

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

ВАСИЛИШИНА ОЛЕНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 001.891: 621.796: 634.233: 547.458

**НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ
ПЛОДІВ ВИШНІ З ПОЛІСАХАРИДНИМИ ПЛІВКОУТВОРЮЮЧИМИ
КОМПОЗИЦІЯМИ**

06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва

РЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора наук

Умань – 2024

Дисертацією є рукопис
Роботу виконано в Уманському національному університеті садівництва
Міністерства освіти і науки України впродовж 2012–2023 рр.

Опоненти:

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

Шевчук Людмила Миколаївна доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри садівництва ім. проф. В. Л. Симиренка Національного університету біоресурсів і природокористування України, 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.

Захист відбудеться «02» жовтня 2024 р. об 11⁰⁰ 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 «02» вересня 2024 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат с.-г. наук, доцент
+380970879311

Олена ГЕРАСИМЧУК

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Основним напрямом галузевої програми «Плоди і ягоди України» до 2025 року є розширення переробки і зберігання продукції у місцях її вирощування, створення спеціалізованих сировинних зон для виробництва екологічно чистої продукції та переробних підприємств. Передбачено розробку екологічно безпечних технологій зберігання продукції садівництва і ягідництва, в основу яких покладено сортову специфіку, а також створення нових технологій конкурентоздатних продуктів харчування на основі місцевої рослинної сировини. Програмою передбачається, що до 2025 року зростання виробництва плодів буде досягнуто завдяки зернятковим і кісточковим породам.

Найбільш поширеною серед кісточкових культур та традиційною для населення України є вишня. Загальна площа вишневих садів в Україні становить 21,4 тис. га, з яких тільки 1,6 тис. знаходились у сільськогосподарських підприємствах, а основна частина (19,8 тис.) – в господарствах населення.

Плоди вишні – незамінний компонент здорового харчування, що зумовлено наявністю вітамінів, мінеральних речовин й антиоксидантною активністю. Разом з тим, вони швидко псуються під час збирання врожаю, транспортування та реалізації. Тому актуальним є пошук нових технологій їхнього тривалого зберігання та переробки.

З метою подовження терміну зберігання необхідно зменшити втрати і відходи плодів вишні удосконаленням післязбиральних технологій обробки і зберігання.

Для подовження терміну споживання плодів вишні нині використовують технології зберігання в холодильному та регульованому газовому середовищі. Сховища із газовим середовищем є дорогі, вимагають постійного підтримання температурно-вологісних параметрів, негативно впливають на навколишнє середовище.

Одним із нових напрямків вирішення цієї проблеми, є використання плівкоутворюючих композицій. Нині, як вітчизняними так і закордонними вченими ведеться їх активний пошук, з метою заміни існуючих пакувальних матеріалів на біорозкладальні, екологічно чисті. Значний внесок у вирішення цієї проблеми зробили як вітчизняні (Ф. В. Перцевой, В. М. Тимчук, В. В. Дятлов, Д. О. Бідюк, О. С. Шульга та ін.), так і закордонні вчені (Po Xuo, G. Romanazzi, D. Valero, H. M. C. Azeredo, E. Bal, V. Chiabrande, G. Glacalone, H.M. Díaz-Mula, M. Serrano, P. Kumar, L. Li, M. S. Pasquariello, Z. Youzuo).

Проте, через технологічну складність виготовлення, недоліки технічних характеристик матеріалів, плівкоутворюючі біорозкладальні плівки не знайшли широкого використання.

Нині в Україні майже відсутні ефективні засоби заміни існуючих упаковок на біорозкладальні матеріали. Розробка інноваційних технологій у галузі зберігання і заморожування плодоовочевої продукції зумовлена директивою Європейського парламенту (94/62/ЕС від 03.03.2016 р.) про скорочення використання пакувальних матеріалів до 2025 р. та закону про обмеження обігу пластикових пакетів на території України з 2022 р. прийнятий 1 червня 2021

року (законопроект № 2051-1 від 18.09.2019 р.). Тому розробка матеріалозамінних, екологічних, недорогих засобів пакування в поєднанні з технологією зберігання плодів, зокрема вишні із застосуванням плівкоутворюючих композицій є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана впродовж 2012–2022 рр. відповідно до програми досліджень Уманського національного університету садівництва: «Розробка сучасних конкурентоспроможних технологій виробництва харчових продуктів рослинного походження» (ДР № 0101U004498, 2012–2015 рр.); до тематики досліджень кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів «Розробити високоефективні ресурсощадні технології зберігання продукції садівництва і рецептури та технології виготовлення нових продуктів їх переробки з покращеними біологічними властивостями»; «Розробка технологій зберігання і переробки продуктів рослинництва» (№ 0116U003208, 2016–2020 рр.); до тематики досліджень кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів «Розробка сучасної технології зберігання плодів та овочів» (затверджено вченою радою інженерно-технологічного факультету, протокол № 6 від 17.02.2014 р.); «Розробка ресурсощадних технологій зберігання, перероблення продукції рослинництва та виробництва харчових продуктів» (ДР № 0121U112149, 2021–2022 рр.); до тематики досліджень кафедри технологій харчових продуктів «Розроблення інноваційних технологій зберігання і виробництва харчових продуктів на основі рослинної сировини» (затверджено вченою радою інженерно-технологічного факультету, протокол № 5 від 23.04.2021 р.); відповідно до програми досліджень станції помології імені Л. П. Симиренка «Розробка технології заморожування та низькотемпературного зберігання плодів» (ДР № 0114U000049).

Мета і завдання досліджень.

Мета досліджень – розроблення наукових основ формування та збереження якості охолоджених та заморожених плодів вишні за попереднього оброблення полісахаридними плівкоутворюючими композиціями.

Досягнення поставленої мети здійснювалося шляхом вирішення наступних завдань:

- дослідити вплив погодних умов на показники споживної стиглості плодів вишні за врожайністю, середньою масою, об'ємом, щільністю, середнім геометричним діаметром, площею поверхні та сферичністю, органолептичною оцінкою, компонентами хімічного складу плодів залежно від сорту та групи стиглості;
- встановити критерії оптимального ступеня стиглості плодів вишні за комплексом агрокліматичних, фізико-хімічних, органолептичних показників та визначити кращі сорти плодів вишні, придатні для зберігання та заморожування;
- удосконалити технології зберігання плодів вишні з дослідженням змін якості вишні та особливостей фізико-хімічних, фізіолого-біохімічних і мікробіологічних процесів впродовж холодильного зберігання за попереднього оброблення плодів полісахаридними плівкоутворюючими композиціями;

- обґрунтувати оптимальну температуру зберігання заморожених плодів вишні;
- встановити особливості формування і збереження якості заморожених плодів вишні залежно від сортових особливостей і оброблення розчинами кріопротекторної дії;
- удосконалити технології виробництва заморожених плодів вишні з дослідженням змін якості та особливості фізико-хімічних процесів в заморожених плодах вишні за попереднього оброблення в розчинах кріопротекторної дії та полісахаридними композиціями;
- оптимізувати склад полісахаридних композицій для заморожування плодів вишні та встановити найбільш придатні до заморожування сорти;
- визначити економічну ефективність удосконалених технологій зберігання та заморожування плодів вишні.

Об'єкт дослідження: процеси формування якості плодів вишні під впливом агрокліматичних показників за попереднього оброблення перед зберіганням і заморожуванням полісахаридними плівкоутворюючими композиціями.

Предмет дослідження – плоди вишні свіжі та заморожені.

Методи дослідження. В роботі використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень. Загальнонаукові: гіпотеза, експеримент, спостереження, аналіз, синтез, дедукція, індукція, моделювання, узагальнення. Спеціальні методи: *лабораторний* для визначення впливу погодних умов на фізико-хімічні показники плодів вишні, способів попередньої обробки плодів полісахаридними композиціями на зміну їхньої якості після зберігання та заморожування; *органолептичний* для визначення якості плодів; *математично-статистичний* (дисперсійний, кореляційний, регресійний) для встановлення достовірності даних, визначення залежностей між фізико-хімічними показниками якості плодів вишні за дії погодних умов та впливу полісахаридних композицій; вибору кращого сорту плодів вишні; *розрахунково-порівняльний* – для визначення економічної ефективності технології зберігання та заморожування плодів вишні.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні наукової проблеми та виявленні загальних закономірностей збереження товарних і споживних властивостей плодів вишні, вирощених в умовах Правобережного Лісостепу України, попередньо оброблених полісахаридними композиціями.

Вперше:

- встановлено критерії оптимального ступеня стиглості плодів вишні різних сортів за комплексом агрокліматичних, фізико-хімічних, органолептичних показників та обґрунтовано строки збирання врожаю;
- розроблено склад полісахаридних композицій для збереження товарних, фізико-хімічних і органолептичних показників якості плодів вишні та встановлено закономірності їхніх змін впродовж холодильного зберігання;
- розроблено й науково обґрунтовано склад розчинів кріопротекторної дії та полісахаридних композицій для збереження якості заморожених плодів вишні, встановлено закономірності та зміни їхньої якості впродовж зберігання в замороженому стані;

- визначено зміни антиоксидантної активності й антиоксидантних ферментів плодів вишні оброблених полісахаридними композиціями впродовж холодильного зберігання;
- встановлено взаємозв'язок між фізико-хімічними показниками плодів вишні впродовж зберігання та заморожування за попереднього оброблення полісахаридними плівкоутворюючими композиціями;
- обґрунтовано критерії сортопридатності плодів вишні для зберігання та заморожування за комплексом фізико-хімічних показників плодів.

Вдосконалено:

- технології зберігання плодів вишні за попереднього оброблення 1%-м розчином хітозану з 100 мг/л саліцилової кислоти; 5%-м розчином альгінату натрію;
- технології заморожування плодів вишні в розчинах кріопротекторної дії та полісахаридними композиціями.

Дістали подальшого розвитку:

- наукові положення щодо формування та збереження якості плодів вишні за попереднього оброблення полісахаридними плівкоутворюючими композиціями.
- зміни фізико-хімічних, фізіолого-біохімічних та мікробіологічних показників якості плодів вишні впродовж зберігання та заморожування за попереднього оброблення полісахаридними плівкоутворюючими композиціями.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблено:

- комплекс показників споживного ступеня стиглості плодів вишні;
- технологічною інструкцією зі зберігання плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями;
- технологічною інструкцією з виробництва заморожених плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями.

Здійснено впровадження розроблених технологій у виробництво в ТОВ “Мошурівський консервний завод”, с. Мошурів, Звенигородський р-н, Черкаська обл. (акт від 20.04.2017); ТОВ “Сіріус-Агро”, с. Водяники, Звенигородський р-н, Черкаська обл. (акт від 25.07.2018); ПрАТ “Могилів-Подільський консервний завод”, м. Могилів-Подільський, Вінницька обл. (акт від 6.07.2020). Результати дисертаційних досліджень використовуються в навчальному процесі Уманського національного університету садівництва та відображені в методичних вказівках з дисципліни “Науково-дослідна робота студентів” (довідка від 11.09.2019).

Особистий внесок здобувача полягає у виборі теми, аналізуванні вітчизняних і закордонних літературних джерел, обґрунтуванні та постановці досліджень, встановленні мети і завдань, методик проведення досліджень; проведенні експериментальних досліджень та обробці й узагальненні результатів; формулюванні висновків, підготовці до друку статей; впровадженні у виробництво отриманих результатів. Автор опрацювала методики, виконала 70–90 % обсягу експериментальних досліджень.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати досліджень доповідались і обговорювались на наукових конференціях професорсько-викладацького складу Уманського національного університету

садівництва (2013–2023 рр.), Всеукраїнських наукових конференціях молодих учених (2014, 2015), Міжнародному науковому симпозиумі “Сучасне плодоовочівництво і виноградарство. Досягнення і перспективи” (Молдова, ГАУ Молдови, Кишинів, 2015), III Міжнародній науково-практичній конференції “Актуальні питання сучасної аграрної науки” (УНУС, Умань, 2015), Міжнародній науково-практичній конференції “Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва і рослинництва” (УНУС, Умань, 2016), 16 Міжнародній конференції “Харчування та діагностики” (Чехія, Прага, 2016), IV Міжнародній науково-практичній конференції “Актуальні питання сучасної аграрної науки” (УНУС, Умань, 2016), Міжнародній науково-практичній конференції “Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва і рослинництва” (УНУС, Умань, 2017–2019), Міжнародній науково-практичній конференції “Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини” (Київ, 2018), Всеукраїнській науковій конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників (УНУС, Умань, 2019), VII Міжнародній науково-практичній конференції “Актуальні питання аграрної науки” (Умань, 2019), Всеукраїнській науковій конференції “Інноваційні технології та підвищення виробництва харчових продуктів” (УНУС, Умань, 2020), VI Міжнародній науково-практичній конференції “Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва” (УНУС, Умань, 2020), I Міжнародній науково-практичній конференції “Перспективи еко-інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва” (ПДАА, Полтава, 2020), Інтернет-конференції “Харчова хімія. Сучасні методи виробництва продуктів харчування, харчові добавки, пакувальні матеріали” (Львів, 2020).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в 101 науковій праці, у тому числі десяти статтях у наукометричних базах Scopus та Web of Science (країн Румунії, Словаччини, Фінляндії, Польщі), п’яти – у наукових фахових виданнях України, включених до наукометричної бази Scopus, 21 – у наукових фахових виданнях України, 11 – в інших виданнях, трьох монографіях, двох патентах на винахід та восьми патентах на корисну модель, 41 тезі доповідей.

Структура дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 532 сторінках тексту комп’ютерного набору, у тому числі 287 – основного тексту, що включає анотацію (українською та англійською мовами), вступ, вісім розділів, висновки, рекомендації виробництву. Містить 44 таблиці, 152 рисунки і додатки (таблиці, рисунки, скан-копії, відомості про апробацію результатів дисертації, технологічні інструкції). Список використаних джерел включає 516 найменувань, з яких 338 – латиницею.

ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету та завдання досліджень, встановлено особистий внесок здобувача, наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів досліджень.

У **першому розділі** «Наукові основи формування та збереження якості

плодів вишні з полісахаридними плівкоутворюючими композиціями» визначено фактори, що впливають на формування якості плодів вишні та способи її збереження із застосуванням новітніх технологій пакування та зберігання. Встановлено, що плоди вишні мають різноманітний хімічний склад, який залежить від погодних умов, зони вирощування та особливостей сорту. Нині через значну зміну клімату необхідно вивчити вплив погодних умов на формування якісних показників плодів, що дасть змогу оцінити їхню споживну цінність вже на етапі збирання врожаю. Для підтримання якості плодів після збирання та протягом зберігання доцільно застосування плівкоутворюючих полісахаридних композицій. Однак, в літературних джерелах інформація щодо використання полісахаридних композицій для плодів майже відсутня та носить рекомендаційний характер. Тенденції появи технології біорозкладальної упаковки з поліпшеною якістю і безпечністю призвели до інновацій в технології упаковки. Дослідження і розробки у відповідь на споживні переваги сприяли появі активних, біологічно активних методів упаковки харчових продуктів, які є інноваційними. Дослідження, щодо впливу полісахаридних покриттів, показали що покриття застосовують в основному для передзбиральної обробки фруктів. Майбутні дослідження впливу полісахаридних покриттів слід зосередити на: специфічності та універсальності їхніх біологічних властивостей; біофізичній і хімічній взаємодії з іншими компонентами, що містяться в рослинах і навколишньому середовищі; механізму дії на конкретні клітини, тканини, органи та рослини; взаємодії з біотою та оцінці життєвого циклу.

У **другому розділі** «Програма, методи та методика проведення досліджень» проведено узагальнення теоретичних та експериментальних досліджень, які представлено в програмі досліджень (рис. 1). Наукова гіпотеза полягає в тому, що розробку заходів післязбиральної обробки плодів вишні за збереження їх високої якості потрібно проводити з урахуванням комплексу погодних умов збирання та зберігання продукції із застосуванням полісахаридних плівкоутворюючих композицій.

Дослідження проводили впродовж 2012–2020 рр. на кафедрі технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва, відділі захисту рослин та аналітичних вимірювань дослідної станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН, СТОВ “Деметра” (Уманський р-н, Черкаська обл.). Для проведення досліджень використовували плоди вишні поширених і районуваних в Лісостепу сортів Лутовка, Шпанка та вирощені на дослідній станції помології ім. Л. П. Симиренка – Гріот Подбельський, Альфа, Жадана, Шанс, Оптимістка, Елегантна, Пам’ять Артеменка.

Дослідження проводили за наступними напрямками:

1. Перший етап дослідження впливу агрокліматичних показників періоду достигання та оптимальні строки збирання плодів вишні проводили за наступними дослідженнями: *Дослід 1* Дослідження впливу агрокліматичних показників періоду достигання та оптимальні строки збирання плодів вишні проводили на кафедрі технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва впродовж 2013–2017 рр. з плодами вишні сортів Лутовка і Шпанка, вирощених в СТОВ “Деметра”. Дерева садіння 2004 року, схема розміщення – 5 × 3 м.

