збирання (ступінь знімальної стиглості), режиму післязбирального охолодження та обробки інгібітором етилену. Проаналізовано основи лежкоздатності, сучасні способи і режими зберігання та рівень забезпечення фруктосховищами-холодильниками, проведено аналіз існуючих способів післязбиральної обробки плодів зерняткових культур для збереження товарних і споживних властивостей продукції. Проаналізовано механізм синтезу плодами етилену й особливості впливу інгібітора етилену 1-МЦП на активність процесів метаболізму. Проведено моніторинг змін фізіологічних, фізико-хімічних показників і товарних властивостей під час зберігання та подальшої пост-холодильної експозиції плодів яблуні і груші залежно від режиму охолодження й обробки інгібітором етилену. Виявлено доцільність покращання збереженості плодів яблуні і груші післязбиральною обробкою інгібітором етилену з наступним холодильним зберіганням. Вказано на невирішені для умов України питання із зазначеної проблеми та обґрунтовано вибір теми дисертаційної роботи.

### **УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження за темою дисертації проводились упродовж 2010–2017 рр. в умовах лабораторії кафедри харчових технологій і лабораторії кафедри плодівництва та виноградарства Уманського національного університету садівництва, обробка результатів й впровадження у виробництво – до 2023 р. У дослідженнях використані яблука сортів Голден Делішес, Ренет Симиренко, Хонейкрісп (Хоней Крісп) і груші Сніжинка та сорту Яніс (клон сорту Ноябрьська). Плоди відбирали з насаджень фермерських господарств «Обрій» (с. Ковалівка Вінницького району Вінницької області – центральний регіон) і «Яніс» (с. Шилівці Дністровського району Чернівецької області – Буковинське Придністров'я, західний регіон).

Програма реалізації досліджень представлена на рисунку 1.





**Рис. 1. Програма реалізації досліджень**

**Дослід 1. Вплив післязбиральної обробки інгібітором етилену на збереженість яблук залежно від регіону вирощування, типу саду (підщепа) і терміну збирання.** Яблука пізнього терміну достигання сортів Голден Делішес і Ренет Симиренка, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, відбирали у 2010 і 2011 рр. в плодоносних садах фермерських господарств «Обрій» та «Яніс» з інтенсивних зрошуваних насаджень на карликовій підщепі (М.9, схема садіння 3,5 x 1,0 м) і традиційних – без поливу – на середньорослій підщепі (ММ.106, схема садіння 5 x 3 м).

Клімат Вінницької (Вінницький район, центральний регіон) та Чернівецької областей (Дністровський район, західний регіон) помірно-континентальний з нестійким зволоженням, нерівномірністю атмосферних опадів і температури повітря. Грунт сірий опідзолений. Утримання міжрядь – дерново-перегнійне, в пристовбурних смугах – гербіцидний пар. Удобрення, режим краплинного поливу та система захисту насаджень від шкідників, хвороб і бур'янів відповідали зональним рекомендаціям.

Схема дослідження включає: 1) регіон вирощування (Центр, Захід), 2) тип саду (інтенсивний, підщепа М.9 і традиційний – ММ.106), 3) термін збирання (I – початок знімальної стиглості, початок збирання, II – повна знімальна стиглість, масовий збір), 4) обробку інгібітором етилену – препарат СмартФреш дозою 0,068 г/м<sup>3</sup> і без обробки, 5) тривалість зберігання 0 (до зберігання), 2, 4, 5, 6 і 7 місяців, 6) пост-холодильну експозицію за температури 18...20 °С (shelf-life, після закінчення зберігання).

**Дослід 2. Вплив диференційованих доз інгібітора етилену на збереженість яблук.** Яблука пізнього терміну достигання сорту Ренет Симиренка відбирали на початку знімальної стиглості у 2013 і 2014 рр. в плодоносному саду ФГ «Яніс» з інтенсивного насадження на карликовій підщепі (М.9, схема садіння 3,5 x 1,0 м).

Схема дослідження включає: 1) обробку препаратом СмартФреш дозою 0,034, 0,051 чи 0,068 г/м<sup>3</sup> (контроль 1; без обробки – контроль 2), 2) тривалість зберігання 0 (до зберігання), 2, 3, 4, 5, 6 і 7 місяців, 3) пост-холодильну експозицію за температури 18...20 °С (shelf-life, після закінчення зберігання).

**Дослід 3. Вплив післязбиральної обробки інгібітором етилену на збереженість яблук залежно від терміну збирання і режиму охолодження.** Яблука пізнього терміну достигання перспективного сорту Хонейкрісп відбирали у 2014 і 2015 рр. в плодоносному саду ФГ «Яніс» з інтенсивного насадження на карликовій підщепі (М.9, схема садіння 3,5 x 1,0 м).

Схема дослідження включає: 1) термін збирання (I – початок знімальної стиглості, початок збирання і II – повна знімальна стиглість, масовий збір), 2) режим охолодження (негайне – упродовж доби до температури 5±1 °С з подальшим зберіганням за температури 2±1 °С і повільне – витримування впродовж семи діб за температури 10±2 °С з наступним зниженням на 1 °С за добу до температури зберігання 2±1 °С), 3) обробку препаратом СмартФреш дозою 0,068 г/м<sup>3</sup> і без обробки, 4) тривалість зберігання 0 (до зберігання), 2, 4 і 6 місяців, 5) пост-холодильну експозицію за температури 18...20 °С (shelf-life, після закінчення зберігання).

**Дослід 4. Вплив післязбиральної обробки інгібітором етилену на збереженість груш залежно від терміну збирання і режиму охолодження.** Груші пізньоосіннього терміну достигання сорту Яніс відбирали у 2013 і 2014 рр. в плодоносному зрошуваному саду ФГ «Яніс» на напівкарликовій підщепі Айва А (схема садіння 3,2 x 1,2 м).

Схема досліду включає: 1) термін збирання (I – початок знімальної стиглості, початок збирання, II – повна знімальна стиглість, масовий збір), 2) режим охолодження: негайне – одразу після збирання за температури  $5\pm 1$  °C та із затримкою на добу – експозиція після збирання впродовж доби за температури 18...20 °C з наступним охолодженням за температури  $5\pm 1$  °C, 3) обробку препаратом СмартФреш дозою 0,034 г/м<sup>3</sup> (без обробки – контроль), 4) тривалість зберігання 0 (до зберігання), 2, 4 і 6 місяців, 5) пост-холодильну експозицію плодів за температури 18...20 °C (shelf-life, після закінчення зберігання).

**Дослід 5. Вплив диференційованих доз інгібітора етилену на збереженість груш, зібраних на початку знімальної стиглості.** Ранньоосінні груші Сніжинка відбирали у 2016 і 2017 рр. в плодоносному саду ФГ «Яніс» на напівкарликовій підщепі айва А (схема садіння 3,2 x 1,2 м).

Схема досліду включає: 1) обробку препаратом СмартФреш дозою 0,034, 0,051 та 0,068 г/м<sup>3</sup> (без обробки – контроль), 2) тривалість зберігання 0 (до зберігання), 1, 2, 3 і 4 місяців, 3) пост-холодильну експозицію плодів за температури 18...20 °C (shelf-life, після закінчення зберігання).

Планування і ведення дослідів та обробку результатів здійснювали за рекомендаціями Інституту садівництва НААН (1980 і 2008 рр.) та Інституту винограду і вина «Магарач» НААН (1998).

Яблука і груші заготовляли з настанням знімальної стиглості з урахуванням щільності м'якуша, вмісту сухих розчинних речовин, йод-крохмальної проби та індексу Стрейфа. Початок знімальної стиглості (початок «вікна збирання» – commercial harvest period, early commercial harvest maturity) визначали за перших ознак достигання плодів – зміни основного забарвлення шкірки, достатньої для сорту площі й інтенсивності покривного забарвлення та початку формування характерного для помологічного сорту смаку. Повну знімальну стиглість (закінчення «вікна збирання» – late commercial harvest maturity) – через сім діб, за інтенсивною зміною основного забарвлення плодів, помітним зниженням щільності м'якуша, збільшенням соковитості і наявністю усіх характерних для сорту показників смаку (Рибак Г.М., Михайлова Є.В., Блашкіна А.А. та ін., рекомендації Інституту садівництва НААН, 1980).

Плоди збирали з дерев, типових для помологічного сорту, і відбирали однорідну за ступенем стиглості продукцію вищого товарного сорту за ГСТУ 01.1-37-160 і ГСТУ 01.1-37-162. Яблука вміщували в ящики № 75, а груші – № 53 (з шаховим укладанням і перестиланням кожного шару папером) згідно ДСТУ ISO 7558:2005. Облікова одиниця – проба плодів масою близько 6 кг (три повторності у варіанті). Сюди ж укладали поліетиленові сітки з продукцією для обліку природних втрат. Кількість ящиків кожного варіанту відповідала періодичності товарного і фізико-хімічних аналізів.

Продукцію охолоджували, залежно від схеми досліду, і наступного дня

половину плодів обробляли 1-МЦП (препарат СмартФреш). 1-МЦП – інгібітор етилену, газоподібна органічна сполука  $C_4H_6$ , що в препараті СмартФреш у концентрації 3,3 % перебуває в комплексі з циклодекстрином (білий порошок).

Для обробки 1-МЦП ящики з плодами ставили в газонепроникний контейнер з плівки завтовшки 200 мк, куди вміщували склянку з дистильованою водою і розрахованою на одиницю об'єму дозою препарату. Циркуляцію повітря в контейнері здійснювали вентилятором. Обробку проводили з 24-год. експозицією, після чого контейнер згортали і камеру 15 хв. провітрювали (рекомендація виробника).

Яблука сортів Голден Делішес і Ренет Симиренко та груші Сніжинка і сорту Яніс зберігали в холодильній камері КХР–12М, а яблука сорту Хонейкрісп – у фруктосховищі–холодильнику ФГ «Яніс» за температури  $2\pm 1$  °С та відносної вологості повітря 90–95 %. Температуру контролювали спиртовими термометрами й автоматично, відносну вологість повітря – гігрометром.

Товарну оцінку плодів проводили за ГСТУ 01.1-37-160:2004 і ГСТУ 01.1-37-162, фіксуючи масу відповідних фракцій. Дані відображали у відсотках до загальної маси аналізованої проби на момент визначення. До технічного браку відносили яблука із загниванням до 1/2, побурінням шкірки (загар) – до 1/2 поверхні, початковим ураженням побурінням м'якуша та сильним в'яненням.

До абсолютного браку відносили яблука із загниванням та побурінням шкірки на площі понад 1/2 поверхні, інтенсивним побурінням м'якуша і спуханням (Метод. рекомендації Інституту садівництва. К., 1980). Для обліку природних втрат зважували поліетиленові сітки з плодами у триразовій повторності. Закінчення терміну зберігання визначали за сумарними втратами не більше 10 %.

Фізичні, фізіологічні показники і вміст компонентів хімічного складу в плодах визначали під час закладання, впродовж та по закінченні зберігання, а також після семидобової експозиції за температури 18...20 °С і відносної вологості повітря 50–60 % (shelf life).

Відбір і підготовку проб для аналізів робили за рекомендаціями Інституту винограду і вина «Магарач» (1998). Вихідний зразок для фізико-хімічних аналізів – 20 необроблених плодів у трьох повтореннях – відбирали до обробки 1-МЦП. Наступні зразки із 20 оброблених і необроблених плодів у трьох повтореннях періодично відбирали в процесі зберігання. Додатково відбирали зразки по 20 плодів у трьох повтореннях для пост-холодильної семидобової експозиції за температури 18...20 °С.

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

$$ІС = \frac{\text{щільність м'якуша, кг}}{СРР \cdot \text{йод-крохмальна проба}}, \text{ де}$$

СРР – сухі розчинні речовини, %.

Вплив погодних умов на формування якості плодів оцінювали з урахуванням таких показників: кількість опадів за період росту і розвитку яблук та груш, сума активних температур понад 10 °С; гідротермічний коефіцієнт (ГТК, за Г.Т. Селяніновим):

$$ГТК = КО / 0,1 \sum_t, \text{ де}$$

КО – кількість опадів за період з температурою вище 10 °С;

$\Sigma_t$  – сума активних температур вище 10 °С.

Інтенсивність виділення плодами етилену (у мкл/кг · год.) визначали в динаміці портативним газоаналізатором ІСА-56 з електрохімічним детектором (International controlled atmosphere ltd., Англія) з точністю  $\pm 0,2$  ppm у діапазоні 0...100ppm (Дрозд О.О., Мельник О.В., 2023). Інтенсивність дихання (мл  $\text{CO}_2$ /кг·год.) – за обсягом виділеного діоксиду вуглецю за В.М. Найченком (2001). Рівень тепловиділення в кілокалоріях на тонну продукції за добу зберігання обчислювали множенням інтенсивності дихання у мл  $\text{CO}_2$ /кг · год на коефіцієнт 121,2 (Saltveit M.E., 2004).

