МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ВАСИЛИШИНА ОЛЕНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 001.891: 621.796: 634.233: 547.458

ДИСЕРТАЦІЯ

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

06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва

20 – аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

__________ О.В. Василишина

Умань – 2024

АНОТАЦІЯ

Василишина О. В. Наукові основи формування та збереження якості плодів вишні з полісахаридними плівкоутворюючими композиціями. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва. Уманський національний університет садівництва, Умань, 2024.

Дисертаційна робота присвячена розв’язанню проблеми формування та збереження якості охолоджених і заморожених плодів вишні за попереднього оброблення полісахаридними плівкоутворюючими композиціями.

Вишня – одна з найбільш популярних кісточкових культур, що характеризується зимостійкістю, врожайністю, скороплідністю, невибагливістю до умов навколишнього середовища. Її плоди мають високі смакові, лікувальні та тонізуючі властивості зі значною кількістю вітамінів, мінеральних, фенольних речовин та антоціанів, що зумовлюють їхню антиоксидантну активність.

Проте, плоди вишні псуються вже на етапі збирання, транспортування та реалізації врожаю, що спонукає до пошуку та розроблення технологій збереження їхньої якості. Використання плівкоутворюючих композицій з метою заміни існуючих пакувальних матеріалів біорозкладальними та екологічно чистими у технології післязбиральної доробки плодів вишні є одним із шляхів вирішення цієї проблеми.

Встановлено, що для достигання 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).

Врожайність насаджень вишні залежить від сортових особливостей та погодних умов за максимальної у сорту Гріот Подбєльський (12,4 т/га), та понад 10 т/га у сортів Елегантна, Шпанка, Лутовка та Жадана.

Середня маса плоду вишні залежить від сортових особливостей і коливається в межах 4,2–5,2 г. Найбільш крупні плоди вишні у сортів Оптимістка (4,9 г), Альфа (5,1 г) і Жадана (5,2 г). Частка кісточки від загальної маси плоду різних сортів вишні становить 0,29–0,40 г, що складає 6,6–7,7 % від загальної маси плоду, причому у сортів Альфа, Жадана, Оптимістка та Шанс частка кісточки є найбільшою, з довжиною плодоніжки 25,4–32,1 мм, об'ємом 1,44–4,58 $см^3$, середнім геометричним діаметром 14,0–21,3 мм, сферичністю в межах 0,87–1,09.

Забарвлення шкірки плодів вишні коливається від помірно-червоного до темно-червоного, соку – від червоного (Альфа, Лутовка) до темно-червоного (Гріот Подбєльський, Жадана, Пам'ять Артеменка). У плодів сортів Елегантна, Оптимістка, Шанс та Шпанка спостерігається переважно помірно-червоне забарвлення м'якоті та соку. Загальна дегустаційна оцінка плодів вишні сортів Елегантна, Альфа та Пам'ять Артеменка – 4,8 бали, Оптимістка, Жадана, Гріот Подбєльський і Лутовка – 4,5–4,7 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, 0,67–0,90 % дубильних і барвних речовин з цукрово-кислотним індексом 5,4–11,9.

Між сумою ефективних температур впродовж вегетації існує прямий сильний кореляційний зв'язок з вмістом сухих розчинних речовин ($r = 0,88$–$0,97$), вмістом цукрів ($r = 0,82$–$0,91$), опадів у період вегетації та за фази достигання з вмістом титрованих кислот ($r = 0,64$–$0,81$), вмістом аскорбінової кислоти, дубильних і барвних речовин в плодах вишні і ГТК періоду достигання ($r = 0,92$–$0,99$).

Максимум сухих розчинних речовин і цукрів накопичується в плодах у роки з високими сумами температур і мінімальною кількістю опадів, особливо в період достигання плодів, тоді як вміст титрованих кислот, аскорбінової кислоти – за низької суми ефективних температур та високого ГТК. Нестача гідротермічних ресурсів в період достигання 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 визнані плоди сортів Пам’ять Артеменка, Альфа і Жадана.

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 в 1,4–1,5 рази нижчі.

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 дає 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 альгінату натрію, що сприяє збереженню товарної якості на рівні 91,3–92,4 %, за нижчого на 2,3–5,0 % рівня технічного браку та абсолютного відходу, що не перевищує 3,4 % для плодів обох досліджуваних сортів, за зменшення втрати маси до 3,2–4,0 % впродовж 28 діб зберігання.

Встановлено, що 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 за втрат маси, що не перевищують 3 %.

Найбільш ефективною завдяки збереженню органолептичних властивостей продукції на рівні свіжих плодів та відмінній дегустаційній оцінці є попередня обробка плодів вишні перед зберіганням полісахаридною композицією хітозану із саліциловою кислотою.

Обробка перед зберіганням плодів вишні саліциловою кислотою в поєднанні з хітозаном, забезпечує зменшення чисельності мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ) в 5,2 рази, дріжджів і плісеней – 6,3 рази, порівняно з необробленими плодами.

Обприскування плодів вишні до збирання врожаю розчином саліцилової кислоти з концентрацією 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 попереджує окиснення плодів впродовж зберігання за вищої активності аскорбатпероксидази.

Доведено ефективність обробки плодів вишні 2 % розчином карагенану, що зменшує втрати щільності на 15,2–17,1 %; знижує 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, 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 %. В плодах зберігається вища антиоксидантна активність, активність каталази, пероксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази.

Обробка плодів вишні перед зберіганням в 1 %-му розчині хітозану з саліциловою кислотою з концентрацією 100 мг/л сповільнює інтенсивність дихання плодів, на 12,6–18,3 % знижує щільність тканин. За вказаного способу попередньої обробки 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 %. Вміст ціанідин-3-глюкорутинозиду та ціанідин-3-рутинозиду практично залишається на рівні свіжих плодів, на 10,1–11,0 % зменшується вміст хлорогенової кислоти та на 36,8–40,1 % кавової кислоти.

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

Встановлено сильний кореляційний зв’язок між антиоксидантною активністю та вмістом дубильних і барвних речовин плодів вишні ($r = 0{,}93 \pm 0{,}01$), і коефіцієнтом світлопропускання ($r = 0{,}87 \pm 0{,}05$).

За узагальненою функцією бажаності Харрінгтона кращою для обробки плодів вишні перед зберіганням визнано обробку розчином 100 мг/л саліцилової кислоти з 1 % хітозаном. Доведено, що необроблені плоди вишні без втрати якості можна зберігати лише впродовж 15 діб, тоді як за попередньої обробки розчином саліцилової кислоти з хітозаном тривалість зберігання збільшується до 30 діб. Вищу ефективність має попередня обробка плодів вишні в розчині хітозану із саліциловою кислотою. Для плодів вишні сорту Альфа і Пам'ять Артеменка найефективнішою є обробка 5 % розчином альгінату натрію. Найбільш придатними до зберігання є плоди вишні сорту Альфа.

Фізико-хімічні показники плодів вишні впродовж зберігання взаємопов'язані між собою і складають одну кореляційну плеяду в якій показником індикатором є інтенсивність дихання. Попередня обробка розчином саліцилової кислоти з концентрацією 100 мг/л з 1 % хітозаном або альгінатом натрію позитивно впливає на збереження якості плодів вишні.

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

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; схильність до розтріскування не перевищує 1,5 %, за максимуму у плодів сорту Альфа.

Попередня обробка плодів вишні у розчинах кріопротекторної дії сприяє збереженню їхньої якості за найбільшої ефективності при заморожуванні у 45 %-му та 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину, що знижує втрати сухих розчинних речовин на 1,88–2,94 %, цукрів – на 1,28–2,56 %, 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 в плодах 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. Антиоксидантна активність плодів вишні впродовж заморожування змінюється неістотно і корелює з вмістом аскорбінової кислоти та дубильних і барвних речовин.

Найбільш ефективною є обробка плодів вишні перед заморожуванням 5 % розчином альгінату натрію, за відсутності втрат соку, підвищення вмісту сухих розчинних речовин на 8,9–9,6 %, зменшення втрат титрованих кислот на 9,7 %, за втрат аскорбінової кислоти на рівні 8,1–9,6 % залежно від сорту.

Дослідження методом мікроскопії заморожених плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями свідчать, що застосовані концентрації та види композицій 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 плодів.

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

Методами математичної статистики встановлено 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. За покриття плодів вишні 5 %-ним розчином альгінату натрію втрати соку та основних компонентів хімічного складу зводяться до мінімуму.

Удосконалення технологій заморожування плодів вишні та впровадження у виробництво нових видів заморожених десертних страв дозволяє подовжити період споживання плодів вишні та розширити асортимент замороженої продукції, з перспективою використання для дитячого та дієтичного харчування населення, особливо в зимово-весняний період.

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 %. 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.

Ключові слова: плоди вишні, агрокліматичні показники, хімічний склад, зберігання, антиоксидантна активність, заморожування, полісахаридні композиції, розчин хітозану та саліцилової кислоти, розчин альгінату натрію, товарна оцінка, втрати маси.

SUMMARY

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.

A sour-cherry tree is one of most common and ancient stone crops which are characterized with winter resistance, stable yield capacity, fast fruiting, tolerable to the environmental conditions. Its fruits/berries have high gustatory qualities, healing

and tonic properties with a large number of vitamins, mineral, phenol substances and anthocyanins which explain their antioxidant activity.

However, sour cherry fruit spoil at the stage of harvesting, transportation and marketing which encourages to search and work out the technologies of preserving their quality. One of the ways to solve this problem is the use of film-forming compositions aimed at the substitution of the available packaging materials for the bio-decomposing and ecologically clean ones in the technology of the post-harvest treatment of sour cherries.

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 cm^3, 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, GriotPodbelskyi and Lutovka.

Sour cherry fruit accumulate 15.27–17.02 % of dry soluble substances, 10.2–11.0 % of sugars, including 4.5–5.7 % of glucose, 4.4–4.9 % of fructose and 0.3 % of sucrose, 1.92–2.02 % of titrating acids, 16.25–20.48 mg/100 g of ascorbic acid, 0.67–0.90 % of tannins and coloring substances with sugar-acid index equal to 5.4–11.9.

During vegetation a direct strong correlation connection exists between a sum of effective temperatures and the content of dry soluble substances (r = 0.88–0.97), the content of sugars (r = 0.82–0.91), precipitation in a vegetation period, and in a phase of ripening the connection is with the content of titrating acids (r = 0.64–0.81), that of ascorbic acid, tannins and coloring substances in sour cherries and HHC (hydrometric humidity coefficient) in the period of ripening (r = 0.92–0.99).

In the years with high sums of temperatures and a minimal amount of precipitation the largest quantity of dry soluble substances and sugars is accumulated in the fruit, particularly in the period of fruit ripening, whereas the content of titrating acids ascorbic acids – at a low sum of effective temperatures and a high HHC. The lack of hydrometric resources in the period of sour cherry ripening results in a low content of tannins and coloring substances.

An optimal degree of ripeness is determined with help of the agro-climatic and physical-chemical indicators of sour cherries. Sour cherry fruit of cultivars Pamiat Artemenka, Alfa and Zhadana were defined to be the best ones according to the complex of physical-chemical and organoleptic indicators.

It has been proved that pre-harvest spraying of sour cherries with the solution of salicylic acid (100 mg/l) enables the increase of their storage duration up to 21 days, the output of the marketable produce – by 5.9–6.0 %, which exceeds the similar control indicators, the smallest absolute loss for cultivars Shpanka and Lutovka – 5.4 % and 7.5 %, respectively. The fruit mass losses were lower by 1.4–1.5 times during the storage with this kind of treatment technique.

The pre-storage treatment of sour cherries with the solution of chitosan (1 %-concentration) increases the output of marketable produce by 5.6–5.9 %, depending on the cultivar; also it decreases the losses of fruit mass by 1.0–1.1 % and extends the storage duration up to 21 days.

The advantages of the pre-storage treatment of sour cherry fruit with a 2 %-solution of carrageenan have been identified which makes it possible to prolong the fruit storage period up to 28 days, to increase the output of the marketable produce by 4.9–7.3 %, to reduce the level of technical defect by 1.8–4.7 %, the lowest absolute waste – by 2.6–3.1 %, and to decrease the losses of fruit mass by 19–29 % during the 28-day storage period, depending on the cultivar.

It is expedient to carry out the pre-storage treatment of sour cherries with a 5 %-solution of sodium alginate; it will help preserve the commodity quality at the level of 91.3–92.4 %, have lower technical defect by 2.3–5.0 % and the absolute waste which does not exceed 3.4 % for sour cherry fruit, reduce the mass loss to 3.2–4.0 % during the storage period of 28 days.

It has been established that the pre-storage treatment of sour cherries in a 1 %-solution of chitosan with 100 mg/l of salicylic acid extends their storage period up to 30 days, increases the output of the marketable produce by 7.8–8.6 %, decreases the level of technical defect by 3.9–5.0 %, that of the absolute waste – by 2.3 times, the mass loss is not higher than 3 %.

The pre-storage treatment of sour cherries with polysaccharide composition of chitosan and salicylic acid appeared to be the most efficient technique due to the preservation of organoleptic properties of the output on the level of fresh fruit and an excellent tasting evaluation.

The pre-storage treatment of sour cherry fruit with salicylic acid in combination with chitosan ensures the reduction of the amount of mesophilic aerobic and facultatively- anaerobic microorganisms by 5.2 times, that of yeast and mold – by 6.3 times, as compared with the untreated fruit.

The pre-harvest spraying of sour cherries with the solution of salicylic acid in the concentration of 100mg/l facilitates the storage duration up to 21 days, decreasing the respiration intensity by 6–15 %, the losses of dry soluble substances by 5.3–6.5 %, those of titrating acids – by 9.1–12.3 %, the losses of tannins and coloring substances – by 17.6–27.0 %. Along with this, there was a higher activity of catalase, peroxidase, ascorbat-peroxidase and super-oxide-dismutase; however the activity poliphenol-oxidase was lower.

In the sour cherry fruit, treated with a 1 %-solution of chitosan, the losses of dry soluble substances were lower by 2.9–3.9 %, those of sugars – by 4.9–5.9 %, titrating acids – by 27.0–33.0 %, the losses of ascorbic acids – by 16.9–22.7 %; all this depended on the cultivar and the concentration of chitosan solution.

The pre-storage treatment of sour cherries with a chitosan solution preserves the enzyme activity of catalase, peroxidase, poliphenol-oxidase and super-oxide-dismutase along with a higher activity of ascorbat-peroxidase.

The efficiency of the sour cherry treatment with a 2 %-solution of carrageenan has been proved as it decreases the density losses by 15.2–17.1 %, the respiration intensity – by 12.5–22.2 %, the losses of dry soluble substances – by 5.5–6.2 %, those of sugars – by 3.9–6.7 %, titrating acids – by 57.2–53.7 %; along with the preservation of the anti-oxidant activity at a high level as well as the activity of catalase, peroxidase, but a higher activity of ascorbat-peroxidase and super-oxide-dismutase.

The pre-storage treatment of sour cherries in a 5 %-solution of sodium makes it possible to reduce the tissue density losses by 7.8–7.6 %, to slow down the fruit respiration intensity. Along with this the following also decreases: the losses of dry soluble substances in the fruit – double, those of sugars – by 3.0–4.8 %, titrating acids – by 44.1–45.9 %, the losses of ascorbic acid – by 31.7 –35.2 %, those of tannins and coloring substances – by 5.4–5.9 %. A higher anti-oxidant activity as well as the activity of catalase, peroxidase, ascorbat-peroxidase and super-oxide-dismutase is recorded in the fruit.

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 poliphenol-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 ($r = 0.87 \pm 0.05$).