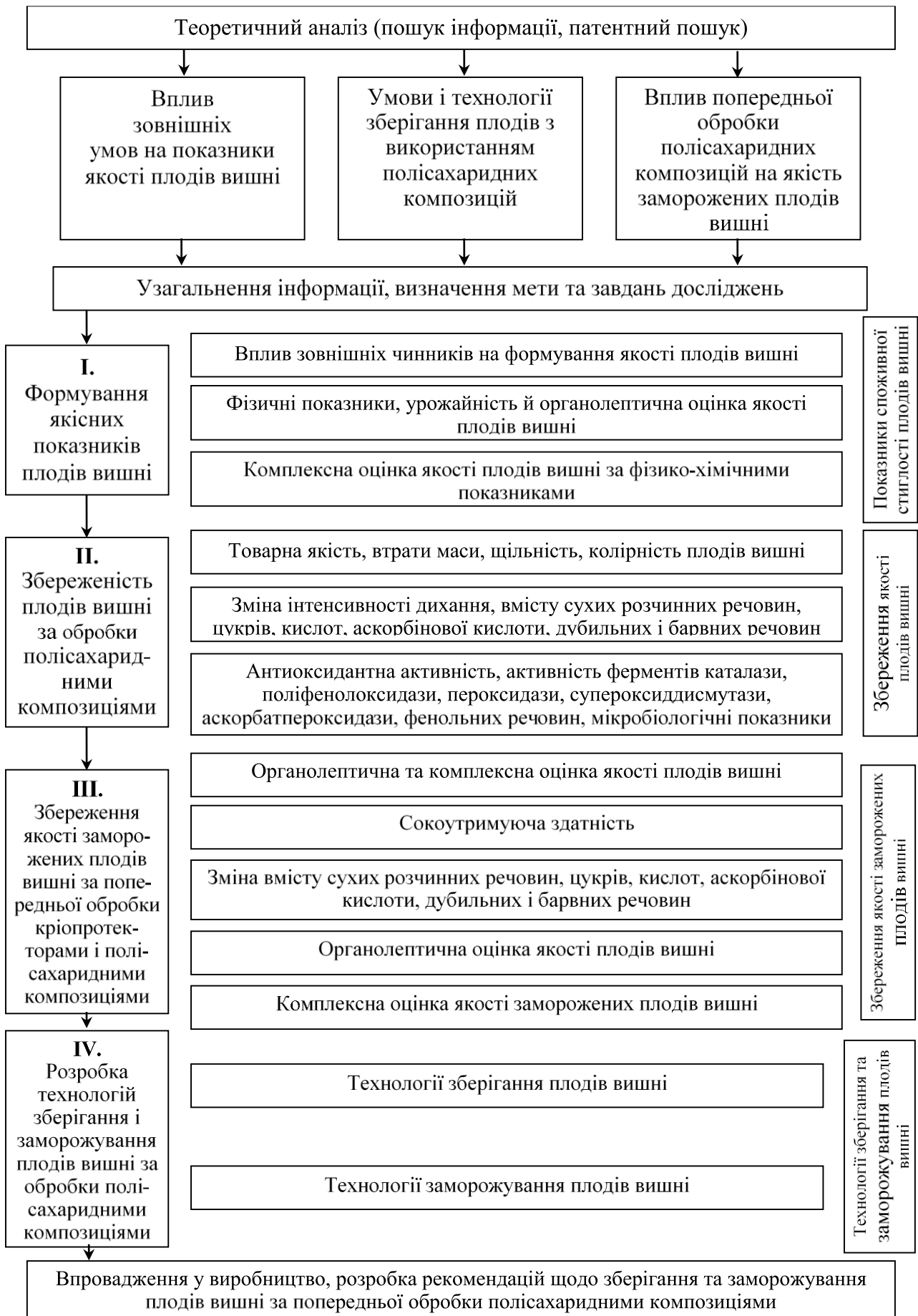


Рис. 1 Програма досліджень

Міжряддя утримували під чорним паром, пристовбурні смуги – під гербіцидним паром. Умови вирощування – без зрошення. Плоди вишні кожного сорту збирали у споживній стадії стиглості впродовж першої декади липня з чотирьох дерев у різних місцях крони.

Дослід 2 Аналогічні дослідження проводили у 2016–2018 рр. на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН з плодами вишні сортів: Гріот Подбельський, Жадана, Елегантна, Оптимістка, Шанс, Альфа, Пам'ять Артеменка. Сад посаджено в 2005 р. за схемою 5 × 3 м. Міжряддя знаходяться під чорним паром, пристовбурні смуги оброблено гербіцидом, зрошення відсутнє. Плоди вишні збирали в стадії споживної стиглості. Вплив агрокліматичних показників вивчали за даними метеостанції «Умань» та Мліївської дослідної станції помології ім. Л. П. Симиренка фіксуючи суму ефективних температур, кількість опадів та гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за період вегетації вишні та фази досягання плодів.

Дослід 3. Дослідження врожайності, фізичних показників, зокрема середню масу плоду, масу кісточка, довжину плодоніжки, довжину, ширину та висоту плоду, об'єм, середній геометричний діаметр, площу поверхні, сферичність, забарвлення, органолептичну та товарну оцінку плодів вишні здійснювали у 2016–2018 рр. з плодами вишні сортів Гріот Подбельський, Жадана, Елегантна, Оптимістка, Шанс, Альфа, Пам'ять Артеменка, Лутовка і Шпанка за досягнення плодами споживної зрілості.

Дослід 4. Формування хімічного складу плодів вишні за вмістом сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот, аскорбінової кислоти, дубильних і барвних речовин досліджували впродовж 2013–2017 рр. в плодах сортів Лутовка і Шпанка, у 2016–2018 рр. – у плодах сортів Гріот Подбельський, Жадана, Елегантна, Оптимістка, Шанс, Альфа, Пам'ять Артеменка.

Другий етап досліджень Збереженість плодів вишні за обробки саліциловою кислотою і полісахаридними композиціями. Дослідження збереженості плодів вишні проводили в холодильній камері кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів згідно методичних вказівок по зберіганню плодів, овочів та винограду.

Плоди збирали в споживній стадії стиглості, укладали в ящики № 5 масою до 5кг і зберігали за температури $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря $95\pm 1\%$. Критерій закінчення зберігання плодів – втрати маси не більше 10%.

Дослід 1. Збереженість плодів вишні залежно від обробки розчином саліцилової кислоти досліджували упродовж 2016–2018 рр на плодах вишні сортів Шпанка і Лутовка вирощених в СТОВ “Деметра”. За добу до збирання врожаю плоди обприскували водними розчинами саліцилової кислоти або хітозану (по чотири дерева кожного варіанту):

- без обробки (контроль);
- 50 мг/л розчином саліцилової кислоти;
- 100 мг/л розчином саліцилової кислоти;
- 0,5 % розчин хітозану;
- 1 % розчином хітозану.

Підсушували плоди природним шляхом.

Дослід 2. Збереженість плодів вишні, вирощених на дослідній станції

помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН, проводили у 2019–2020 рр. з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка залежно від обробки карагенаном:

- плоди вишні без обробки (контроль);
- оброблені 1% розчином карагенану (карагенан 1%, гліцерин (0,6 г/100 мл);
- плоди, оброблені 2% розчином карагенану (карагенан 2%, гліцерин (0,6 г/100 мл).

Для розчинення суміш нагрівали до 80°C перемішуючи впродовж 30 хв., охолоджували. В приготовлений розчин занурювали плоди вишні, витримували 1–2 хв, виймали, давали стекти та висушували потоком повітря, створеного штучно вентилятором.

Дослід 3. Збереження якості плодів вишні, вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН, проводили у 2016–2018 рр. з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка залежно від обробки альгінатом натрію:

- без обробки (контроль);
- плоди, оброблені 3% розчином альгінату натрію;
- плоди вишні, оброблені 5% розчином альгінату натрію.

Для приготування розчину, альгінат натрію розчиняли в воді при температурі 45 °С. Після охолодження до розчину додавали 10% гліцерину.

Підготовлені плоди промивали водою, підсушували та занурювали в розчини альгінату натрію на 1–2 хв., для забезпечення рівномірності покриття. Плоди, оброблені альгінатом натрію, підсушували, шляхом обдування повітрям, створеного штучно вентилятором.

Дослід 4. Збереження якості плодів вишні, вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН, проводили у 2016–2019 рр. з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка залежно за обробки хітозаном з саліциловою кислотою:

- без обробки (контроль);
- 100 мг/л розчином саліцилової кислоти;
- 1% розчином хітозану з 100 мг/л саліцилової кислоти.

За добу до збирання врожаю плоди обприскували водними розчинами саліцилової кислоти або в комбінації з хітозаном.

Третій етап досліджень з удосконалення технології виробництва заморожених плодів вишні. Дослідження проводили згідно методичних вказівок по проведенню досліджень із замороженими плодами, ягодами та овочами. Підготовка плодів вишні включала сортування, інспектування, миття, видалення залишку вологи.

Заморожування плодів вишні здійснювали розсипом або в цукрових сиропах за температури мінус 24°C до досягнення всередині плоду температури мінус 18°C. Зберігали заморожену продукцію за температури не вище мінус 18 °С до 6 місяців.

Дослід 1. Дослідження оптимальної температури зберігання заморожених плодів вишні проводили з плодами сортів Гріот Подбельський і Альфа вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН у 2012–2013 рр.

Дослід 2. Дослідження формування і збереження якості плодів вишні залежно від сортових особливостей і обробки речовинами кріопротекторної дії проводили у 2016–2018 рр. з плодами вишні сортів Жадана, Шанс, Елегантна, Оптимістка, Гріот Подбельський, Альфа, Пам'ять Артеменка, вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН за схемою:

- розсипом (контроль);
- у 25 % цукровому сиропі;
- 20 % цукровому сиропі з додаванням 4% аскорутину;
- 45 % цукровому сиропі.

Плоди фасували у пластикові стакани, призначені для фасування харчових продуктів місткістю до 0,25 см³, заморожували у цукровому сиропі.

Дослід 3. Вплив обробки речовинами кріопротекторної дії та виду тари на збереження якості заморожених плодів вишні проводили у 2012–2013 рр. з плодами вишні сорту Лутовка, вирощених в СТОВ “Деметра” за варіантами:

- плоди заморожені розсипом, фасовані в поліетиленові пакети місткістю 0,5кг (контроль);
- плоди попередньо витримані у 20% розчині цукру та заморожені розсипом, фасовані в пакети з поліетиленової плівки масою до 0,5 кг;
- плоди попередньо витримані у 20% розчині цукру з додаванням 4% аскорутину та заморожені розсипом, фасовані в пакети з поліетиленової плівки масою до 0,5 кг;
- плоди вишні заморожені розсипом, фасовані в пластикові стакани місткістю до 0,25 см³;
- плоди заморожені в 20% розчині цукру в пластикових стаканах місткістю до 0,25 см³;
- плоди вишні заморожені в 20% розчині цукру з додаванням 4% аскорутину в пластикових стаканах місткістю до 0,25 см³.

Тривалість витримування плодів у цукровому сиропі та з додаванням аскорутину – 30 хв. Плоди заморожували розсипом або в цукрових сиропах з додаванням аскорутину в пластикових стаканах за температури мінус 24 °С до досягнення всередині плоду температури мінус 18 °С. Зберігали заморожені продукти за температури не вище мінус 18 °С до 6 місяців.

Дослід 4. Дослідження формування і збереження якості заморожених плодів вишні за обробки кріопротекторами і полісахаридними композиціями проводили впродовж 2015–2017 років з плодами вишні сортів Шпанка і Лутовка, вирощених в СТОВ “Деметра” за наступними варіантами:

- без обробки (контроль);
- 20 % цукру з додаванням 4 % аскорутину;
- 20 % цукру з додаванням 1 % хітозану,

Підготовлені плоди витримували впродовж 30 хвилин у розчинах згідно схеми досліду. З плодів видаляли вологу, шляхом їх обдування повітрям, заморожували за температури мінус 24±1 °С до досягнення всередині плоду температури мінус 18 °С, фасували в пакети з поліетиленової плівки масою до 0,5 кг та зберігали впродовж шести місяців за температури мінус 18 °С.

Дослід 5. Дослідження фізико-хімічних змін у заморожених плодах вишні під впливом покриття із альгінату натрію проводили впродовж 2016–2018 років з

плодами сортів Альфа та Пам'ять Артеменка, вирощених на дослідній станції помології імені Л.П. Симиренка ІС НААН за варіантами:

- без обробки (контроль);
- плоди, оброблені 2 % розчином альгінату натрію;
- плоди вишні, оброблені 3 % розчином альгінату натрію;
- плоди вишні, оброблені 5 % розчином альгінату натрію.

Для приготування розчину, альгінат натрію розчиняли в воді при температурі 45 °С. Після охолодження до розчину додавали 3% гліцерину. Підготовлені плоди занурювали в розчини альгінату натрію на 10–15 хв. для забезпечення рівномірності покриття. З плодів видаляли вологу, шляхом їх обдування повітрям, заморожували за температури мінус 24±1 °С до досягнення всередині плоду температури мінус 18 °С, фасували в пакети з поліетиленової плівки масою до 0,5 кг та зберігали впродовж шести місяців за температури мінус 18 °С.

Дослід 6. Встановлення сортів вишні, придатних до заморожування та зберігання здійснювали з плодами вишні сортів Альфа, Жадана, Шанс, Елегантна, Пам'ять Артеменка, Оптимістка, Гріот Подбельський вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН, за методом багатокритеріальної оптимізації.

Для цього впродовж 2016–2018 рр проводили дослідження із свіжими та замороженими плодами вишні. Об'єктами досліджень були плоди вишні сортів Альфа, Жадана, Шанс, Елегантна, Пам'ять Артеменка, Оптимістка, Гріот Подбельський.

Плоди вишні зібрані в споживній стадії стиглості сортували, інспектували, мили та заморожували розсипом за температури мінус 24±1 °С до досягнення всередині плоду температури мінус 18 °С, фасували в пакети з поліетиленової плівки масою до 0,5 кг та зберігали впродовж шести місяців за температури мінус 18 °С.

Відбір зразків для аналізу здійснювали за ДСТУ ISO 874–2002. У свіжих, охолоджених та заморожених плодах вишні визначали: довжину плодів, плодоніжки мікрометром, щільність плодів пенетрометром (Fruit penetrometer GY-4), втрати маси методом фіксованих проб, блиск плодів визначали за 5 бальною шкалою, інтенсивність дихання плодів за кількістю виділеного діоксиду вуглецю за В.М. Найченком, дегустаційну оцінку за 5 бальною шкалою (ISO 4120:2007), товарну якість продукції за ДСТУ 8325:2015.

Дослідження мікроструктури плодів проводили на мікроскопі "Micromed XS 2610", визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів за ДСТУ 8446:2015, плісневих грибів та дріжджів за ДСТУ 8447:2015, інтенсивність тепловиділення, продуктивність вентиляції (В. А. Колтунов, 2003). Вміст сухих розчинних речовин – рефрактометром РПЛ-3М (ДСТУ 8402:2015), цукрів – фериціанідним методом (ДСТУ 4954:2008), титрованих кислот – титриметричним методом (ДСТУ 4957:2008), аскорбінової кислоти – йодометричним методом (ДСТУ ISO 6557–2:2014), дубильних та барвних речовин за методом Нейбауера і Левенталя, вміст фенольних речовин методом Фоліна-Чокальтеу, активність ферменту каталази, пероксидази, поліфенолоксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази

за Х. Н. Починком, антиоксидантну активність за допомогою методу FRAP. Визначення вмісту компонентів хімічного складу плодів із урахуванням втрати маси проводили за В. М. Найченком (2001).

Вміст ціанідин-3-глюкорутинозиду та ціанідин-3-рутинозиду хлорогенової і кавової кислоти за методом високоефективної рідинної хроматографії із діодноматричним детектором (хроматограми зі спектрами поглинання) на приладі Waters (США).

Сокоутримуючу здатність визначали за різницею маси заморожених і дефростованих плодів, здатність до розтріскування виражали у відсотках, коефіцієнт світлопропускання – за допомогою фотоколориметра (КФК-2), цукрово-кислотний індекс за відношенням вмісту цукрів до кислот. Дослідження процесу льодоутворення в плодах методом диференційного термічного аналізу (ДТА), який базується на безперервній реєстрації різниці температур між дослідним зразком і еталоном (матеріалом порівняння термічно неактивним у межах температур термічного аналізу).

Методом кореляційних плеяд визначали залежність між компонентами хімічного складу плодів вишні свіжих та заморожених. Для цього вираховували коефіцієнти кореляції між встановленими атрибутами для певної кількості з'єднань, число яких:

$$C = N(N-1) / 2,$$

де: C – кількість зв'язків; N – кількість символів.

Була побудована кореляційна матриця залежностей, в якій вилучені коефіцієнти кореляції при достовірному рівні $p < 0,05$. Побудовано кореляційне кільце, в якому визначалися первинні центри зв'язку. Встановлено ступінь залежності між якісними характеристиками, %: вміст сухих розчинних речовин (СРР), загальних цукрів (ЗЦ), титрованих кислот (ТК), дубильних і барвних речовин (ДБР), втрат маси (ВМ); аскорбінової кислоти (АК), мг/100г; інтенсивність дихання (ІД), мл $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{год}$; активності каталази (АКАТ), моль/хв., аскорбатпероксидази (АПО), мкмоль/хв., щільність (ТВ), $\text{кг}/\text{см}^2$.

Визначення кращого сорту плодів вишні за фізико-хімічними та органолептичними показниками для заморожування та зберігання проводили методом багатокритеріальної оптимізації. Для цього спочатку: встановлювали максимальні (f_j^+) і мінімальні (f_j^-) значення кожного показника; за формулою проводили нормування максимальних величин, значень відповідних критеріїв, коли $f_j^{onm} \rightarrow \max$, $f_j^{onm} \rightarrow f_j^+$.

$$f_j(x_i) = \frac{(f_j(x_i) - f_j^-)}{f_j^+ - f_j^-}, \quad f_j \rightarrow \max$$

оскільки втрата клітинного соку при заморожуванні плодів приймає значення, що прямує до мінімуму ($f_1^{onm} \rightarrow \min$) то формула буде мати вигляд:

$$f_1(x_i) = \frac{(f_1^+ - f(x_i))}{f_2^+ - f_2^-}, \quad f_1^{onm} \rightarrow \min$$

де $f_j(x_i)$ – значення j -го критерію для i -го сорту; x_i – досліджуваний сорт,
– цільова функція для вибору кращого сорту плодів вишні для заморозування буде мати вигляд:

$$\varphi(x_i) = \sum_{j=1}^n |f_j(x_i) - f_j(x^j)| \rightarrow \min$$

де: $\varphi(x_i)$ – цільова функція i -го сорту;
 x^i – ідеальний сорт.

Для вибору кращого сорту виконується умова:

$$\varphi(x^{opt}) \rightarrow \varphi(x^i) \rightarrow 0$$

У заморожених плодах вишні для узагальнення результатів досліджень використовували узагальнену функцію Харрінгтона, що є середнім геометричним функцій бажаності.

$$D = \sqrt[q]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_q},$$

де: d_1, d_2, \dots, d_q – функція бажаності; q – число параметрів оптимізації.

Залежність дозволяє замінити декілька параметрів оптимізації одним.

На параметри оптимізації були накладені наступні односторонні обмеження: вміст сухих розчинних речовин (y_1); цукрово-кислотний індекс (y_2); сокоутримуюча здатність (y_3); органолептична оцінка (y_4).

Для проведення хімічного аналізу плодів формували вибірку масою не менше 2 кг. Повторність досліду триразова.

Математичну і статистичну обробку даних проводили за методами дисперсійного, кореляційного і регресійного аналізів за В. О. Єщенком, П. Г. Копитком та ін. (2014). Використовували комп'ютерні програми MS Excel, Statistica 10.