Індекс інгібування синтезу етилену ( $I_{ICE}$ ) обчислювали за формулою (Мельник О.В., Дрозд О.О., та ін., 2014):

$$I_{ICE} = 1 - (E_{1-МЦП} \cdot E_0^{-1}), \text{ де}$$

$I_{ICE}$  – індекс інгібування синтезу етилену;

$E_{1-МЦП}$  – виділення етилену обробленими 1-МЦП плодами, мкл/кг · год.;

$E_0$  – виділення етилену плодами без обробки 1-МЦП, мкл/кг · год.

Вміст сухих розчинних речовин (СРР) визначали рефрактометром РПЛ-3М за ДСТУ ISO 2173:2007, кислотність – у перерахунку на яблучну – за ДСТУ 4957:2008, загальний вміст цукрів – фериціанідним методом за В.М. Найченком (2001). Йод-крохмальну пробу (у балах) оцінювали на поперечному перерізі кожного з двадцяти яблук за шкалою STIFL (10 балів – відсутність крохмалю). Сумарний вміст хлорофілів в шкірці визначали фотометруванням спиртових витяжок на спектроколориметрі «Spekol» за З.М. Грицаєнко (2003). Результати хімічних аналізів приводили до вихідної маси за В.М. Найченком (2001).

Щільність м'якуша (кг) визначали з двох протилежних боків кожного з двадцяти плодів закріпленим на штативі пенетрометром FT 327 з плунжером діаметром 11 мм (для яблук) і 8 мм – для груш (шкірку зрізували). Для переведення у  $\text{кг}/\text{см}^2$  показник у кілограмах множать на коефіцієнт 1,034 (для яблук) або 2,0 (для груш).

Основне забарвлення шкірки у місці без покривного забарвлення оцінювали спектроколориметром «Spekol» за відбиванням світла (%) довжиною хвилі 675 нм, що відповідає максимуму поглинання світла хлорофілом.

Вихід соку «фреш» – побутовим соковитискачем «Moulinex» (перед подрібненням насіння видаляли) з обчисленням за формулою:

$$V_c = (M_c / M_p) \cdot 100, \text{ де}$$

$V_c$  – вихід соку, %;  $M_c$  – маса соку, кг;  $M_p$  – маса плодів, кг.

Дегустаційну оцінку здійснювали за десятибальною шкалою з визначенням споживних характеристик плодів. Для статистичної обробки результати перетворено за функцією  $y = \sqrt{x}$ .

Економічну ефективність розраховували за методикою Інституту садівництва НААН (2002).

Для обробки результатів досліджень і визначення достовірності експериментальних даних застосовували дисперсійний та кореляційний методи статистичного аналізу за програмами MS Office Exsel і Statistica 10. Оцінку достовірності впливу чинників здійснено на підставі F-критерія Фішера, для

порівняння середніх використано значення найменшої істотної різниці (НІР $\alpha$ ), обчисленими за t-критерієм Стюдента за рівня вірогідності  $\alpha = 0,05$  (Мойсейченко В.Ф., 1992).

### ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПЛОДІВ З ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЮ ОБРОБКОЮ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ

Одразу після збирання яблук сортів Голден Делішес і Ренет Симиренка, вищим рівнем показників вирізнялися плоди з інтенсивного насадження на підщепі М.9. У плодах другого терміну збирання (повна знімальна стиглість) вищий вміст сухих розчинних речовин і цукрів, незалежно від типу саду (табл. 1).

**Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники яблук після збирання  
залежно від типу саду і терміну збирання (2010–2011 рр.)**

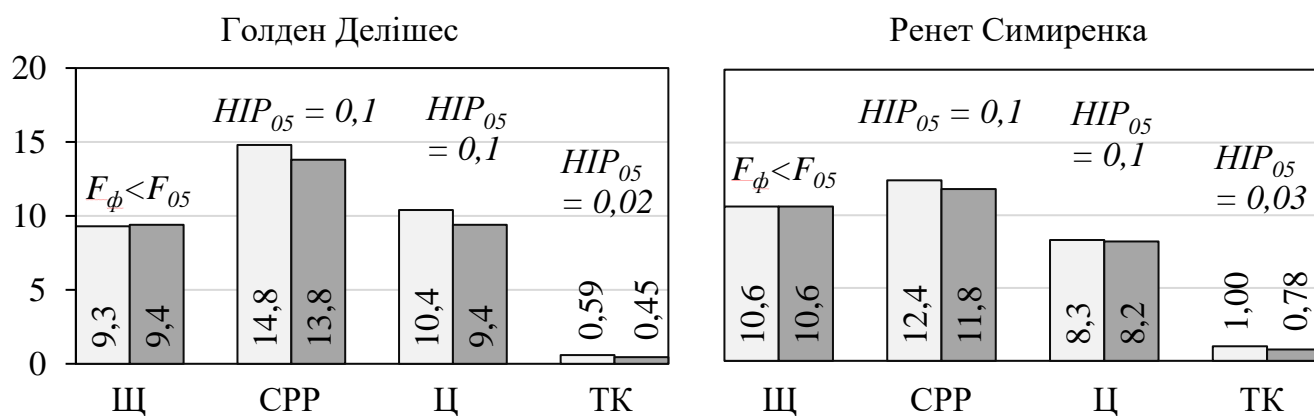
Тип саду	Термін* збирання	Щільність м'якуша, кг	Сухі розчинні речовини, %	Цукри, %	Титровані кислоти, %	ЦКІ**
Голден Делішес						
Інтенсивний	I	9,3	13,9	9,7	0,61	16
	II	9,4	15,8	11,1	0,58	19
Традиційний	I	9,1	12,9	9,1	0,55	16
	II	9,2	13,5	9,6	0,50	19
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>0,2</i>	<i>0,3</i>	<i>0,2</i>	<i>0,04</i>	-
Ренет Симиренка						
Інтенсивний	I	11,1	12,0	8,0	1,02	8
	II	10,1	12,8	8,6	0,98	9
Традиційний	I	10,5	11,0	7,4	0,86	9
	II	9,8	11,5	7,7	0,80	10
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,2</i>	<i>0,08</i>	-

Примітки: \*I – початок знімальної стиглості, II – повна знімальна стиглість,  
\*\* ЦКІ – цукрово-кислотний індекс.

Умови регіону вирощування не впливали на щільність м'якуша яблук під час збирання. Плоди з центрального регіону за роки досліджень накопичували більше сухих розчинних речовин і цукрів, що, вірогідно, зумовлено меншою кількістю опадів у передзбиральний період (рис. 2).

**Вплив типу саду і терміну збирання.** У процесі зберігання вихід стандартної продукції яблук досліджуваних сортів поступово знижувався до 25,6–97,0 %, а природні втрати зростали до 2,3–6,5 %. Раціональна тривалість зберігання необроблених яблук сорту Голден Делішес не перевищувала п'яти-шести місяців, тоді як за обробки інгібітором етилену – не менше семи (табл. 2).

На кінець семи місяців зберігання суттєво до 44,8–74,3 % знизилася товарна якість необроблених яблук сорту Голден Делішес, незалежно від типу саду і терміну збирання, тоді як обробка інгібітором етилену забезпечила до 1,5 раза вищий вихід стандартної продукції (91,8–93,4) плодів першого збирання та майже удвічі вищий (91,2–94,5 %) – другого терміну – з насаджень обох типів.



**Рис. 2. Фізико-хімічні показники яблук після збирання залежно від регіону вирощування (2010–2011 рр.):**

Щ – щільність м'якуша, кг; СРР – сухі розчинні речовини, %;  
 Ц – цукри, %; ТК – титровані кислоти, %  
 □ – Центральний регіон    ■ – Західний регіон

**Таблиця 2 – Збереженість яблук залежно від типу саду, терміну збирання й обробки інгібітором етилену (зберігання 7 міс., 2010–2011 рр.), %**

Тип саду	Термін* збирання	Доза Смарт-Фреш, г/м <sup>3</sup>	Стандартна продукція	Природні втрати	Побуріння шкірки	Побуріння м'якуша	Загнивання
<b>Голден Делішес</b>							
Інтенсивний	I	0 (контроль)	74,3	5,0	1,3	0	19,5
		0,068	91,8	4,4	0	0	3,8
	II	0	51,3	5,7	5,1	0	37,9
		0,068	91,2	4,9	0	0	3,9
Традиційний	I	0	62,1	6,3	2,6	0	29,1
		0,068	93,4	5,5	0	0	1,1
	II	0	44,8	6,5	0	0	48,7
		0,068	94,5	4,6	0	0	0,9
<i>HIP<sub>05</sub></i>			12,6	0,8	<i>F<sub>φ</sub> &lt; F<sub>05</sub></i>	-	19,7
<b>Ренет Симиренка</b>							
Інтенсивний	I	0 (контроль)	47,9	3,3	14,0	31,3	3,4
		0,068	96,2	2,3	0,8	0	0,7
	II	0	25,6	3,4	7,5	51,3	2,8
		0,068	97,0	3,0	0	0	0
Традиційний	I	0	58,1	4,4	8,5	29,0	0
		0,068	96,6	3,4	0	0	0
	II	0	34,1	5,1	6,0	49,7	10,2
		0,068	94,9	3,5	0	0	1,5
<i>HIP<sub>05</sub></i>			15,9	0,7	8,3	13,9	<i>F<sub>φ</sub> &lt; F<sub>05</sub></i>

Примітка: \*I – початок знімальної стиглості, II – повна знімальна стиглість.

Рівень природних втрат плодів сорту Голден Делішес (5,0–5,7 %) нижчий у продукції з інтенсивного саду і до 1,5 раза нижчий за обробки інгібітором етилену. Необроблені яблука, зібрані у другий термін з насаджень обох типів, значно сильніше (37,9–48,7 %) уражувалися грибними хворобами, втрати від яких не перевищували 4 % за обробки інгібітором етилену.

Раціональна тривалість зберігання необроблених яблук сорту Ренет Симиренка не перевищувала шести місяців, а з обробкою 1-МЦП складала не менше семи місяців, незалежно від терміну збирання. Наприкінці семи місяців зберігання суттєве зниження товарної якості (25,6–58,1 %) виявлене в необробленій продукції, особливо зібраній у другий термін, обробка ж інгібітором етилену забезпечила вихід стандартної продукції не менше 95 %, незалежно від типу саду і терміну збирання.

Природні втрати яблук сорту Ренет Симиренка (3,3–3,4 %) менші у продукції з інтенсивного саду і до 1,5 раза нижчі за обробки інгібітором етилену. Обробка обмежує до 1 % побуріння шкірки та запобігає побурінню м'якуша, втрати від чого в необробленій продукції другого збирання сягали 50 %.

**Умови регіону вирощування** впливають на збереженість яблук наприкінці семимісячного зберігання: до 10 % вищий вихід стандартної продукції сорту Голден Делішес і до 6 % – Ренет Симиренка із західного регіону, зібраної в перший термін, та вищі природні втрати плодів другого збирання. За обробки інгібітором етилену товарність яблук сорту Голден Делішес на 20 % вища, нижчі природні втрати, учетверо менше загнивання та відсутнє побуріння шкірки.

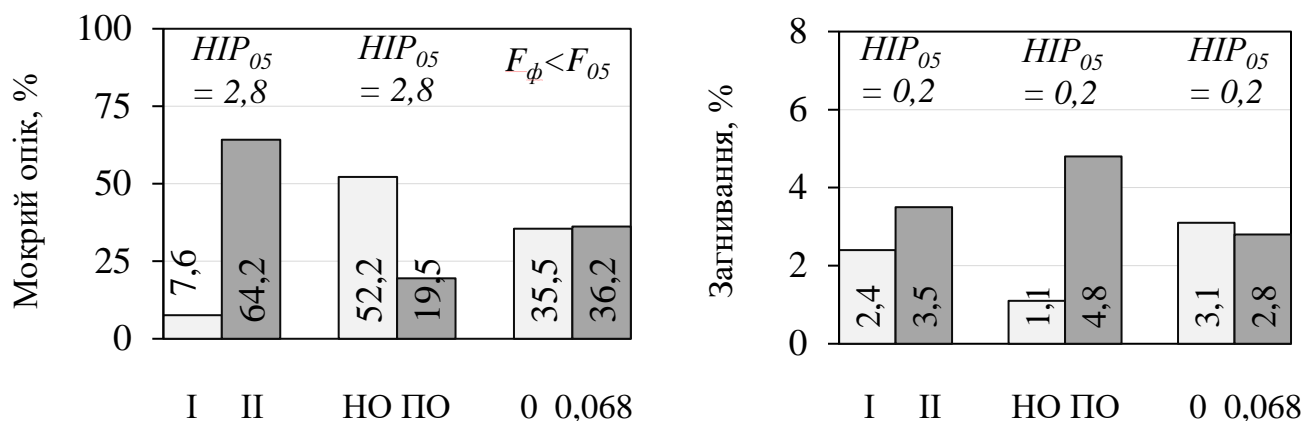
Ураження плодів сорту Ренет Симиренка загниванням, побурінням шкірки і спуханням не залежать від регіону вирощування, при цьому втрати від функціональних розладів вищі у продукції другого збирання (3,7–20,6 %). За обробки інгібітором етилену до 53 % вищий вихід стандартної продукції та в 1,5 раза нижчі природні втрати, мінімальне ураження функціональними розладами і грибними хворобами.