According to the generalized function of desirability of Harrington, the best pre-storage sour cherry treatment appeared to be the one in which a solution of 100 mg/l of salicylic acid with 1 %-chitosan was used. It has been confirmed that untreated sour cherries can be stored for only 15 days without the quality loss, whereas the storage period extends up to 30 days when the pre-storage treatment (salicylic acid and chitosan) is applied. The pre-storage treatment of sour cherries in the solution of chitosan with salicylic acid is of higher efficiency. The most efficient technique for cultivars Alfa and Pamiat Artemenka is the treatment in a 5 %-solution of sodium alginate. According to ranking, the sour cherries of cultivar Alfa appear to be the best for storage.

During the storage of sour cherry fruit, their physical-chemical indicators are inter-connected and they form one correlation group in which the respiration intensity is the indicator. The pre-storage treatment with the solution of salicylic acid in the concentration of 100 mg/l and 1 %-chitosan or sodium alginate has a positive effect on the preservation of the sour cherry quality.

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 0.298mm, 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.

The pre-storage treatment of sour cherries with the chitosan solution and salicylic acid results in a higher profit at the level of UAH 219,4–243,0 th. and the profitability – to 29–30 %. Another efficient technology of the storage of sour cherries is when they are covered with sodium alginate in the concentration of 5 %; this technology allows to increase the profit by UAH 73.31–99.61 th., as compared with the untreated fruit, and the profitability level is higher by 3.2–4.8 %.

The economic efficiency of the pre-freezing treatment of sour cherry fruit has been proved: it ensures the profit increase by UAH 24.15 th. and the profitability of the frozen fruit production by 3.9 % when they are covered with sodium alginate; when freezing is done in sugar syrup with the addition of chitosan, these indicators are UAH 39.36 th. and 1.4 %, respectively.

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.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукометричних базах 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. Inflaence 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 впродовж 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. Agriculturale 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. Василишина О. В. Оцінка вмісту аскорбінової кислоти у заморожених плодах вишні різних сортів. Агробіологія. 2019. №1. С. 31−37.

22. Василишина О. В. Вплив обробки розчином саліцилової кислоти на вміст ферментів в плодах вишні впродовж зберігання. Рослинництво та ґрунтознавство. 2019. №10(3). С. 49−54.

23. Василишина О. В. Оптимізація зберігання плодів вишні з попередньою обробкою розчином хітозану. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2019. №3(103). С. 80−87.

24. Василишина О. В. Вибір кращого сорту плодів вишні методом багатокритеріальної оптимізації. Подільський вісник. 2019. Вип. 30. С. 24−30.

25. **Василишина 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. Василишина О. В. Зміни якісних показників заморожених плодів вишні з післязбиральною обробкою розчином альгінату натрію. Агробіологія. 2019. №2. С. 82−87.

27. Василишина 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. Василишина О. В. Оптимізація ефективності заморожування плодів вишні методом Харрінгтона. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2020. №1. С. 85−90.
29. Василишина О. В. Вплив післязбиральної обробки композицією хітозану та саліцилової кислоти на плоди вишні після зберігання. Агробіологія. 2020. Вип. 1(157). С. 13−20.
30. Василишина О. В. Господарсько-біологічна оцінка середньостиглих сортів вишні. Таврійський науковий вісник. 2020. Вип. 112. С. 32−37.
31. Василишина О. В. Економічна ефективність зберігання плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями. Рослинництво та грунтознавство. 2020. Т. 11(2). С. 74−80.
32. Василишина 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. Василишина О. В. Зміна якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. №3. С. 13−20.
34. Василишина О. В. Оцінка якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання методом Харрінгтона. Агробіологія. 2020. № 2. С. 27−35.
35. Василишина О. В. Встановлення взаємозв’язку між фізико-хімічними показниками плодів вишні впродовж зберігання методом кореляційних плеяд. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2020. № 2. С. 72−78.
36. Василишина О. В. Зміна фізичних показників плодів вишні залежно від обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання. Наукові доповіді НУБіП. 2021. №1(89). URL : http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14724.

Праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

37. **Василишина 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. Василишина О. В. Вплив погодних умов вирощування на якість плодів вишні. Міжнародний науковий симпозіум "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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина О. В. Удосконалення технології зберігання і переробки плодів вишні. Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих вчених і науково-педагогічних працівників. Умань, 2019. С. 233.

46. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. **Василишина 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. Василишина О. В. Застосування методу Харрінгтона для оцінки якості плодів вишні впродовж зберігання. Міжнародна науково-практична конференція «Харчова хімія. Сучасні методи виробництва продуктів харчування, харчові добавки, пакувальні матеріали». Львів. 2020. С. 89.
53. Василишина О. В. Застосування харчових плівок і покриттів для збереження якості плодовоягідної продукції. IV Спеціалазований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко-Форум − 2020». Запоріжжя, 2020. С. 27.
54. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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-конфференції «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 впродовж зберігання. Матеріали ІІІ 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. Василишина О. В. Вплив біодеградабельного покриття на збереження якості кондитерських виробів. Матеріали міжнародної інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти і технології». Умань, 2023. С. 16.

71. Василишина 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. Василишина О. В. Харчові плівки і покриття для обробки плодів впродовж зберігання. Матеріали ІІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому

комплексі». ТДАТУ : Запоріжжя, 2023. С. 49.

73. Василишина 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. Василишина О. В. Мікроструктура заморожених плодів вишні за обробки альгінатом натрію. Матеріали ІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок». Київ, 2023. С. 59.

75. Василишина О.В. Їстивні 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина О. В. Екоінноваційні технології використання полісахаридних плівок і покриттів для збереження якості плодовоягідної

продукції. Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України : колективна монографія / за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава : Астрая, 2020. С. 209−216.

80. Василишина 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 «Астрая», 2023. С. 129−135.

Патенти

81. Патент на корисну модель № 101996 Україна, МПК (2015) A23B 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) A23B 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) A23B 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 A23B 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 A23B 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. Василишина 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., **Василишина О. В.** Якість плодів вишні за різних способів заморожування. Наукові праці Національного університету харчових технологій. Київ, 2015. Вип. 2. С. 203−209 *(80% авторства : аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*

94. Василишина О. В. Зміна щільності плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями. Праці ТДАТУ. 2021. Вип. 11, т. 2. С. 30−31.

95. Василишина О. В. Ферментативна активність плодів вишні за обробки розчином хітозану. Праці ТДАТУ. 2022. Вип. 12, т. 2. С. 22.

96. Василишина О. В. Енергетичні витрати плодів вишні впродовж зберігання за обробки полісахаридними композиціями. Вісник Національного технічного університету "ХІП" Серія : Нові рішення в сучасних технологіях. 2022. №1(11). С. 51−56.

97. Василишина О. В. Вплив попередньої обробки розчином карагенану на технологічну якість плодів вишні. Наукові праці НУХТ. 2022. №28(3). С. 116−123.

98. Василишина О. В. Вплив полісахаридних композицій на інтенсивність дихання та якість плодів вишні впродовж зберігання. Наукові праці НУХТ. 2022. №28(4). С. 110−118.

99. Василишина О. В. Активність антиоксидантних ферментів плодів вишні впродовж зберігання за обробки розчином карагенану. Наукові праці НУХТ. 2022. №28(6). С. 108−115.

100. Василишина О.В. Вплив обробки полісахаридними композиціями на вміст біологічно активних речовин плодів вишні. Наукові праці НУХТ. 2023. №29(2). С. 139−150.

101. Василишина О.В. Економічна ефективність заморожування плодів вишні попередньо оброблених альгінатом натрію. Праці ТДАТУ. 2023. Вип. 13, т. 2. С. 171−117.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АФК – активна форма кисню;

ГТК – гідротермічний коефіцієнт;

ДТА – диференційний термічний аналіз;

СРР – сухі розчинні речовини;

АОА – антиоксидантна активність;

Cyd-3-rut – ціанідин-3-рутинозид;

Cyd-3-glu-rut – ціанідин-3-глюкорутинозид;

ПО – пероксидаза;

ПФО – поліфенолоксидаза;

СОД – супероксиддисмутаза;

КУО – колонієутворювальні одиниці;

МАФАнМ – мезофільні аеробні і факультативно анаеробні мікроорганізми.

ВСТУП

Обгрунтування 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 [326].

Найбільш поширеною серед кісточкових культур та традиційною для населення Укаїни 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 [346].

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 дороговартісними, 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. Chiabrando, 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 ресурсоощадні 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 17.02.2014р.); «Розробка ресурсоощадних 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 23.04.2021р.); 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 обгрунтовано 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 придатних 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 (УНУС, Умань, 2014, 2015), Міжнародному науковому симпозіумі “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 532сторінках 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.

РОЗДІЛ 1
НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ВИШНІ З ПОЛІСАХАРИДНИМИ ПЛІВКОУТВОРЮЮЧИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

1.1 Вплив (екзогенних чинників) погодних умов вирощування на формування якості плодів вишні

Вишня – одна з найбільш популярних плодових культур в Україні, що успішно вирощується в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Вона займає друге після яблуні місце та характеризується зимостійкістю, скороплідністю, врожайністю, відносною невибагливістю до умов вирощування. Її плоди цінують за раннє достигання, високі смакові якості, лікувальні та тонізуючі властивості [318, 376]. Плоди вишні багаті на антоціани, флавоноїди, що зумовлюють червоне забарвлення [111].

Вишня адаптована до кліматичних умов і витримує зниження температури під час цвітіння до мінус 2°С [124].

Вишня поширена в Європі, Північній Америці, Азії. Її вирощують в Угорщині, Польщі, Румунії, Туреччині й Україні. Виробництво плодів вишні впродовж 2006–2016 рр. зросло з 1,14 до 1,38 млн т. Найбільший приріст припадає на Європу – 62 %.

За даними 2016 року Україна займає третє місце після Польші та Туреччини із виробництвом 156 тис. т, із якої 85 % переробляється, в тому числі – 30–40 % використовується для виробництва соку, решта – для замороженої продукції [292].

У 2017 і 2018 роках виробництво вишні зросло з 172 до 219 тис. т. В 2019 році в Україні зібрано 216 тис. т. Таким чином її виробництво посіло третє місце у світовому рейтингу після Туреччини та США.

Згідно з інформацією Міністерства сільського господарства США за сезон 2020 р. світовий збір вишні дещо знизився. Основними виробниками є Туреччина (865 тис. т), Чілі (231), Китай (420), США (450), країни ЄС (648 тис.т).

Урожайність плодів вишні змінюється у зв'язку з нестабільністю погодних умов і недосконалістю розповсюдженого сортименту. Нині актуальним є створення нових і виділення серед існуючих сортів найбільш придатних для вирощування в промислових насадженнях [158, 365, 378, 379].

У свою чергу, якість плодів вишні визначається розміром, формою, довжиною і товщиною плодоніжки, відділенням її від плоду, ступенем стиглості [124].

Вже в процесі дозрівання плодів проходять фізіологічні, біохімічні та морфологічні зміни, що визначають якісні характеристики сорту. Такі зміни легко помітні при дозріванні плоду, через перехід покривного забарвлення з зеленого на червоне [242, 342].

На формування маси плодів вишні за даними А.М. Шкіндер-Барміної впливають метеорологічні умови під час достигання плодів [377, 378]. Метеорологічні умови 2016 року були сприятливіші для вирощування кісточкових плодів черешні сортів Саміт, Сільвія, Кордія, порівняно з 2015 роком. Якість плодів впливала на їхню економічну ефективність. Зокрема, більше уваги споживачі приділяють розміру плоду [243].

Маса плодів вишні залежить від сорту та умов вирощування. За даними А.М.Шкіндер-Барміної [378] маса плодів вишні сорту Лутовка коливається від 3,50 до 5,70 г, тоді як для плодів сорту Нефріс вона знаходилась на рівні від 3,32 до 4,71 г та залежить від підщепи, місця і року формування. Урожайність з дерева становила від 23 до 32 кг, при чому у сорту Лутовка вона була вищою, порівняно з Нефріс [31].

Встановлено [350, 378], що на прояв ознаки «врожайність» плодів вишні домінуючий вплив складають особливості року – 50 %. При цьому, вплив сортових особливостей був у 4 рази меншим, а формування середньої маси плодів, навпаки, на 63 % залежало від особливостей помологічного сорту.

Режим зволоження, мінімальні і максимальні температури в різні періоди росту дерева є основними чинниками, що визначають урожайність вишні.

Наприклад, тепла погода в червні і липні сприяє ранньому достиганню ягід. Тоді як низькі температури з рясними дощами спричиняють пізні строки достигання плодів [51, 109, 112, 380].

Тепла погода під час цвітіння черешні та вишні з температурою понад 16°С сприяє високій продуктивності культури внаслідок доброї запиленості квіток [36]. За дослідженнями М. О. Бублика [318, 319], низькі температури (–2,4°С) впродовж цвітіння знижують продуктивність сорту. Підвищенні (33–37°С) і велика кількість опадів також згубно впливають на врожайність культури через пошкодження плодів.

За даними L. Lakatos [124], J. Revel [203] відзначено різну реакцію плодів різних сортів вишні на зміну погодних умов, зокрема гідротермічного коефіцієнту (ГТК), особливо, в останній період дозрівання плодів, за 10–15 діб до збирання врожаю [165, 187, 337].

Показники якості плодів вишні змінюються під час вегетації. М. О. Бубликом [318] відмічено різну реакцію плодів різних сортів вишні на зміну ГТК.

Встановлено, що підвищення температури і зниження вологості сприяє збільшенню вмісту сухих розчинних речовин, у тому числі, цукрів. У роки з високими температурами і мінімумом опадів під час дозрівання плодів знижується їхня кислотність, а за прохолодних і вологих умов – навпаки, підвищується [122, 194, 228, 344, 351, 374].

За дослідженнями А.М. Шкіндер-Барміної [375] у ранньостиглих сортів вишні період від кінця цвітіння до масового достигання триває 39–48 діб, у середньостиглих – 49–57, у пізньостиглих сортів – 52–65 діб. Для повного достигання плодів потрібні суми активних температур 2200–2400°С вище 10°С, за яких терміни достигання плодів вишні ранніх сортів становлять 5 діб, з 15 по 20 червня, середньостиглих – 7 діб з 21 по 28 червня та пізньостиглих – 14 діб з 29 червня по 13 липня [114, 178].

Дослідженнями L. Lakatos [123, 124] показано вплив кліматичних умов періоду від цвітіння до достигання плодів вишні: середні, максимальні і мінімальні температури, вологість та їхній вплив на вміст сухих розчинних речовин, цукрів, вітаміну С. Встановлено, що підвищена кількість опадів за період достигання плодів сприяла меншому накопиченню сухих речовин. Загальна кількість опадів негативно корелювала з вмістом сухих речовин і цукрів у плодах вишні.

Вміст цукру в плодах вишні позитивно корелює із температурою в період достигання. Чим вищі температури (10°С) під час достигання, тим вищий вміст цукру в плодах. За дуже низьких температур вміст цукру в плодах вишні низький. У роки з достатнім вологопостачанням вміст вітаміну С вищий [123, 124].

На накопичення аскорбінової кислоти в плодах впливає кількість опадів, температура і вологість повітря. Прохолодна, з великою кількістю опадів, погода один із позитивних чинників накопичення в плодах аскорбінової кислоти [109]. Для підвищення її вмісту в плодах вишні впливає зниження температури в період їхнього розвитку [114, 178, 321, 354].

Формування фенольних речовин (антоціанів) спостерігається впродовж останніх декількох тижнів до збору врожаю, що сприяє формуванню антиоксидантної активності плодів [24, 72, 173, 225, 348].