У **третьому розділі** «Дослідження якості плодів вишні на придатність до зберігання» встановлено, що агрокліматичні умови, що склалися в період проведення досліджень суттєво різнилися та характеризувалися підвищеним температурним фоном в період вегетації за тривалості періоду 80–90 днів. Для досягання плодів вишні сума температур вище 10 °С необхідна в діапазоні: для ранніх сортів – 339,0–556,0 °С (середнє 440,7 °С); ранньо-середніх – 459,0–670,9 °С (середнє 544,9 °С); середніх – 551,0–786,7 °С (середнє 647,15 °С) та для пізніх – 651,0–880,7 °С (середнє 755,1 °С).

Найбільш врожайними (рис. 2) були дерева сортів Альфа (11,2 т/га) та Гріот Подбельський (12,4 т/га), тоді як врожайність понад 10 т/га зафіксовано у дерев сортів Елегантна, Шпанка, Лутовка та Жадана. Середня маса плоду вишні залежала від сортових особливостей. Найбільш крупними були плоди вишні сортів Оптимістка (4,9 г), Альфа (5,1 г) і Жадана (5,2 г). Частка кісточки від загальної маси плоду різних сортів вишні складає 6,6–7,7%, причому у сортів Альфа, Жадана, Оптимістка та Шанс частка кісточки є найбільшою, з довжиною плодоніжки 25,4–32,1 мм.

Об'єм плодів вишні коливався в межах від 1,44 до 5,13 см³, за максимального у сорту Жадана. Мінімально відрізняються за фігурою від сфери плоди вишні сортів Альфа, Шанс і Оптимістка.

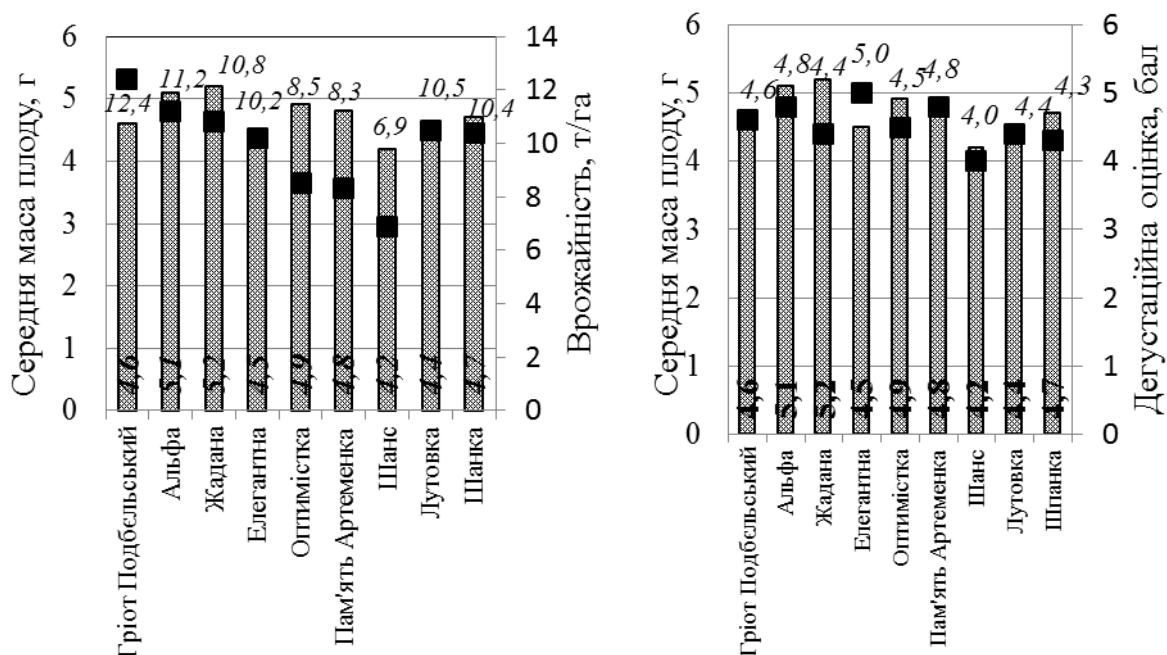


Рис. 2 Врожайність ($HP_{05} = 1,8$), дегустаційна оцінка ($HP_{05} = 0,2$) та середня маса ($HP_{05} = 0,2$) плодів вишні, (2016–2018 рр.):

▨ – Маса плоду; ■ – Врожайність; ■ – Дегустаційна оцінка.

Сорти вишні Гріот Подбельський, Жадана, Пам'ять Артеменка та Лутовка відносяться до групи морелей за рахунок темно-червоного забарвлення шкірки, м'якоті та від червоного до темно-червоного забарвлення соку.

Відмінну дегустаційну оцінку мали плоди вишні сортів Елегантна – 5 балів, дещо нижчою була вона у плодів сортів Альфа та Пам'ять Артеменка – 4,8 бали.

Плоди вишні накопичують 15,27–17,02% сухих розчинних речовин, 10,2–11,0% цукрів, з яких 4,5–5,7% глюкози, 4,4–4,9% фруктози та 0,3% сахарози, 1,92–2,02% титрованих кислот, 16,25–20,48 мг/100 г аскорбінової кислоти.

Цукрово-кислотний індекс плодів досліджуваних сортів складає 5,6 до 11,9, що свідчить про смак плодів кисло-солодкий та солодко-кислий. Частка дубильних і барвних речовин в плодах складала 0,67–0,90% залежно від сорту. Високий рівень сухих розчинних речовин і цукрів накопичується в плодах у роки з високими сумами температур і мінімальною кількістю опадів, особливо в період досягання ягід. Вміст титрованих кислот сягає максимальних значень за низької суми ефективних температур та високим гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) періоду вегетації та фази досягання плодів. Значний вміст аскорбінової кислоти в плодах накопичується у більш прохолодні та вологі періоди досягання ягід. У роки з нестачею гідротермічних ресурсів в період досягання в плодах вишні накопичується низький вміст дубильних і барвних речовин.

Встановлено сильну кореляційну залежність між вмістом дубильних і барвних речовин в плодах вишні і ГТК періоду досягання ($r=0,94-0,99$) (рис. 3).

Методом багатокритеріальної оптимізації узагальнено вивчені показники. Плоди вишні сортів Шанс і Елегантна отримали сьомий і шостий ранги. Сорти Гріот Подбельський і Оптимістка – п'ятий та четвертий ранги, Жадана і Альфа – третій і другий відповідно. Найвищий – перший ранг отримали плоди вишні сорту Пам'ять Артеменка.

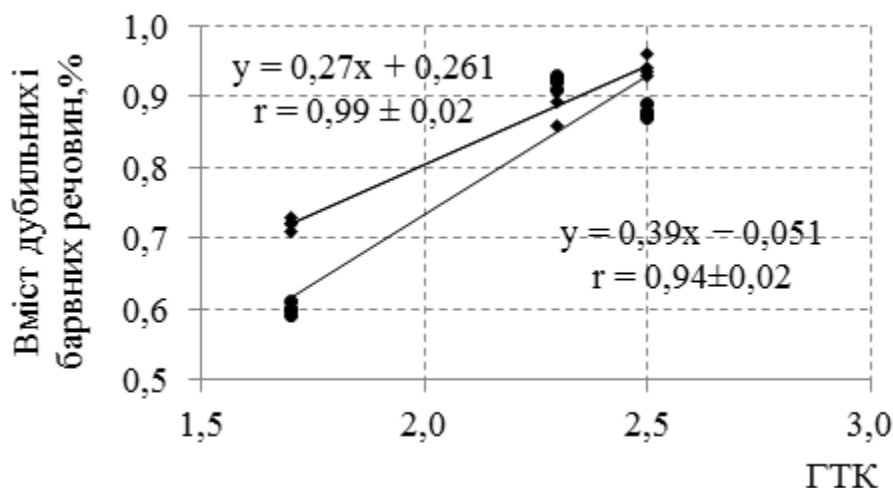


Рис. 3 Вміст дубильних і барвних речовин; у плодах вишні залежно від ГТК періоду достигання:
 ● – Альфа; ◆ – Память Артеменка.

У четвертому розділі «Збереженість плодів вишні за обробки саліциловою кислотою і полісахаридними композиціями» доведено, що обприскування плодів вишні до збирання врожаю розчином саліцилової кислоти 100 мг/л сприяє збільшенню тривалості їхнього зберігання до 21 доби за виходу товарної продукції на 5,9–6,0% вищого проти аналогічних показників контролю за найменшого абсолютного відходу – відповідно 5,4% для сорту Шпанка і 7,5% – Лутовка. Втрати маси плодів впродовж зберігання за вказаного способу обробки були в 1,4–1,5 рази нижчими за найбільшого впливу на розмір втрат фактора тривалості зберігання продукції.

Попередня обробка перед зберіганням плодів вишні розчином хітозану з концентрацією 1% збільшує вихід товарної продукції на 5,6–5,9%, залежно від сорту, зменшує втрати маси плодів на 1,0–1,1% та подовжує тривалість зберігання плодів до 21 доби.

Встановлено переваги обробки плодів вишні перед закладанням на зберігання 2% розчином карагенану, що дало змогу подовжити тривалість зберігання плодів до 28 діб, підвищити вихід товарної продукції на 4,9–7,3%, знизити рівень технічного браку на 1,8–4,7%, за на 2,6–3,1% нижчого абсолютного відходу та зменшити втрати маси плодів впродовж 28 діб зберігання на 19–29%, залежно від сорту.

Доцільною є обробка плодів вишні перед зберіганням в 5%-му розчині альгілату натрію, що сприяла збереженню товарної якості на рівні 91,3–92,4%, за нижчого на 2,3–5,0% рівня технічного браку та абсолютного відходу, що не перевищував 3,4% для плодів обох досліджуваних сортів, за зменшення втрати маси до 3,2–4,0% впродовж 28 діб зберігання.

Попередня обробка плодів вишні перед зберіганням в 1%-му розчині хітозану зі 100 мг/л саліцилової кислоти подовжує тривалість їхнього зберігання до 30 діб, підвищує вихід товарної продукції на 7,8–8,6%, знижує рівень технічного браку на 3,9–5,0%, а абсолютного відходу – у 2,3 рази (рис. 4) за втрат маси, що не перевищують 3%.

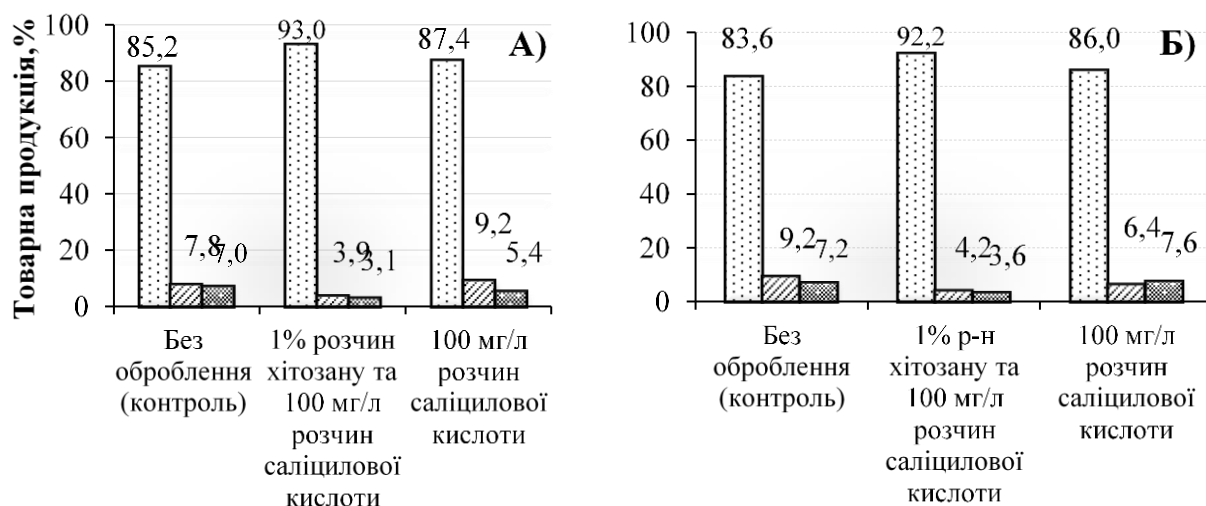


Рис. 4. Вихід товарної продукції плодів вишні сортів А) Альфа і Б) Пам'ять Артеменка після зберігання ($НІР_{05}$ товарної продукції = 2,6; $НІР_{05}$ технічний брак = 0,2; $НІР_{05}$ абсолютний відхід = 0,2), 2016–2019 рр.:

□ – товарна продукція; ▨ – технічний брак; ■ – абсолютний відхід.

Попередня обробка плодів вишні перед зберіганням полісахаридною композицією хітозану із саліциловою кислотою є найбільш ефективною завдяки збереженню органолептичних властивостей продукції на рівні свіжих плодів та відмінній дегустаційній оцінці (рис. 5).

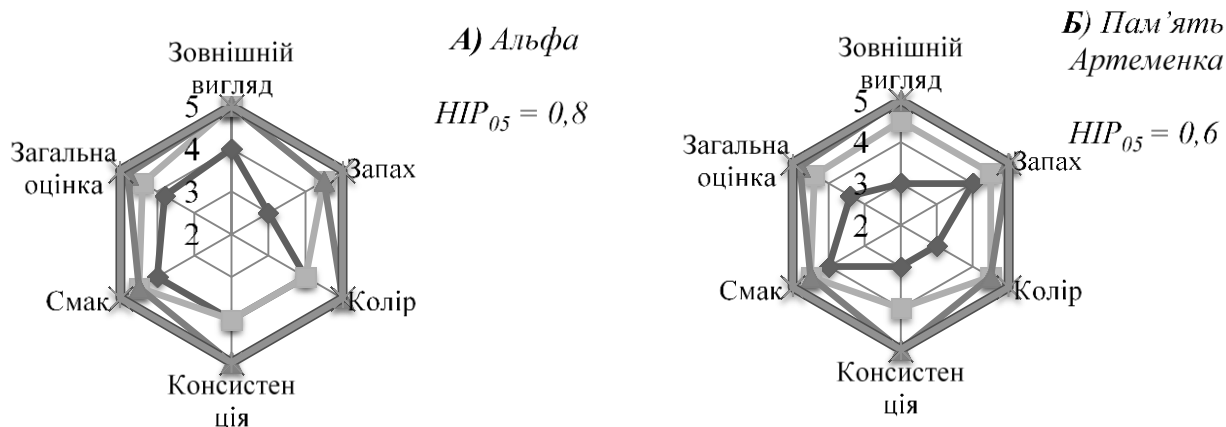


Рис. 5 Органолептична оцінка плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка(Б) попередньо оброблених полісахаридними композиціями на кінець зберігання, (2016–2018 рр.):

- ◆ – без обробки (контроль);
- – 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
- ▲ – 1% розчин хітозану;
- ✕ – 1% хітозан та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти
- ✱ – 5% розчин альгінату натрію.

Обробка перед зберіганням плодів вишні саліциловою кислотою в поєднанні з хітозаном, порівняно з необробленими плодами забезпечує зменшення чисельності МАФАНМ в 5,2 рази, дріжджів і плісень – 6,3 рази. (рис. 6).

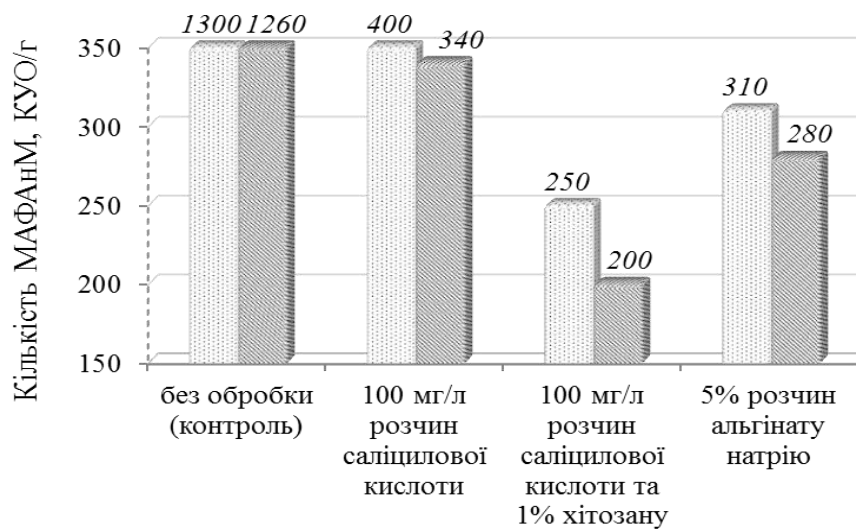


Рис. 6 Вплив обробки розчинами полісахаридних композицій на кількісний і якісний склад епіфітної мікрофлори на поверхні плодів вишні на кінець зберігання ($HIP_{05МАФАнМ} = 17,5$; $HIP_{05дріжджі} = 36$):
 ■ – МАФАнМ; ▨ – Дріжджі і плісень.

У п'ятому розділі «Вплив обробки полісахаридними композиціями на фізіолого-біохімічні зміни плодів вишні впродовж зберігання», з'ясовано, що обприскування плодів вишні до збирання врожаю розчином саліцилової кислоти 100 мг/л сприяє збереженню плодів до 21 доби знижуючи на 6–15% інтенсивність дихання, на 5,3–6,5% втрати сухих розчинних речовин, титрованих кислот – на 9,1–12,3%, дубильних і барвних речовин – 17,6–27,0%. При цьому зберігалася вища активність каталази, пероксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази, однак, за зниження активності поліфенолоксидази.

В оброблених 1%-ним розчином хітозану плодів втрати сухих розчинних речовин нижчі на 2,9–3,9%, цукрів – на 4,9–5,9%, титрованих кислот – на 27,0–33,0%, аскорбінової кислоти на 16,9–22,7%, залежно від сорту та концентрації розчину хітозану.

Попередня обробка плодів вишні розчином хітозану, зберігає активність ферментів каталази, пероксидази, поліфенолоксидази та супероксиддисмутази, що попереджувало окиснення плодів протягом зберігання, однак, за вищої активності аскорбатпероксидази.

Доведено ефективність обробки плодів вишні 2% розчином карагенану, що дало змогу зменшити втрати щільності на 15,2–17,1%; послабити інтенсивність дихання на 12,5–22,2%; за зниження втрат сухих розчинних речовин на 5,5–6,2%, цукрів – 3,9–6,7%, титрованих кислот на 57,2–53,7%; за збереження на вищому рівні антиоксидантної активності, активності каталази, пероксидази, однак, за вищої активності аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази.