**Вплив режиму охолодження.** За повільного охолодження у 1,5 раза вищий вихід стандартної продукції яблук сорту Хонейкрісп. Серед основних причин втрат якості – ураження низькотемпературним мокрим опіком і грибними хворобами. Обробка інгібітором етилену дещо стримує розвиток гнилей, однак не обмежує мокрий опік (рис. 3).

Незалежно від 24-год. затримання післязбирального охолодження, раціональна тривалість зберігання необроблених груш сорту Яніс не перевищувала чотирьох місяців. За обробки інгібітором етилену плодів першого терміну збирання, охолоджених із затриманням, тривалість зберігання більша на 0,7 місяця (до 4,7 місяців), негайно охолоджених – на 0,3 (до 4,3), а зібраних у другий термін відповідно на 0,7 (до 4,7) і на 0,1 (до 4,1) місяця. Затримання охолодження продовжує зберігання оброблених 1-МЦП груш першого терміну збирання на 0,4 місяці (на 0,6 – другого), однак не впливає на зберігання необробленої продукції обох термінів збирання.

Після чотирьох місяців зберігання виявлено 4,8 % втрат від побуріння шкірки необроблених і негайно охолоджених груш першого терміну збирання і несуттєве побуріння м'якуша аналогічних плодів – другого (табл. 3).





**Рис. 3. Ураження яблук сорту Хонейкрісп низькотемпературним мокрим опіком (зліва) і загниванням (справа) (зберігання 4 міс., 2014–2015 рр.), %:**

I – перший, II – другий термін збирання; НО – негайне, ПО – повільне охолодження; 0 – без обробки (контроль), з обробкою СмартФреш – 0,068 г/м<sup>3</sup>

Після шести місяців виявлено до 2,5 % ураження побурінням шкірки в необроблених грушах першого збирання (за обробки відсутнє), у 4,4 раза нижче побуріння м'якуша (7,2 %) оброблених й охолоджених із затримкою плодів та в 2,5 – негайно охолоджених (16,4 %).

**Таблиця 3 – Ураження груш сорту Яніс функціональними розладами і грибними хворобами залежно від терміну збирання та післязбирального охолодження (2013–2014 рр.), %**

Термін* збирання	Післязбиральне охолодження	Доза Смарт-Фреш, г/м <sup>3</sup>	Побуріння шкірки		Побуріння м'якуша		Загнивання	
			Тривалість зберігання, місяць					
			4	6	4	6	4	6
I	Затримка охолодження	0 (контроль)	0	2,5	0	31,5	1,9	7,5
		0,034	0	0	0	7,2	0	2,3
	Негайне охолодження	0	4,8	1,9	0	41,1	0	2,2
		0,034	0	0	0	16,4	0	0
II	Затримка охолодження	0	0	0	0	31,0	4,4	0
		0,034	0	0	0	6,5	0	6,6
	Негайне охолодження	0	0	4,2	2,5	30,1	1,8	0
		0,034	0	0	0	18,3	0	11,7
<i>HIP</i> <sub>05</sub>			3,9	3,4	<i>F</i> <sub>φ</sub> < <i>F</i> <sub>05</sub>	0,5	<i>F</i> <sub>φ</sub> < <i>F</i> <sub>05</sub>	10,7

Примітка: \*I – початок знімальної стиглості, II – повна знімальна стиглість.

Подібна закономірність за другого збирання: уп'ятеро нижчі втрати (6,5 %) оброблених й охолоджених із затримкою плодів та майже удвічі нижчі за негайного охолоджених (18,3 %). Відсутнє загнивання негайно охолодженої й обробленої продукції першого збирання та необробленої з другого терміну збирання (незалежно від охолодження), найбільші ж втрати (11,7 %) негайно охолоджених й оброблених плодів другого збирання.

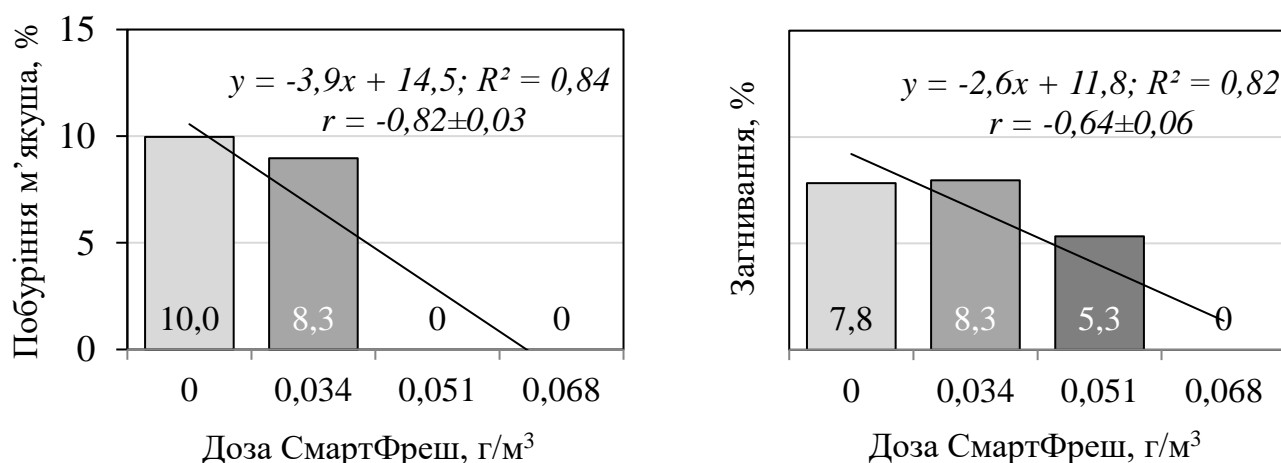
**Вплив дози інгібітора етилену.** Результат обробки яблук інгібітором етилену залежить від помологічного сорту, умов зберігання та дози, зі збільшенням якої вплив обробки посилюється. Рациональна тривалість зберігання необроблених яблук сорту Ренет Симиренка, а також з обробкою дозою 0,034 г/м<sup>3</sup>, не перевищувала шести місяців, а за вищих доз – не менше семи (табл. 4).

**Таблиця 4 – Збереженість яблук сорту Ренет Симиренка залежно від дози інгібітора етилену (зберігання 7 міс., 2013–2014 рр.), %**

Доза Смарт-Фреш, г/м <sup>3</sup>	Товарна продукція			Технічний брак	Абсолютний відхід	Природні втрати
	всього	у т.ч. сортів				
		вищий	I			
0 (контроль)	3,0	3,0	0	47,3	44,4	5,3
0,034	77,4	77,4	3,2	17,3	0	5,3
0,051	90,4	77,8	12,6	5,3	0	4,3
0,068	95,0	85,0	10,0	0	0	5,0
<i>НІР<sub>05</sub></i>	0,8	2,2	1,2	5,5	0,9	0,2

У необробленій продукції значний рівень технічного браку (47,3 %) внаслідок побуріння шкірки і м'якуша та загнивання, тоді як обробка дозою 0,034 г/м<sup>3</sup> знижує показник утричі, 0,051 – удев'ятеро, а за дози 0,068 г/м<sup>3</sup> технічний брак відсутній. Обробка інгібітором етилену запобігає спуханню плодів (абсолютний відхід), з меншими природними втратами за вищих доз.

Встановлено зворотну лінійну залежність побуріння м'якуша і загнивання яблук сорту Ренет Симиренка від дози інгібітора етилену: за вищих доз втрати нижчі (рис. 4).

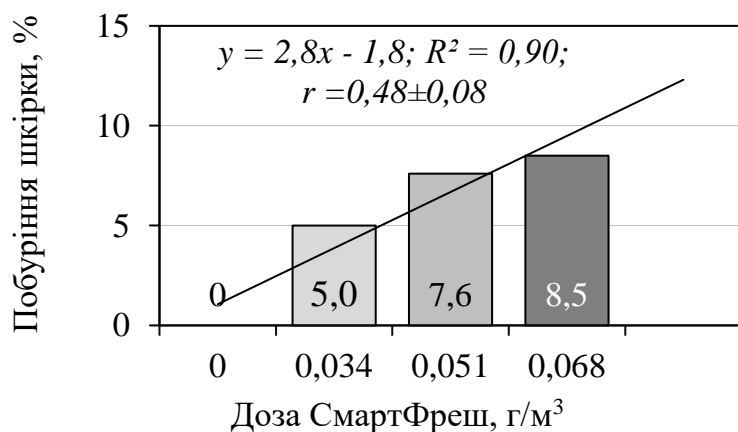


**Рис. 4. Побуріння м'якуша (зліва) і загнивання (справа) яблук сорту Ренет Симиренка залежно від дози інгібітора етилену (зберігання 7 міс., 2013–2014 рр.)**

Рациональна тривалість зберігання ранньоосінніх груш Сніжинка без обробки інгібітором етилену складала не більше трьох місяців, а за обробки – чотири місяці. Удвічі нижчий вихід стандартної продукції (48,3 %) зумовлений високим рівнем функціональних розладів необроблених плодів (табл. 5).

**Таблиця 5 – Збереженість груш Сніжинка залежно від дози інгібітора етилену (зберігання 4 міс., 2016–2017 рр.), %**

Доза Смарт-Фреш, г/м <sup>3</sup>	Товарна продукція		Абсолютний відхід	Природні втрати
	всього	у т.ч. вищий сорт		
0 (контроль)	48,3	48,3	47,7	4,0
0,034	90,0	90,0	7,8	2,2
0,051	89,8	89,8	7,6	2,6
0,068	89,6	89,6	7,8	2,6
<i>НІР<sub>05</sub></i>	6,7	6,7	0,9	0,2



**Рис. 5. Побуріння шкірки після 3 міс. зберігання груш Сніжинка залежно від дози інгібітора етилену**

За обробки інгібітором етилену майже удвічі нижчі природні втрати (2,2–2,6 %).

Побуріння шкірки груш Сніжинка після трьох місяців зберігання залежало від дози інгібітора етилену: за вищих доз втрати вищі (рис. 5).

## **ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЛОДІВ, ОБРОБЛЕНИХ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ, ПІСЛЯ ЗБИРАННЯ Й УПРОДОВЖ ЗБЕРІГАННЯ**

**Інтенсивність дихання і тепловиділення** продукції наприкінці зберігання не залежали від типу саду і терміну збирання яблук сорту Голден Делішес, а також терміну збирання і режиму охолодження груш сорту Яніс. За обробки інгібітором етилену показники нижчі в 1,4 раза для яблук (інтенсивність дихання 0,91 мл CO<sub>2</sub>/кг · год.; тепловиділення 110,6 ккал/тонну · добу) і до 1,6 раза – для груш (відповідно 0,77 і 92,8).

**Інтенсивність виділення етилену.** Гормон досягання – етилен, фізіологічно активний за концентрації вище 0,1...1 мкл/л (0,1...1 ppm), відіграє суттєву роль в обміні речовин, призводячи до зміни забарвлення плодів, зниження щільності і, як результат, – зниження якості й обмеження тривалості зберігання.

Відразу після збирання, під час експозиції за температури 18...20 °С, максимальне виділення етилену необробленими плодами сортів Голден Делішес і Ренет Симиренка першого терміну збирання сягнуло максимуму відповідно на 20 (до 39,6 мкл/кг·год.) і 30 добу (до 11,5), а зібраних в другий термін – на 20 добу (відповідно до 46,0 і 11,9 мкл/кг·год.), незалежно від регіону вирощування, тоді як показник оброблених (0,35–0,59 мкл/кг·год.) починав дещо зростати лише з 30 доби експозиції. Блокуючи вплив екзогенного етилену, післязбиральна обробка 1-МЦП суттєво уповільнювала дозрівання плодів.