За даними H. Kaldmae та ін. [109] середня температура в липні негативно корелює з вмістом аскорбінової кислоти в плодах, позитивно з вмістом сухих розчинних речовин і органічних кислот. Кількість опадів корелює негативно з цукрами і співвідношенням цукру до кислоти ($r = -0{,}75$). При цьому, опади у липні негативно корелюють з загальним вмістом цукру і співвідношенням цукру до кислоти з коефіцієнтом кореляції $r = -0{,}82$ і $-0{,}75$ відповідно.

У наукових джерелах наводиться кореляційна залежність між середньою температурою повітря та вмістом сухих розчинних речовин і загальних цукрів.

За даними L. Lakatos, J. Revell та ін. [123, 194, 203] середня температура в липні позитивно корелює з вмістом сухих розчинних речовин, а опади у цьому місяці негативно корелюють із загальним вмістом цукру.

За результатами досліджень В.Й. Іванченко, І.Є. Іванової сортимент вишні розширюється, створено 37 сортів, з яких 7 занесено до Реєстру сортів рослин України, що потребують оцінки товарних і біохімічних властивостей [340].

Хімічний склад плодів вишні залежить від погодних умов, зони вирощування і в основному визначається сортовими особливостями [51, 56, 68, 77, 78, 109].

За даними літературних джерел A. Borowy та ін. [31] у плодах вишні міститься: 11–15 % сухих розчинних речовин, 6–15 % цукрів. З вмісту 10,9 % вуглеводів глюкоза складає 4,6 %, фруктоза – 3,9 % і 0,4 % – сахароза. Також в плодах вишні міститься 0,5–1,8 % органічнх кислот і 2,5–21,4 м г/100 г вітаміну С [191].

За даними M. J. Seradilla, M. F. Aksicr та ін. [223, 224] вишня має низьку калорійність – 50 ккал на 100 г і високу харчову та дієтичну цінність. Вміст сухих розчинних речовин в середньому складає 14–16 % та іноді сягає 25 %. Вміст титрованих кислот є важливим показником якості і становить від 1,4 до 2,9 % в перерахунку на яблучну кислоту.

C.Podsiadlo [191] зазначає, що плоди вишні сортів Келеріс і Лутовка містять 7,5 % цукрів, 3,27 мг/100 г вітаміну С. За даними досліджень E. Jadczuk-Tobiasz [104] середня маса плодів вишні сорту Лутовка складає від 4,19 до 4,70г, вміст сухих розчинних речовин залежить від року формування врожаю і змінюється від 15,2 до 15,9 %.

Дослідники A. Borowy, E. Chrzanowska, M. Kaplan [31] зазначають, що вміст сухих розчинних речовин найбільший у плодах вишні сорту Нефріс – 13,2 % у тому числі вміст цукрів і моноцукрів складав відповідно10,1–12,1 % і 8,3–11,6 %.

Плоди вишні містять сухих розчинних речовин – 14,4–23,1 % [31]. Цукри в плодах вишні, в кількості 6,5–21,5 %, представлені глюкозою – 3,8–5,3 %, фруктозою – 3,3–4,4 % і сахарозою – 0,8 % [275, 339].

Кислоти в них займають 0,7–3,0 %, в основному містять яблучну і лимонну, в невеликій кількості – бурштинову, мурашину, сліди саліцилової кислот. У співвідношенні з цукрами вони визначають кисло-солодкий смак плодів вишні. Дубильні речовини в кількості 0,05–0,34 % надають вишні терпкуватий присмак. Разом з барвними речовинами їхня кількість у плодах становить – 0,8 % [110, 143, 348, 354].

Основними чинниками, що формують смак кісточкових, у тому числі вишні є вміст сухих розчинних речовин, цукрів та антоціанів [57, 67, 194, 203, 227, 320].

Вміст сухих речовин у плодах є основною якісною ознакою, що найбільше залежить від кліматичних умов. Саме вміст сухих речовин в плодах впродовж вегетаційного періоду встановлюється активністю фотосинтетичних процесів. В результаті яких утворюється основна частина (95–98 %) загального вмісту сухих речовин, що є джерелом метаболітів і визначають формування якісних характеристик плоду [194, 203, 221, 286, 306, 307, 346].

Плоди вишні широко застосовуються в харчовій промисловості та споживаються в свіжому вигляді завдяки вдалому поєднанню цукрів: глюкози (48,7–81,6 мг/г), фруктози (31,0–60,3 мг/г) та сахарози (11,7–50,4 мг/г) та кислот: яблучної (220,4–382,7 мг /г), янтарної (104,5–209,9 м г/г), винної (89,0–182,0 мг/г) і аскорбінової (4,6–17,5 мг/г) [73].

Одним із основних показників якості плодів є цукрово-кислотний індекс стиглості, що показує відношення вмісту цукрів до кислот і для вишні складає від 5,8 до 15,3. При чому, кращий смак мають плоди з індексом понад 11.

Основними мінеральними речовинами плодів вишні є калій (200 мг/100 г), кальцій (9–14 мг/100 г), магній (7–10 мг/100 г), фосфор (9–20 мг/100 г). Також плоди містять значну кількість вітамінів (мг/100 г): С – 7–50, Е – 0,1, А – 64, B_1, B_2, B_9, PP [36, 52, 158, 179, 194, 339].

Колір і смак плодів вишні зумовлюють фенольні кислоти і флавоноїди. Залежно від сорту, вміст антоціанів у плодах вишні варіює від 27,8 до 80,4 мг/100г [325, 372].

Вишні містять значну кількість антоціанів – 462,7–1049 мг/100г свіжої маси: пеларгонідин-3,5-ді-О-глюкозид, мальвідин-3-галактозид, ціанідин-3,5-ді-

О-глюкозид [28, 35, 73, 157, 269]. Антоціани – природні пігменти, що зумовлюють привабливий колір вишні та проявляють лікувальні властивості, запобігають серцево-судинним захворюванням, спричинененим окиснювальним стресом [50, 74, 94, 178, 269]. Проціанідини відіграють важливу роль у профілактиці ішемічної хвороби серця та мають протизапальні властивості [35, 70, 157].

Крім антоціанів, вишні є джерелом поліфенолів. Основні з них флаван-3-оли, гідроксиціаніни кислот. Уміст поліфенолів у плодах вишні становить 1539–2982 мг/100 г сухої речовини, на флаван-3-оли припадає 40 % їх загального вмісту [29, 30, 301].

Завдяки високому вмісту поліфенолів, дубильних і барвних речовин, вітамінів, мікроелементів плоди вишні належать до категорії лікувально-профілактичних продуктів харчування [194, 253]. Значний вміст поліфенолів зумовлюють їх лікувальні властивості щодо профілактики серцево-судинних захворювань, раку, діабету, ожиріння [71, 152, 223]. Особливо потрібні вони для хворих на гіпертонію і недокрів'я.

Плоди вишні вдвічі багатші залізом за яблука, а також містять фолієву кислоту і рибофлавін, що попереджують недокрів'я. Темно-червоні плоди за вмістом Р-активних речовин майже не поступаються смородині. Споживання плодів вишні зміцнює капілярні судини, запобігає і попереджує недокрів'я, серцево-судинні захворювання, гіпертонію та захворювання на рак. Із плодів вишні виготовляють соки, компоти, варення, але нині більш актуальним є їх споживання в свіжому та замороженому вигляді [174, 376, 377].

Останнім часом в літературі більшість досліджень із вивчення якості плодів кісточкових, зокрема вишні пов'язане з дослідженням антоціанів та антиоксидантної активності, наявність яких в плодах вишні зумовлює лікувальні властивості. Плоди вишні використовують як протизапальний засіб, їх вживання запобігає раку товстої кишки, виразці шлунка та бронхіту [29, 189, 254, 266, 310].

Отже, погодні умови вирощування плодів вишні впливають на формування плоду, розміру, структури, поверхні шкірочки та воскового шару, кольору, стиглості, на формування смаку, аромату, хімічного складу, органолептичних показників [91, 105, 180, 255, 256].

Плоди вишні мають значний вміст біологічно активних речовин (антоціанів, поліфенолів), які відіграють важливу роль в підтримці здоров’я та профілактиці захворювань.

1.2 Збереження якості плодів під час зберігання за попередньої обробки полісахаридними композиціями

1.2.1 Склад, властивості та застосування полісахаридних композицій для обробки плодів. Попит споживачів постійно зростає на якісні продукти харчування з мінімальним вмістом консервантів і тривалим терміном зберігання [59, 99]. Збереження свіжості і подовження терміну придатності плодів є актуальною проблемою харчової промисловості. За оцінками ВООЗ, кожна десята людина в світі приблизно раз на рік хворіє через споживання харчових продуктів, що не відповідають мікробіологічним нормам [345, 355].

Плоди вишні починають псуватися вже на етапі збирання та зберігання, що спричиняє значні втрати продукції. Майже 25–45 % плодів втрачається на шляху перевезення і зберігання в результаті перестигання, розм’якшення, втрат маси, розвитку хвороб і мікробіологічного псування [23, 90, 125]. Важливим чинником, що запобігає мікробіологічному псуванню плодів, є їхнє правильне зберігання та пакування [261, 302, 303, 330].

Існуючі засоби захисту рослин негативно впливають на навколишнє середовище, оскільки передбачають використання синтетичних не біорозкладальних пакувальних матеріалів [59, 135]. Використання синтетичних плівок, через їх нерозчинність, нині спричиняє значне екологічне забруднення [134, 322, 323, 363].

Вирішенням цього питання є використання їстивних плівок та покриттів, які складаються з природних речовин, що біологічно розкладаються, наносяться тонким шаром на плоди та забезпечують захист від вологи та газовий бар'єр.

Згідно Директиви ЄС №95/2/ЄС 1995 року та Регламенту ЄС 1333/ 2008 рік їстивні покриття складаються з харчових інгредієнтів, харчових добавок, речовин, що знаходяться в прямому контакті з продуктами харчування, або упаковками для харчових продуктів. Вони включені до їстивної частини продуктів і тому повинні відповідати всім регламентованим вимогам до компонентів, що містяться в їжі.

Тому, нині існує низка поточних інновацій і розробок для збереження якості плодів. До них належать – застосування природних сполук, їстивні покриття та плівки, активна упаковка, нанотехнології, тощо [47, 211, 265, 289, 321].

Серед різних типів упаковки їстивні покриття і плівки є об'єктом нового напрямку досліджень. Нині основними плівкоутворюючими компонентами в складі їстивної упаковки є білки (колаген, желатин, зеїн, глютен, соєві ізоляти, казеїн), жири (ацетогліцеріди, гліцериди, жирні кислоти) і вуглеводи (крохмаль, хітозан, альгінати, карагенан, пектин, полісахариди) [15, 156, 357, 363, 364].

За прогнозом американської консалтингової групи Innovative Research and Products (IRAP), обсяг світового ринку наноупаковок для харчових продуктів буде збільшуватися. Використання таких упаковок обіцяє і збільшення строків зберігання харчових продуктів і зменшення відходів.

Перспективними є матеріали з додатковими функціями – «їстивні», бактерицидні упаковки (розчиняються у воді і розкладаються під впливом мікроорганізмів), ті, що швидко і безпечно розкладаються в природі, тощо [311].

Використання біологічно розкладальних плівок не завдає шкоди навколишньому середовищі [59, 135]. Однак, виготовлені з одного компонента, вони мають недоліки механічних та бар'єрних властивостей. Тому, включення в рецептуру двох або більше сполук покращують функціональні властивості плівок і покриттів [59].

Розробка покриттів із харчових речовин – це найновіша технологія, призначена для покращення якості продукції після зберігання. Нанесення їстивних покриттів на плоди може покращити їхню якість і споживну цінність [1, 44, 168].

Їстивні покриття здатні покращити якість продуктів харчування, продовжити строк зберігання та підвищити економічну ефективність пакувальних матеріалів. За даними літератури [18, 55], воскові покриття використовували для затримки випаровування вологи цитрусових, зокрема лимонів, в Китаї ще в 12 ст. В 1930 році були розроблені емульсії оливи і воску для поліпшення зовнішнього вигляду, контролю за достиганням і затримки втрат води. Розплавлені парафінові воски стають комерційно доступні, як їстивні покриття для свіжих яблук і груш. Ще в XVст. в Японії була виготовлена їстивна плівка з соєвого молока для консервування їжі.

Перші рулони харчової плівки на заводській установці отримали в 60 роки, а перші огляди з'явились в 80 роки. З 1986 року з'являється близько десяти компаній, що пропонують воскову продукцію. А з 1996 року їхня кількість зросла до 600 [382].

Нині використовують різні технології зберігання – холодильна, контрольована атмосфера та способи попередньої обробки перед зберіганням – гамма випромінювання, ультрафіолетове випромінювання [54]. Однак, у технологій існує багато недоліків, що викликають зниження харчової й органолептичної цінності продукту. Тому, покриття з їстивною плівкою залишається одним із рентабельних і доцільних способів збереження якості та безпечності продукції [54, 311, 331].

Розробка покриттів із харчових речовин – це нова технологія, призначена для безпечного використання і покращення якості продукції після збирання врожаю [168].

Найчастіше, як харчові покриття, використовуються полісахариди, хітозан та альгінати [46, 63, 80, 49, 76]. Це полімерні вуглеводи, що складаються з моносахаридів, пов'язаних між собою глікозидними зв'язками. Ці сполуки широко доступні в природі, входять до складу водоростей, рослин, мікроорганізмів і тварин [156, 334].

З кінця XX століття, з огляду на світові тенденції протидії забрудненню навколишнього середовища та поточну проблему введення в експлуатацію інноваційних екологічно чистих матеріалів, їстивні покриття все частіше використовуються для збереження якості різних харчових продуктів. Вони мають низку переваг перед широко використовуваною упаковкою з синтетичного полімеру. Після нанесення на продукт, їстивні покриття стають невід'ємною частиною і споживаються разом з ним.

Характеристика. Їстивні плівки – виготовлені окремо конструкції в які поміщають харчові продукти, тоді як їстивні покриття – це тонкі шари їстивних матеріалів, нанесені на харчові продукти [151]. Їстивне покриття наносять у вигляді розчину на продукт шляхом розпилення, занурення, намазування. Їстивні плівки формують у вигляді твердих листів, які потім застосовують як упаковку для харчових продуктів [324]. У широкому розумінні їстивні покриття – це суспензії, що наносяться на поверхню їжі, які після висихання утворюють тонкий шар, що дозволяє поліпшити якість, цілісність і зовнішній вигляд продукту. Отже, їстивні покриття визначаються як тонкі шари їстивного матеріалу, що наносяться і покривають поверхню продуктів, які можна споживати як частину продуктів [182].

Їстивні покриття мають хороші бар'єрні властивості, зменшуючи втрати вологи та вибірково контролюючи газообмін (кисень, вуглекислий газ і етилен), що беруть участь у процесі дихання. Вони продовжують строк зберігання, зберігають свіжість, гальмують мікробне псування продукту, зменшують втрати ароматичних речовин і мінімізують втрати розчинних речовин у складі їжі. Їх наносять безпосередньо на поверхню виробів зануренням, розпиленням для створення модифікованої атмосфери [99].