Обробка плодів вишні перед зберіганням в 5%-му розчині альгінату натрію дозволяє знизити втрати щільності тканин до 7,8–7,6%; сповільнити інтенсивність дихання плодів. При цьому зменшуючи більш, ніж удвічі втрати сухих розчинних речовин в плодах (рис. 7), втрати цукрів до 3,0–4,8%, титрованих кислот – до 44,1–45,9%, аскорбінової кислоти – на 31,7–35,2%, дубильних і барвних речовин – на 5,4–5,9%.

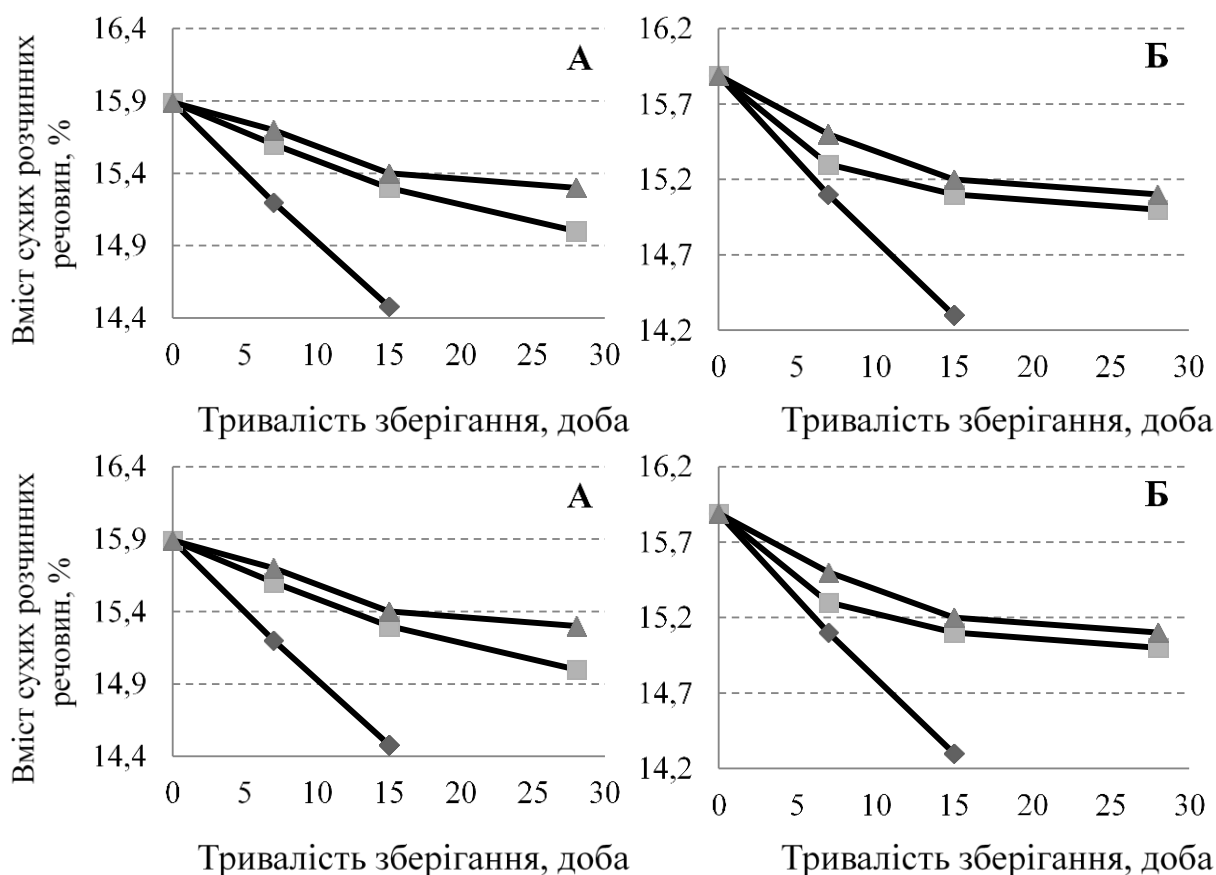


Рис. 7 Динаміка вмісту сухих розчинних речовин в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених альгінатом натрію перед зберіганням ($HIP_{05} = 0,4$), (2016–2018 рр.):

- ◆ — без оброблення (контроль);
- — 3% розчин альгінату натрію;
- ▲ — 5% розчин альгінату натрію.

В плодах зберігалася вища антиоксидантна активність (рис. 8), активність каталази, пероксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази.

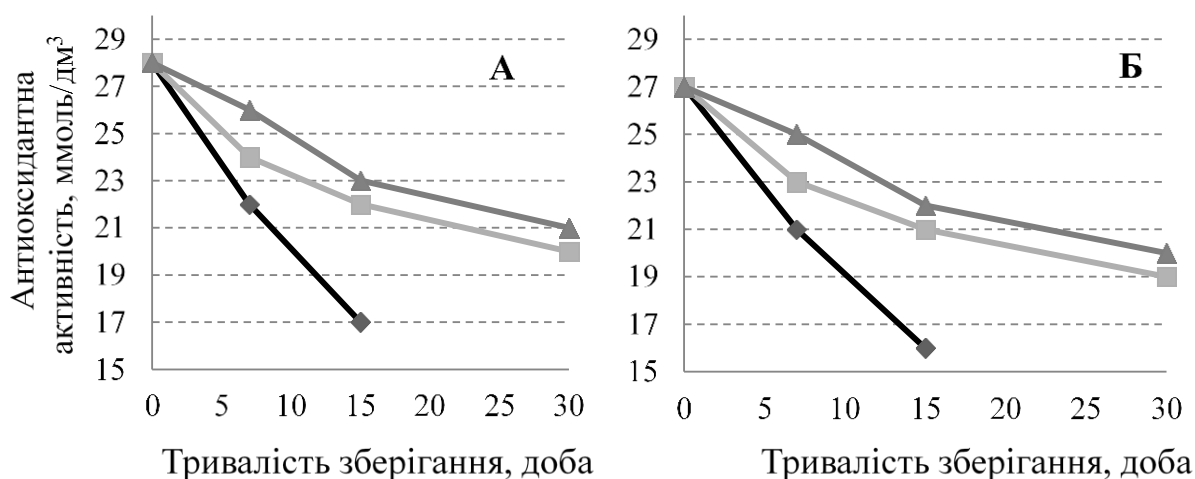


Рис. 8 Зміна антиоксидантної активності плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням ($HIP_{05} = 1,0$), (2016–2018 рр.):

- ◆ — без оброблення (контроль);
- — 3% розчин альгінату натрію;
- ▲ — 5% розчин альгінату натрію.

Обробка плодів вишні перед зберіганням в 1%-му розчині хітозану зі 100мг/л саліцилової кислоти сповільнює інтенсивність дихання плодів, знижує на 12,6–18,3% щільність тканин (рис. 9).

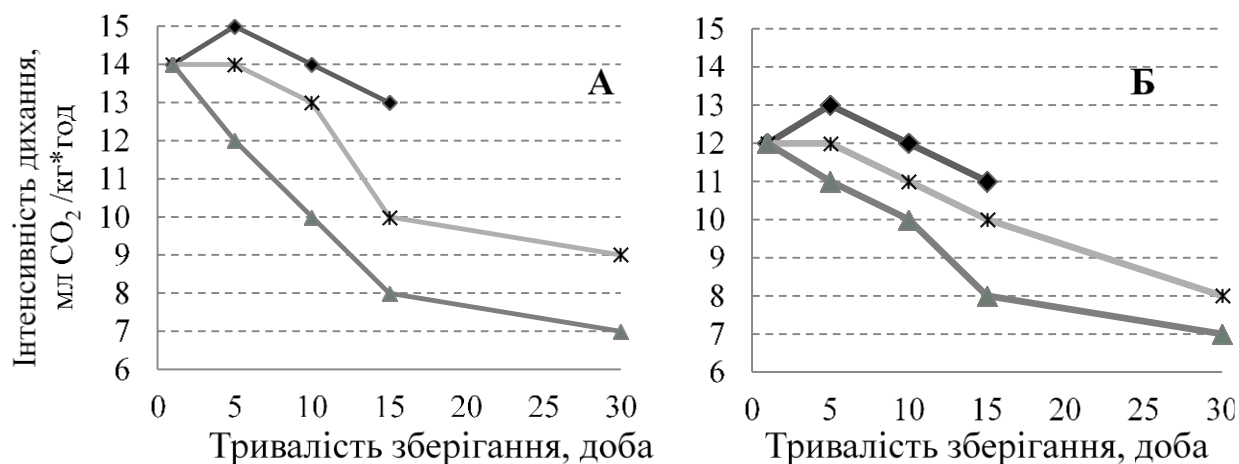


Рис. 9 Зміна інтенсивності дихання в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням ($HIP_{05} = 1,6$), (2016–2019 рр.):

- ◆ — без оброблення (контроль);
- * — 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
- ▲ — 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

За вказаного способу попередньої обробки втрати сухих розчинних речовин не перевищують 1,3–1,9% (рис. 10), цукрів – 1,7–3,9%, титрованих кислот – 24,6–44,0%, аскорбінової кислоти – 18,3–19,8%, дубильних і барвних речовин – на 8,2–9,5%.

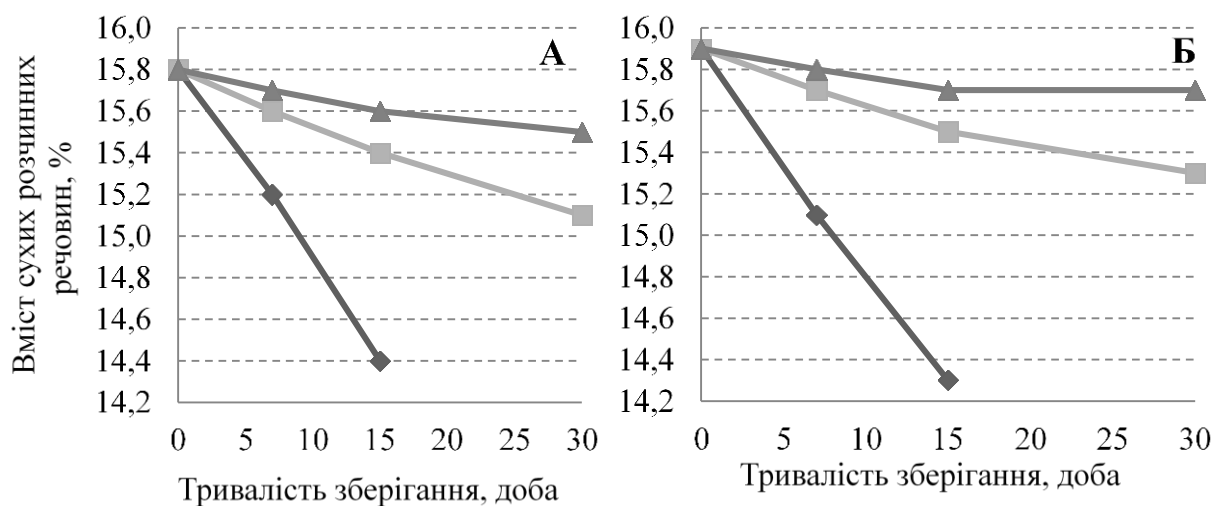


Рис. 10 Динаміка вмісту сухих розчинних речовин в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б) оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням ($HIP_{05} = 0,4$), (2016–2019 рр.):

- ◆ — без оброблення (контроль);
- — 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
- ▲ — 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Вміст ціанідин-3-глюкорутинозиду та ціанідин-3-рутинозиду практично залишається на рівні свіжих плодів, на 10,1–11,0% (рис. 11), зменшується вміст хлорогенової кислоти та на 36,8–40,1% кавової кислоти.

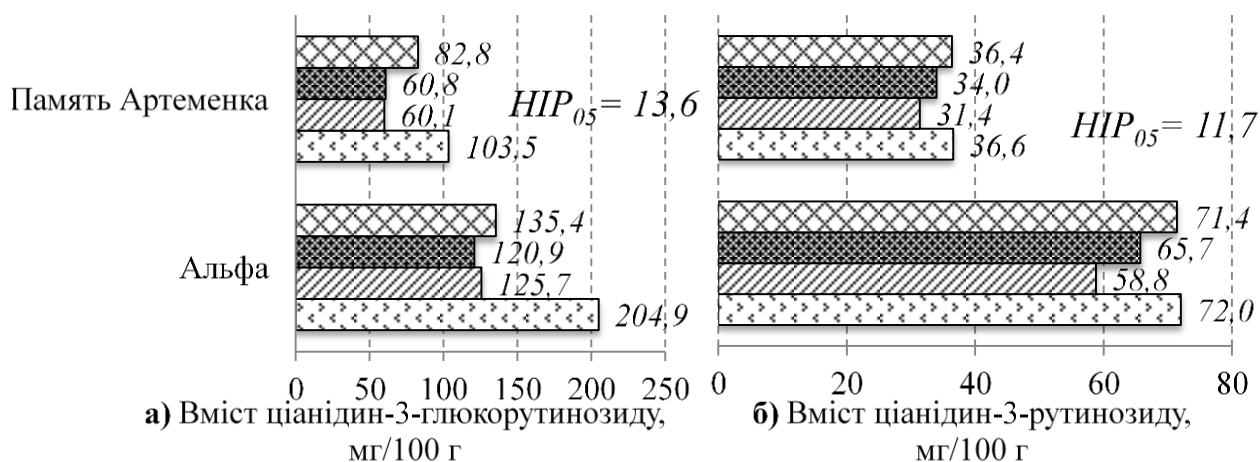


Рис. 11 Зміна ціанідин-3-глюкорутинозиду (а) та ціанідин-3-рутинозиду (б) в плодах вишні на кінець зберігання (2018 р.):

- ▣ – 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
- ▤ – 1% розчин хітозану;
- ▥ – без обробки (контроль);
- ▦ – свіжі плоди.

Рівень антиоксидантної активності плодів зберігається на 14,0–15,0% вищим проти контролю, зберігаючи вищу активність, каталази (рис. 12), пероксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази, за нижчої активності поліфенолоксидази.

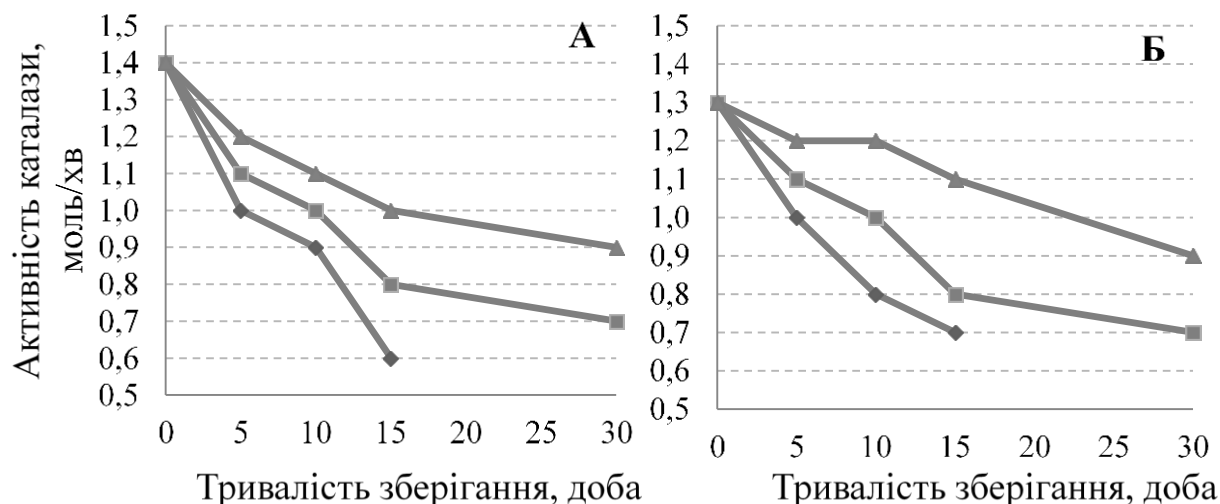


Рис. 12 Зміна активності ферменту каталази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням ($HIP_{05} = 0,2$), (2016–2019 рр.):

- ◆ – без оброблення (контроль);
- – 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
- ▲ – 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Між антиоксидантною активністю (y), вмістом дубильних і барвних речовин (x) плодів вишні встановлено сильну кореляційну залежність ($r = 0,93 \pm 0,01$) (рис. 13), що дозволяє за виведеним рівнянням регресії: $y = 30,9x - 0,163$ прогнозувати їхню антиоксидантну активність.

Між антиоксидантною активністю (y) і коефіцієнтом світлопропускання (x) встановлено сильну пряму кореляційну залежність ($r = 0,87 \pm 0,05$) та виведено рівняння регресії: $y = 1,62x - 38,3$.

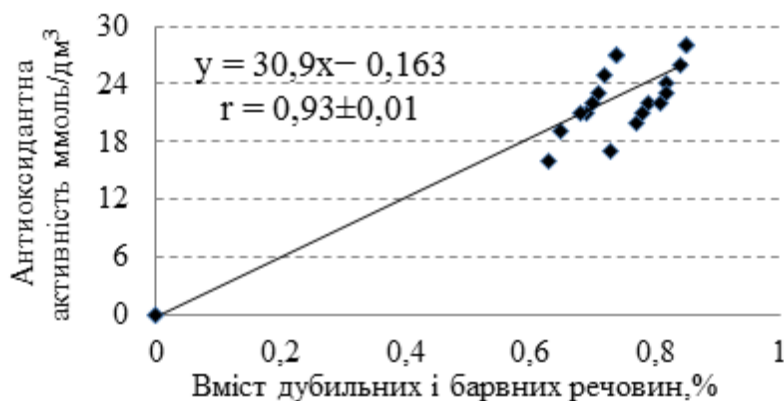


Рис. 13 Кореляційна залежність антиоксидантної активності від вмісту дубильних і барвних речовин у плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, (2016–2019 рр.)

У шостому розділі «Оптимізація ефективності зберігання плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями» за узагальненою функцією бажаності Харрінгтона дано об'єктивну оцінку плодам вишні на придатність до зберігання. Кращою для обробки плодів вишні перед зберіганням є обробка розчином 100 мг/л саліцилової кислоти з 1% хітозаном (рис. 14).