Упродовж зберігання (рис. 6) етилен-активність необроблених яблук сорту

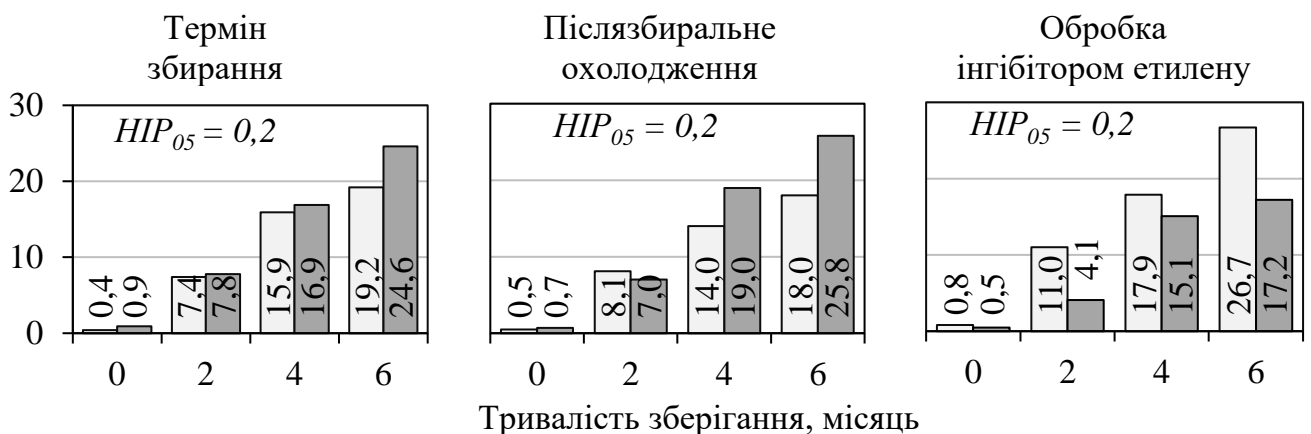
Голден Делішес зростала, незалежно від регіону вирощування і терміну збирання, а сорту Ренет Симиренка – сягнула максимуму 10,8 мкл/кг·год. після п'яти місяців зберігання, за обробки ж інгібітором показник останнього не перевищив 0,9 мкл/кг·год. Виділення етилену плодами сорту Голден Делішес на 1,83 мкл/кг·год. нижче у продукції із західного регіону.



**Рис. 6.** Динаміка виділення етилену яблуками у процесі зберігання залежно від регіону вирощування, терміну збирання й обробки інгібітором етилену: перший термін збирання: □ – без обробки; ■ – з обробкою 1-МЦП; другий термін збирання: ○ – без обробки; ● – з обробкою 1-МЦП

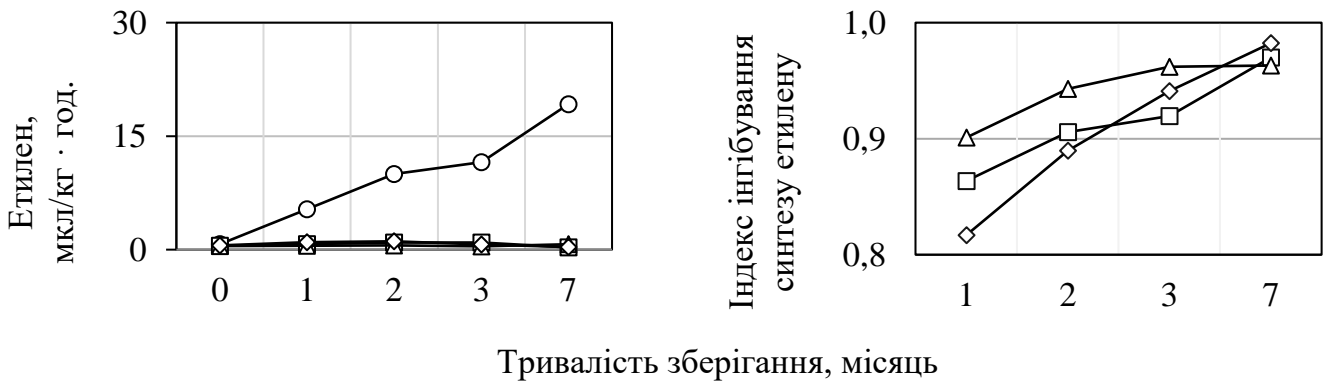
Режим охолодження не впливав на характер виділення етилену яблуками сорту Хонейкрісп. Після шести місяців зберігання удвічі нижчий показник (12,1 мкл/кг·год.) у плодів, зібраних у перший термін й оброблених інгібітором.

Збір груш сорту Яніс у другий термін і затримка післязбирального охолодження підвищували етилен-активність до 24,6–25,8 мкл/кг·год. плодів, післязбиральна ж обробка інгібітором етилену після шести місяців зберігання знижувала показник до 1,5 раза (рис. 7).



**Рис. 7.** Інтенсивність виділення етилену грушами сорту Яніс під час зберігання залежно від терміну збирання, 24-год. затримки післязбирального охолодження й обробки інгібітором етилену, мкл/кг·год.: □ – I початок знімальної стиглості, негайне охолодження, без обробки 1-МЦП; ■ – II повна знімальна стиглість, затримка з охолодженням, обробка 0,034 г/м<sup>3</sup>

**Вплив дози інгібітора етилену.** Упродовж семи місяців зберігання, виділення етилену обробленими 1-МЦП яблуками сорту Ренет Симиренка мінімальне (0,34 мкл/кг·год.), незалежно від дози інгібітора етилену, і після закінчення зберігання у 57 разів слабше, порівняно з продукцією без обробки (рис. 8, зліва). Між дозами інгібітора етилену чіткої відмінності етилен-активності яблук одразу після збирання і в процесі зберігання не виявлено, при цьому індекс інгібування синтезу етилену наприкінці зберігання дещо нижчий у плодів, оброблених дозами 0,034 та 0,057 г/м<sup>3</sup>, що підтверджує дещо швидше відновлення їхньої здатності до синтезу етилену і післязбирального дозрівання (рис. 8, справа).



**Рис. 8.** Динаміка виділення етилену яблуками сорту Ренет Симиренка (зліва) та індекс інгібування синтезу етилену (справа) під час зберігання залежно від дози інгібітора етилену:

○ – без обробки, з обробкою СмартФреш – □ – 0,034, △ – 0,051, ◇ – 0,068 г/м<sup>3</sup>

Упродовж чотирьох місяців зберігання найвищою інтенсивністю виділення етилену – 43,8 мкл/кг·год. – вирізнялися необроблені інгібітором груші Сніжинка (рис. 9, зліва), з у 4,8 раза вищим рівнем наприкінці зберігання, порівняно з обробленими дозою 0,034 г/м<sup>3</sup>, а за обробки дозою 0,051 чи 0,068 г/м<sup>3</sup> показник не перевищив мінімального рівня 0,6–0,9 мкл/кг·год.



**Рис. 9.** Динаміка виділення етилену (зліва) та індекс інгібування синтезу етилену грушами Сніжинка (справа) під час зберігання залежно від дози інгібітора етилену:

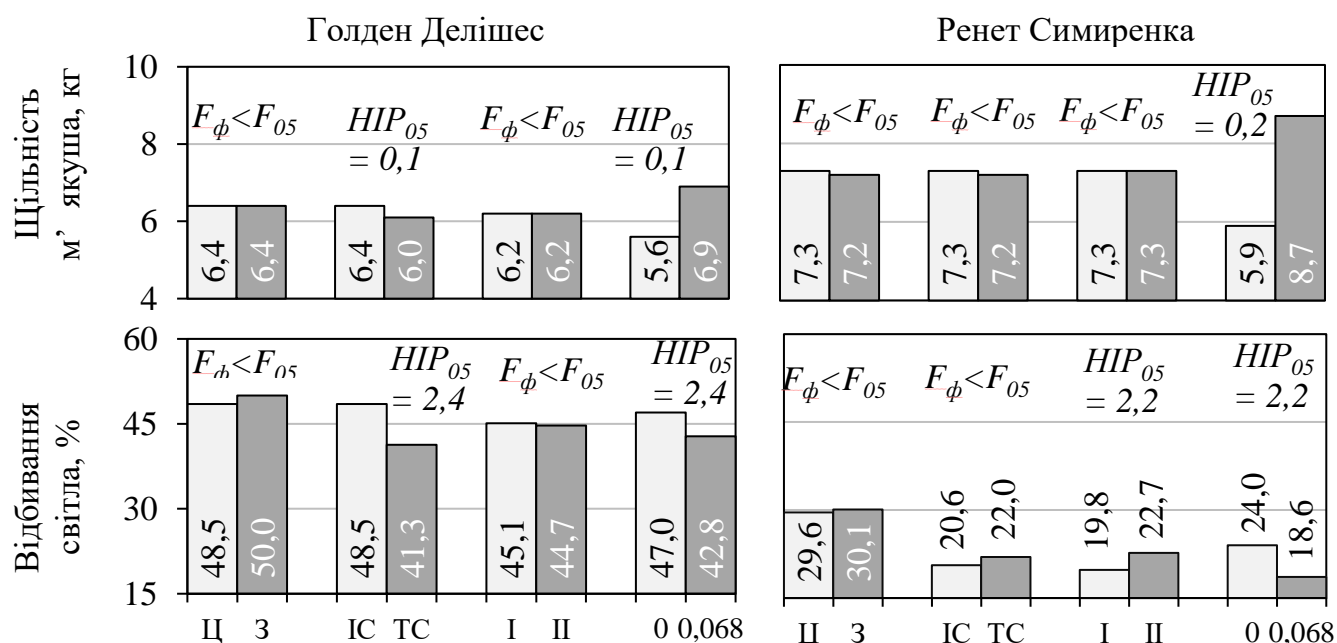
○ – без обробки; з обробкою СмартФреш – □ – 0,034, △ – 0,051, ◇ – 0,068 г/м<sup>3</sup>

За обробки плодів дозою 0,034 г/м<sup>3</sup> найнижчий індекс інгібування синтезу етилену наприкінці зберігання (0,80) є свідченням відновлення здатності плодів до післязбирального дозрівання (рис. 9, справа).

### ФІЗИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЛОДІВ З ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЮ ОБРОБКОЮ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ

Щільність м'якуша – один з основних критеріїв оцінки якості яблук і груш під час реалізації, а зміна основного забарвлення – виразна зміна зовнішнього вигляду плодів, пов'язана з трансформацією в шкірці хлорофілу.

**Вплив умов регіону вирощування, типу саду і терміну збирання.** Досліджувані фізичні показники яблук наприкінці зберігання не залежать від умов регіону вирощування (рис. 10). Щільність м'якуша (6,4 кг) і відбивання шкіркою світла (48,5 %) вищі у плодів сорту Голден Делішес з інтенсивного саду. Обробка інгібітором етилену в цілому по досліді забезпечила на 1,3 кг вищу щільність яблук. Слабше пожовтіння – в 1,2 раза нижче відбивання світла шкіркою – у плодів сорту Голден Делішес з традиційного саду, а також за обробки інгібітором етилену (показник на 10 % нижчий), без впливу терміну збирання.



**Рис. 10. Фізичні показники яблук залежно від регіону вирощування, типу саду і терміну збирання (зберігання 7 міс., 2010–2011 рр.):**

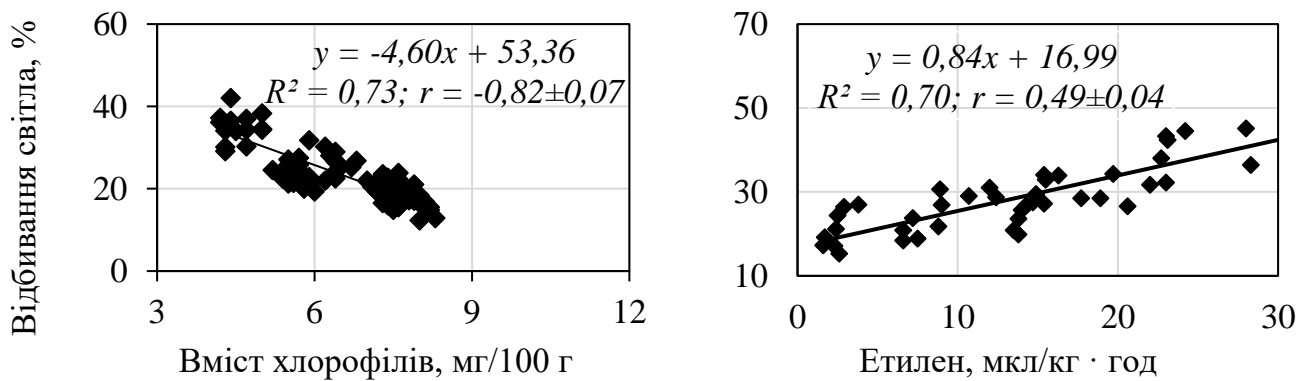
Ц – центральний регіон, З – західний регіон; ІС – інтенсивний сад, ТС – традиційний сад;  
І – перший термін збирання, ІІ – другий термін збирання;  
0 – без обробки (контроль), з обробкою СмартФреш – 0,068 г/м<sup>3</sup>

Щільність м'якуша яблук сорту Ренет Симиренка в цілому по досліді не залежала від типу саду і терміну збирання та в 1,5 раза вища (8,7 кг) за обробки інгібітором етилену (рис. 10, унизу справа). Рівень відбивання світла шкіркою плодів першого терміну збирання на 2,9 % нижчий (слабше пожовтіння) й у

1,3 раза менший (18,6 %) за обробки інгібітором етилену. Зі збільшенням тривалості зберігання вплив обробки 1-МЦП посилювався.