Їстивні плівки можна розділити на три категорії: ліпіди (жирні кислоти, воски, ацилгліцерин), гідроколоїди (білки, полісахариди, альгінати) і композити. Група полісахаридів, що включає целюлозу, хітозан, похідні крохмалю, похідні пектину, екстракти морських водоростей і гуміарабіку мікробного бродіння. Зазвичай це полісахаридні покриття, що затримують втрату вологи з харчових продуктів. Хітозан характеризується антимікробною активністю і використовується в якості покриття на фруктових продуктах, щоб утворився антибактеріальний шар [18, 164, 167, 316]. До їстивних покриттів висуваються такі вимоги [207, 277]:

– водонепроникність – покриття повинно залишатися неушкодженим і покривати виріб;
– напівпроникність для кисню і вуглекислого газу;
– покращувати зовнішній вигляд плодів, транспортувати активні сполуки (антиоксиданти, вітаміни), зберігати леткі компоненти, що зумовлюють запах і смак;
– плавитися при температурі понад 40°С без розкладання, легке емульгування, не липкі, швидко висихати, недороговартісні;
– змінювати якість, зовнішній вигляд, смак і запах плодів.

До переваг їстивних покриттів відносять – захист плодів від травм, бар'єрна дія для газообміну, поліпшення зовнішнього вигляду, внаслідок блиску на поверхні плодів, включення активних сполук, які покращують якість та безпеку покриття, утримання руху розчинних речовин і летких сполук [182]. Їстивні плівки повинні містити в своїх композиціях харчові компоненти, включаючи не лише плівкоутворюючу основу та розчинник, але також пластифікатори й інші добавки [172].

Нині харчовим плівкам та покриттям приділяється значна увага через їх переваги – безпечність, сенсорні та харчові властивості, зменшення забруднення навколишнього середовища. Також однією з головних переваг є те, що декілька інгредієнтів можуть входити до складу полімерної композиції і вживатися разом з їжею. Їстивні плівки діють як селективний бар'єр для переносу води та кисню, вуглекислого газу, утворюючи тонкий шар матеріалу між харчовою плівкою та навколишнім середовищем [14, 16, 167, 172, 264].

Розробка їстивних покриттів для продовження строку зберігання свіжих фруктів була однією з найважливіших досліджень післязбиральної обробки врожаю. Отже, в останнє десятиліття значної актуальності набули дослідження з розробки їстивних покриттів на основі біологічно розкладних біополімерів (білків і полісахаридів), що одночасно дозволяють повторно використовувати деякі побічні продукти харчової промисловості. Зазвичай, гідроколоїди використовуються як опорна матриця, оскільки вони демонструють плівкоутворюючу здатність, хороші механічні властивості та селективну проникність для газів [141, 265].

Класифікація. Їстивні плівки та покриття класифікують за типом матеріалу. Компоненти, що використовують для приготування їстивних плівок класифікують на три категорії: гідроколоїди, що включають білки, похідні целюлози, полісахариди, каппа-2-карагенан, альгінати, пектини, крохмаль; ліпіди, що включають жирні кислоти, ацилгліцерин, воски та композити, що містять ліпіди і гідроколоїдні компоненти [134, 135, 167, 182].

Полісахариди – довгополімерні біополімери, утворені з моно- або дисахаридних повторюваних одиниць, пов'язаних глікозидними зв'язками. Будучи гідрофільними за своєю природою, полісахаридні плівки створюють бар'єр для діоксиду вуглецю та кисню і тим самим затримують дихання та дозрівання плодів. З іншого боку, їхня полярність визначає слабкий бар'єр як для водяної пари, так і загальну чутливість до вологи.

Полісахаридні покриття – це альгінат, крохмаль, агар, пектин, целюлоза, хітозан, карагенан та ін. Для створення антимікробних покриттів використовуються такі компоненти – бензойна кислота, сорбінова кислота, пропіонова кислота, молочна кислота, нізин, лізоцим та інші. Їх додають до їстивних покриттів, що складаються з основних біополімерів (полісахаридів, білків і ліпідів), що уповільнює ріст бактерій, дріжджів і цвілі [142, 317, 364].

Полісахариди, або гідроколоїди поширені в наземних частинах рослин і водоростей та становлять 75 % їхньої сухої маси. Розробка покриття з полісахаридів зумовила розвиток нових типів покриттів для продовження строків зберігання харчових продуктів. Вони мають вибіркову проникність для газів, що зумовлено їх щільною структурою та високою полярністю плівки. Полісахариди широко доступні, низькі за вартістю і нетоксичні. Водорозчинні полісахариди є полімерами і за хімічним складом мають вигляд ланцюга, добре розчинні в воді та згущуються. Тоді як ефіри целюлози (карбометилцелюлоза, гідроксипропілцелюлоза) є добрими плівкоутворювачами [135].

Полісахариди є природними полімерами, що широко використовуються для приготування їстивних плівок або покриттів, включаючи крохмаль, целюлозу, альгінати та хітозан. Вони є ефективним блокатором кисню завдяки їх добре впорядкованій водневій формі. Полісахаридні покриття є безбарвними, мають незначну калорійність, їх можна застосовувати для тривалого терміну зберігання фруктів, значно зменшуючи зневоднення, потемніння поверхні й окиснення.

Альгінат – це полісахарид, що використовується як ефективна біополімерна плівка, або складова покриття, завдяки своїм характерним колоїдним характеристикам, таким як загущення, гелеутворення, утворення плівки та стабілізатор емульсії [99].

Альгінат – це природний полісахарид, що видобувається з бурих морських водоростей (*Phaeophyceae*), і складається з двох уронових кислот – *β-D*-мануронової кислоти і *α-L*-гіалуронової кислоти. Альгінат відомий як гідрофільний біополімер, який використовують для покриття завдяки унікальним колоїдним властивостям. Крім цього, його використовують для загущення, утворення суспензії, гелеутворення. Їстивні плівки, виготовлені з альгінатів, мають гідрофільний характер та слабку водостійкість. Такі матеріали, як модифікований крохмаль, олігосахариди, прості цукри, покращують властивості альгінатних плівок [14, 134, 167, 196]. Альгінат натрію є ефективним у підтриманні якості продукції для зберігання плодів вишні [90].

Використання розчинів альгінатів сприяє збереженню нарізаних плодів [44, 167, 168]. Яблука, попередньо занурені в хлорид кальцію та покриті альгінатом, порівняно з необробленими плодами менше втрачають масу [18].

Альгінат – це ефективна їстивна оболонка для збереження якості та біоактивності плодів аґрусу впродовж 21 доби зберігання при температурі 2 °C. Їстивне покриття зберігає загальний вміст фенолів та каротиноїдів під час зберігання в холодильнику [37].

Фініки, покриті альгінатом кальцію з концентрацією 3 %, краще зберігають порівняно з необробленими [69, 219].

Після застосування на плодах чорниці покриття з альгінату, покращується їх зовнішній вигляд, знижується інтенсивність дихання та втрати маси впродовж 21 доби зберігання в холодильнику [153].

Карагенан – природний полісахарид ірландського моху (*Chondrus Crisp*) і окремих видів червоних водоростей, які утворюють гелі при низьких концентраціях у воді [275, 316, 327] та використовують для зберігання плодів [154].

Хітин – поширений у природі нетоксичний полімер із целюлозою що знаходиться в екзоскелеті ракоподібних безхребетних комах, морських водоростях та грибах, і в основному трансформується в хітозан дезацетиляцією в концентрованому лугу. Він складається з *N*-ацетил-d-глюкозамінових одиниць [99].

Плівки з водного хітозану є чіткими, жорсткими, гнучкими з добрим кисневим бар’єром. Вони стійкі до жиру й оливи, але не стійкі до вологи [167].

Хітозан – лінійний полісахарид, отриманий шляхом дезацетилювання хітину, який після целюлози є найпоширенішим природним біополімером у природі [18, 182]. Він має великий потенціал для виготовлення активної упаковки через його біосумісність, антимікробну активність, не токсичність і фізичні властивості. Хітозан активний проти патогенів і мікроорганізмів, включаючи бактерії [135, 246, 248]. Покриття плодів напівпроникною плівкою із хітозана змінює рівень ендогенних газів (діоксиду вуглецю, кисню, етилену), сповільнює аеробне дихання, чим і пояснюється бактеріо- і фунгістатична дія біополімера та має здатність поглинати іони важких металів, знижуючи окиснювальні процеси [21, 43, 108, 113, 155, 176].

Плоди вишні, занурені в 1 % розчин хітозану зберігали впродвж 14 діб при 0°C, на кінець зберігання показали істотне зменшення коричневої гнилі та сірої цвілі [99]. Нанесене покриття дало змогу мінімізувати втрату маси, підвищити pH, знизити титровану кислотність, зберегти вміст сухих розчинних речовин і аскорбінової кислоти [160].

Плівки із хітозану біологічно розкладаються, а тому екологічно чисті та мають високу еластичність [14, 151].

Український дослідник О.П. Кавіршин [330] запропонував використовувати розчин хітозану як консервант для обробки продуктів рослинного походження перед зберіганням. Слід зазначити, що способи зберігання плодів із використанням біологічних плівок ще мало досліджені. Однак нечисленні дослідження щодо цих методів і способів зберігання свідчать про те, що порівняно з іншими вони є менш економічно затратними та більш екологічно чистими.

Їстивні покриття можуть покращити якість свіжих і заморожених продуктів, затримуючи ріст мікробів, зменшуючи окиснення ліпідів і втрату вологи, використовуватися як харчові добавки, з антимікробними й антиоксидантними засобами [54, 231, 232, 247, 295].

Хітозан має подвійний спосіб дії на збудника хвороби і рослину, оскільки зменшує ріст збудників грибів харчових продуктів, а також викликає стійкість реакцій у рослинних тканинах. Хітозанове покриття утворює напівпроникну плівку на поверхні фруктів, завдяки чому сповільнюється швидкість дихання, втрата маси, підтримується загальна якість і продовжується тривалість зберігання. Крім того, таке покриття може забезпечити субстрат для включення інших функціональних харчових добавок, таких як мінерали, вітаміни або інші лікарські засоби чи харчові сполуки, що можуть бути використані для посилення корисних властивостей свіжих товарів або антимікробної активності хітозану.

Хітозанове покриття було затверджено (USFDA) як речовина (GRAS), і його застосування є безпечним для споживача та навколишнього середовища [211].

Використання хітозану в садівництві, й особливо на дуже швидкопсувних продуктах (у тому числі й плодах вишні) базуються на таких властивостях, як вартість, доступність, функціональні ознаки, механічні властивості (гнучкість, напруженість), оптичні властивості (яскравість і непрозорість), бар’єрний ефект проти потоку газів, структурна стійкість до води та мікроорганізмів, сенсорність.

На думку деяких авторів [364], покриття з хітозану ефективно сповільнює зміни якості, продовжує термін зберігання манго. Хітозан використовують на плодах суниці, як протимікробне покриття на яблуках, грушах, персиках, сливах та як газовий бар’єр [55, 167, 182].

Хітозанові наноемульсії в поєднанні з іншими методами обробки безпечні і не забруднюють навколишнє середовище та сприяють збереженню якості свіжої продукції [41, 48, 93, 166, 282, 331]. Так, для зменшення втрат мандаринів під час зберігання при температурі 5°C, спричинених грибковим псуванням, застосовували харчове покриття на основі полісахаридів, що містить природні антимікробні засоби (рослинні екстракти) [41].

Поєднання полісахаридів з іншими речовинами має більший позитивний ефект [281, 283]. Обробка 2 % розчином нітрату кальцію в поєднанні з післязбиральною обробкою хітозаном 0,1 % сприяє продовженню терміну зберігання та покращення якості китайської карликової вишні до 30 діб [26, 280].

Нанесення багатошарового харчового покриття, що складається з 2 г/100 г транс-циннамальдегіду, 2 г/100г хітозану і 1 г/100г пектину дало змогу продовжити строк зберігання свіжозрізаної дині до 9 діб [150, 257].

Інші полісахаридні покриття такі як сік з алое вера, метилжасмонату, щавлевої кислоти використовують як покриття для винограду і сливи, черешні та ін., що затримує дихання та дозрівання [18, 147, 148, 195, 226, 271].

Для підтримки якості плодів черешні та вишні впродовж зберігання нині широко використовують такі їстивні покриття, як хітозан, гель алое вера, альгінат і SemperfreshTM і багато інших [45, 90, 262].

Плівка на основі гідроколоїдів гальмує міграцію вологи по всій системі, покращує термін зберігання й органолептичні властивості продукту.

Поверхневе покриття, що складається з похідних крохмалю, протеїну, целюлози рекомендовано для подовження строків зберігання плодів. Покриття затримують дозрівання і втрату вологи та зменшують розпад поживних речовин у плодах авокадо, персика, вишні, ківі [135].

Різні методи (обприскування, електророзпилення) застосовуються для нанесення покриття на харчовий матеріал для їх захисту від збільшення мікробів, продовження строків зберігання, покращення якості та зовнішнього вигляду. Для підвищення ефективності їстивних плівок і покриттів, застосовують такі добавки як гліцерин, сорбіт тощо [99, 383].

Композитні плівки. Основною метою їх застосування є поліпшення проникності чи механічних властивостей. Добавки в плівки та покриття використовують, як сполуки проти потемніння, вони є пробіотиками, ароматизаторами, мають антимікробну дію, підсилюють текстуру.

Незважаючи на великі переваги використання їстивних покриттів, їхнє комерційне застосування в широкому масштабі нині обмежене. Потребують вдосконалення механічні та бар’єрні властивості біополімерних плівок, вплив покриттів на метаболіти плодів, прийнятність покриття для споживачів та їхня вартість [120, 167].

Використовуються складні (складені, композитні) покриття, що містять одночасно ліпідні, гідроколоїдні (білки та полісахариди) та протимікробні компоненти. Допоміжними компонентами, що використовуються у складі їстивних покриттів, є пластифікатори. Вони є енергонезалежними низькомолекулярними сполуками. Додані до полімерів, вони знижують їхню крихкість, підвищують еластичність, міцність і полегшують обробку [142, 317, 364].

Комбінація похідних целюлози, камеді, мальтодекстрину та ліпідів виконує роль захисту для горіха. Склад розчину з хітозану, оцтової кислоти, гіберелінової кислоти, метилпарабену, полідиметилсилоксану і води були розроблені для подовження терміну зберігання плодів. Покриття забезпечують фізичний захист для харчових продуктів під час транспортування [102, 135].

Композитні плівки та покриття використовують для збереження якості плодів. Зокрема, нині широко проводяться дослідження з пошуку композитних плівок і покриттів, що б могли конкурувати на ринку та замінити синтетичні упаковки.

Так, плоди черешні сорту Аспарух, Цветина Бінг оброблені хітозаном, Са-лактатом і двохшаровим хітозан-альгінатом, зберігали в холодильнику при температурі 4°С, що дало змогу продовжити їх строк зберігання до 21 доби [309].

У дослідженнях [332, 333] вивчали нанесення на плоди яблук добавки солі карбоксиметилцелюлози. При цьому відсоток втрат при зберіганні плодів суттєво нижчий, порівняно з контролем.

Композитні покриття на основі хітозану сприяють подовженню тривалості зберігання бананів [144], свіжої дині [257], полуниці [89, 267], черешні [8], китайської вишні [40, 280], гранату [62], лангану [130] і зизифусу [162].

Вчені зазначають [25], що композитне їстивне покриття з вмістом ксантанової камеді (0,5 %), оливкової оливи (0,1 %), аскорбінової кислоти (0,1 %) ефективне для зберігання винограду при температурі 10±2°С та відносній вологості повітря 70–75 % затримує достигання, розм’якшення винограду та сприяє подовженню зберігання ягід до 24 діб, тоді як необроблені плоди (контроль) псувались після 12 доби.

Їстивні покриття Semperfresh та Niprofresh дає змогу зберегти якість слив і черешні за холодильного зберігання при температурі 2°С і відносної вологості повітря 85–90 % [119, 287, 288].