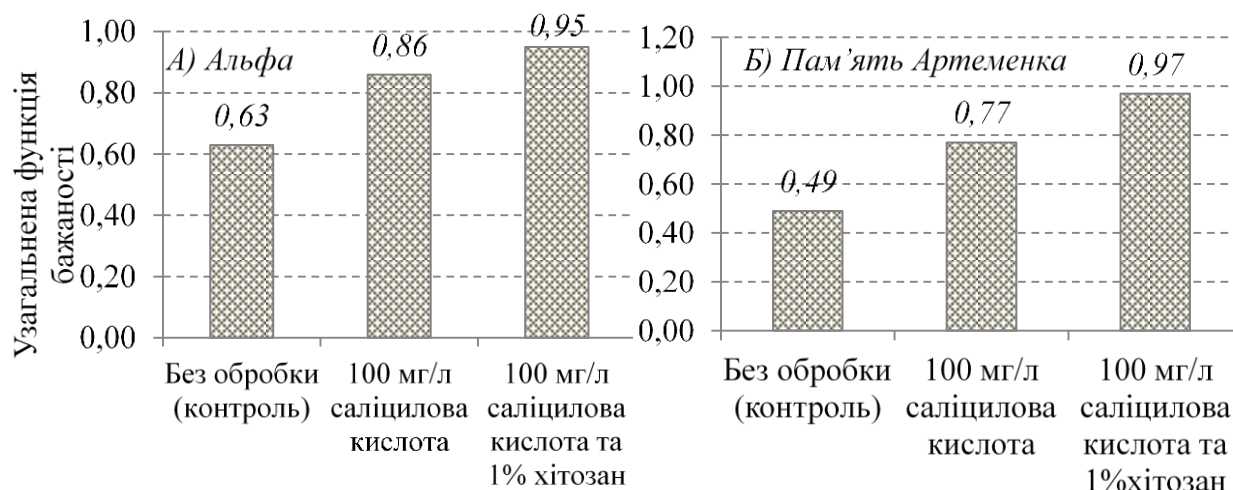


Рис. 14 Ранжування попередньої обробки плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка та Альфа в порядку збільшення значення відгуку узагальненої функції бажаності

Доведено, що плоди вишні без обробки (контроль) без втрати якості можна зберігати лише впродовж 15 діб, тоді як за попередньої обробки розчином саліцилової кислоти з хітозаном тривалість зберігання можна збільшити до 30

діб. Вища ефективність зберігання встановлена за попередньої обробки плодів вишні в розчині хітозану із саліциловою кислотою.

За розрахунками узагальненої функції бажаності Харрінгтона для плодів вишні сорту Альфа і Пам'ять Артеменка найефективнішою є обробка 5% розчином альгінату натрію. (рис. 15).

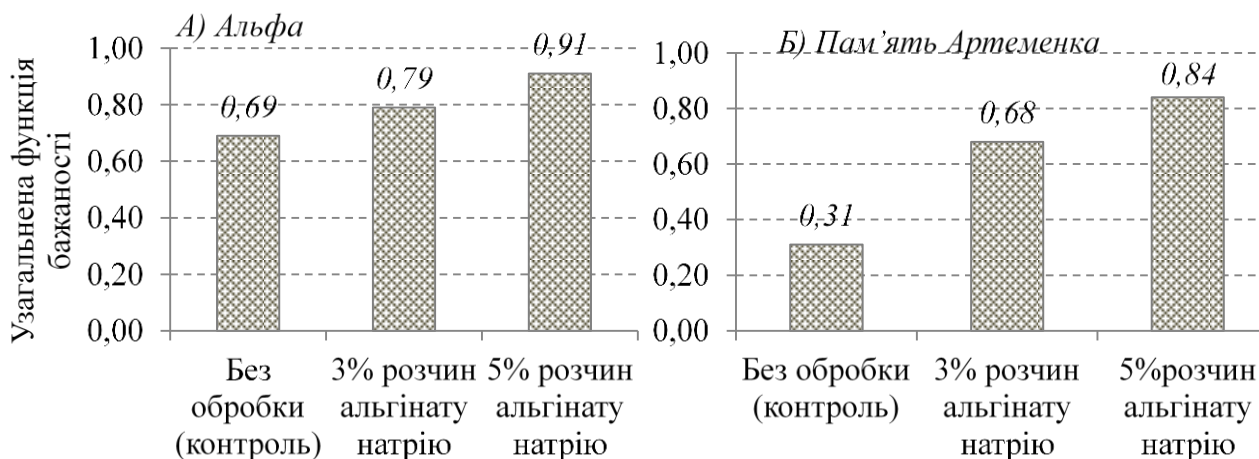


Рис. 15 Ранжування попередньої обробки альгінатом натрію на плоди вишні сорту Пам'ять Артеменка та Альфа в порядку збільшення значення відгуку узагальненої функції бажаності

Фізико-хімічні показники плодів вишні протягом зберігання взаємопов'язані між собою і складають одну кореляційну плеяду в якій показником індикатором є інтенсивність дихання (рис. 16).

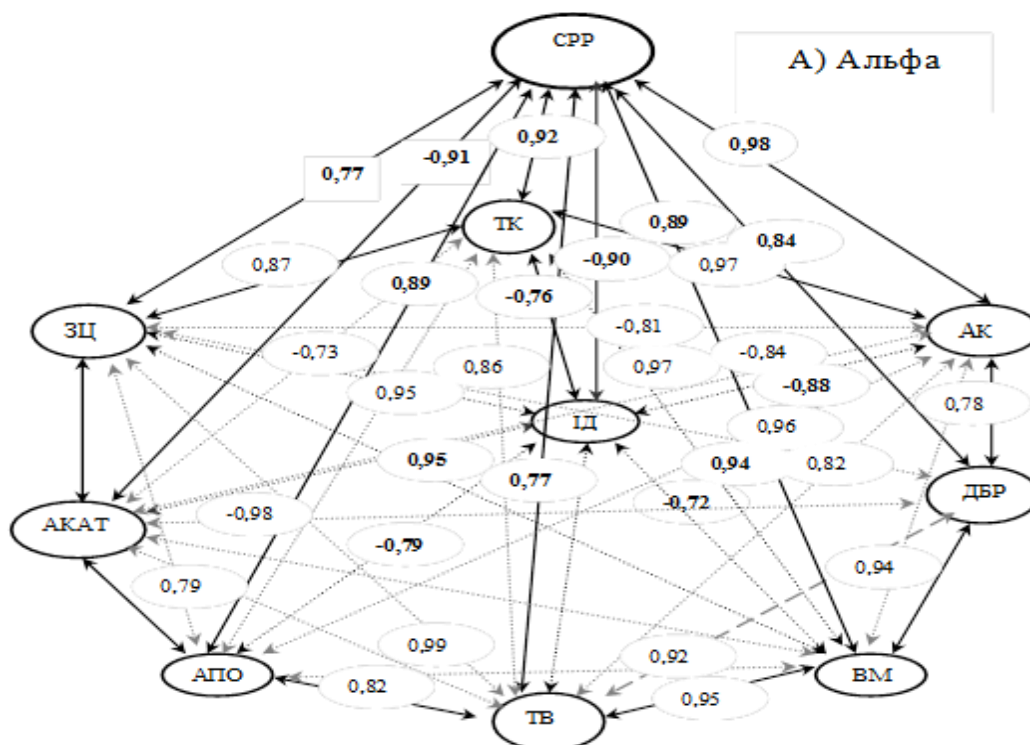


Рис. 16 Кореляційні плеяди залежності фізико-хімічних показників плодів вишні, попередньо оброблених хітозаном із саліциловою кислотою, впродовж зберігання, 2016–2019 рр.

Розроблено технологічні схеми зберігання плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями хітозану з саліциловою кислотою та альгінату натрію.

У **сьомому розділі** «Удосконалення технології виробництва заморожених плодів вишні» встановлено, що аналізування екзотермічних процесів свідчить, що оптимальною температурою зберігання заморожених плодів вишні є температура мінус 26 °С, за якої закінчується процес кристалізації всіх видів вологи.

Втрати соку заморожених плодів вишні за обробки розчинами кріопротекторної дії залежать від мікроструктури тканин плодів та особливостей сорту і складають 5,6 – 9,5%, за максимальних втрат у плодів сортів Жадана та Альфа, збільшуючись на 1,3 – 2,0%, за шість місяців зберігання; схильність до розтріскування не перевищувала 1,5%, за максимуму у плодів сорту Альфа (рис. 17).

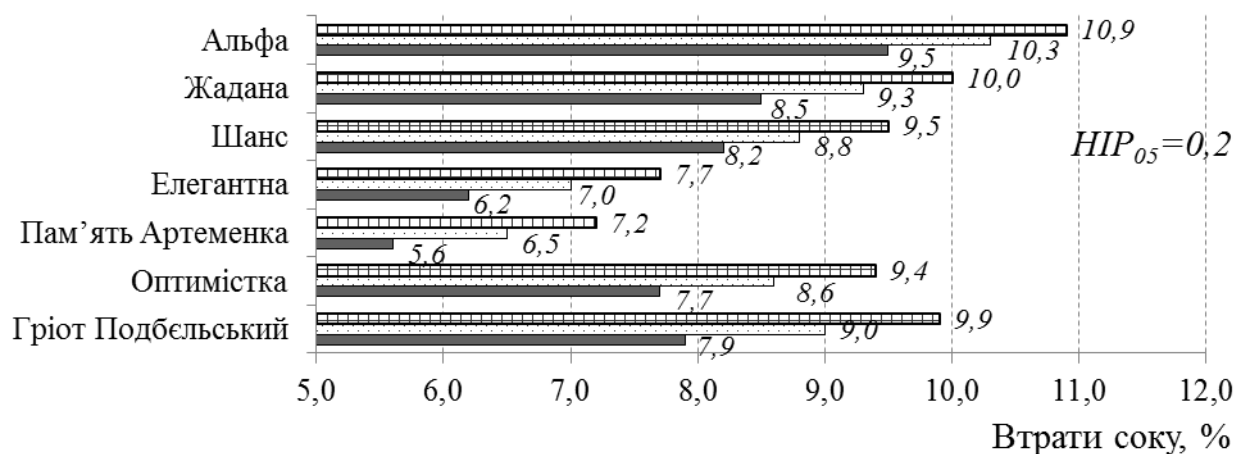


Рис. 17 Втрати соку плодами вишні після заморожування та зберігання, (2016–2018 рр.):

■ – відразу після заморожування; □ – 3 місяці; ▣ – 6 місяців.

Попередня обробка плодів вишні у розчинах кріопротекторної дії сприяла збереженню їхньої якості за найбільшої ефективності при заморожуванні у 45%-му та 20% цукровому сиропі з додаванням 4% аскорутину, що дозволило знизити втрати сухих розчинних речовин на 1,88–2,94%, (рис. 18), цукрів – на 1,28–2,56%, втрати аскорбінової кислоти – на 1,2–7,8%.

Дослідження показали доцільність заморожування плодів вишні у 20% розчині цукру з додаванням 4% аскорутину в пластикових стаканах. Переваги цієї технології полягають у кращому збереженні аскорбінової кислоти – на 21%, дубильних та барвних речовин – на 12%, за втрат сухих розчинних речовин, що не перевищують 7%.

Попередня обробка заморожених плодів вишні у 20% розчині цукру з додаванням 1% хітозану забезпечує збереження їхньої якості за знижених на 3,8–3,9% втрат соку, збереження вмісту основних компонентів хімічного складу в тому числі вмісту дубильних і барвних речовин, аскорбінової кислоти (рис. 19).

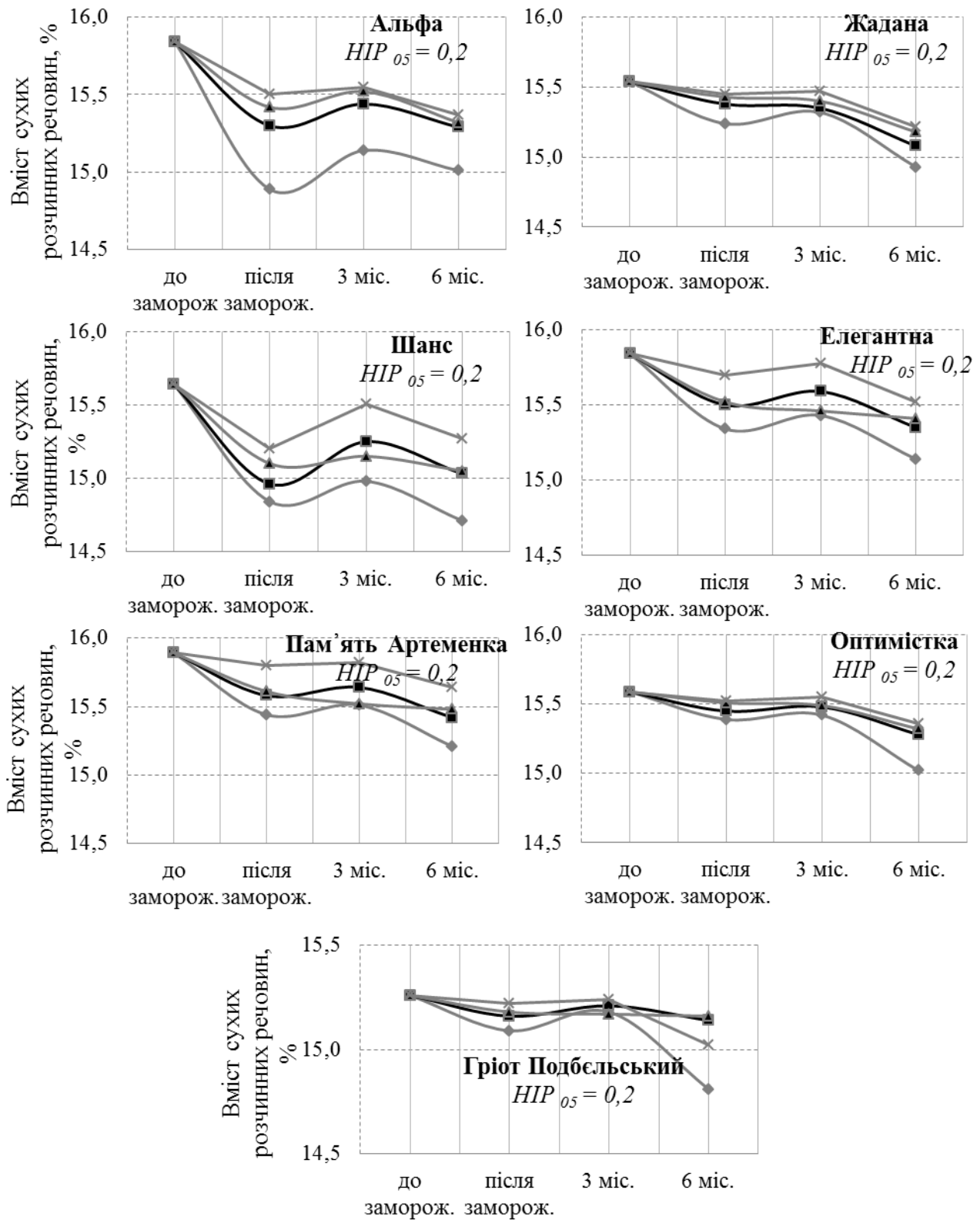


Рис. 18 Зміна вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні під час заморожування у розчинах цукру та зберігання, (2016–2018 рр.):

- ◆— без обробки (контроль);
- 25% розчин цукру;
- ▲— 20% розчин цукру + 4% аскорутину;
- ×— 45% розчин цукру.

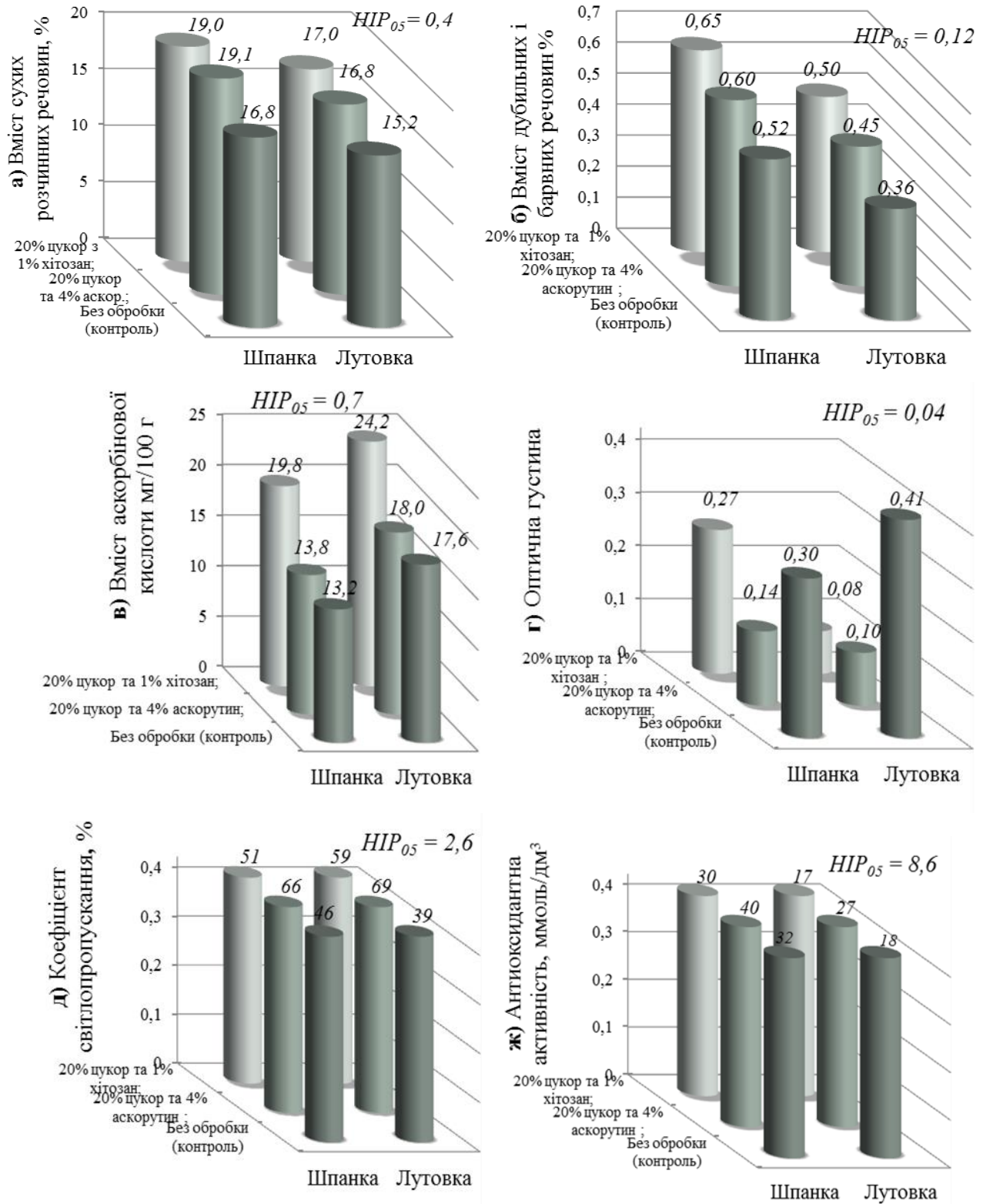


Рис. 19 Вплив способу обробки на фізико-хімічні показники якості заморожених плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка (2016–2017 рр.): а) сухих розчинних речовин; б) дубильних і барвних речовин; в) аскорбінової кислоти; г) оптичної густини; д) коefіцієнту світлопропускання; ж) антиоксидантної активності

Антиоксидантна активність плодів вишні впродовж заморожування змінюється неістотно і корелює з вмістом аскорбінової кислоти та дубильних і барвних речовин (рис. 20).