**Вплив режиму охолодження.** Зміна щільності м'якуша груш сорту Яніс протягом шести місяців зберігання не залежала від терміну збирання та затримки охолодження, а за обробки інгібітором етилену показник знижувався повільніше. Наприкінці зберігання щільність (4,7–5,8 кг) на 0,7–1,8 кг вища від мінімального рівня (4 кг) для постачання в мережу супермаркетів, а з урахуванням пост-холодильної експозиції – на 1,4–2,8 кг вища мінімуму, бажаного споживачу (1,2 кг). За вищої інтенсивності виділення етилену (x) щільність м'якуша груш (y) нижча:  $y = -0,06x + 6,36$  ( $R^2 = 0,53$ ;  $r = -0,89 \pm 0,01$ ).

Післязбиральне дозрівання груш сорту Яніс відображається відбиванням світла шкіркою (y) на хвилі 675 нм, що лінійно зростає зі зниженням вмісту в ній хлорофілів (x):  $y = -4,60x + 53,36$  ( $R^2 = 0,73$ ;  $r = -0,82 \pm 0,07$ ) – плоди жовтішають (рис. 11, зліва). Показник нижчий за першого терміну збирання і змінюється більш повільно за обробки плодів інгібітором етилену та негайного охолодження. За вищої інтенсивності виділення плодами етилену (x) вищий ступінь пожовтіння – відбивання світла (y) – плодів груші:  $y = 0,84x + 16,99$  ( $R^2 = 0,70$ ;  $r = 0,49 \pm 0,04$ ; рис. 11, справа).



**Рис. 11.** Взаємозв'язок рівня відбивання світла на хвилі 675 нм (y) зі вмістом хлорофілу в шкірці груш сорту Яніс на ділянці без покривного забарвлення (зліва) та виділенням плодами етилену під час зберігання (справа)

Щільність яблук сорту Хонейкрісп у цілому по досліді не залежала від обробки інгібітором етилену: вищий на 0,5 кг показник у плодів першого терміну збирання і на 0,3 – негайно охолоджених ( $HP_{05}=0,2$ ). Наприкінці зберігання відбивання шкіркою світла в 1,2 раза нижче у плодів першого терміну збирання, на 6 % нижче за негайного охолодження і на 7,8 % – за обробки інгібітором етилену (подібна тенденція за пост-холодильної експозиції).

**Вплив дози інгібітора етилену.** Допустима для реалізації щільність 6,5 кг необроблених плодів сорту Ренет Симиренка забезпечувалася двомісячним зберіганням, а за обробки 1-МЦП утримувалася на рівні до 9,0 кг упродовж семи місяців, без істотної різниці в інтервалі доз 0,034...0,068 г/м<sup>3</sup> препарату СмартФреш. Наприкінці зберігання (з пост-холодильною експозицією) щільність не нижче 7,6 кг за обробки дозою 0,034 г/м<sup>3</sup> і до 8,6 кг – за дози 0,051 чи 0,068 г/м<sup>3</sup>

СмартФреш. Обробка вищою дозою посилює уповільнення зміни забарвлення: за дози  $0,034 \text{ г/м}^3$  відбивання світла шкіркою наприкінці зберігання в 1,3 раза нижче (менше пожовтіння), за  $0,051$  чи  $0,068 \text{ г/м}^3$  – в 1,4 раза, і відповідно в 1,3 та 1,5 раза з пост-холодильною експозицією; вищий показник за дози  $0,034 \text{ г/м}^3$ .

Допустима для реалізації щільність необроблених груш Сніжинка (4 кг) забезпечується тримісячним зберіганням, з удвічі вищим показником за обробки, незалежно від дози СмартФреш. Після чотирьох місяців зберігання і пост-холодильної експозиції щільність плодів, оброблених дозою  $0,034 \text{ г/м}^3$ , у 3,6 раза вища за бажаний рівень для споживання (1,2 кг) й у 6,7 раза – за обробки дозою  $0,051$  чи  $0,068 \text{ г/м}^3$ . У необроблених плодів вище відбивання світла шкіркою (56 %, сильніше пожовтіння), тоді як за обробки дозою  $0,034 \text{ г/м}^3$  показник у 1,5, а за дози  $0,051$  чи  $0,068 \text{ г/м}^3$  – в 1,7 раза менший після чотирьох місяців зберігання.

**Вихід соку «фреш».** Відразу після збирання вихід соку «фреш» (72–74 %) вищий з яблук сорту Голден Делішес (з обробкою інгібітором етилену на 5 % вищий після зберігання). За обробки вихід соку з плодів сорту Ренет Симиренка сягав 60 % наприкінці тривалого зберігання, тоді як без обробки вихід після шести місяців в 1,2 раза нижчий, а після семи місяців зберігання добування соку не можливе за відсутності доброякісної продукції. За вищої щільності яблук (x) більший вихід (y) соку «фреш»:  $y = 2,70x + 33,60$  ( $R^2 = 0,84$ ;  $r = 0,91 \pm 0,05$ ).

### КОМПОНЕНТИ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПЛОДІВ З ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЮ ОБРОБКОЮ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ

**Вплив типу саду.** Після семи місяців зберігання в необроблених яблуках сортів Голден Делішес і Ренет Симиренка з інтенсивного саду вміст сухих розчинних речовин вищий відповідно на 1,4–1,9 і 1,3–1,8 %, вміст цукрів – на 1,0–1,4 та 1,0–1,3 % і титрованих кислот – до 0,04 %. За рахунок збереження вмісту органічних кислот обробка інгібітором етилену гальмувала зростання цукрово-кислотного індексу, що забезпечувало більш гармонійний смак яблук (табл. 6).

**Умови регіону вирощування** впливали на вміст компонентів хімічного складу яблук. Після семи місяців зберігання в яблуках сорту Голден Делішес до 1,1 % вищий вміст сухих розчинних речовин (до 1,0 % – Ренет Симиренка), до 1,4 % більше цукрів (до 0,5 % – Ренет Симиренка) і в 1,4 раза більше кислот (в 1,5 раза – Ренет Симиренка) у плодах з центрального регіону вирощування.

**Режим охолодження.** За повільного охолодження в яблуках сорту Хонейкрісп наприкінці зберігання вищий вміст сухих розчинних речовин (11,4 %) і нижчий – 0,31 % – титрованих кислот, тоді як післязбиральна обробка інгібітором етилену не впливає на збереження цих компонентів хімічного складу.

Хімічний склад груш сорту Яніс наприкінці зберігання визначався терміном збирання, режимом охолодження й обробкою інгібітором етилену. Вищий вміст сухих розчинних речовин і цукрів (відповідно на 0,3 і 0,8 %) у продукції другого терміну і на 0,2 % – в охолоджених із затримкою й оброблених грушах ( $НІР_{05}=0,1$ ). Вміст титрованих кислот за обробки інгібітором етилену на 0,06 % вищий, порівняно з необробленими плодами ( $НІР_{05}=0,01$ ).



**Таблиця 6 – Компоненти хімічного складу яблук залежно від типу саду і терміну збирання (зберігання 7 міс., 2010–2011 рр.), %**

Тип саду	Термін збирання	Доза Смарт-Фреш, г/м <sup>3</sup>	Сухі розчинні речовини	Цукри	Органічні кислоти	ЦКІ*
<b>Голден Делішес</b>						
Інтенсивний	І	0 (контроль)	13,7	9,9	0,14	71
		0,068	14,6	10,7	0,21	51
	ІІ	0	14,0	10,2	0,13	78
		0,068	14,4	10,6	0,19	56
Традиційний	І	0	12,3	8,9	0,10	89
		0,068	13,4	9,7	0,17	57
	ІІ	0	12,1	8,8	0,09	98
		0,068	13,2	9,6	0,13	74
<i>НІР<sub>05</sub></i>			0,3	0,2	0,04	-
<b>Ренет Симиренка</b>						
Інтенсивний	І	0 (контроль)	13,5	9,9	0,20	50
		0,068	13,9	10,2	0,43	24
	ІІ	0	13,3	9,7	0,18	54
		0,068	13,4	9,8	0,30	33
Традиційний	І	0	12,2	8,9	0,16	56
		0,068	12,4	9,0	0,33	27
	ІІ	0	11,5	8,4	0,16	53
		0,068	12,8	9,3	0,42	22
<i>НІР<sub>05</sub></i>			0,3	0,2	0,05	-

Примітка: \*ЦКІ – цукрово-кислотний індекс.

Встановлено залежність вмісту органічних кислот і цукрово-кислотного індексу від інтенсивності виділення плодами етилену під час зберігання: з ростом етилен-активності (x) груш вміст кислот ( $y_1$ ) зменшується ( $y_1 = -0,01x + 0,26$ ;  $R^2 = 0,76$ ;  $r = -0,87 \pm 0,01$ ), а ЦКІ ( $y_2$ ) зростає ( $y_2 = 1,19x + 40,25$ ;  $R^2 = 0,64$ ;  $r = 0,79 \pm 0,25$ ).

**Вплив дози інгібітора етилену.** Ефективне збереження сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот упродовж семи місяців зберігання досягалося післязбиральною обробкою яблук сорту Ренет Симиренка і груш Сніжинка в широкому діапазоні доз 0,034...0,051 г/м<sup>3</sup> препарату СмартФреш. За вищих доз досягався більший вміст цих компонентів хімічного складу після тривалого зберігання й пост-холодильної експозиції.

### **ДЕГУСТАЦІЙНА ОЦІНКА ПЛОДІВ, ОБРОБЛЕНИХ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ**

**Вплив типу саду і умов регіону вирощування.** Зовнішній вигляд, щільність і смак – серед головних ознак, що визначають попит на продукцію садівництва. Дегустаційна оцінка яблук сортів Голден Делішес і Ренет Симиренка не залежала від регіону вирощування і ступеня інтенсивності саду. Обробка інгібітором етилену забезпечувала вищу оцінку з найбільшим впливом на

твердість, хрусткість, соковитість, солодкість, кислий смак і загальну оцінку яблук та забезпечувала відсутність борошністості (кашоподібності) м'якуша.

Обробка істотно вплинула на зміну органолептичних показників: твердість яблук сорту Ренет Симиренка оцінено вище на 3,4 бала, хрусткість – на 3,7, соковитість на 3,4, ступінь кислого смаку і загальна оцінка на 1,5 бала вище; твердість плодів сорту Голден Делішес вища на 1,0 бал, хрусткість на 1,6, соковитість на 1,3, солодкість на 0,6, ступінь кислого смаку на 1,3 та загальна оцінка на 0,8 бала вища порівняно з необробленими (табл. 7).