Результати досліджень показали, що за попередньої обробки олігохітозаном, саліциловою кислотою та *P. membranaefaciens*, захворюваність і діаметр ураження, заражених цитрусових *G. candidum*, були значно зменшені [182].

Полісахаридні альгінатні покриття зменшують втрати вологи в часнику, продовжують строк зберігання та зберігають свіжість нарізаного ананаса [364], полуниці [5, 127], нектарина [43], фісташок [98], черешні [297]. Змішування альгінату натрію із агар-агаром у воді як загального розчинника спричинило отримання двокомпонентних харчових плівок [190].

За твердженням G. Giacalone, V. Chiabrando [83], J. Alonso, R. Alique [8] використання біологічно розкладальних плівок було корисним для збереження якості вишні та черешні через затримку змін кольору, втрати твердості та кислотності.

На основі полісахаридів, альгінату натрію, карбометилцелюлози та гліцерину, розроблено плівкоутворююче покриття для механічного захисту поверхні м’яса, а також створення сприятливих умов для розвитку молочнокислих бактерій [345].

Аналіз застосування їстивних покриттів у різних харчових продуктах показує, що вони ефективно зберігають свою якість (колір, зовнішній вигляд, текстуру, втрату вологи тощо) впродовж зберігання.

Незважаючи на великі переваги використання їстивних покриттів, комерційне застосування цієї технології в широкому діапазоні все ще дуже обмежене. Підвищення стійкості до води, механічних і бар’єрних властивостей біополімерних плівок все ще потребує вдосконалення. Крім того, ключовою проблемою є прийнятність покриття для споживачів, остаточна вартість. Недостатньо вивчені питання щодо впливу покриттів і плівок на метаболіти плодів [167].

Майбутні дослідження можуть бути спрямовані за декількома напрямами:

– вивчення впливу їстивних покриттів на свіжі фрукти;
– вивчення ретельно досліджених свіжих фруктів з новими їстивними покриттями, нанесеними на поверхню [364];
– характеристику фізико-хімічних розчинів для покриттів;
– характеристику плівок їх газо- і паропроникність;
– вивчення метаболічних реакцій, зокрема дихання;

– вивчення внутрішнього газового складу плодів і його зв’язок з фізіологічними процесами дозрівання, дихання й отримання метаболічних сполук;
– вивчення впливу покриттів на якість і тривалість зберігання плодів;
– визначення оптимальних методів нанесення покриттів з мінімальною вартістю;
– вивчення впливу їстивних покриттів на загальну вартість плодів [64, 171].

Отже, їстивні плівки і покриття – єдиний вид біорозкладальної полімерної упаковки, що не потребує індивідуального збору і особливих умов утилізації. Розвиток наукових досліджень і прикладних розробок з виробництва їстивних плівок і покриттів на основі полісахаридів є перспективним напрямком для вирішення нових завдань з національної продовольчої безпеки [355, 382].

Нині використання цієї технології обмежене, проте впровадження нанотехнологій з післязбиральної обробки врожаю може відкрити нові можливості [137, 272, 300].

Зміни навколишнього середовища та вимоги споживачів до безпечності продукції, змушують товаровиробника виготовляти екологічно чисту продукцію, з якою він міг би конкурувати на ринку з мінімальними затратами. Нині зростає попит на їстивну біорозкладальну упаковку та необхідне її впровадження у виробництво. Використання їстивних плівок на основі полісахаридів, як біорозкладального покриття, має великий потенціал для покращення якості та подовження терміну зберігання плодів.

1.2.2 Вплив обробки саліцилатами на хімічний склад і товарну якість плодів упродовж зберігання. Щорічно близько 20 % продукції втрачається через відсутність відповідних заходів первинної обробки і зберігання продукції. Основна частина з них – фізіологічні розлади впродовж зберігання. Тому, нині ведеться активний пошук способів первинної обробки перед зберіганням продукції, що запобігали б розвитку хвороб.

Проте такі чинники, як ступінь стиглості під час збирання врожаю й умови зберігання, знижують харчову та товарну цінність продукції. Проблема якості й ефективності зберігання нині особливо важлива для малолежких плодів, у тому числі й вишні. Тому, покращення якості та післязбиральної доробки плодів є актуальним питанням.

Нині зростає інтерес до використання саліцилової кислоти та її похідних – ацетилсаліцилової кислоти і метилсаліцилату.

Саліцилова кислота – це ендогенна рослинна субстанція, що відіграє важливу роль у широкому спектрі фізіологічних процесів, зокрема затримці дозрівання, через уповільнення синтезу етилену та зменшення фізіологічних захворювань плодів абрикоса, черешні, персика [85, 88, 263, 274, 275]. Також саліцилова кислота відіграє основну роль у рості і розвитку рослин. Її дія пов’язана з захисними реакціями та забезпеченням захисту від атаки збудників фізіологічних хвороб [84, 86, 87, 146, 234, 237].

Застосування саліцилатів зменшує розпад поживних речовин, підвищує стійкість до захворювань і покращує якісні властивості після зберігання – зовнішній вигляд, структуру та вміст поживних речовин для абрикосів [66, 274], нектарина [20], черешні [259, 290], слив [146, 218], томатів [237], винограду [79], суниці [101] та ін.

Саліцилова кислота затримує дозрівання, що проявляється у зменшенні інтенсивності забарвлення, меншій втраті маси, сповільненні дихання порівняно з необробленими плодами [84, 237, 293]. Крім того, дослідники N. Kumar та ін. [118] відмічають, що у томатів, оброблених саліциловою кислотою, знижується виділення етилену і затримується достигання [118].

Обробка плодів саліциловою кислотою, знизила розлад, викликаний грибом *Botrytis cinerea* у томатах та винограді, сприяла затриманні процесу достигання [118, 177]. Крім того, використання саліцилової кислоти сприяло зменшенні пошкоджень слив [146].

Однією з нових технологій зберігання із застосуванням передзбиральної обробки за даними M.S. Pasquariello, T. V. Ramana Rao, D.Valero, О. П. Прісс [176, 199, 259, 361], є попередня обробка плодів і овочів різними речовинами в тому числі саліциловою кислотою. Вже на перших етапах зберігання із зниженням температури у плодах відбувається сповільнення метаболізму, зниження інтенсивності дихання, виділення етилену, зменшення втрати маси, що дозволяє подовжити тривалість зберігання продукції. Однак, для багатьох видів плодоовочевої продукції зниження температури є небезпечним, оскільки викликає окисне пошкодження [361].

Збільшення тривалості зберігання плодів спричинює до зниження активності ферментів у черешні і зизифусу [149, 299]. Ферменти впливають на окисне пошкодження мембрани, яка є результатом старіння плодів [161]. Ферменти, в тому числі, аскорбатпероксидаза бере участь у перенесенні пероксиду водню [361]. Каталаза є одним з важливих ферментів, що захищає клітину від окиснювальних пошкоджень, шляхом зниження проходження окиснювальних процесів [299]. Обробка плодів перед зберіганням хітозаном, саліциловою кислотою, знижує окиснювальний стрес, покращує плодоношення і сповільнює старіння плодів після зберігання.

Саліцилова кислота та її похідні відіграють важливу роль в протіканні фізіологічних процесів. Післязбиральна обробка саліцилатами знижує інтенсивність дихання, покращує зовнішній вигляд і консистенцію плодів. При цьому, порівняно зі свіжими плодами, підвищується активність антиоксидантних ферментів – каталази і пероксидази [146, 259].

Обробка саліциловою кислотою, знижує виробництво етилену, інтенсивність дихання, впливає на активність ферментів: індукує амілазу, пероксидазу [285].

Обробка плодів саліциловою кислотою затримує достигання і старіння після збору врожаю та подовжує строк зберігання кісточкових, зокрема сливи. Так встановлено [146, 298], у сливі, обробленій саліциловою кислотою, порівняно з необробленими плодами, концентрація фенолів була вищою, а відповідно і вищою антиоксидантна активність плодів.

Попередня обробка плодів ефективна для кісточкових, зокрема персики, оброблені розчином до складу якого входить саліцилова кислота (1мМ) покращує якість плодів після зберігання [93].

Обприскування плодів вишні розчином, до складу якого входить саліцилова кислота, запобігає розтріскуванню плодів впродовж достигання [272].

Тому застосування саліцилової кислоти може бути доцільним для обробки плодів перед зберіганням.

1.2.3 Вплив обробки хітозаном на фізіолого-біохімічні показники плодів упродовж зберігання. Збереження якості плодів залежить від умов вирощування, особливостей сорту, технології зберігання.

Основною причиною псування плодоовочевої продукції є інфекційні хвороби. Нині ведеться пошук способів зберігання, що гальмують розвиток збудників.

Для подовження строку зберігання використовують перед і післязбиральну обробку речовинами антимікробної дії, алое-вера покриття, 1-метилциклопропен, а останнім часом хітозан. Тому, вирішення проблеми підвищення якості плодів із застосуванням нових технологій пакування є актуальним питанням.

Дослідження з розробки нових технологій зберігання із застосуванням післязбиральної обробки речовинами антимікробної дії проведені в Італії, Канаді, Іспанії, ним присвячені праці A. El Ghaouth, G.Romanazzi, Daniel Valero та ін. [81, 212, 259].

Хітозан є високомолекулярним біополімером, отриманим з крабів і відомим своєю біосумісністю, біорозкладанням і біологічною активністю. Складається він в основному з глюкозаміна або 2-аміно-2-дезокси-D-глюкози пов'язаної разом β (1–4) глікозидними зв'язками.

Хітин і хітозан є біологічно-активною речовиною та за фізико-хімічними властивостями розчинний в солях соляної і оцтової кислот [296].

Хітозан використовується в біотехнології, сільському господарстві, харчовій промисловості [121, 278]. У медицині він застосовується в якості стабілізатора для активних інгредієнтів у пігулках. Має низьку токсичність, а тому став однією з перших речовин, схваленою Європейським союзом для захисту рослин (рег. ЄС 2014/563) і використовується в рамках системи органічного сільського господарства, зокрема для комплексного застосування проти шкідників.

При застосуванні для захисту рослин хітозан проявляє потрійну активність: захист рослин, протимікробну активність, формує плівку на обробленій поверхні. З 1990 років проводиться вивчення активності хітозана, яка розпочалась з моніторингу активності ферментів, пов'язаних із захисними механізмами (наприклад, хітиназою, β-1,3 глюканазою, фенілаланіном) в плодах суниці, цитрусових, столовому винограді, кісточкових. Антимікробна активність хітозану по відношенню до широкого спектру збудників хвороб рослини підтверджена багатьма дослідженнями *in vitro*. Після нанесення на поверхню рослин (наприклад, занурення, розпилення) хітозан утворює стійке покриття, властивості якого (наприклад, товщина, в'язкість, напівпроникність для газів і води) залежить від розчинників органічних кислот, у яких він розчиняється [2, 278].

У 2001 році хітозан був внесений в список безпечних з'єднань і харчових продуктів США [209, 211, 212, 214 – 217].

За даними літератури [213, 296], з точки зору ефективності хітозану в боротьбі з післязбиральним захистом свіжих плодів, він проявляє від 30 % до 40 % активності, його антимікробна активність від 35 % до 45 %, а плівкоутворююча дія від 20 % до 30 %. Крім застосування для захисту рослин, хітозан може застосовуватися разом з іншими альтернативами синтетичними фунгіцидами, підвищуючи протимікробні та плівкоутворюючі властивості та інколи проявляє їх синергічну взаємодію. Тому препарати на основі хітозану доступні як біопестициди, завдяки комплексній комбінації трьох механізмів взаємодії.

У джерелах літератури [39] показано, що обробка плодів сливи хітозаном в умовах низькотемпературного зберігання ефективно запобігає втратам якості і збільшує тривалість зберігання до 35 діб.

Хітозан як стійке покриття сприяє збереженню вологи в тканинах плодів і овочів і поліпшує їхню якість впродовж зберігання. Хітозанове покриття ефективне для продовження терміну зберігання та покращення якості плодів столового винограду (*Vitis vinifera*) [233]. Дослідження показують позитивний вплив хітозану шляхом застосування спрею, або обробки після збору врожаю на якість та стійкість плодів. Збільшення концентрації хітозанового покриття позитивно впливає на якість плодів після збирання.

Післязбиральне застосування хітозану в пошкоджених плодах томатів знижує активність поліфенолоксидази і підвищує вміст загального білка і фенольних сполук. При обробці розчином хітозану гарбузів знижується інтенсивність дихання і втрата ваги, підтримується стійкість і зовнішній вигляд, зберігається вміст аскорбінової кислоти і загальних фенолів. Комбінація розчинів хітозану і етанолу запобігає появі сірої гнилі столового винограду [13].

Отриманий з хітину хітозан утворює на оброблених поверхнях плодів плівку, завдяки чому покращує якість та подовжує тривалість зберігання. За даними G. Romanazzi, A. El Ghaouth та ін. [81, 210, 215] хітозан використовують для передзбиральної обробки ягід суниці, черешні та ін. Зокрема, за даними A. El Ghaouth, J. Arul [81] після 21 доби зберігання суниці, оброблених 1 % розчином хітозану, товарна якість знижується на 10–13 %, проти 52 % необроблених плодів.

Хітозан разом з етанолом чи теплою водою, або кальцієм використовується для післязбиральної обробки та сприяє зниженню хвороб черешні. Так, дослідження G. Romanazzi та ін. [212] показали, що хітозан може замінити фунгіциди у боротьбі з післязбиральним псуванням черешні, винограду, суниці [38, 100, 212, 213].

Застосування хітозану як покриття для плодів суниці покращило якість, а також продовжило тривалість зберігання [117, 205].

Дослідження показали, що комбінація харчових покриттів з іншими методами зберігання та консервування покращила якість свіжих плодів лонгану [61, 204]. Зокрема, використання низьких доз ультрафіолетового випромінювання (254 нм) здатне індукувати стійкість плодів і овочів до мікробіологічних гнилей, біосинтез декількох вторинних метаболітів і затримку процесу дозрівання, продовжити тривалість їх зберігання. Крім того, дослідження дали змогу встановити, що комбінація ультрафіолетового опромінення з іншими методами консервування дала змогу підтримати якість свіжих плодів. Було встановлено, що ультрафіолетове опромінення в поєднанні з хітозановим покриттям є ефективним методом і може застосовуватися для післязбиральної обробки та зберігання плодів [19].

Під час холодильного зберігання в процесі післязбиральної обробки у плодах, що швидко псуються, зменшується швидкість основних обмінних процесів, підтримується якість і подовжується збереженість плодів вишні. Разом із пониженими температурами, післязбиральна обробка плодів різними речовинами дає змогу підтримати їхню якість і зберегти свіжість. Використання для післязбиральної обробки різних покриттів дає змогу встановити фізичні бар’єри на поверхні плодів, зменшуючи проникність до O_2, CO_2 і водяної пари, що спричиняє зниження інтенсивності дихання і транспірації та гальмування природного фізіологічного процесу дозрівання [294].

Покриття на основі хітозану вважаються кращим харчовим і біологічно безпечним консервантом для різних видів харчових продуктів внаслідок відсутності токсичності, біорозкладання, плівкоутворюючих властивостей і антимікробної дії. Хітозанове покриття в поєднанні з холодильним зберіганням використовується для поліпшення зберігання і продовження строку придатності фруктів.

У літературі [212, 250, 268] наведено дані, що для збереження якості плодів, зокрема кісточкових позитивний ефект дає використання харчового покриття на основі хітозану і гелю алое вера, а також з покриття, що складається з ефірів сахарози, жирних кислот, натрій карбоксиметил-целюлози та монодигліцеридів жирних кислот.