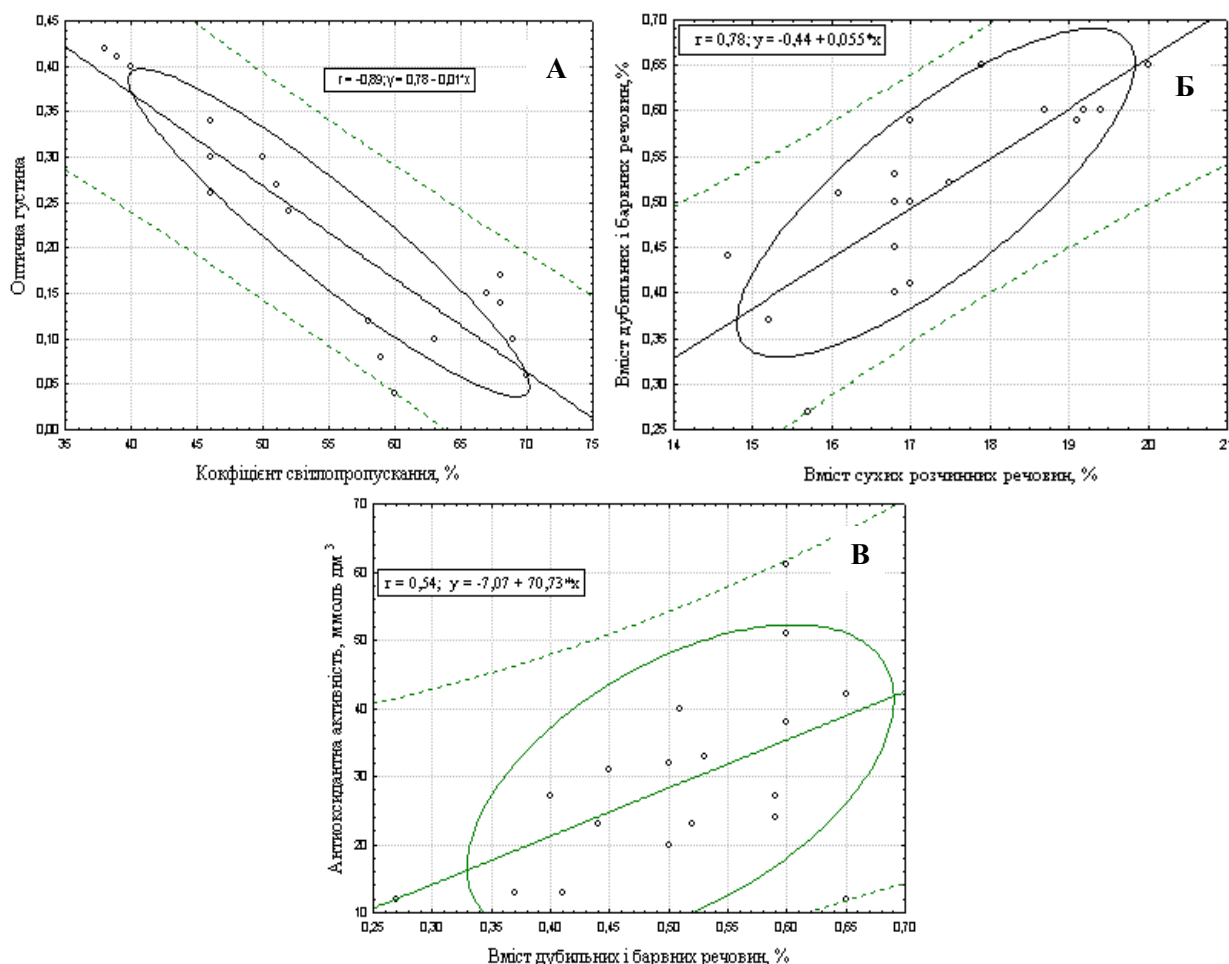


Рис. 20 Рівняння регресії та кореляційні залежності між фізико-хімічними показниками плодів вишні (2016–2017 рр.)

Найбільш ефективною виявилась обробка плодів вишні 5% розчином альгінату натрію (рис. 21), при цьому внаслідок заморожування не спостерігається втрат соку, підвищується вміст сухих розчинних речовин на 8,9–9,6%, втрати титрованих кислот зменшуються проти контролю на 9,7%, за втрат аскорбінової кислоти на рівні 8,1–9,6% залежно від сорту.

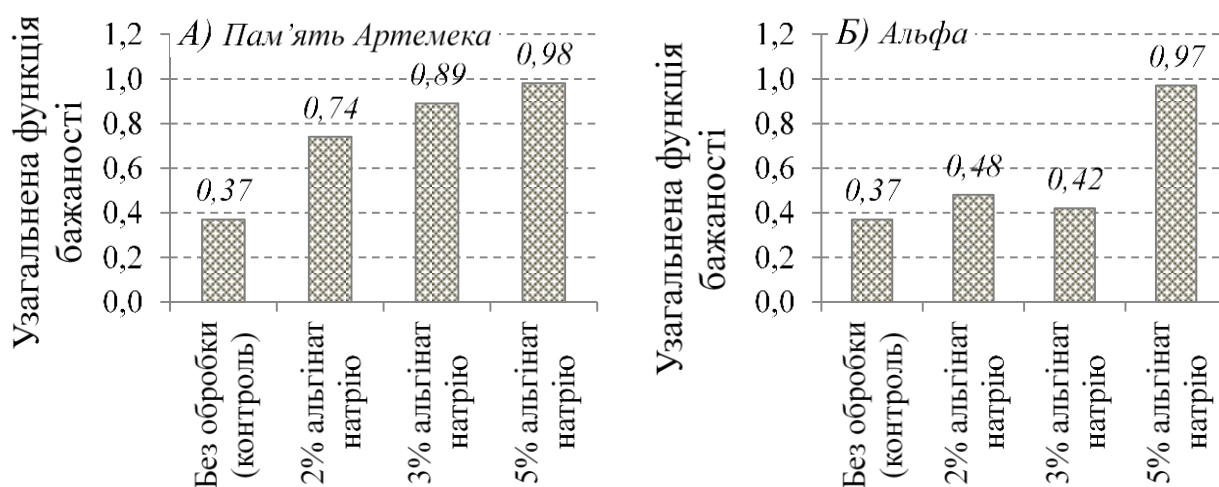


Рис. 21 Ранжування попередньої обробки альгінатом натрію на заморожені плоди вишні сорту Пам'ять Артеменка й Альфа в порядку збільшення значення відгуку узагальної функції бажаності, (2016–2018 рр.)

Дослідження заморожених плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями показали, що застосовані концентрації та види композиції створюють на поверхні плодів вишні захисний шар завтовшки 0,136 – 0,298 мм, дозволяють зменшити розміри кристалів льоду, знизити втрати соку плодами завдяки збільшенню товщини міжклітинного простору та сприяють збереженню споживних властивостей вишні (рис. 22).

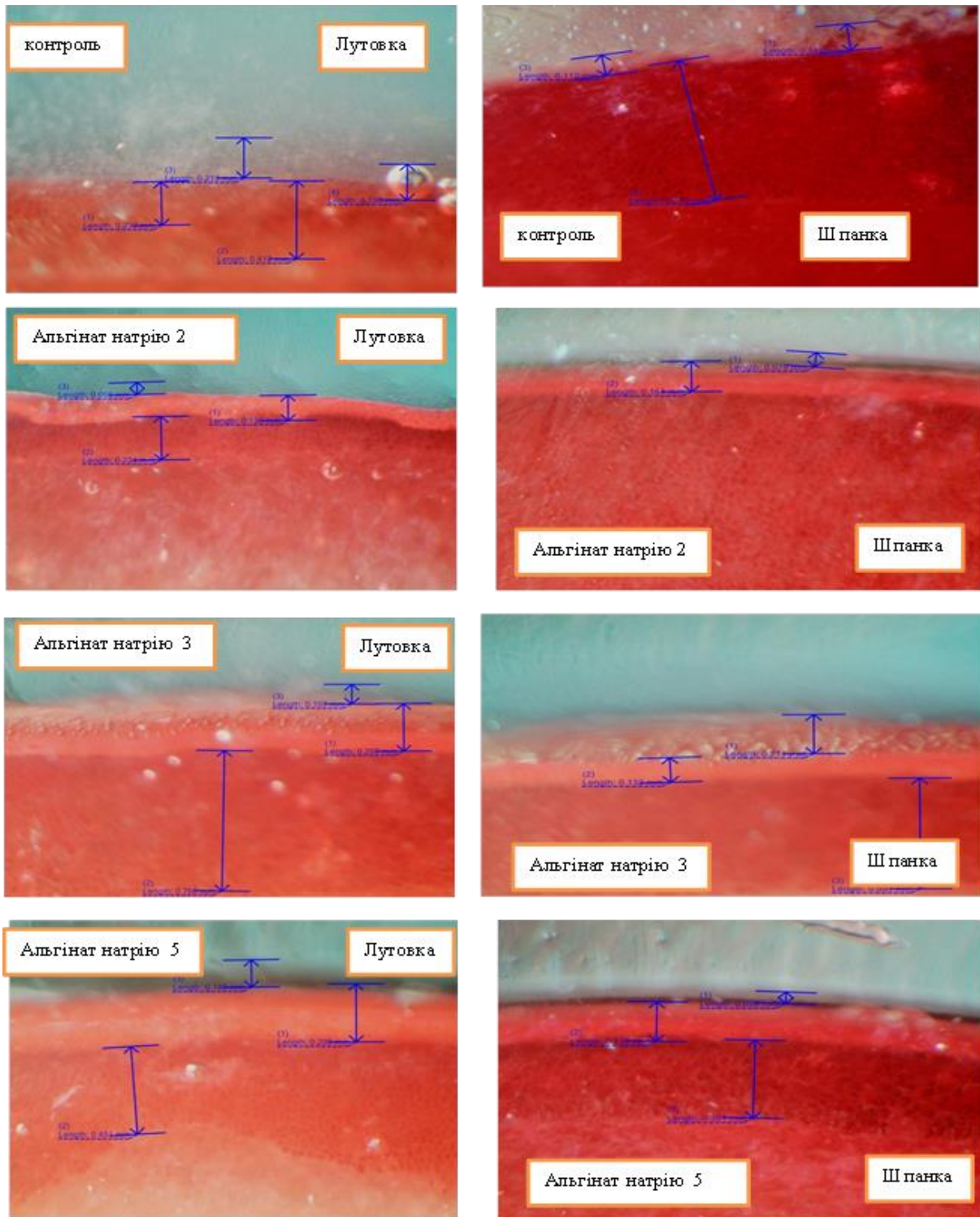


Рис. 22 Переріз плоду заморожених ягід вишні оброблених розчином альгінату натрію

Методами математичної статистики серед досліджуваних сортів вишні виявлено найбільш придатні сорти до заморожування серед яких Пам'ять Артеменка, Елегантна й Альфа. Серед досліджуваних способів обробки плодів перед заморожуванням – переваги за обробкою плодів вишні перед заморожуванням у 20% розчині цукру з додаванням 1% хітозану, що сприяє збереженню вмісту дубильних і барвних речовин та аскорбінової кислоти. Тоді за покриття плодів вишні 5%-ним розчином альгінату натрію втрати соку та основних компонентів хімічного складу зводяться до мінімуму (рис. 23).

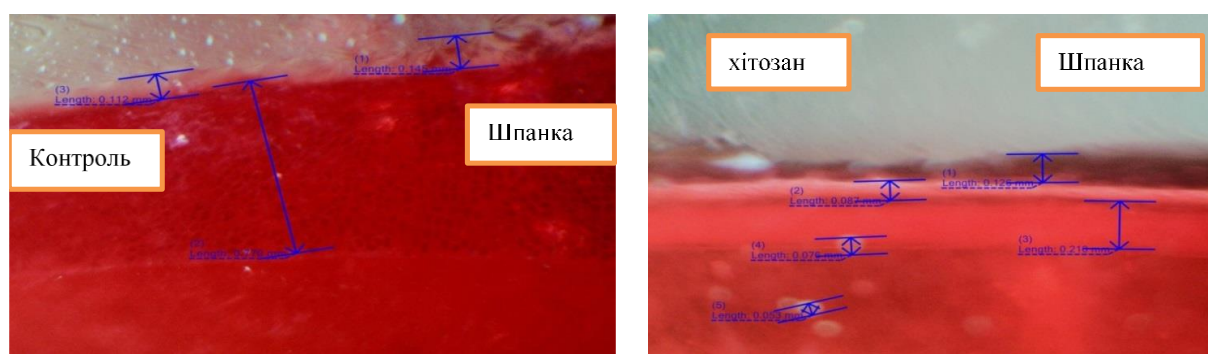


Рис. 23 Переріз плоду заморожених плодів вишні оброблених розчином хітозану

Запропоновані способи попередньої обробки плодів вишні перед заморожуванням сприяють збереженню вмісту біологічно активних речовин, зовнішнього вигляду та структури замороженої продукції (рис. 24).

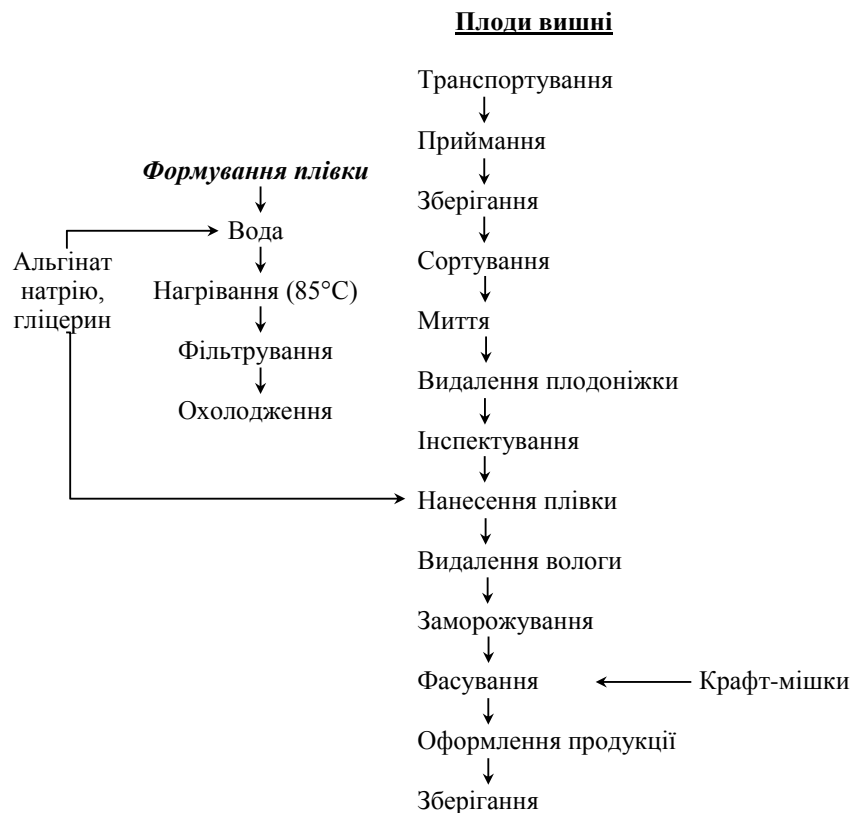


Рис. 24 Технологічна схема заморожування плодів вишні за покриття альгінатом натрію

Для розширення асортименту заморожених плодів вишні, підвищення їх вітамінної та біологічної цінності, зниження концентрації цукрового сиропу використання тари, що при розморожуванні продукту забезпечує мінімальне погіршення його біологічної цінності і споживних властивостей запропоновано виготовляти вишні швидкозаморожені в цукровому сиропі (рис. 25).



Рис. 25 Технологічна схема виробництва десертної страви “Вишня швидкозаморожена у цукровому розчині”

Удосконалення технологій заморожування плодів вишні та впровадження у виробництво нових видів заморожених десертних страв сприятиме подовженню періоду споживання плодів вишні та розширенню асортименту замороженої продукції, що може використовуватися для дитячого та дієтичного харчування населення, особливо в зимово-весняний період.

У **восьмому розділі** «Економічна ефективність зберігання та заморожування плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями» наведено економічні розрахунки при зберіганні та заморожуванні плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями.

Встановлено, що попередня обробка плодів вишні перед зберіганням розчином хітозану з саліциловою кислотою економічно доцільна оскільки забезпечує збільшення прибутку на рівні 219,4–243,0 тис. грн. за рентабельності 29–30%. Ефективним є зберігання плодів вишні за покриття альгінатом натрію в концентрації 5%, що дозволяє підвищити прибуток порівняно з необробленими плодами на 73,31–99,61 тис. грн. за вищого на 3,2–4,8% рівня рентабельності.

Доведена економічна ефективність попередньої обробки плодів вишні перед заморожуванням, що забезпечує збільшення прибутку на 24,15 тис. грн та рентабельності виробництва заморожених плодів на 3,9% за покриття альгінатом натрію та на 39,36 тис. грн. і на 1,4% вищої рентабельності – при заморожуванні у цукровому сиропі з додаванням хітозану.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення проблеми збереження якості плодів вишні залежно від погодних умов та особливостей сорту із застосуванням попередньої обробки полісахаридними плівкоутворюючими композиціями перед зберіганням і заморожуванням.

1. Для досягання плодів вишні необхідна сума температур вище 10 °С в діапазоні: для ранніх сортів – 339,0–556,0 °С (середнє 440,7 °С); ранньо-середніх – 459,0–670,9 °С (середнє 544,9 °С); середніх – 551,0–786,7 °С (середнє 647,15 °С) та для пізніх – 651,0–880,7 °С (середнє 755,1 °С).