**Таблиця 7 – Дегустаційна оцінка яблук за обробки інгібітором етилену (зберігання 6 міс., 2010–2011 рр.), бал**

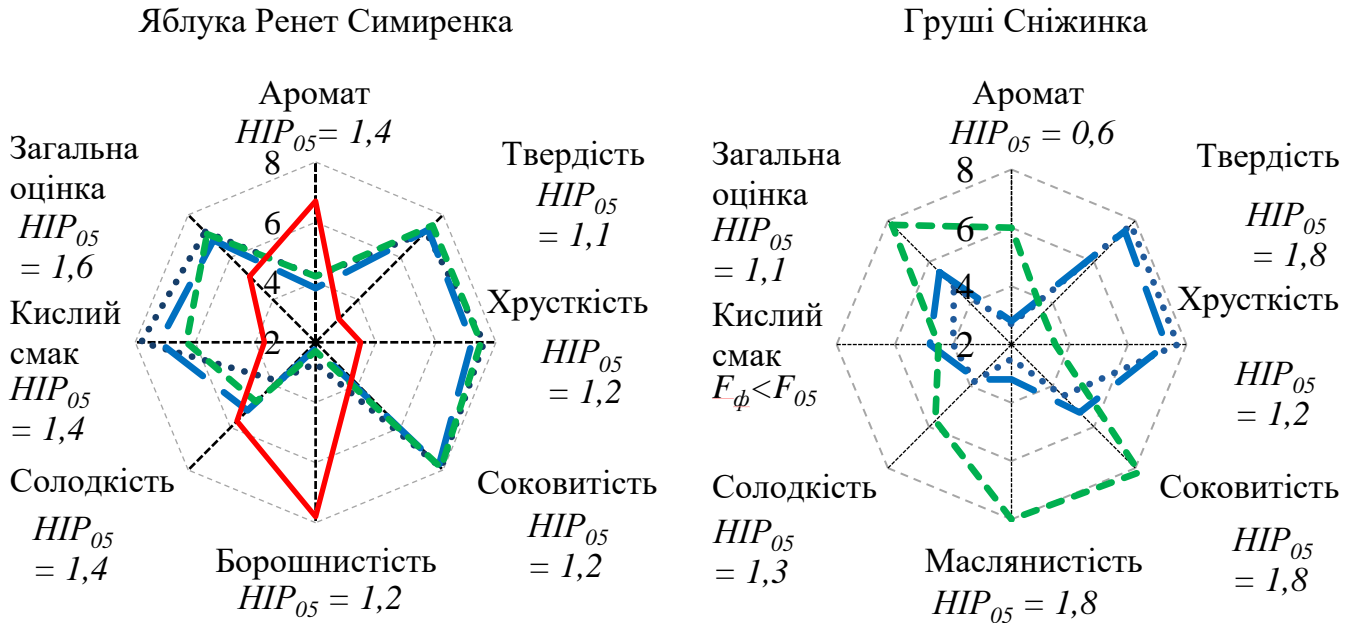
Помологічний сорт	Доза Смарґ-Фреш, г/м	Аромат	Борошністість (кашоподібність)	Твердість	Хрусткість	Соковитість	Солодкість	Кислий смак	Загальна оцінка
Голден Делішес	0 (контроль)	6,8	6,1	4,3	3,9	4,9	6,3	2,9	5,6
	0,068	5,9	5,0	5,3	5,5	6,2	6,9	4,2	6,4
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>
Ренет Симиренка	0 (контроль)	6,5	5,8	4,7	4,3	4,8	5,6	4,3	6,0
	0,068	6,0	1,9	8,1	8,0	8,2	5,0	5,8	7,5
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>

**Вплив режиму охолодження.** Твердість, хрусткість, соковитість, солодкість, ступінь кислого смаку та загальна оцінка яблук сорту Хонейкрісп не залежать від режиму охолодження. За обробки інгібітором етилену на 3,1 бала нижча оцінка аромату і на 0,7 бала вища – кислого смаку, а твердість, хрусткість, соковитість, солодкість та загальна оцінка яблук від обробки не залежать.

Аромат і загальна оцінка груш сорту Яніс не залежать від терміну збирання, а твердість і хрусткість – від терміну збирання і режиму охолодження. Аромат охолоджених із затримкою й оброблених інгібітором етилену груш оцінено на 1,2–1,6 бала вище. Обробка інгібітором етилену забезпечила на 1,8 бала вищу твердість і на 1,6 бала – хрусткість, а охолоджені із затримкою й оброблені інгібітором етилену плоди другого терміну збирання соковитіші, солодші, більш кислі та масляністі. Незалежно від терміну збирання, загальна оцінка плодів, охолоджених із затримкою, вища на 1,8 бала і на 2,4 бала вища – оброблених інгібітором етилену.

**Вплив дози інгібітора етилену.** Встановлено дози інгібітора етилену, що покращують дегустаційну оцінку плодів (рис. 12). За обробки яблук сорту Ренет Симиренка нижчими – 0,034 і 0,051 г/м<sup>3</sup> – дозами інгібітора етилену плоди ароматніші, соковитіші і солодші.

За обробки груш Сніжинка дозою  $0,034 \text{ г/м}^3$ , після чотирьох місяців зберігання, загальна дегустаційна оцінка до 1,6 раза вища, зокрема удвічі вище оцінено аромат, до 1,8 – соковитість, утричі – маслянистість й у 1,5 раза вище солодкість, порівняно з дозами  $0,051$  і  $0,068 \text{ г/м}^3$ , в той же час нижча оцінка твердості і хрусткості.



**Рис. 12.** Дегустаційна оцінка яблук і груш за різних доз інгібітора етилену, бал:  
 — без обробки (контроль), з обробкою СмартФреш - - -  $0,034 \text{ г/м}^3$ ,  
 - - -  $0,051 \text{ г/м}^3$ , .....  $0,068 \text{ г/м}^3$

## ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЗА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ

**Тип саду і регіон вирощування.** Незалежно від конструкції (типу) плодового саду, обробка яблук, заготовлених у центральному регіоні (Вінницька обл.), ефективна за обох термінів збирання. Обробка істотно знижувала загнивання, побуріння шкірки і м'якуша та спухання, забезпечуючи після шести місяців зберігання плодів сорту Голден Делішес другого терміну збирання з традиційного насадження на 965 грн/т вищий прибуток від реалізації і на 18 % вищу рентабельність зберігання (для яблук Ренет Симиренко прибуток вищий на 331 грн/т, рентабельність – на 4 %).

Після семи місяців на 1068–2048 грн/т вищий прибуток від реалізації оброблених яблук сорту Голден Делішес першого терміну збирання та на 2100–2663 грн/т – другого (проти 822–2288 грн/т збитку за відсутності обробки), рентабельність зберігання вища відповідно на 20–39 та 64–88 %. Прибуток від реалізації оброблених яблук сорту Ренет Симиренко першого терміну збирання склав 2350–2445 грн/т (проти 470–975 грн/т збитку без обробки) та 2033–2424 грн/т – для другого терміну (без обробки 2396–2542 грн/т збитку), з вищою відповідно на 62–71 та 100–106 % рентабельністю (табл. 8).

**Таблиця – 8. Економічна ефективність зберігання яблук з післязбиральною обробкою інгібітором етилену залежно від типу саду (зберігання 7 міс.)**

Тип саду (підщепа)	Термін збирання	Доза Смарт-Фреш, г/м <sup>3</sup>	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/т	Рентабельність, %
Голден Делішес					
Інтенсивний	I	0 (контроль)	6823	1188	24
		0,068	7081	2256	44
	II	0	6705	-822	-23
		0,068	7110	2100	41
Традиційний	I	0	6823	356	8
		0,068	7171	2404	47
	II	0	6710	-2288	-36
		0,068	7119	2663	52
Ренет Симиренко					
Інтенсивний	I	0	6009	-975	-23
		0,068	6466	2350	48
	II	0	5851	-2542	-58
		0,068	6512	2033	42
Традиційний	I	0	6144	-470	-12
		0,068	6533	2445	50
	II	0	5979	-2396	-56
		0,068	6527	2424	50

Післязбиральна обробка інгібітором етилену яблук сортів Голден Делішес і Ренет Симиренко, заготовлених у західному регіоні (Чернівецька обл.), ефективна за обох термінів збирання, особливо за другого. Прибуток від реалізації обробленої продукції сорту Голден Делішес першого терміну збирання вищий на 266 грн/т, другого – вищий утричі (2415 грн/т); для сорту Ренет Симиренко першого терміну збирання прибуток вищий учетверо (2629), за другого збирання – 2455 грн/т (проти 1993 грн/т збитку без обробки інгібітором етилену).

**Режим охолодження.** Значний економічний ефект від застосування післязбиральної обробки груш сорту Яніс інгібітором етилену виразно проявляється після чотирьох місяців зберігання, досягаючи найвищих показників на кінець зберігання: для зібраної в перший термін й охолодженої із затримкою продукції прибуток склав 740 грн/т, негайно охолодженої – 574 грн/т (без обробки збитки) і на 47–49 % вища рентабельність; для зібраної у другий термін й охолодженої із затримкою – на 453 грн/т вищий прибуток і на 33 % – рентабельність. (для негайно охолодженої відповідно на 104 грн/т і 7 %) (табл. 9).

**Доза інгібітора етилену.** Економічна ефективність від обробки інгібітором етилену зростала зі збільшенням до 0,051 і 0,068 г/м<sup>3</sup> дози препарату СмартФреш. Хоча за дози 0,034 чи 0,051 г/м<sup>3</sup> собівартість зберігання яблук сорту Ренет Симиренко (7113–7151 грн/т) вища на 11 %, а за 0,068 г/м<sup>3</sup> – на 13 % (7242 грн/т), обробка забезпечує відповідно 194, 377 і 460 грн/т прибутку, тоді як за її відсутності – 1051 грн/т збитку. Найвища рентабельність – 126 % – за обробки дозою 0,068 г/м<sup>3</sup>, зі зменшенням дози препарату СмартФреш рентабельність на 6–20 % нижча.

**Таблиця 9 – Економічна ефективність зберігання груш сорту Яніс з післязбиральною обробкою інгібітором етилену залежно від режиму охолодження (зберігання 6 міс.)**

Термін збирання	Режим охолодження	Доза Смарт-Фреш, г/м <sup>3</sup>	Прибуток, грн/т	Рентабельність, %
I	Затримка охолодження	0 (контроль)	-28	-3
		0,034	740	50
	Негайне охолодження	0	-87	-11
		0,034	574	38
II	Затримка охолодження	0	212	12
		0,034	665	45
	Негайне охолодження	0	183	10
		0,034	287	17

Значний ефект обробки груш Сніжинка виразно проявився після чотирьох місяців зберігання з найвищим прибутком 1013 грн/т і рентабельністю 73 % за дози 0,034 г/м<sup>3</sup> препарату СмартФреш, тоді як зі збільшенням дози ефективність знижують функціональні розлади.

## ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення проблеми холодильного зберігання яблук зимових сортів різних термінів збирання з насаджень різної інтенсивності (тип саду) із центрального (Вінниччина) і західного – Буковинське Придністров'я – регіонів, а також груш ранньо- і пізньоосіннього достигання, шляхом післязбиральної обробки інгібітором етилену 1-метилциклопропом (1-МЦП) з диференційованим режимом охолодження й урахуванням тижневої пост-холодильної експозиції продукції за температури 18...20 °С, що виявляється в наступному.

1. Аналіз вітчизняної і зарубіжної літератури свідчить, що досліджень з післязбиральної обробки плодів зерняткових, зокрема вітчизняних сортів, залежно від типу насадження і терміну збирання проведено обмаль, а вплив регіону вирощування, режиму охолодження та добір концентрацій інгібітора етилену 1-МЦП, зокрема для плодів груші, в умовах України не вивчалися.

2. Встановлено на один-два місяці більшу тривалість ефективного зберігання яблук зимового сорту Голден Делішес різних термінів збирання (пізньозимового Ренет Симиренка – на один) за післязбиральної обробки інгібітором етилену, ранньосінніх груш Сніжинка – на один і пізньоосінніх груш Яніс – до 0,7 місяця.

3. Виявлено сортоспецифічну реакцію на охолодження й обробку інгібітором етилену – уповільнення синтезу етилену, зміни щільності й основного забарвлення (за відбиванням світла шкіркою, що зростає зі зниженням вмісту в ній хлорофілу), компонентів хімічного складу та дегустаційної оцінки плодів.

4. Встановлено ефективність обробки інгібітором етилену для яблук сортів Голден Делішес і Ренет Симиренка та її відсутність для Хонейкрісп. 1-МЦП

забезпечує відсутність побуріння плодів Голден Делішес (до 1 % – Ренет Симиренка), втрати від гнилей менші відповідно до 54 і 7 разів (до 1,5 – природні втрати). Загнивання плодів сорту Хонейкрісп стримується, однак мокрий опік не обмежується.

Під час зберігання плодів, оброблених інгібітором етилену, в 1,4 раза нижчий рівень інтенсивності дихання і тепловиділення, до 85 разів менше виділення етилену; після пост-холодильної експозиції до 1,7 кг вища щільність оброблених яблук сорту Голден Делішес (до 3,7 кг – Ренет Симиренка), суттєво гальмується зміна забарвлення – в 1,5 раза нижче відбивання шкіркою світла. За обробки вища дегустаційна оцінка яблук сорту Ренет Симиренка: твердість на 3,4–3,7 бала, вища від необроблених хрусткість і соковитість від необроблених (Голден Делішес на 1,2–1,6), ступінь кислого смаку на 1,9 (0,9), вища до 1,5 бала загальна оцінка яблук сорту Ренет Симиренка (на 0,9 – Голден Делішес). Після зберігання з оброблених яблук Голден Делішес на 5 % вищий вихід соку «фреш».