Хітозан застосовують або під час періоду до збору врожаю, або після його закінчення. Останні лабораторні дослідження протигрибкової активності хітозану (*in vitro*) та польові пробні дослідження дали змогу встановити, що його антимікробна активність прирівнюється до синтетичного фунгіциду. Хітозанове покриття затримує старіння плоду, яке пов’язане з ферментативним і неферментативними антиоксидантними системами [4, 12, 39, 184, 291].

Важливим показником збереженості продукту є природні втрати маси. Вони відбуваються в результаті випаровування вологи та дихання плодів, при цьому протікають процеси окиснення органічних речовин з вивільненням тепла і води, яка надходить у повітря сховища. Тому, при визначенні якості продукції необхідно враховувати товарний стан і втрати маси плодів після зберігання [352].

Нині попередня обробка розчинами, до складу яких входить хітозан, широко застосовується для обробки плодів, покращення якості та подовження строку зберігання продукції [55, 139].

Яблука вкриті карбоксиметилхітозаном в охолодженому сховищі зберігались більше шести місяців [167]. За обробки затримувалася зміна кольору та інтенсивності дихання у оброблених плодах бананів, порівняно з необробленими [144].

Плоди полуниці занурені на 2 хвилини у розчин хітозану показали затримку у втраті маси, титрованих кислот, pH, сухих розчинних речовин, аскорбінової кислоти, фенольних речовин, порівняно з необробленими [89, 117, 166].

Свіжі плоди дині попередньо оброблені розчином хітозану (0,5–2 %) зберігалися 15 діб [257].

Плоди гранату оброблені їстивними плівками із хітозану (1,5 %) з яблучною та щавлевою кислотою за температури 2°С і вологості 80–90 % зберігали впродовж 120 діб [62]. Обробка плодів гранату лише розчином хітозану сприяла збереженню їх біологічної цінності та якості впродовж 12 діб при температурі 4°С [200].

Обробка розчином хітозану авокадо сприяла зменшенню втрат маси і захворювань [135].

Плоди черешні покривали харчовим покриттям з похідних жирних кислот і полісахаридів в спиртовому розчині. Обробка покриттями 10 і 20 г/л сприяла зниженню інтенсивності дихання плодів [8].

Покриття для китайської вишні на основі хітозану покращило якість плодів та сприяло подовженню терміну їх зберігання до 20 діб [280].

Плоди вишні за три доби до збору врожаю обробляли розчином хітозану ($10г*л^{-1}$), фенгексамідом, екстрактом кропиви, сосни і бензотіадіазолом, зберігали при 0,5±1°С впродовж двох тижнів, а потім впродовж семи діб при 20±1°С. Застосування хітозану, перед збором врожаю зменшило захворюваність сірою цвіллю і коричневою гниллю вишні і персиків [126, 157].

Крім того, хітозанові плівки володіють також вибірковою проникністю до газів діоксиду вуглецю та кисню та мають антибактеріальні і фунгітоксичні властивості. Діють як захисні бар'єри, ці плівки можуть бути використані як носії біологічно активних сполук з антиоксидантними або антибактеріальними властивостями [80].

Тому хітозан використовують для передзбиральної обробки плодів винограду, полуниці, яблук, персиків, абрикосів, сливи, черешні [3, 100, 145, 209, 214, 331].

Плоди черешні після занурення в 0,5 % розчин хітозану зберігали при температурі 2°С 14 діб [176].

За літературними даними A. El Ghaouth [3] хітозанове покриття 1 % та 1,5 % використовують для обробки плодів суниці, при збереженні її за температури 4ºС після 29 доби товарна якість зменшується на 19–22 % проти 33 % в необроблених плодах. Крім того, інтенсивність дихання оброблених плодів також нижча.

Хітозан в поєднанні з етанолом чи з теплою водою, або кальцієм використовується для післязбиральної обробки та сприяє зниженні хвороб винограду, суниці та черешні [100, 159, 217].

Оскільки нині досліджень з перед- і післязбиральної обробки плодів вишні обмаль, застосування існуючих технологій в умовах України має велике значення.

1.2.4 Вплив обробки альгінатом натрію на фізіолого-біохімічні показники плодів упродовж зберігання. Плоди вишні швидко псуються під час збирання врожаю, транспортування і реалізації [202]. Тому нині ведеться пошук нових технологій їхнього тривалого зберігання. Останнім часом за даними літературних джерел значна увага приділяється технологіям післязбиральної обробки плодоовочевої продукції в поєднанні з холодильним зберіганням.

Оскільки, якість – це група характеристик, які повинні мати плоди, щоб повністю задовольнити потреби продуктового ланцюга. Основними параметрами якості є розмір, твердість, колір, аромат та інші фізико-хімічні показники плодів [50].

Якість плодів впродовж зберігання можна покращити із застосуванням післязбиральної обробки плодів розчинами хітозану, альгінату, тощо [9, 42, 58, 185, 245, 297].

Альгінат – натрієва сіль альгінової кислоти, природний полісахарид, отриманий із бурих морських водоростей. До його складу входить дві уронові кислоти β-Д- мануронова та α-L-гіалуронова. Альгінат відомий як гідрофільний біополімер, має задовільну покривну властивість, що пов’язана з його задовільними колоїдними якостями. Тому його використовують як загущувач, для формування суспензії та стабілізації емульсії [22, 37, 208].

Дослідження проведені із застосуванням альгінату натрію показали затримку процесу достигання сливи, абрикоса, черешні. Зокрема встановлено, що альгінат натрію ефективний для підтримання якісних показників плодів персика [22, 208, 245].

Покриття на основі альгінату натрію за рахунок вкриття продихів плодів, сприяє зменшенні інтенсивності дихання, транспірації та втраті маси. Також нанесення альгінату натрію на поверхню тканин плодів ефективне для зменшення втрат титрованих кислот. Так, встановлено [58], що при зберіганні плодів черешні вміст титрованих кислот знизився до 0,57 %, тоді як для плодів із нанесенням альгінату натрію вміст титрованих кислот знизився менше і на кінець зберігання складав 0,77 %. Покриття на основі альгінату натрію сприяє збереженню кольору, вмісту фенольних речовин та антиоксидантної активності плодів. При цьому, тривалість зберігання плодів черешні за температури 8°С складає 8 діб, тоді як для оброблених плодів – 16 діб.

Покриття альгінатом плодів гуави, затримало процес достигання плодів та їх фізико-хімічні зміни. Завдяки цьому втрати вмісту титрованих кислот були менші. Завдяки нижчій проникності кисню плодів відбувалось зниження активності ферментів, а отже повільніше окиснювалась аскорбінова кислота впродовж зберігання [163].

Під час зберігання плодів сливи за їхньої обробки альгінатом натрію вміст аскорбінової кислоти складав 4,5 мг/100 г, тоді як у свіжих плодах він становив 5,4 мг/100г. Що є результатом сповільнення окиснення ферменту аскорбатоксидази. Покриття альгінатом натрію плодів знизило втрати маси, інтенсивність дихання, накопичення етилену, сприяло збереженню вмісту аскорбінової кислоти й антиоксидантної активності плодів [22, 260].

За даними C.P. Carvalho та ін. [37] за попередньої обробки плодів агрусу альгінатом натрію при зберіганні за температури 2°C їхня якість зберігається до 21 доби, при цьому відбувається сповільнення виділення етилену і інтенсивності дихання.

Результати досліджень [127] показали, що полісахаридні покриття (альгінат, хітозан і пуллулан) попередили розм'якшення і псування плодів суниці і зменшували зміни загального вмісту сухих розчинних речовин і титрованих кислот впродовж 16 діб зберігання при температурі 4°C.

Нанесення альгінатного покриття може бути використано для зменшення небажаних процесів, підтримки якості і поліпшення терміну придатності свіжозрізаного нектарина, що зберігається при 4°C [43].

Фісташки вкриті альгінатним харчовим покриттям, збагачені ефірною оливою чебрецю, мали вищий вміст фенолів та антиоксидантної активності порівняно з необробленими плодами [98].

1.2.5 Комбіновані способи обробки плодів композицією хітозану та саліцилової кислоти та їх вплив на фізіолого-біохімічні показники плодів упродовж зберігання. Малолежкі плоди, у тому числі й вишні, мають значну інтенсивність дихання з високим рівнем транспірації, сприйнятливі до фізіологічних захворювань, тому швидко псуються та втрачаються вже на перших етапах збирання на шляху надходження від виробника до споживача.

Нині розробляються нові технології зберігання плодів у поєднанні з вже існуючими – впливу низької температури, опромінення, використання речовин антимікробної дії, алое- вера покриття, 1-метилциклопропен [108, 275, 291]. Однак, застосування цих речовин не повністю вивчене для подовження терміну зберігання плодів вишні, а препарат 1-МЦП є дороговартісним у використанні.

Для ефективного використання хітозану його поєднують з іншими речовинами: ефірними оливами, саліциловою та метилсаліциловою кислотою, тощо [108, 176].

Саліцилова кислота та ацетилсаліцилова кислота є рослинними гормонами, що беруть основну роль у широкому спектрі фізіологічних процесів. Попередня обробка плодів саліцилатами попереджує псування, зменшує травми та покращує зовнішній вигляд і їхню щільність [201]. Саліцилова кислота натуральна і безпечна фенольна сполука, виявляє високий потенціал, щодо контролю втрат після збирання врожаю. Використання саліцилової кислоти ефективне для попередження пошкоджень персика, ківі, черешні, абрикос, гранат, слив [295].

Також попередня обробка плодів саліциловою кислотою сприяє подовженню терміну зберігання та збереженню їхньої якості. Плоди персика, оброблені саліциловою кислотою, зберігали при температурі 1°С 28 діб. Вміст у них фенолів, флавоноїдів, аскорбінової кислоти був вищим, порівняно з необробленими плодами [201].

Тому, післязбиральна обробка саліциловою кислотою може бути безпечним, екологічним засобом для підтримання якості плодів [146].

За дослідженнями A. A. Lo’ay, A. Mohamed, M. A. Taher [132] саліцилова кислота використана сумісно з хітозаном підвищує стійкість до пошкодження плодів гуави впродовж 15 діб при температурі 27°С. У дослідженнях [231] показано вплив хітозану та саліцилової кислоти на збереженість плодів грейпфрута. Попередня обробка запобігла зеленій плісняві, інгібувала вплив ферментів і сприяла збереженні твердості плодів абрикоса, грейпфрута, черешні [53, 82, 86, 231].

Обробка цитрусових розчином олігохітозану, саліциловою кислотою та *P. membranaefaciens* сприяла значно меншій захворюваності й ураження впродовж зберігання [182, 283].

Однак, досліджень щодо сумісного використання саліцилової кислоти з хітозаном для попередньої обробки плодів кісточкових, зокрема вишні на їхню якість недостатньо.

1.3 Збереження антиоксидантних властивостей плодів за обробки полісахаридними композиціями

1.3.1 Зміна антиоксидантної активності ферментів за обробки полісахаридними композиціями. До неферментативної антиоксидантної системи плодів, зокрема вишні та черешні, входять феноли та антиоксиданти. Такі ферменти як каталаза, пероксидаза і супероксиддисмутаза є основними для поглинання кисню та попередження окиснення клітин [176, 184, 252]. За даними T. Gür, F. Karahan та ін. [94] була визначена активність ферменту супероксиддисмутази на рівні 7,18 од/л і каталази 4,33 од/л у черешні з високими антиоксидантними властивостями.

Фермент каталаза проявляє антиоксидантну дію і каталізує розкладання перекису водню на воду і кисень, знижуючи шкідливі впливи, викликані вільними радикалами. Фермент супероксиддисмутаза відіграє важливу роль в захисті клітин від захворювань раку [94].

Попередня обробка плодів перед зберіганням впливає на їхню ферментативну активність. Обробка розчином хітозану плодів персика призводить до зміни активності поліфенолоксидази, яка спочатку зберігання збільшується, а потім зменшується. Пероксидаза – антиоксидантний фермент, який каталітично розкладає перекис водню в біосинтезі лігніну. Пероксидазна активність у плодів, оброблених хітозаном, вища ніж у необроблених [131, 273].

Окиснювальний стрес в рослинних клітинах включає накопичення вільних радикалів, активних форм кисню (АФК), таких як супероксидний радикал. АФК генеруються в рослинних клітинах, внаслідок метаболізму в реакціях каталізованих оксидазою і ліпоксигеназою. В результаті β-окиснення жирних кислот вони постійно видаляються ферментативними і не ферментативними системами. Отже, вміст АФК у клітинах рослин залежить від їхніх продукуючих систем і механізму видалення. До не ферментативних з'єднань входять відновлені форми аскорбату, токоферолів, фенолів, алкалоїдів, а до ферментативних механізмів – супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза, аскорбатпероксидаза. Не зважаючи на присутність цих систем, окиснювальне пошкодження проходить у рослинних клітинах через неефективну утилізацію АФК за стресових умов і пов'язане зі старінням під час зберігання.

Саліцилова кислота і її похідні (ацетилсаліцилова і метилсаліцилова) є рослинними гормонами, що відіграють важливу роль у фізіологічних процесах, у тому числі стійкості до стресу. Тому, післязбиральна обробка саліцилатами попереджує псування, підвищує стійкість до хвороб, покращує зовнішній вигляд і харчову цінність [95, 220]. Зокрема використовується для обробки плодів абрикоса, гранату, черешні, ківі. Попередня обробка саліциловою кислотою слив спричинила зменшення кількості вільних радикалів супероксиддисмутази й активності ліпоксигенази та підвищення активності антиоксидантних ферментів (каталази, аскорбатпероксидази) впродовж зберігання, порівняно з контрольними плодами без обробки [83, 146].

Оброблені плоди персика саліциловою кислотою 1,5мМ впродовж 15 діб до збору врожаю і зберіганні за 1°С впродовж 28 діб – порівняно з необробленими, мали вищу активність ферментів каталази, аскорбатпероксидази, супероксиддисмутази [201].

Попередня обробка хітозаном з саліциловою кислотою плодів черешні знижує втрати маси і дихання, обмежує збільшення малонового діальдегіда, запобігає втраті сухих розчинних речовин та аскорбінової кислоти. Інтенсивність дихання знижується в результаті обмеженого газообміну між плодами і навколишнім середовищем.

Низька концентрація малонового діальдегіда може бути пов’язана з синергетичним ефектом хітозана з саліциловою кислотою. Хітозан посилює активність каталази в черешні. Окиснювальний стрес і накопичення кисню та пероксиду водню і захист від нього залежать від наявності антиоксидантних ферментів супероксиддисмутази, каталази, аскорбатпероксидази, що запобігають його появі [183, 249, 279, 295, 308].

1.3.2 Збереження фенолів і антоціанів плодів за обробки полісахаридними композиціями. Фенольні з’єднання, що відповідають за смак і колір та включають фенольні кислоти (оксибензойні) та флавоноїди (антоціани і флаван-3-оли) зосереджені в шкірці та менше в м’якоті вишні. Поліфеноли відіграють важливу роль у профілактиці серцево-судинних захворювань, раку, діабету, ожиріння [186, 276]. Флавоноїди захищають від ультрафіолетового опромінювання, попереджують вплив токсичних речовин та забезпечують стійкість до патогенів [223].

Вміст антоціанів є основним показником достигання плодів вишні. Дослідження показали, що сезон та період збору врожаю, сорт, кліматичні умови впливають на склад і концентрацію антоціанів. Вміст антоціанів у плодах, зокрема вишні, залежить від екотипу та регіону вирощування [30, 35, 92, 128, 170].