Врожайність, середня маса, частка кісточки, об'єм плодів істотно залежать від сорту. Найбільш врожайними були дерева сортів Альфа (11,2 т/га) та Гріот Подбельський (12,4 т/га), тоді як найбільш крупними були плоди вишні сортів Оптимістка (4,9 г), Альфа (5,1 г) і Жадана (5,2 г). Частка кісточки різних сортів вишні складає 6,6–7,7% від загальної маси плоду за найбільш крупної у плодів сортів Альфа, Жадана, Оптимістка та Шанс. Об'єм плодів вишні – 1,44–5,13 см³. Плоди вишні сорту Елегантна мають відмінну дегустаційну оцінку – 5 балів, дещо нижчу – Альфа та Пам'ять Артеменка (4,8 бала).

2. Плоди вишні накопичують 15,27–17,02% сухих розчинних речовин, 10,2–11,0% цукрів, з яких 4,5–5,7% глюкози, 4,4–4,9% фруктози та 0,3% сахарози, 1,92–2,02% титрованих кислот, 16,25–20,48 мг/100 г аскорбінової кислоти, 0,67–0,90% дубильних і барвних речовин з цукрово-кислотним індексом 5,4–11,9.

Максимум сухих розчинних речовин і цукрів накопичується в плодах у роки з високими сумами температур і мінімальною кількістю опадів, особливо в період досягання ягід, тоді як вміст титрованих кислот, аскорбінової кислоти – за низької суми ефективних температур та високого ГТК. Нестача гідротермічних ресурсів в період досягання в плодах вишні призводить до низького вмісту дубильних і барвних речовин.

Оптимальний ступінь стиглості визначається агрокліматичними та фізико-хімічними показниками плодів вишні. За комплексом фізико-хімічних і органолептичних показників кращими визнано плоди сортів Пам'ять Артеменка, Альфа і Жадана.

3. Обприскування плодів вишні до збирання врожаю розчином саліцилової кислоти 100 мг/л сприяє збільшенню тривалості їхнього зберігання до 21 доби, на 5,9–6,0% вищого виходу товарної продукції, зниженню втрат маси в 1,4–1,5 рази, зниженню інтенсивності дихання на 6–15%, зменшуючи на 5,3–6,5% втрати сухих розчинних речовин, на 9,1–12,3% – титрованих кислот, на 17,6–27,0% – дубильних і барвних речовин, зберігаючи вищу активність каталази, пероксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази.

4. Попередня обробка перед зберіганням плодів вишні розчином хітозану з концентрацією 1% подовжує тривалість зберігання плодів до 21 доби, збільшує вихід товарної продукції на 5,6–5,9%, зменшує втрати маси плодів на 1,0–1,1%, знижує втрати сухих розчинних речовин на 2,9–3,9%, цукрів – на 4,9–5,9%, титрованих кислот – на 27,0–33,0%, аскорбінової кислоти на 16,9–22,7%, зберігаючи вищу активність каталази, пероксидази та супероксиддисмутази.

5. Встановлено переваги обробки плодів вишні перед закладанням на зберігання 2% розчином карагенану, за збільшення тривалості зберігання плодів до 28 діб, підвищення виходу товарної продукції на 4,9–7,3%, зменшення втрати маси плодів на 19–29%, втрати щільності на 15,2–17,1%; інтенсивність дихання – на 12,5–22,2%, за нижчих на 5,5–6,2% втрат сухих розчинних речовин, цукрів – на 3,9–6,7%, титрованих кислот на 57,2–53,7%, збереження антиоксидантної активності, активності каталази та пероксидази.

6. Доцільною є обробка плодів вишні перед зберіганням в 5%-му розчині альгілату натрію, що сприяла збільшенню тривалості зберігання плодів до 28 діб, збереженню товарної якості на рівні 91,3–92,4%, зменшенню втрат маси до 3,2–4,0%, зниженню втрат щільності тканин до 7,8–7,6%, сповільненню інтенсивності дихання плодів, зменшуючи більш, ніж удвічі втрати сухих розчинних речовин, до 3,0–4,8% втрати цукрів, до 44,1–45,9% – титрованих кислот, на 31,7–35,2% – аскорбінової кислоти, на 5,4–5,9% – дубильних і барвних речовин, зберігаючи на вищому рівні антиоксидантну активність, активність каталази, пероксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази.

7. Попередня обробка плодів вишні перед зберіганням в 1%-му розчині хітозану зі 100 мг/л саліцилової кислоти подовжує тривалість їхнього зберігання до 30 діб, підвищує вихід товарної продукції на 7,8–8,6%, за втрат маси, що не перевищують 3%, на 12,6–18,3% зниженню щільності тканин, сповільнює інтенсивність дихання плодів. При цьому втрати сухих розчинних речовин не перевищують 1,3–1,9%, цукрів – 1,7–3,9%, титрованих кислот – 24,6 – 44,0%, аскорбінової кислоти – 18,3–19,8%, дубильних і барвних речовин – на 8,2–9,5% за збереження рівня ціанідин-3-глюкорутинозиду та ціанідин-3-рутинозиду в плодах на рівні свіжих, зменшуючи на 10,1–11,0% вміст хлорогенової кислоти та на 36,8–40,1% кавової кислоти, зберігаючи на 14,0–15,0% вищий рівень антиоксидантної активності плодів, зберігаючи органолептичні властивості продукції.

8. За узагальненою функцією бажаності Харрінгтона кращою для обробки плодів вишні перед зберіганням є обробка розчином 100 мг/л саліцилової кислоти з 1% хітозаном. Для плодів вишні сорту Альфа і Пам'ять Артеменка найефективнішою є обробка 5% розчином альгілату натрію. Найбільш придатними до зберігання є плоди вишні сорту Альфа.

9. Аналізування екзотермічних процесів під час заморожування плодів вишні свідчить, що оптимальною температурою зберігання заморожених плодів є температура мінус 26 °С.

10. Втрати соку заморожених плодів вишні за обробки розчинами кріопротекторної дії залежать від мікроструктури тканин плодів та особливостей сорту і складають 5,6–9,5%, за максимальних втрат у плодів сортів Жадана та Альфа, збільшуючись на 1,3–2,0%, за 6 місяців зберігання; за схильності до розтріскування не більше 1,5%, максимальної у плодів сорту Альфа.

Попередня обробка плодів вишні у розчинах кріопротекторної дії сприяла збереженню їхньої якості за найбільшої ефективності при заморожуванні у 45%-му та 20% цукровому сиропі з додаванням 4% аскорутину, що дозволило знизити втрати сухих розчинних речовин на 1,88–2,94%, цукрів – на 1,28–2,56%, втрати аскорбінової кислоти – на 1,2–7,8%.

11. Дослідження показали доцільність заморожування плодів вишні у 20% розчині цукру з додаванням 4% аскорутину в пластикових стаканах. Переваги цієї технології полягають у кращому збереженні аскорбінової кислоти – на 21%, дубильних та барвних речовин – на 12%, за втрат сухих розчинних речовин, що не перевищують 7%.

12. Попередня обробка заморожених плодів вишні у 20% розчині цукру з додаванням 1% хітозану забезпечує збереження їхньої якості за знижених на 3,8–3,9% втрат соку, збереження вмісту основних компонентів хімічного складу в тому числі вмісту дубильних і барвних речовин, аскорбінової кислоти. Антиоксидантна активність плодів вишні протягом заморожування змінюється неістотно і корелює з вмістом аскорбінової кислоти та дубильних і барвних речовин.

13. Найбільш ефективною виявилась обробка плодів вишні 5% розчином альгінату натрію, при цьому внаслідок заморожування не спостерігається втрат соку, підвищується вміст сухих розчинних речовин на 8,9–9,6%, втрати титрованих кислот зменшуються проти контролю на 9,7%, за втрат аскорбінової кислоти на рівні 8,1–9,6% залежно від сорту.

14. Дослідження методом мікроскопії заморожених плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями показали, що застосовані концентрації та види композиції створюють на поверхні плодів вишні захисний шар від 0,136 до 0,298 мм, дозволяють зменшити розміри кристалів льоду, знизити втрати соку плодами завдяки збільшенню товщини міжклітинного простору та сприяють збереженню споживних властивостей вишні.

15. Попередня обробка плодів вишні розчинами полісахаридів (розчину цукру в поєднанні з хітозаном, альгінату натрію), позитивно впливала на дегустаційну оцінку плодів вишні. Відмінною вона була у плодів, попередньо оброблених 20% розчином цукру з додаванням 1% хітозану та 5% розчином альгінату натрію.

Найбільш придатними сортами вишні до заморожування є Пам'ять Артеменка, Елегантна й Альфа. Серед досліджуваних способів обробки плодів – переваги за обробкою плодів вишні перед заморожуванням у 20% розчині цукру з додаванням 1% хітозану. За покриття плодів вишні 5%-ним розчином альгінату натрію втрати соку та основних компонентів хімічного складу зводяться до мінімуму.

16. Попередня обробка плодів вишні перед зберіганням розчином хітозану з саліциловою кислотою забезпечує збільшення прибутку на рівні 219,4–243,0 тис. грн. за рентабельності 29–30%. Зберігання плодів вишні за покриття альгінатом натрію в концентрації 5% дозволяє підвищити прибуток порівняно з необробленими плодами на 73,31–99,61 тис. грн. за вищого на 3,2–4,8% рівня рентабельності.

Доведена економічна ефективність попередньої обробки плодів вишні перед заморожуванням, що забезпечує збільшення прибутку на 24,15 тис. грн та рентабельності виробництва заморожених плодів на 3,9% за покриття альгінатом натрію та на 39,36 тис. грн. і на 1,4% вищої рентабельності – при заморожуванні у цукровому сиропі з додаванням хітозану.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Зберігання плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка проводити за “Технологічною інструкцією зі зберігання плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями” обприскуванням 1% розчину хітозану + 100мг/л саліцилової кислоти або зануренням у 5% розчин альгінату натрію (патенти № 119156 (2017 р.), 127620 (2018 р.), 135992 (2019р.), 136272 (2019 р.), 125801 (2022р.).

2. Заморожування плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка здійснювати за “Технологічною інструкцією з виробництва заморожених плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями” у 20%-му розчині цукрового сиропу з додаванням 1% розчину хітозану або 5% розчині альгінату натрію (патенти № 119484 (2017 р.), 125973 (2022 р.).

3. Зберігати заморожені плоди вишні за температури мінус 26 °С за належного технічного забезпечення на підприємстві.

4. Заморожування плодів вишні сортів Пам'ять Артеменка та Оптимістка проводити у 20%-му розчині цукрового сиропу + 4% аскорутину за “Технологічною інструкцією з виробництва десертних заморожених плодів вишні з полісахаридними композиціями” (патенти № 101996 (2015 р.), 127619 (2018 р.).

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

Статті у наукометричній базі Scopus, Web of Science

1. Vasylyshyna O. Content of bioactive substances in cherry fruit by different ways of freezing. Carpathian journal of food science and technology. 2015. Vol.7(4). P. 36–40.
2. Vasylyshyna O. Influence of freezing and storing cherry fruit on its nutritional value. Acta scientiarum polonorum technologia alimentaria. 2016. Vol.15(2). P.145–150.
3. Vasylyshyna O. Changes in antioxidant activity of cherry fruits and grapes during freezing. Journal of Food, Agriculture & Environment. 2017. Vol.15 (2). P.61–63.
4. **Vasylyshyna O.**, Sobolenko L., Optimization of freezing cherry fruits by various pre-treatment methods. Carpathian journal of food science and technology. 2018. Vol.10(2). P. 18–24 (80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).
5. Vasylyshyna O. V. The quality of sour cherry fruits (*Prunus cerasus L.*), treated with chitosan solution before storage. Acta agriculturae Slovenica. 2018. Vol.111(3). P. 633–637.
6. **Vasylyshyna O.**, Postolenko Y. Influence of freezing method on color change and antioxidant activity in cherry fruit. Carpathian journal of food science and technology. 2019. Vol. 11(4). P. 133–140 (80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).

7. **Василишина О. В.**, Постоленко Є. П. Вплив особливостей сорту на якість заморожених плодів вишні. Наукові горизонти. 2019. № 2(75). С. 44–49. (80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).
8. Василишина О. В. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для вибору кращого сорту заморожених плодів вишні. Наукові горизонти. 2019. № 7(80). С. 70–74.
9. Василишина О. В. Вплив обробки розчином альгінату натрію на плоди вишні під час зберігання. Наукові горизонти. 2019. № 10(83). С. 35–40.
10. Василишина О. В. Зміна біологічно активних речовин плодів вишні протягом зберігання за попередньої обробки полісахаридними композиціями. Наукові горизонти. 2020. № 05(90). С. 59–64.
11. Василишина О. В. Органолептична оцінка плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями. Наукові горизонти. 2020. № .9. С. 12–20.
12. Vasylyshyna O. Changing the antioxidant activity of cherry fruits during storage by means of pre-treatment with polysaccharide compositions. Bulletin of the Transilvania University of Brasov. 2020. Vol. 13(62). № 2. P. 157–164.
13. **Vasylyshyna O.**, Chernega A. The effect of food coating treatment on the change of chlorogenic and caffeic acid content in cherry fruits in period of storage. Agriculture and Forestry. 2022. Vol. 68(2). P. 167–174 (80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).
14. Vasylyshyna O. The enzymatic activity of sour cherry fruits during storage when treated with a carrageenan solution. Agriculture and Forestry. 2023. № 1. Vol.16(65). P.155–164.
15. Vasylyshyna O. The effect of sodium alginate on the storage life of sour cherry fruits. Carpathian journal of food science and technology. 2023. Vol.15(3). P.197–203.

Статті у фахових виданнях:

16. Василишина О. В. Вплив кліматичних факторів на формування вмісту сухих розчинних речовин та цукрів в плодах вишні. Агрологія. 2018. № 4(1). С. 336–338.
17. Василишина О. В. Вплив обробки розчином саліцилової кислоти на якість плодів вишні після зберігання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 4. С. 57–61.
18. Василишина О. В. Товарна якість плодів вишні з післязбиральною обробкою розчином саліцилової кислоти. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. Вип. 294. С. 186–192.
19. Василишина О. В. Формування біологічно активних речовин плодів вишні за дії погодних умов періоду вегетації. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 105. С. 29–34.
20. **Василишина О. В.**, Постоленко Є. П. Зміни біохімічних показників плодів вишні залежно від сорту та способу заморожування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 1. С. 18–27 (80% авторства: аналіз та

узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).

21. Василичина О. В. Оцінка вмісту аскорбінової кислоти у заморожених плодах вишні різних сортів. *Агробіологія*. 2019. № 1. С. 31–37.
22. Василичина О. В. Вплив обробки розчином саліцилової кислоти на вміст ферментів в плодах вишні протягом зберігання. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. № 10(3). С. 49–54.
23. Василичина О. В. Оптимізація зберігання плодів вишні з попередньою обробкою розчином хітозану. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. № 3(103). С. 80–87.
24. Василичина О. В. Вибір кращого сорту плодів вишні методом багатокритеріальної оптимізації. *Подільський вісник*. 2019. Вип. 30. С. 24–30.
25. **Василичина О. В.**, Постоленко Є. П. Вплив погодних умов на формування компонентів хімічного складу плодів вишні. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 2(803). С. 29–36 (*70% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання*).
26. Василичина О. В. Зміни якісних показників заморожених плодів вишні з післязбиральною обробкою розчином альгінату натрію. *Агробіологія*. 2019. № 2. С. 82–87.
27. Василичина О. В. Вплив обробки полісахаридними композиціями на антиоксидантні ферменти плодів вишні під час зберігання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 1. С. 67–73.
28. Василичина О. В. Оптимізація ефективності заморожування плодів вишні методом Харрінгтона. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. С. 85–90.
29. Василичина О. В. Вплив післязбиральної обробки композицією хітозану та саліцилової кислоти на плоди вишні після зберігання. *Агробіологія*. 2020. Вип.1(157). С. 13–20.
30. Василичина О. В. Господарсько-біологічна оцінка середньостиглих сортів вишні. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 112. С. 32–37.
31. Василичина О. В. Економічна ефективність зберігання плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Т. 11(2). С. 74–80.
32. Василичина О. В. Мікробіологічні показники плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями. *Наукові доповіді НУБіП*. 2020. № 4(86).
URL:<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14216>.
33. Василичина О. В. Зміна якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 3. С. 13–20.
34. Василичина О. В. Оцінка якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання методом Харрінгтона. *Агробіологія*. 2020. № .2. С. 27–35.
35. Василичина О. В. Встановлення взаємозв'язку між фізико-хімічними показниками плодів вишні протягом зберігання методом кореляційних плейд. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 72–78.

36. Василичина О. В. Зміна фізичних показників плодів вишні залежно від обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання. Наукові доповіді НУБіП. 2021. № 1(89). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14724>.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

37. **Василичина О. В.**, Васильченко О. М. Оцінка якості плодів вишні за різних умов заморожування. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань, 2014. С. 143 (60% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).
38. Василичина О. В. Вплив погодних умов вирощування на якість плодів вишні. Міжнародний науковий симпозиум “Сучасне плодоовочівництво і виноградарство. Досягнення і перспективи”. Молдова, 2015. С. 37.
39. Vasylyshyna E. Effect of pre-processing of bioactive substances of cherry fruits with ascorutin and chitosan solutions during freezing. 16th International nutrition & diagnostics conference. Prague, Czech Republic, 2016. P. 186.
40. Василичина О. В. Визначення антиоксидантної активності плодів вишні методом FRAP. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні питання сучасної аграрної науки”. Умань, 2016. С. 153.
41. Василичина О. В. Збереження якості плодів вишні за різних способів заморожування. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва і рослинництва” Умань, 2017. С. 116.
42. Василичина О. В. Швидкозаморожена десертна страва «Вишня в глюкозному сиропі» лікувально-профілактичного призначення. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва і рослинництва”. Умань, 2018. С. 119.
43. Василичина О. В. Вплив післязбиральної обробки розчином саліцилової кислоти на якість плодів вишні при зберіганні. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини”. Київ, 2018. С. 36.
44. Василичина О. В. Збереження якості плодів вишні за дії температур близьких до заморожування. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва і рослинництва”. Умань, 2019. С. 82.
45. Василичина О. В. Удосконалення технології зберігання і переробки плодів вишні. Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих вчених і науково-педагогічних працівників. Умань, 2019. С. 233.
46. Василичина О. В. Придатність заморожених плодів вишні для виготовлення кулінарної продукції. Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні питання аграрної науки”. Умань, 2019. С. 238.
47. Василичина О. В. Оцінка якості харчових продуктів за антиоксидантною активністю методом FRAP. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції “Інноваційні технології та підвищення виробництва харчових продуктів”. Умань, 2020. С. 43.