Груші позитивно реагують на обробку нижчою дозою інгібітора етилену (500 ppb 1-МЦП, 0,034 г/м<sup>3</sup> СмартФреш): ранньосінні плоди Сніжинка зберігаються до чотирьох, пізньоосінні сорту Яніс – до 4,7 місяця. За обробки в 1,6 раза нижчий рівень інтенсивності дихання і тепловиділення й утричі – етилен-активність груш сорту Яніс (уп'ятеро – Сніжинка). Після пост-холодильної експозиції щільність оброблених груш сорту Яніс до 1,5 раза вища, суттєво гальмується зміна основного забарвлення – до 1,3 раза вищий сумарний вміст у шкірці хлорофілів «а» + «в»; на 0,04 % вища титрована кислотність, на 0,8 % більше сухих розчинних речовин та на 0,5 % – цукрів. За нижчої інтенсивності виділення етилену (x) щільність м'якуша груш (y<sub>1</sub>) вища:  $y_1 = -0,06x + 6,36$  ( $R^2 = 0,53$ ;  $r = -0,89 \pm 0,01$ ), а ступінь пожовтіння шкірки (відбивання світла, y<sub>2</sub>) нижчий:  $y_2 = 0,84x + 16,99$  ( $R^2 = 0,70$ ;  $r = 0,49 \pm 0,04$ ).

В оброблених інгібітором етилену плодах груші вища дегустаційна оцінка: на 1,8 бала твердість і на 1,6 – хрусткість, на 2,4 бала – загальна оцінка. Охолоджені із 24-год. затримкою й оброблені інгібітором етилену груші другого терміну збирання соковитіші, солодші, більш кислі та маслянисті.

5. Встановлено високу ефективність обробки інгібітором етилену для яблук сорту Голден Делішес, зібраних у другий термін з центрального, та Ренет Симиренка першого терміну збирання з центрального і другого – з центрального та західного регіонів. Природні втрати оброблених плодів з останнього до 1,3 раза нижчі, учетверо менше загнивання сорту Голден Делішес і майже відсутнє ураження функціональними розладами та грибними хворобами яблук сорту Ренет Симиренка.

Умови регіону вирощування суттєво впливають на виділення етилену, вміст у свіжозібраних яблуках сухих розчинних речовин, цукрів та органічних кислот і мало впливають на основне забарвлення і щільність. Виділення етилену плодами сорту Голден Делішес на 1,83 мкл/кг · год. нижче у продукції із західного регіону. Після зберігання в яблуках Голден Делішес з центрального регіону до 1,1 % вищий вміст сухих розчинних речовин (до 1,0 % – Ренет Симиренка), до 1,4 % більше цукрів (до 0,5 % – Ренет Симиренка) і в 1,4 раза більше кислот (в 1,5 раза – Ренет Симиренка).

6. Доведено позитивну дію обробки на плоди з насаджень різного типу: до 50 % вищий вихід товарних яблук сорту Голден Делішес з традиційного саду (до 40 % – з інтенсивного), для яблук Ренет Симиренка – до 70 % з інтенсивного насадження (до 60 % – з традиційного). Обробка ефективніше знижує природні втрати (до 1,5 раза менші) плодів з традиційного саду.

Інтенсивність дихання і тепловиділення яблук у фруктосховищі не залежить від типу саду (Голден Делішес). Щільність оброблених плодів Ренет Симиренка з традиційного саду після пост-холодильної експозиції на 4 кг вища. У свіжозібраних яблуках з інтенсивного саду більше в 1,2 раза сухих розчинних речовин, цукрів й органічних кислот та відповідно в 1,2, 1,2 і 2,6 раза їх більше в оброблених 1-МЦП плодах за пост-холодильної експозиції. Кислотність краще зберігається у плодах другого терміну збирання з традиційного саду. Дегустаційна оцінка яблук Голден Делішес з інтенсивного саду на 0,8 бала вища.

7. 1-МЦП ефективний для продукції різного терміну збирання. Яблука Голден Делішес першого терміну без обробки зберігаються шість місяців (другого – не більше п'яти), а з обробкою – сім, плоди сорту Ренет Симиренка без обробки до шести і сім місяців – оброблені. Загниває лише 4 % оброблених плодів Голден Делішес другого терміну збирання (без обробки до половини), побуріння м'якуша і шкірки яблук сорту Ренет Симиренка за обробки відсутнє, тоді як без обробки уражується до половини продукції.

Термін збирання істотно впливає на виділення етилену свіжозібраними яблуками (вплив чинника до 39 %), удвічі менший його вплив після двох і знівельований з четвертого місяця зберігання. Свіжозібрані плоди другого терміну збирання на 20 добу експозиції виділяють у 1,5 раза більше етилену від яблук першого (за обробки 1-МЦП – до 0,9 мкл/кг·год.), знижуючи емісію під час зберігання. В оброблених яблуках Голден Делішес першого збирання до 0,9 % вищий уміст сухих розчинних речовин (на 1,1 % за обох термінів з традиційного саду), цукрів більше відповідно на 0,8 %, до 1,5 і 1,7 раза вища кислотність. В оброблених 1-МЦП яблуках Ренет Симиренка першого збирання наприкінці зберігання на 0,4 % вищий уміст сухих розчинних речовин (на 1,3 % за другого збирання з традиційного саду), цукрів відповідно на 0,3 і 0,9 %, й удвічі та до 2,6 раза вища кислотність. Тижнева затримка зі збиранням сорту Голден Делішес знижує на 0,6 бала твердість, хрусткість і соковитість збережених плодів та відповідно на 1,2 бала – сорту Ренет Симиренка.

8. Яблука сорту Хонейкрісп ефективно зберігаються за тижневої експозиції при 10 °С після збирання з наступним зниженням на 1 °С за добу до температури зберігання 2±1 °С, тоді як за негайного охолодження щойно зібраних плодів продукція масово (до 97 %) уражується низькотемпературним мокрим опіком, чому обробка 1-МЦП не запобігає.

9. Встановлено дози інгібітора етилену, що покращують результати зберігання і дегустаційну оцінку. За дози СмартФреш 0,034 г/м<sup>3</sup> яблука Ренет Симиренка зберігаються до шести місяців (за 0,051 та 0,068 – протягом семи); остання суттєво знижує природні втрати з третього, а 0,051 г/м<sup>3</sup> – з п'ятого місяця, причому після семи місяців зберігання відсутні побуріння шкірки і спухання (без обробки – відповідно 30 і 44 %). Дози 0,051 і 0,068 г/м<sup>3</sup> усувають побуріння

м'якуша, а остання обмежує також загнивання. Наприкінці семи місяців зберігання виділення плодами етилену в 57 разів менше, порівняно з необробленими, без чіткої залежності від дози. За нижчих доз плоди краще відновлюють здатність до післязбирального дозрівання (індекс інгібування синтезу етилену нижчий).

Вищі дози ефективніше стримують втрату щільності, що після пост-холодильної експозиції в 1,8 раза вища, а також пожовтіння плодів (у 1,5 раза нижче відбивання шкіркою світла), вищий до 1,2 % уміст сухих розчинних речовин і до 0,29 % – кислотність, однак за нижчих доз яблука солодші. За щільнішого (x) м'якуша вищий вихід (y) соку «фреш» ( $y = 2,70x + 33,60$ ;  $R^2 = 0,84$ ;  $r = 0,91 \pm 0,05$ ).

За обробки СмартФреш дозою  $0,034 \text{ г/см}^3$  груші Сніжинка зберігаються до чотирьох місяців з нижчими в 1,2 раза природними втратами, в 5 разів нижчою емісією етилену, інтенсивнішим зеленим основним забарвленням (у 1,5 раза нижче відбивання шкіркою світла) й у 6 разів вищою від споживчого мінімуму щільністю. Після пост-холодильної експозиції удвічі вище оцінено аромат і соковитість, утричі – маслянистість й у 1,5 раза – солодкість. Наприкінці зберігання індекс інгібування синтезу етилену найнижчий за обробки груш дозою  $0,034 \text{ г/м}^3$ , що свідчить про швидке відновлення здатності до післязбирального дозрівання.

10. Визначено, що за обробки інгібітором етилену після семи місяців зберігання до 2404 грн/т вищий прибуток від реалізації яблук сорту Голден Делішес першого терміну збирання та до 2663 грн/т – другого збирання, з вищою відповідно до 39 та 88 % рентабельністю; для зібраних у перший термін плодів Ренет Симиренка прибуток до 2445 грн/т та до 2424 грн/т – для зібраних у другий з вищою відповідно на 71 та 106 % рентабельністю (без обробки збиток).

У Буковинському Придністров'ї досягається утричі (2415 грн/т) вищий прибуток від реалізації оброблених яблук сорту Голден Делішес другого терміну збирання (на 266 грн/т – в перший термін) й учетверо (2629 грн/т) вищий для зібраних в перший термін плодів Ренет Симиренка (2455 грн/т – в другий; без обробки збиток). Прибуток від зберігання яблук Ренет Симиренка зростає із 194 грн/т за дози СмартФреш  $0,034 \text{ г/м}^3$ , до 377 – за 0,051 і 460 грн/т за  $0,068 \text{ г/м}^3$  (без обробки збиток) з рентабельністю 126 % за максимальної дози (зі зниженням дози рентабельність на 6–20 % нижча).

Для ранньоосінніх груш Сніжинка найвищий прибуток – 1013 грн/т і рентабельність 73 % після чотирьох місяців зберігання досягається за обробки дозою  $0,034 \text{ г/м}^3$ . Після шести місяців зберігання прибуток від зібраних у перший термін й охолоджених із добовою затримкою груш сорту Яніс складає 740 грн/т, негайно охолоджених – 574 грн/т, і на 47–49 % вища рентабельність, порівняно з необробленими; прибуток від зібраних в другий термін й охолоджених із затримкою плодів вищий на 453 грн/т і на 33 % вищий рівень рентабельності (негайно охолодженої – на 104 грн/т і 7 %).

11. Напрями продовження досліджень за тематикою дисертації: вдосконалення технології зберігання провідних помологічних сортів яблуні і



груші, зокрема в регульованому газовому середовищі, з передзбиральною та післязбиральною обробкою інгібітором етилену.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ НАУКОВИХ УСТАНОВ І ВИРОБНИЦТВА

### У наукових установах застосовувати:

- спосіб визначення етилен-активності плодів;
- індекс інгібування синтезу етилену.

У виробництві тривале холодильне зберігання яблук пізнього терміну досягання різних термінів збирання, вирощених у традиційних (підщепа ММ.106) та інтенсивних (підщепа М.9) насадженнях центрального (Вінниччина) та західного (Буковинське Придністров'я) регіонів України, здійснювати за «Технологічною інструкцією зі зберігання яблук зимових сортів за післязбиральної обробки інгібітором етилену».

Застосовувати диференційовані дози інгібітора етилену для післязбиральної обробки плодів яблуні. Органолептичні властивості яблук сорту Ренет Симиренка покращувати обробкою дозою 0,051 г/м<sup>3</sup> препарату СмартФрешSM, в. р. п. (д. р. – 1-метилкиклопроен, 3,3 %) з експозицією 24 год.

**Виробниче випробування** тривалого холодильного зберігання груш пізньоосіннього терміну досягання здійснювати за «Технологічною інструкцією зі зберігання груш пізньоосінніх сортів за післязбиральної обробки інгібітором етилену (для виробничого випробування)».

З метою покращання органолептичних властивостей, випробувати у виробництві післязбиральну обробку груш сорту Яніс дозою 0,034 г/см<sup>3</sup> препарату СмартФрешSM, в. р. п. (д. р. – 1-метилкиклопроен, 3,3 %), за 24-годинної затримки охолодження.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Статті, що індексуються у наукометричних базах Scopus, Web of Science*

1. Melnyk O., Drozd O., Boicheva N., Zhmudenko Y., Melnyk I., Khudik L., Remeniuk L., Vykhvatniuk L. Ethylen 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. (20 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання статті).