Загальна кількість антоціанів у плодах вишні в середньому на рівні 40–297 мг/100 г й іноді сягає 994 мг/100 г. Для темнозабарвлених плодів їх вміст складає 82–297 мг/100 г, а для світлозабарвлених – 2–41мг/100 г. Основними антоціанами є ціанідин-3-глюкорутинозид (89–227 мг/100 г) і ціанідин-3-рутинозид (16–22 мг/100 г), що становить 63–94 % від загальної кількості антоціанів [30, 35, 92, 181, 276].

Антоціани проявляють широкий спектр біологічних властивостей – антиоксидантну, антимікробну, протизапальну, антиканцерогенну активність і нейропротекторну дію [188, 238, 276]. Основною властивістю антоціанів є антиоксидантна активність в реакціях метаболізму та здатність поглинати радикали кисню в клітині, що запобігає окиснювальному стресу [223].

У плодах вишні антиоксидантна активність пов’язана з наявністю аскорбінової кислоти, фенольних речовин та антоціанів. За здатністю поглинати кисневий радикал (ORAC) антиоксидантна активність 33 сортів вишні знаходиться в межах 8130–38110 мкмоль ТЕ на 100 г. За аналізом вмісту (FRAP) антиоксидантна активність складає 1,9–13,0 ммоль ТЕ/100 г·дм [276].

Антиоксидантні сполуки (поліфеноли і вітамін С), терпени і органічні кислоти відіграють основну роль у профілактиці захворювань, завдяки їх синергетичній і адитивній дії (біологічній). Сучасна практика у профілактиці захворювань полягає в об’єднанні основних біологічно активних сполук, що мають назву “маркери”. Важливим флавонолом (маркер) у плодах вишні є кверцетин (11,86±2,36 мг/100г ФВт), гіперозид і рутин. Встановлено, що антиоксидантна активність плодів вишні корелює з умістом поліфенолів [60].

Тому, завдяки високому поліфенольному складу та вмісту антоціанів споживання плодів вишні знижує ризик серцево-судинних захворювань, має протизапальну дію, інгібує розвиток ракових клітин. Дослідженнями встановлено, що для профілактики протизапальних захворювань ціанідин (аглікон) кислих плодів вишні показав кращу за аспірин протизапальну активність [30, 35].

В плодах вишні впродовж зберігання зміна кольору є результатом підвищення рівня антоціанів, що переважають – ціанідин-3-рутинозиду і ціанідин-3-глюкозиду. Рівень антоціанів у плодах обернено корелює з параметрами кольору та кутом відтінку. Вивчення зміни кольору впродовж зберігання плодів вишні дає повну оцінку зміни рівня антоціанів у різних сортах вишні [92].

Обробка плодів кісточкових саліциловою та ацетилсаліциловою кислотою перед зберіганням дали змогу на 10–15 % знизити втрати фенольних речовин, на 15–20 % антоціанів, 40–60 % зберегти антиоксидантну активність.

Використання покриття альгінату натрію (1–5 %) підтримує колір, запобігає втраті кислот, знижує дихання та сприяє збереженню фенольних сполук [260].

Застосування обробки розчином хітозану сприяє збереженню вмісту фенольних речовин та антоціанів винограду [236].

Однак, нині не встановлено вплив розчину хітозану з саліциловою кислотою на зміну вмісту біологічно активних речовин плодів вишні впродовж зберігання.

1.4 Збереження якості плодів при заморожуванні за попередньої обробки полісахаридними композиціями

1.4.1 Зміна фізико-хімічних показників якості плодів за обробки кріопротекторами. Заморожування є одним з найкращих методів тривалого зберігання плодів, зберігаючи харчову цінність продукту. Якість заморожених плодів залежить від сорту, ступеня стиглості, попередньої обробки, типу упаковки, швидкості перебування в морозильній камері. Придатність плодів різних сортів до заморожування визначають на основі фізичних (структура, кристалізація рідкої фракції), фізико-хімічних (сухі розчинні речовини, кислоти, цукри) і сенсорних аспектів [304, 313–314, 343, 356–360].

Оскільки менш лежкоздатні плоди, зокрема вишні є незамінним джерелом біологічно активних речовин, антоціанів, вітамінів, але мають обмежений термін зберігання всього лише декілька діб. Для подовження їхнього строку споживання одним із способів збереження харчової та біологічної цінності є заморожування.

Заморожування – найпростіший метод, який успішно застосовується для тривалого зберігання багатьох плодів, що забезпечує подовження строку зберігання. Сьогодні заморожені плоди складають велику і важливу продовольчу групу. Їх заморожують різними способами, залежно від використання – цілими, половинками, в цукровому сиропі з цукром [366, 369–371, 373].

Для покращення харчової цінності використовують осмотичне зневоднення в водних розчинах цукру за різних концентрацій і з додаванням антиоксидантів, структуроутворювачів та ін. [197, 238, 328, 329, 343]. При цьому, сироп виступає як кріопротектор [11, 329].

За літературними даними [11, 192] у виробництві в основному використовують цукрові сиропи із концентрацією 30–60 %, як бар'єр для попередження потемніння продукту.

У заморожених плодах через окисно-відновні процеси відбуваються зміни у вмісті хімічного складу, що впливає на якість продукції. Дослідження С. Камінської, Г. Сімахіної та ін. [343] показали, що в процесі заморожування ці зміни незначні, за виключенням втрат вітаміну С.

Дослідженнями A. Stan та M. E. Popa [238] встановлено, що кислотність плодів вишні після заморожування змінюється незначно і коливається до і після заморожування в межах (%): 1,08±0,02 і 1,22±0,03. Занурення плодів у сироп – традиційна попередня обробка, що сприяє збереженню органолептичних показників кольору, смаку, структури, вітамінної цінності [11, 65]. Сироп використовують як кріопротектор, шляхом вилучення з плодів клітинної води за допомогою осмосу, видаляючи кисень з тканин. Висока концентрація розчинних речовин в клітині знижує температуру замерзання і відповідно, зменшує замерзання всередині клітини, що попереджує структурне пошкодження плоду [11, 65, 329, 357].

Крім цукру в сиропи для покращення якості продукції додають аскорбінову кислоту та ін. Цінність такого препарату, як аскорутин полягає в тому, що інгредієнтами його є аскорбінова кислота та рутин – біологічно активні речовини, які потенціюють дію один одного, внаслідок чого досягається гальмування процесів перекисного окиснення, що дозволяє зберегти високу якість продукту [341, 358].

Якість замороженої продукції залежить від її зовнішнього вигляду після розморожування, при цьому важливим показником є вологоутримуюча здатність. За даними І. Є. Іванової [337] величина втрати соку після заморожування та тривалого зберігання у плодів кісточкових, зокрема черешні відбувається в межах 12,7–21,7 %.

Дослідження показали, що у заморожених плодах вишні у цукрових сиропах змінюється вміст сухих розчинних речовин на 7 %, цукрів на 4, кислот на 12 % [358].

1.4.2 Зміна вмісту біологічно активних речовин заморожених плодів попередньо оброблених кріопротекторами. Вишня є цінною скоростиглою плодовою породою, що дає важливі для повноцінного харчування людини плоди з високими смаковими якостями, містить цінні для людського організму органічні кислоти (від 0,7 до 3,0 %), цукри (від 6,5 до 21,5 %), вітаміни, зокрема С (від 13,0 до 19,0 мг/100г сирої маси). Останнім належить важлива роль у харчуванні людини, оскільки без них не можливий нормальний обмін речовин [318, 325].

Вміст аскорбінової кислоти у плодах залежить від сорту, ступеня зрілості, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, строку збирання та умов транспортування і зберігання. У плодах вишні вітамін С міститься в межах 10,0–50,0 мг/100 г і в середньому становить 11,0±0,5 мг/100 г [173, 194, 238, 320, 348, 372]. Окремі плоди сортів вишні войлочної в стадії біологічної стиглості можуть містити вітаміну С в кількості 91,6–101,8 мг/ % [337].

За вмістом Р-активних речовин вишня не поступається аронії чорноплідній, горобині, яблукам, смородині [372]. Значна частина цих сполук представлена антоціанами 700–2500 мг/100г, якісний склад яких специфічний для плодів. Фенольні сполуки, в тому числі й антоціани, виконують захисні функції – при пошкодженні тканин, розпочинається їх інтенсивне новоутворення, продукти окиснювальних конденсацій яких утворюють захисний шар.

Плоди вишні мають значний вміст антоціанів та фенольних сполук, що разом з аскорбіновою кислотою проявляють антиоксидантну активність та лікувальні властивості [238, 348]. Лікувальні, дієтичні й тонізуючі властивості плодів цієї культури зумовлені наявністю вітаміноактивних сполук, що зумовлює необхідність вживання у раціоні харчування людини плодів вишні впродовж усього року. Вважається, що дуже ефективним з точки зору тривалого зберігання якості вишні є швидке заморожування. Аналіз літературних джерел показав, що одним із факторів, що стримує розвиток виробництва швидкозаморожених плодів вишні та вишнево-черешневих гібридів є недостатній ступінь вивченості сучасного вітчизняного сортименту цієї культури [340].

Тому, в комплексі досліджень із розроблення нової технології свіжозамороженої плодоовочевої продукції на першому етапі стоїть сортовідбір сировини. Найбільш придатними для заморожування є плоди вишні сортів Володимирська, Шубінка, Мічуріна родюча, Анодольська, Кентська, Подбєльська, Євгенія, Мономах, Вороб'ївка, Лутова, Ювілейна Мічуріна, Шпанка тощо. Придатні для заморожування також сорти, що мають великі м'ясисті, темного або рожевого забарвлення плоди з достатнью кислотністю й цукристістю [340, 370].

Важливу роль у накопиченні вмісту вітаміну С в плодах відіграє достатнє водопостачання. Саме вміст вітаміну С визначає кліматичний водний баланс. За достатнього зволоження плоди мають більший його вміст. Між кліматичним водним балансом впродовж вегетаційного періоду і вмістом вітаміну С встановлено регресійну залежність [123].

Вітамін С відноситься до групи водорозчинних вітамінів, він міститься в свіжих фруктах та знаходиться у розчиненому стані в клітинному сокові. Він легко руйнується під час теплової обробки, втрачається при неправильній обробці їжі і тривалому зберіганні готових харчових продуктів.

Нині добова потреба людини у вітаміні С залежить від віку і складає в середньому від 50–120 мг. Проте, забезпеченість організму людини вітаміном С (аскорбіновою кислотою) викликає особливе занепокоєння, тому що у 50–80 % населення виявляється його нестача, що вкрай негативно впливає на здоров'я людини [381].

У період достигання термін зберігання плодів, зокрема вишні, становить лише декілька діб. Тому цілорічне забезпечення населення цими плодами можливе лише за організації тривалого зберігання в свіжому і консервованому вигляді [123, 192, 328, 340, 370].

Одним з найбільш прогресивних методів консервування є заморожування, тому що воно сприяє кращому, ніж за будь-якого іншого способу переробки, збереженню у плодах харчової цінності, у тому числі й лабільного вітаміну С. Дослідженнями встановлено, що плоди вишні під час заморожування та в період зберігання втрачають значну кількість аскорбінової кислоти. Зокрема Т.І. Войток [325] відмічає, що в середньому за три роки досліджень вміст вітаміну С в сортах, які вивчали, знаходився в межах 7–20 мг/100г сирої маси. Дефростовані плоди після зберігання в замороженому стані за роки досліджень і по сортах втрачали її в середньому від 6 до 7 мг/100г сирої маси. Встановлено залежність між втратою соку та вмістом вітаміну С після дефростації у всіх досліджуваних сортів. Чим більше втрачається соку, тим більшу кількість вітаміну С втрачають заморожені плоди вишні. В цілому, всі досліджувані сорти під час зберігання в замороженому стані втрачали аскорбінову кислоту, а найбільше – плоди вишні сорту Радість, в середньому від 7,8 до 9,2 %. Однак рівень її втрат залежить від біологічних особливостей сорту [325].

Г. О. Сімахіна [371] відмічає, що ягоди суниці з квітколожем, заморожені з використанням кріопротекторів, краще зберігають свою якість, ніж очищені від квітколожа. Аналіз проведених досліджень, показує, що максимальна величина втрат клітинного соку спостерігається відразу після заморожування сировини, і для ягід, необроблених кріопротекторами, складає 10,7 %; у процесі зберігання навіть впродовж 6 місяців втрати клітинного соку після дефростації залишаються практично на рівні, що був виявлений відразу при дефростації швидкозаморожених ягід. Використання ефективних кріопротекторів (10 % гліцерину, 10 % глюкози, 10 % сахарози + 1 % лимонної кислоти) дає змогу зменшити втрати клітинного соку при розморожуванні в 2–3 рази.

M. A. Poiana та ін. [192] показали, що зберігання суниці, черешні у замороженому стані впродовж 4–10 місяців суттєво впливає на концентрацію аскорбінової кислоти в плодах – втрати складали 38 %.

За застосування технологій, що направлені на збереження вмісту аскорбінової кислоти, втрати зменшуються. Зокрема Є. П. Постоленко [360] відмічає, що при заморожуванні плодів кизилу сортів Лук’янівський та Михайлівський в цукровому сиропі збереженість аскорбінової кислоти в 1,3–

1,5 та 1,5–1,9 разів вища порівняно з плодами, замороженими у повітряному середовищі.

Дослідження A. Stan та M. E. Popa [238] показали зміну вітаміну С – в заморожених плодах вишні після їх витримування в аскорбіновій кислоті втрати знизились з 52,63 мг/100г до 46,74 мг/100г.

Критерієм оцінки впливу захисних сполук на кріорезистентність тканин плодоовочевої сировини є рівень вологовіддачі та вміст аскорбінової кислоти в заморожених продуктах. Саме останній показник включено до спектру об’єктивних показників якісної оцінки заморожених рослинних продуктів у США (програма ТТТ) як обов’язковий, оскільки вітамін С є найбільш термолабільною сполукою, нестійкою до фізичних і механічних впливів [370].

1.4.3 Вплив обробки кріопротекторами та полісахаридними композиціями перед заморожуванням плодів на їхню антиоксидантну активність. Плоди і ягоди містять значну кількість антиоксидантів, зокрема поліфенолів і вітамінів. Антиоксиданти поглинають вільні радикали, що можуть бути причиною таких захворювань, як хвороба Паркінсона і Альцгеймера, серцево-судинної системи, цукрового діабету, раку. Хоч організм людини має механізм для боротьби з кислотними радикалами, такий фермент, як супероксиддисмутаза, при споживанні плодів, забезпечує додатковий захист від негативного впливу радикалів на клітини [116, 222, 270]. В епідеміологічних спостереженнях зазначають, що 5–7 порцій свіжих плодів і овочів в день можуть сприяти тривалому здоровому способу життя [7].

Дослідження показали, що виноград і вишня, порівняно з іншими культурами, мають високу антиоксидантну активність, що пов’язана з наявністю антоціанів і флавонолів. Так, в шкірочці винограду вміст поліфенолів за даними C. I. Bunea [32] складав 163,26–1341,37 мг/кг сирої ваги. Антиоксидантна активність 25,07–32,12 мкг/г.

Встановлено [193], що антиоксидантна активність найбільш достовірно корелює з вмістом загальних фенольних з’єднань і антоціанів, в той же час як аскорбінова кислота неістотно впливає на загальну антиоксидантну активність.

Фенольні з’єднання (флавоноїди), дубильні речовини і антоціани проявляють антирадикальну і антиоксидантну активність. Однак, в процесі переробки вони втрачаються. Відомо про зміни 88 % антоціанів в замороженій черешні впродовж шести місяців заморожування при температурі мінус 23°C.