48. Василюшина О. В. Інноваційні технології виготовлення вишневих соків методом кріоконцентрування. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції “Інноваційні технології та підвищення виробництва харчових продуктів”. Умань, 2020. С. 90.
49. Василюшина О. В. Інноваційні технології післязбирального застосування харчових покриттів для збереження якості плодоовочевої продукції. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва” Умань, 2020. С. 99.
50. Василюшина О. В. Перспективи використання харчових плівок і покриттів у технології зберігання плодово-ягідної продукції. I Міжнародна науково-практична конференція «Перспективи еко-інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва». Полтава, 2020. С. 59.
51. **Василюшина О. В.**, Цибенко О. О. Використання плодово-ягідної сировини в технології кулінарної продукції. Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих вчених і науково-педагогічних працівників. Умань, 2020. С. 100 *(80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання)*.
52. Василюшина О. В. Застосування методу Харрінгтона для оцінки якості плодів вишні протягом зберігання. Міжнародна науково-практична конференція «Харчова хімія. Сучасні методи виробництва продуктів харчування, харчові добавки, пакувальні матеріали». Львів. 2020. С. 89.
53. Василюшина О. В. Застосування харчових плівок і покриттів для збереження якості плодово-ягідної продукції. IV Спеціалізований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко-Форум –2020». Запоріжжя, 2020. С. 27.
54. Василюшина О. В. Використання альгінату натрію для збереження якості кісточкових плодів. IX Міжнародна науково-практична інтернет-конференція “Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини”. Кривий Ріг, 2020. С. 11.
55. Василюшина О. В. Вплив післязбиральної обробки полісахаридними композиціями на особливості технології зберігання плодів вишні. II Міжнародна науково-практична конференція «Перспективи еко-інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва». Полтава, 2020. С. 48.
56. Василюшина О. В. Використання харчових плівок і покриттів у технології хлібопекарських та кондитерських виробів. Тези доповідей всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти і технології». Умань, 2021. С. 23.
57. Василюшина О. В. Ефективність зберігання плодів за обробки полісахаридними композиціями. Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції «Ягідництво в Україні. Управління якістю ягідних культур за допомогою впровадження новітніх технологій вирощування, збирання, післязбиральної доробки, зберігання та переробки». Київ, 2021. С. 26.
58. Василюшина О. В. Дегустаційна оцінка заморожених плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями. Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв. Матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Прага, 2021. С. 49.

59. **Василишина О. В.**, Падюк М. В. Екоінновації в харчових технологіях. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції в заочній формі. Умань, 2021. С. 33 *(80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання)*.
60. Василишина О. В. Застосування біорозкладальних покриттів для збереження якості плодово-ягідної продукції. Виробництво та переробка безпечної продукції рослинництва. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, 2021. С. 18.
61. Василишина О. В. Їстівні плівки і покриття для збереження якості плодово-ягідної продукції. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції “Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва” Умань, 2021. С. 68.
62. Василишина О. В. Перспективні напрями первинної обробки та зберігання плодово-ягідної продукції. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Інновації управління продуктивністю та поліпшення якості зерна пшениці озимої». Полтава: ПДАУ, 2021. С. 35.
63. Василишина О. В. Екологізація методів переробки сільськогосподарської продукції у забезпеченні продовольчої безпеки України. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції: Міжгалузеві наукові дослідження: можливості та варіанти впровадження. Ніжин: НДУ Гоголя, 2021. С. 7.
64. Василишина О. В. Альгінат натрію як добавка для збереження якості харчових продуктів. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції: Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні. Київ, 2021. С. 60.
65. Василишина О. В. Використання плодово-ягідної продукції в технології виготовлення кондитерських виробів. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Інноваційні зернопродукти і технології». Умань, 2022. С. 15.
66. Василишина О. В. Вплив обробки харчових покриттів на антиоксидантні ферментні системи плодів та овочів протягом зберігання. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів». Умань, 2022. С. 30.
67. Василишина О. В. Інноваційні технології зберігання кісточкових плодів. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції “Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва”. Умань, 2022. С. 78.
68. Василишина О. В. Інноваційні напрями зберігання плодоовочевої продукції. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет конференції «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам’яті професора Г.П. Жемели». Полтава: ПДАУ, 2022. С. 276.
69. Василишина О. В. Захисні покриття на основі розчину хітозану та саліцилової кислоти для зберігання плодів. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Хімія, біотехнологія, екологія та освіта». Полтава: ПДАУ, 2023. С. 219.

70. Василюшина О. В. Вплив біодеградабельного покриття на збереження якості кондитерських виробів. Матеріали міжнародної інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти і технології». Умань, 2023. С. 16.
71. Василюшина О. В. Використання хітозану в сільському господарстві як полісахариду природного походження. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Глобальні та національні тенденції у галузі наук про життя». Ніжин, 2023. С. 141.
72. Василюшина О. В. Харчові плівки і покриття для обробки плодів протягом зберігання. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». ТДАТУ: Запоріжжя, 2023. С. 49.
73. Василюшина О. В. Збереження якості заморожених плодів вишні залежно від сортових особливостей. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інновації у сучасному агропромисловому виробництві». Одеса, 2023. С. 80.
74. Василюшина О. В. Мікроструктура заморожених плодів вишні за обробки альгінатом натрію. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок». Київ, 2023. С. 59.
75. Василюшина О. В. Їстівні плівки і покриття як джерело нових ресурсозберігаючих технологій зберігання продуктів харчування. Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції». Київ, 2023. С. 287.
76. Василюшина О. В. Вплив попередньої обробки розчином хітозану на товарну якість плодів вишні впродовж зберігання. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва». Запоріжжя, 2023. С. 98.
77. Василюшина О. В. Використання харчових добавок із полісахаридів. Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів». Умань, 2023. С. 67.

*Праці, що додатково відображають наукові результати дисертації:
Монографії*

78. Vasylyshyna O. Innovative measures for postharvest cultivation of cherry fruit. Monograph. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. 60 p.
79. Василюшина О. В. Екоінноваційні технології використання полісахаридних плівок і покриттів для збереження якості плодово-ягідної продукції. Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України: колективна монографія / за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава: Астроя, 2020. С. 209–216.
80. Василюшина О. В. Екологізація переробки плодів та овочів із застосуванням безвідходної біодеградабельної упаковки: захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем: колективна монографія ; за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава: Видавництво ПП «Астроя», 2023. С. 129–135.

Патенти

81. Патент на корисну модель № 101996 Україна, МПК (2015) A23В 7/04. Спосіб приготування десерту вишневого замороженого / Осокіна Н. М., **Василишина О. В.** № U2015 03549; Заявл. 16.04.2015; Опубл. 28.08.2015. 5 с. (80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).
82. Патент на корисну модель № 119484 Україна, МПК (2017) A23N 4/06. Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед заморожуванням / Заморська І. Л., **Василишина О. В.** № U2017 03682; Заявл. 14.04.2017; Опубл. 25.09.2017. Бюл. № 18. 4 с. (80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).
83. Патент на корисну модель № 119156 Україна, МПК (2017) A01G 7/06. Спосіб застосування водного розчину хітозану для обробки плодів вишні перед зберіганням / Заморська І. Л., **Василишина О. В.** № U2017 03674; Заявл. 14.04.2017; Опубл. 11.09.2017. Бюл. № 17. 4 с. (80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).
84. Патент на корисну модель № 127619 Україна, МПК (2018) A23В 7/04. Спосіб приготування діабетичного десерту вишневого замороженого / Василишина О.В. № U2018 02965; Заявл. 23.03.2018; Опубл. 10.08.2018. Бюл. № 15. 4 с.
85. Патент на корисну модель № 127620 Україна, МПК (2018) A01F 25/00. Спосіб застосування водного розчину саліцилової кислоти для обробки плодів вишні перед зберіганням / Василишина О. В. № U2018 02967; Заявл. 23.03.2018; Опубл. 10.08.2018. Бюл. № 15. 4 с.
86. Патент на корисну модель № 136272 Україна, МПК (2019) A01F 25/00. Спосіб застосування водного розчину альгінату натрію для обробки плодів вишні перед зберіганням / Василишина О. В. № U2019 02108; Заявл. 1.03.2019; Опубл. 12.08.2019. Бюл. № 15. 4 с.
87. Патент на корисну модель № 136273 Україна, МПК (2019) A01F 25/00. Спосіб застосування композиції карнаубського воску для обробки кісточкових культур перед зберіганням / Василишина О. В. № U2019 02109; Заявл. 1.03.2019; Опубл. 12.08.2019. Бюл. № 15. 4 с.
88. Патент на корисну модель № 135992 Україна, МПК (2019) A23В 7/16. Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед зберіганням / Василишина О. В. № U2019 02110; Заявл. 1.03.2019; Опубл. 25.07.2019. Бюл. № 14. 4 с.
89. Патент на винахід № 125801 Україна, МПК A23В 7/16. Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед зберіганням / Василишина О. В. № U2020 01721; Заявл. 12.03.2020; Опубл. 8.06.2022. Бюл. № 23. 4 с.
90. Патент на винахід № 125973 Україна, МПК A23В 7/04. Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед заморожуванням / Василишина О. В. № U2020 01665; Заявл. 10.03.2020; Опубл. 20.07.2022. Бюл. № 29. 4 с.

Статті

91. Vasylyshyna O. Effect of temperature and humidity on quality score of sour cherry fruits (*Prunus cerasus* L.). Bulgarian Journal of Crop Science. 2017. № 54 (6). P. 35–40.

92. Василюшина О. В. Особливості кристалоутворення під час заморожування плодів вишні. Збірник наукових праць Харківського державного університету харчування та торгівлі. Харків, 2013. Вип. 1(17). С. 191–196.
93. Осокіна Н. М., **Василюшина О. В.** Якість плодів вишні за різних способів заморожування. Наукові праці НУХТ. Київ, 2015. Вип. 2. С. 203–209 (*80% авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання*).
94. Василюшина О. В. Зміна щільності плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями. Праці ТДАТУ. 2021. Вип. 11. Т. 2. С. 30–31.
95. Василюшина О. В. Ферментативна активність плодів вишні за обробки розчином хітозану. Праці ТДАТУ. 2022. Вип. 12. Т. 2. С. 22.
96. Василюшина О. В. Енергетичні витрати плодів вишні протягом зберігання за обробки полісахаридними композиціями. Вісник Національного технічного університету “ХІП” Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2022. № 1(11). С. 51–56.
97. Василюшина О. В. Вплив попередньої обробки розчином карагенану на технологічну якість плодів вишні. Наукові праці НУХТ. 2022. № 28(3). С. 116–123.
98. Василюшина О. В. Вплив полісахаридних композицій на інтенсивність дихання та якість плодів вишні протягом зберігання. Наукові праці НУХТ. 2022. № 28(4). С. 110–118.
99. Василюшина О. В. Активність антиоксидантних ферментів плодів вишні протягом зберігання за обробки розчином карагенану. Наукові праці НУХТ. 2022. № 28(6). С. 108–115.
100. Василюшина О. В. Вплив обробки полісахаридними композиціями на вміст біологічно активних речовин плодів вишні. Наукові праці НУХТ. 2023. № 29(2). С. 139–150.
101. Василюшина О. В. Економічна ефективність заморожування плодів вишні попередньо оброблених альгінатом натрію. Праці ТДАТУ. 2023. Вип. 13. Т. 2. С. 171–117.

ANNOTATION

Vasylyshyna O. V. Scientific principles of the quality development and preservation of sour cherries with polysaccharide film-forming compositions. – A qualification scientific work on a manuscript copyright.

A dissertation work to get a scientific degree of a doctor of agricultural sciences in the field of study 06.01.15 – primary treatment of crop production output. Uman national university of horticulture, Uman, 2024.

A dissertation work is devoted to the solution of the problem of the quality development and preservation of chilled and frozen sour cherries with polysaccharide pre-treatment using film-forming compositions.

It has been established that for the ripening of sour cherries a sum of temperatures above 10° C should be in the following range: for early cultivars – 339.0–556.0° C (average 440.7° C); early-middle ones – 459.0– 670.9° C (average 544.9° C); middle cultivars – 551.0–786.7° C (average 647.15° C) and for late ones – 651.0–880.7° C (average 755.1° C).

The crop capacity of sour cherries depends on the varietal features and weather conditions, the highest one being typical for cultivar Griot Podbelskyi (12.4 t/ha). The trees of cultivar Elehantna, Shpanka, Lutovka and Zhadana showed the crops capacity over 10 t/ha.

The average sour cherry fruit mass depends on the varietal features, and it ranges within 4.2–5.2 g. Such cultivars as Optymistka, Alfa and Zhadana have the largest fruit – 4.9 g, 5.1 g and 5.2 g, respectively. The share of a pit from the total fruit mass of various sour cherry cultivars is 0.29 – 0.40 g, which amounts to 6.6–7.7 %; and cultivars Alfa, Zhadana, Optymistka and Shans have the largest share of a pit, the length of a fruit stem is 25.4–32.1 mm, the volume is 1.44–4.58 cm³, an average geometric diameter is equal to 14.0–21.3 mm, the sphericity ranges within 0.87–1.09.

The coloring a fruit skin differs from moderately-red to dark-red, that of juice – from red (Alfa, Lutovka) to dark-red (Griot Podbelskyi, Zhadana, Pamiat Artemenka). As to the fruit of cultivars Elehantna, Optymistka, Shans and Shpanka, both pulp and juice were of moderately-red color. General tasting evaluation of sour cherries was 4.8 points for cultivars Elehantna, Alfa and Pamiat Artemenka and 4.5–4.7 points for cultivars Optymistka, Zhadana, Griot Podbelskyi and Lutovka.

The pre-storage treatment of sour cherries in a 1 %-chitosan solution with salicylic acid in the concentration of 100 mg/l helps preserve the tissue density by 12.6–18.3%, slow down the fruit respiration intensity. When this technique of the pre-treatment is applied, the losses of dry soluble substances do not exceed 1.3– 1.9 %, those of sugars – 1.7–3.9 %, titrating acids – 24.6–44.0 %, the losses of ascorbic acid – 18.3–19.8 %, those of tannins and coloring substances – by 8.2–9.5 %. In fact, the content of cyanidine-3-glucorutinoside and cyanidin-3-rutinoside remains at the level of fresh fruit, the content of chlorogenic acid decreases by 10.1–11.0 % and that of caffeic acid – by 36.8–40.1 %.

The level of the fruit antioxidant activity is at a higher level – by 14.0–15.0 %, as compared with the control, preserving a higher activity of catalase, peroxidase, ascorbat-peroxidase and super-oxide-dismutase, and a lower activity of polyphenol-oxidase.

A strong correlation connection was established between the antioxidant activity and the content of tannins and coloring substances of sour cherries ($r = 0.93 \pm 0.01$) and the coefficient of light transmission ($r = 0.87 \pm 0.05$).

The analysis of the exothermic processes proves that the optimal storage temperature for frozen sour cherry fruit is minus 26 °C.

The juice losses of the frozen sour cherries, when treated with the solutions of cryoprotective effect, depend on the microstructure of fruit tissue and the varietal features, and they amount to 5.6–9.5 %, cultivars Zhadana and Alfa have maximal losses which increase by 1.3–2.0 % during 6 months of the storage; the tendency to cracking does not exceed 1.5 %, the highest one is recorded for cultivar Alfa.

The pre-storage treatment of sour cherries in the solutions of cryoprotective effect helps preserve their quality; the highest efficiency is reached when they are frozen in 45 % and 20 %-sugar syrup and 4 %-ascorutin is added which reduces the losses of dry soluble substances by 1.88–2.94 %, those of sugars – by 1.28–2.56 %, the losses of ascorbic acid – by 1.2–7.8 %.

The research has shown that it is expedient to freeze sour cherries in a 20 %-sugar solution with the addition of 4 %-ascorutin in plastic glasses. The advantages of this technology consist in a better preservation of ascorbic acid in the fruit – by 21 %, tannins and coloring substances – by 12 %, the losses of dry soluble substances do not exceed 7 %.

The pre-storage treatment of the frozen sour cherry fruit in a 20 %-sugar solution with the added 1 %-chitosan ensures the preservation of their quality and the reduced juice losses by 3.8–3.9 %, as well as the preservation of the content of the main components of the chemical composition including the content of tannins and coloring substances, ascorbic acid. During the freezing process the antioxidant sour cherry activity changes slightly and correlates with the content of ascorbic acid and tannins and coloring substances.

The most efficient technology is the pre-freezing treatment of sour cherries with a 5 %-solution of sodium alginate, without juice losses, the content increase of dry soluble substances by 8.9–9.6 %, the decrease of titrating acid losses by 9.7 %, the losses of ascorbic acid at the level of 8.1–9.6 % depending on the cultivar.

The research using the microscopy technology of the frozen fruit, pre-treated with polysaccharide compositions, confirms that the applied concentrations and kinds of the compositions form a protective layer on a fruit surface – from 0.136 to 0.298 mm, reduce the size of ice crystals, decrease the losses of fruit juice due to the increase of the intercellular space and help preserve consuming fruit properties.

The pre-treatment of sour cherries with the solutions of polysaccharides (the solution of sugar in combination with chitosan, sodium alginate) has a positive effect on tasting evaluation of sour cherry fruit. The evaluation was excellent for the pre-treated fruit with a 20 %-sugar solution and when 1 %-chitosan and a 5 %-solution of sodium alginate were added.

The best suitable cultivars for freezing were identified with the methods of mathematical statistics, namely Pamiat Artemenka, Elehantna and Alfa. Among the studied technologies of the fruit treatment before freezing, the preference is given to the pre-freezing treatment of sour cherries in a 20 %-solution of sugar with 1 %-chitosan which helps preserve the content of tannins and coloring substances and ascorbic acid. When sour cherries are covered with a 5 %-solution of sodium alginate, the losses of juice and the main components of chemical composition are minimal (the lowest).

The improvement of the freezing technologies of sour cherry fruit and the introduction of new kinds of frozen dishes into production make it possible to extend the consumption period of the fruit and to expand the assortment of the frozen output with its further use in baby and dietary food/nutrition of the population, in particular in winter-spring seasons.

Key words: sour cherries, agro-climatic indicators, chemical composition, storage, antioxidant activity, refrigeration, polysaccharide compositions, solution of chitosan and salicylic acid, solution of sodium alginate, commodity assessment, mass loss.

Підписано до друку 29.08.2024 р. Формат 60x84/16.

Папір офсетний. Ум. друк. арк. 1,9

Тираж 100 прим. Замовлення № 1517

Видавничо-поліграфічний центр «Візаві»

20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 2521 від 08.06.2006.

тел. (093) 117-08-86, (067) 104-64-88

vizavi-print.jimdo.com

e-mail: vizavi008@gmail.com