2. Melnyk O., Drozd O., Melnyk I. Storage and quality of apples cv. Reinette Simirenko, depending on the dose of post-harvest treatment with ethylene inhibitor 1-MCP. *Journal of Horticultural Research*. 2018. Vol. 26 (2). P. 95–102. DOI: 10.2478/johr-2018-0020 (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

3. Melnyk O., **Drozd O.** Storage and quality of autumn pears, depending on the dose of post-harvest treatment with ethylene inhibitor 1-MCP. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2020. Vol. LXIV. No 2. P. 67–72. URL: [http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2020/issue\\_2/vol2020\\_2.pdf](http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2020/issue_2/vol2020_2.pdf) (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

**Статті у наукових періодичних виданнях,  
включених до Переліку наукових фахових видань України**

4. Мельник О.В., **Дрозд О.О.**, Мельник І.О. Збереженість яблук сорту Голден Делішес, оброблених інгібітором етилену після збирання, залежно від типу саду і строку збору. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2017. Вип. 90. Ч. 1. Агрономія. С. 55–61 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

5. Мельник О.В., **Дрозд О.О.**, Мельник І.О. Збереженість яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених інгібітором етилену після збирання, залежно від типу саду і строку збору. *Наук. доповіді НУБіП*. 2017-1 (65). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8112> (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

6. Мельник О.В., **Дрозд О.О.** Збереженість яблук сорту Хонейкрісп залежно від режиму охолодження і післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Вісник Уманського НУС*. 2017. № 1. С. 44–47 (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

7. Мельник О.В., **Дрозд О.О.**, Мельник І.О. Зміна фізичних показників яблук сорту Голден Делішес, оброблених інгібітором етилену після збирання, залежно від типу саду і строку збору. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2017. Вип. 91. Ч. 1. Сільськогосподарські науки. С. 28–36 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

8. **Дрозд О.О.**, Мельник О.В., Мельник І.О. Фізичні показники яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених інгібітором етилену, залежно від типу саду і строку збору. *Вісн. аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 2. С. 57–65 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

9. Мельник О.В., **Дрозд О.О.**, Мельник І.О. Хімічний склад яблук сорту Голден Делішес, оброблених інгібітором етилену, залежно від типу саду і строку збору. *Подільський вісник: Сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. Вип. 26. Ч. 1. С. 53–59 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

10. Мельник О.В., Токар А.Ю., Бойчева Н.П., **Дрозд О.О.**, Жмуденко Ю.М. Вихід соку з яблук, оброблених інгібітором етилену після збирання, під час холодильного зберігання. *Вісник Уманського НУС*. 2017. № 2. С. 80–84 (20 %

*авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання статті).*

11. Мельник О.В., **Дрозд О.О.**, Мельник І.О. Компоненти хімічного складу яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених інгібітором етилену, залежно від типу саду і строку збору. *Зб. наук. пр. УНУС*. 2018. Вип. 92. Ч. 1. С. 46–55 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

12. Мельник О.В., **Дрозд О.О.**, Мельник І.О. Етилен-активність яблук сорту Голден Делішес, оброблених інгібітором етилену залежно від строку збору та місця заготівлі. *Таврійський наук. вісник*. 2018. Вип. 99. Р. 83–87 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

13. Мельник О.В., **Дрозд О.О.**, Мельник І.О. Етилен-активність яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених інгібітором етилену залежно від строку збору та місця заготівлі. *Вісн. аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 1 (97). С. 114–122 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

14. Мельник О.В., **Дрозд О.О.** Органолептична оцінка яблук сорту Хонейкрісп з післязбиральною обробкою інгібітором етилену. *Наук. доповіді НУБіП*, 2018. № 1 (71). URL: <http://journals.uran.ua/index.php/2223-1609/article/view/125839> (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

15. **Дрозд О.О.**, Мельник О.В., Мельник І.О. Органолептична оцінка яблук сорту Голден Делішес, з післязбиральною обробкою інгібітором етилену залежно від місця заготівлі і строку збору. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2018. Вип. 93. Ч. 1. С. 96–106 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

16. **Дрозд О.О.**, Мельник О.В., Мельник І.О. Органолептична оцінка яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених інгібітором етилену, залежно від місця заготівлі і строку збору. *Наук. доповіді НУБіП*. 2018. № 6 (76). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11651/0> (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

17. **Дрозд О.О.**, Мельник О.В. Фізико-хімічні показники яблук сорту Хонейкрісп залежно від режиму охолодження та післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Наук. доповіді НУБіП*. 2019. № 6 (82). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.009>. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/13227/11677> (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

18. Мельник О.В., **Дрозд О.О.** Збереженість груш сорту Яніс залежно від строку збору, післязбирального охолодження й обробки інгібітором етилену. *Вісник Уманського НУС*. 2019. № 1. С. 117–123. DOI: 10.31395/2310-0478-2019-1-

117-123 (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

19. Дрозд О.О., Мельник О.В. Етилен-активність яблук сорту Хонейкрісп залежно від режиму охолодження і післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2020. Вип. 96. Ч. 1. С. 239–252. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-239-252 (80 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

20. Мельник О.В., Дрозд О.О. Інтенсивність дихання, етилен-активність і тепловиділення груш сорту Яніс залежно від післязбирального охолодження й обробки інгібітором етилену. *Наук. доповіді НУБіП*. 2020. № 4 (86). DOI: 10.31548/dopovidi2020.04.013.12 с. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14115/12512> (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

21. Дрозд О.О., Мельник О.В. Органолептична оцінка груш сорту Яніс залежно від строку збору, післязбирального охолодження й обробки інгібітором етилену. *Таврійський наук. вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. 2020. № 111. С. 69–76. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.9. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.9> (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

22. Дрозд О.О., Мельник О.В. Ефективність зберігання яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених різними дозами інгібітору етилену. *Таврійський наук. вісник*. 2021. № 117. С. 189-194. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/117\\_2021/28.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/117_2021/28.pdf) (80 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

23. Дрозд О.О., Мельник О.В., Мельник І.О. Збереженість яблук сорту Ренет Симиренка залежно від регіону вирощування, строку збирання і післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Таврійський наук. вісник*. 2022. № 125. С.124–132 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання статті).

#### **Публікації, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

24. Melnyk O., Drozd O., Boicheva N., Zhmudenko Y., Melnyk I., Khudik L., Remeniuk L., Vykhvatniuk L., Pyrkalo V. Ethylene-activity of apple and plum fruits during storage, postharvest treated 1-MCP (SmartFresh<sup>SM</sup>). *Effects of pre- and post-harvest factors on health promoting components and quality of horticultural commodities: 3<sup>rd</sup> Intern. conf.* (23-25.03.2014). Skerniewice, Poland, 2014. P.72 (20 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, оформлення).

25. Дрозд О.О., Мельник О.В., Мельник І.О. Зміна фізичних показників яблук сорту Голден Делішес, залежно від типу саду, строку збору і післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Інновації в садівництві: матер.*

*Міжн. наук. інтернет-конф. Умань, 2017. С. 47–50 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*

26. **Дрозд О.О.**, Мельник О.В., Мельник І.О. Зміна фізичних показників яблук сорту Ренет Симиренка залежно від типу саду, строку збору і післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матер. III Міжн. наук.-практ. конф. Умань, 2017. С. 99–102 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*

27. Мельник О.В., **Дрозд О.О.**, Мельник І.О. Хімічний склад яблук сорту Голден Делішес, залежно від типу саду, строку збору і післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Актуальні питання сучасної аграрної науки: матер. V Міжн. наук.-практ. конф. Умань, 2017. С. 36–38 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*

28. **Дрозд О.О.**, Мельник О.В., Мельник І.О. Хімічний склад яблук сорту Ренет Симиренка залежно від типу саду, строку збору і післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матер. IV Міжн. наук.-практ. конф. Умань, 2018. С. 81–83 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*

29. **Дрозд О.О.**, Мельник О.В. Зміна фізичних показників груш сорту Яніс залежно від строку збору, післязбирального охолодження й обробки інгібітором етилену. *Інновації в садівництві: матер. III Міжн. наук. інтерн.-конф. Умань, 2019, С. 15–17 (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*

30. **Дрозд О.О.**, Мельник О.В. Збереженість яблук сорту Ренет Симиренка залежно від дози післязбиральної обробки інгібітором етилену 1-МЦП. *Підсумки наукової роботи за 2014–2019 рр. до 175-річчя Уманського НУС: матер. Всеукр. наук. конф. молодих учених і науково-педагогічних працівників. Умань, 2019. С. 282–283 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*

31. Melnyk O., **Drozd O.** Preservation of pears, depending on the dose of post-harvest treatment inhibitor ethylene 1-MCP. *Effects of pre- and postharvest factors on health promoting components and quality of horticultural commodities: abstr. IV Intern. conf. (16-18.06.2019). Skierniewice, Poland. P. 28 (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*

32. Дрозд О.О. Органолептична оцінка груш осіннього строку досягання залежно від дози післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Інновації в садівництві: матер. IV Міжн. наук. інтерн.-конф. Умань, 2020. С. 36–39.*

33. Дрозд О.О. Ефективність зберігання груш сорту Яніс з післязбиральною обробкою інгібітором етилену. *Інновації в садівництві: матер. V Міжн. наук. інтерн.-конф. (23.03.2021). Умань, 2021. С. 31–36.*

34. **Дрозд О.О.**, Мельник О.В. Ефективність зберігання груш Сніжинка, оброблених різними дозами інгібітора етилену. *Інноваційні технології*

вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матер. VII Міжн. наук.-практ. online-конф. (27–28.05.2021). Умань, 2021. С. 70–72 (80 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

35. Дрозд О.О., Мельник О.В., Мельник І.О. Збереженість яблук сорту Голден Делішес залежно від регіону вирощування, строку збирання і післязбиральної обробки інгібітором етилену. *Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів: матер. Всеукр. наук.-практ. конф.* (20.04.2022). Умань, 2022. С. 31–35 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).

36. 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 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

#### ***Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації***

37. Дрозд О.О., Мельник І.О. 1-метилциклопропен для зберігання груш. *Новини садівництва*. 2014. № 3. С. 38 (70 % авторства: аналіз джерел літератури, написання статті).

38. Мельник О.В., Дрозд О.О. 1-МЦП для зберігання груш. *Новини садівництва*. 2016. № 4. С. 34–36 (70 % авторства: аналіз джерел літератури, написання статті).

39. Мельник О.В., Дрозд О.О., Худік Л.М. Різновиди динамічного газового середовища. *Новини садівництва*. 2016. № 1. С. 37–39 (35 % авторства: аналіз джерел літератури, написання статті).

40. Дрозд О.О., Мельник О.В. Економічна ефективність зберігання яблук з післязбиральною обробкою інгібітором етилену. *Садівництво і Виноградарство. Технології та Інновації*. 2021. № 1 (24). С. 40–44 (50 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання статті).

#### **ANNOTATION**

**Drozd O. O. Fundamentals of pome fruit storage with the postharvest treatment using an ethylene inhibitor. – A qualifying scientific work as a manuscript.**

The dissertation for obtaining a scientific degree of a Doctor of Agricultural Sciences on specialty 06.01.15 – primary processing of crop produce (20 «Agrarian Sciences and Food»). Uman National University of Horticulture, Uman, 2023.

The research was carried out during 2010–2017. The positive effect of postharvest treatment with an ethylene inhibitor 1-methylcyclopropene (1-MCP) was confirmed, which ensures effective storage at  $2\pm 1$  °C with an increase in the successful storage duration of apples cv. Golden Delicious from one to two months, cv. Reinette Simirenko – by one month, early autumn Snizhynka pears – by one and late autumn pears cv. Yanis up to – by 0.7 months. 1-MCP reduced the respiration intensity and the

apple heat release by 1.4 times (ethylene emission is lower up to 85 times) and had a stronger effect on the organoleptic parameters of cv. Reinette Simirenko. Pear fruits respond positively to the treatment with a lower dose  $0.034 \text{ g/m}^3$  SmartFresh<sup>SM</sup>.

The effectiveness of the treatment of apples from different regions and different type of orchards has been proven. Without treatment, the first harvested apples cv. Golden Delicious are stored for up to six months (no more than five months for the second harvested ones), while with treatment, the indicator is equal to seven months, and the fruits of cv. Reinette Simirenko without treatment – for up to six months and those with 1-MCP treatment – seven months.

Honeycrisp apples are stored effectively during a week exposure at  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  after picking, followed by a decrease by  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  per day to a storage temperature  $2\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , while with the traditional (immediate) cooling of the freshly harvested fruits (to  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) apples are totally (up to 97 %) affected by low-temperature wet burn and this disorder is not prevented by 1-MCP treatment.

With SmartFresh doses of  $0.034 \text{ g/m}^3$ , Reinette Simirenko apples are successfully stored for up to six months (with 0.051 or 0.068 – for seven months). When treated with SmartFresh at a dose of  $0.034 \text{ g/cm}^3$ , Snizhynka pears are stored for up to four months.

After seven months of storage, postharvest treatment with 1-MCP provides a higher profit from the sale of apples (losses were without treatment). In Bukovyna Transnistria, the profit from the treated apples cv. Golden Delicious, harvested from the intensive orchard, is three times higher and it is four times higher for Reinette Simirenko fruit of the first pick (the losses are recorded in the option without treatment).

For early autumn pears, after four-months storage the profitability is achieved when treatment with  $0.034 \text{ g/m}^3$  is done. After six-months storage, the profit from Yanis pears picked in the first date and cooled with a delay is 740 UAH/t, for immediately cooled ones – 574 UAH/t.

**Key words:** apples and pears, pomological cultivar, growing region, rootstock, picking time, cooling mode, postharvest treatment, dose of ethylene inhibitor, storage efficiency, physic-chemical parameters, marketable quality, organoleptic evaluation.