Тому, для зменшення втрат антоціанів, а отже й підвищення антиоксидантної активності використовують шляхи збагачення та додавання антиоксидантів у харчові продукти. При цьому можна продовжити тривалість зберігання за рахунок сповільнення перекисного окиснення ліпідів, що є однією з причин погіршення якості харчових продуктів в процесі переробки і зберігання [367].

Вміст антиоксидантів визначає біологічну і антиоксидантну активність. Останні, під час переробки плодів, знижуються [7, 115, 193]. На етапі розморожування сировини втрачається значна кількість цукрів, кислот, погіршується якість продукції.

Одним із методів заморожування плодів, що дозволяє зберегти високу якість продукції є заморожування з осмотичним зневодненням сировини, при цьому використовують розчини сахарози, глюкози, фруктози [27, 103, 169, 305]. Для зниження втрат антиоксидантної активності додають антиоксиданти у харчові продукти [367, 368]. Одним із таких антиоксидантів M.S. Shaheen [230] запропонував використовувати хітозан-фруктозу для попередження окиснення ліпідів у продуктах харчування. За даними Yan Jiang та ін. [107] розчин, що містить 3 % хітозану, 0,75 % гліцерину, 0,25 % Сапн, 40,5 % кукурузяного сиропу, 3 % розчину пектину, 88 % дистильованої води був використаний для обробки перед заморожуванням ягід чорниці. При цьому, зменшуються втрати щільності, соку та покращується якість ягід.

Антиоксидантну властивість плодів характеризують поліфеноли, вміст антоціанів та вітамін С. Між цими сполуками існує кореляційна залежність, яка використовується при створенні функціональних продуктів харчування [193, 239].

В роботах Fransico de A. C. Almeida, Z. M. Sumic [6, 241], а також A.Quintereo-Ramos та H. N. Sin [198, 235] показано оптимізацію процесу осмотичного зневоднення та її вплив на проходження технологічних процесів сушіння і заморожування. Зокрема в роботі Fransico de A. C. Almeida [6] показано оптимізацію процесу осмотичного зневоднення і сушіння манго та встановлено оптимальні концентрацію сахарози 40 %, час занурення – 90 хв і температуру сушіння – 50°С.

Тому перед заморожуванням продукції застосовують попередню обробку антиоксидантами, плівкоутворюючими й антимікробними речовинами в тому числі хітозаном [133, 189, 258, 284, 206].

За даними літератури [96], покриття на основі хітозану та 5 % глюконату кальцію або хітозану з додаванням 0,2 % токоферолу ацетату зменшує сприйнятливість плодів до хвороб, втрат ваги, уповільнює зміну кольору, щільності і погіршення структури. За даними Begon a de Ancas [10] в заморожених ягодах малини, оброблених розчином хітозану, вміст фенольних сполук до кінця зберігання зменшувався на 14–21 %, аскорбінової кислоти – на 33–55 %.

З літератури [34, 229, 235, 239, 240] також відомо, що для розрахунку статистичних даних результатів досліджень використовують оцінку відповідної залежності і статистичне порівняння дисперсії коваріації. Кореляційна матриця, іноді візуалізована, з використанням кореляційної плеяди включає аналіз основних компонентів досліджень.

1.4.4 Збереження якості плодів впродовж заморожування за попередньої обробки полісахаридами. Харчове покриття – це покриття, додане до харчового продукту та засвоюється людиною [17, 136, 140, 175, 244].

Харчові покриття включаючи полісахариди (похідні крохмалю, целюлози, альгінату, карагенану, рослинні та мікробні камеді, хітозан, пектинати) сприяють покращенню структури свіжих і оброблених плодів, шляхом попередження окиснення поживних речовин та подовжують термін зберігання [106, 129, 136, 209, 245, 251].

Попередня обробка розчином хітозану перед заморожуванням сприяє подовженню терміну зберігання та підвищенню харчової цінності полуниці та малини. Плоди після обробки зберігали за температури мінус 23 °С до 6 місяців. Результати досліджень показали, що попередня обробка ягід розчином хітозану знижує псування та втрату маси, затримує зміну кольору, pH та титрованої кислотності, сприяє збереженню їхньої щільності впродовж зберігання в холодильнику [96].

Альгінат натрію є одним із природних їстивних полісахаридів, що використовують в біоіндустрії, отриманий із морських водоростей він нетоксичний та біологічно розкладається.

Розчини з альгінату натрію показали позитивні результати при запобіганні у втраті вологи та витіканні соку після осмотичного зневоднення та заморожування полуниці [106].

Альгінати використовують для продовження терміну зберігання нарізаних яблук та кавуна, а також черешні [44, 167, 168].

Також альгінат натрію використовують для збереження свіжозрізаних кубиків папайї. При цьому зміни пов’язані з потемнінням, порушенням структури відбуваються повільніше. Дослідження показали доцільність покриття 2 % розчином альгінату натрію в яке занурювали свіжозрізані кубики папайї та поміщали в поліетиленові лотки, потім їх обгортали прозорими поліетиленовими плівками і зберігали при температурі 4°С. В результаті в плодах вміст сухих розчинних речовин збільшився за рахунок витримування в розчинах альгінату, pH знизився з 6,1(контроль) до 5,4–5,7 [244].

1.5 Використання методів прогнозування для вибору кращого сорту плодів, підвищення ефективності технології зберігання та заморожування з використанням полісахаридів

Харчові продукти – полідисперсні системи, які відрізняються різноманітністю фізичних властивостей та компонентами хімічного складу.

Хімічний склад харчових продуктів представлений значною кількістю компонентів [6, 209, 324, 353].

При зберіганні малолежких плодів, втрати маси та вмісту компонентів хімічного складу значні й іноді сягають 25 %. Важливим показником якості продукції при цьому є вміст клітинного соку, хімічний склад плодів та фізичні показники. Проте аналізуючи дані показники якості окремо, майже не можливо встановити ефективність того чи іншого способу зберігання. Тому, для вибору оптимального способу зберігання плодів необхідно застосувати комплексну оцінку їхньої якості.

Нині широко розвивається автоматизація технологічних процесів, що передбачає уникнення виникнення значних матеріальних витрат і сприяє розширенню методів прогнозування. Найпоширенішими методами, що використовується для прогнозування якості продукції є експертних оцінок, екстраполяції, моделювання. Перевагами методу моделювання є легкість застосування, доступність отриманих даних, якість і достовірність отриманих результатів. Вітчизняними і зарубіжними дослідниками розроблено математичні моделі для прогнозування якості і строків придатності продуктів [345, 349, 350].

Одним із методів моделювання, на основі комплексних показників якості є узагальнена функція бажаності запропонована Харрінгтоном [97, 312].

В основі побудови цієї функції лежить ідея перетворення натуральних значень окремих показників (відгуків) у безрозмірну шкалу бажаності або переваги. Шкала бажаності належить до психофізичних шкал. Її призначення – встановити відповідність між фізичними і психологічними параметрами. Вона має зручні властивості для аналізу – неперервність, монотонність, гладкість. В області близькій до 0 та 1 її відчутність стає нижчою, ніж у середній зоні. При цьому значення $d = 0$ відповідає неприйнятому значенню критерію, а $d = 1$ – найкращому значенню [97, 341].

В дослідженнях Є. В. Белінської [312–314], Л. М. Пузік і Л. О. Гайової

[362], Н. М. Осокіної [359], І. Л. Заморської [335], застосовано функцію бажаності для узагальнення критеріальних показників якості.

Є. В. Белінською [312] наведено визначення узагальнених критеріїв якості для збереження редису в споживній тарі за методом Харрінгтона.

Л. М. Пузік і Л. О. Гайовою за функцією бажаності Харрінгтона встановлено ефективність застосування препарату Гумісол-супер на рослинах капусти цвітної [362].

Н. М. Осокіна зазначає, що функція бажаності Харрінгтона застосовується для оцінки способів попередньої обробки плодів чорної смородини із підвищення виходу соку [359].

І. Л. Заморська в дослідженнях визначала зміну якості ягід суниці під впливом фізичних, органолептичних властивостей і показників хімічного складу та за функцією бажаності Харрінгтона встановлювала єдиний комплексний показник якості [335].

Тому, для встановлення мінімальних втрат продукції та визначення ефективного способу заморожування плодів доцільно застосовувати узагальнену функцію бажаності Харрінгтона.

Ще одним із методів комплексної оцінки плодів за сукупністю якісних показників є метод багатокритеріальної оптимізації. В його основі лежить включення впливу одиниць виміру якісних показників і величин інтервалів допустимих значень кожного показника на вибір кращого для заморожування сорту плодів [336, 340].

Нині моделювання і математичне прогнозування, широко застосовується в проектуванні і розробленні ефективних технологій виробництва продукції. Особливий інтерес у прогнозуванні становить післязбиральна обробка продукції [34]. Зокрема у роботі О. П. Назарова та ін. [352] показано оптимізацію впливу втрат маси та тривалості зберігання на вихід товарної продукції. Тому дослідження свіжих плодів та овочів з використанням математичного моделювання має важливе значення для проектування [75, 138]. Так, у роботах O. J. Caleb та ін. [33] досліджували вплив температури на плоди гранату та розроблено математичну модель прогнозування, що враховує температуру зберігання.

Висновки до розділу 1

На основі аналізу вітчизняної й іноземної літератури за темою дисертації можна зробити наступні висновки:

1. 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.

2. Для підтримання якості плодів після збирання та впродовж зберігання доцільно застосування плівкоутворюючих полісахаридних композицій. Однак, в літературних джерелах інформація щодо використання полісахаридних композицій для плодів майже відсутня та носить рекомендаційний характер.

3. 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.

4. Дослідження, щодо впливу полісахаридних покриттів, показали що покриття застосовують в основному для передзбиральної обробки фруктів.

5. 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.

Отже, огляд літератури дає можливість сформувати основні положення щодо використання полісахаридних плівкоутворюючих композицій в технологіях зберігання та заморожування. Однак, в наукових дослідженнях відсутні дані щодо впливу попередньої обробки плодів вишні, вирощених в умовах Правобережного Лісостепу України, полісахаридними композиціями з подальшим їхнім зберіганням та заморожуванням, що сприяло формуванні мети, завдань та етапів проведення досліджень.

Матеріали розділу висвітлені у одноосібній та колективній монографіях [266, 321] та двох тезах доповідей [322, 323].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Abdel-Hamid A. Nazmy Changes in post-harvest quality of menthe and sage fresh cut herbs treated with citric acid, salicylic acid and chitosan under cold storage. Middle East Journal of Agriculture Research. 2020. Vol.9(1). P. 134–148.

2. Adiletta G., Pasquariello M. S., Zampella L., Mastrobuoni F., Scortichini M., Petriccion M. Chitosan Coating: a postharvest treatment to delay oxidative stress in loquat fruits during cold storage. Agronomy. 2018. Vol. 8. P. 54.

3. Ahmed El G., Joseph A., Rathy P., Marcel B. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. Journal of food science. 1991. Vol.56(6). P. 1618–1620.

4. Ahmed M. J., Singh Z., Khan A. S. Postharvest Aloe vera gel-coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow' nectarine kept in ambient and cold storage. International journal of food science and technology. 2009. № 44. P.1024–1033.

5. Aitboulahsen M., Zantar S., Laglaoui A., Chairi H., Arakrak A., Bakkali M., Zerrouk M.H. Gelatin-Based edible coating combined with mentha pulegium essential oil as bioactive packaging for strawberries. Journal of Food Quality. 2018.

6. Almeida F. A. C., Ribeiro C. F. A., Tobinaga S., Gomes J. P. Otimização do processo de secagem osmótica na obtenção de produtos secos da manga Tommy Atkins. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2005. Vol.9(4). P.576–584.

7. Alonso A. M., Gullen D. A., Barosso C. G., Puerbas B., Garcia A.

Determination of antioxidant activity of wine by products and its correlation with polyphenolic content. Journal Agriculture Food Chemistry. 2002. Vol. 50 (21). P.5832– 5836.

8. Alonso J., Alique R. Influence of edible coating on shelf life and quality of "Picota" sweet cherries. European Food Research and Technology. 2004. Vol.218(6). P. 535–539.

9. Aloui H., Khwaldia K., Sanchez-Gonzalez L., Muneret L., Jeandel C., Hamdi M., Desobry S. Alginate coatings containing grapefruit essential oil or grapefruit seed extract for grapes preservation. International journal of food science and technology. 2014. Vol. 49. P. 952–959.

10. Ancos B., Gonzalez E.M., Cano M. P. Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit. Journal Agric. Food Chemistry. 2000. Vol.48. P. 4565–4570.

11. Ancos B., Sanchez-Moreno C., Pascual-Teresa S., Cano M. P. Fruit Freezing Principles. Handbook of Fruits and Fruit Processing. Blackwell Publishing, 2006. 688 p.

12. Arceo-Martínez Ma, Jimenez Mejia R., Salgado-Garciglia R., Santoyo G., López-Meza J., Loeza-Lara P. In vitro and in vivo anti-fungal effect of chitosan on post-harvest strawberry pathogens. Agrociencia. 2019. Vol.53. P. 1297.

13. Ardakani M. D., Mostofi Y. Postharvest application of chitosan and Thymus essential oil increase quality of the table grape cv. 'Shahroudi' Journal of horticulture and postharvest research. 2019. Vol. 2(1). P. 31–42.

14. Augusto A., Dias J. R., Campos M. J., Alves N. M., Pedrosa R., Silva Susana F. J. Influence of codium tomentosum extract in the properties of alginate and chitosan edible films. Foods. 2018. Vol. 7(4). P. 53.

15. Avella M., Vlieger J. J., Errico M.E., Fischer S., Vacca P., Volpe M. G. Biodegradable starch/clay nanocomposite films for food packaging applications. Food Chemystry. 2005. Vol.93. P. 467–474.

16. Ayranci E., Tunc S. The effect of edible coating on water and vitamin C loss

of apricots (Armeniaca vulgaris Lam.) and green peppers (Capsicum annuum L.). Food Chemistry. 2004. Vol. 87. P. 339–342.

17. Azarakhsh N., Osman A., Ghazali H. M., Tan C. P., Mohd Adzahan N. Optimization of alginate and gellan-based edible coating formulations for fresh-cut pineapples. International Food Research Journal. 2012. Vol. 19(1). P. 279–285.

18. Azeredo H. M. C. Edible Coatings/ Advances in fruit hrocessing technologies. London-New York: Taylor & Francis Group. 2012. P. 345–356.

19. Bal E. Influence of Chitosan-Based Coatings with UV Irradiation on quality of strawberry fruit during cold storage. Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology. 2019. Vol.7(2). P. 275–281.

20. Bal E. Maintenance of physicochemical qualities of nectarine fruits during cold storage using ultrasonic treatment with salicylic acid. Selcuk journal of agricultural and food sciences. 2020. Vol.34. P. 70–77.

21. Bal E. Postharvest application of chitosan and low temperature storage affect respiration rate and quality of plum fruits. Journal of Agricultural Science and Technology. 2013. Vol. 15. P. 1219–1230. .

22. Bal E.· Effects of alginate edible coating with salicylic and oxalic acid on preserving plum fruit (Prunus salicina L. cv. ‘BLACK AMBER’) quality during postharvest storage. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2019. Vol.18(4). P. 35–46.

23. Baldwin E. A. Nisperos-Carriedo M. O., Baker R. A. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. Horticulture Science. 1995. Vol. 30(1). P. 35–38.

24. Ballistreri G., Continella A., Gentile A., Amenta M., Fabroni S., Rapisarda P. Fruit quality and bioactive compounds relevant to human health of sweet cherry (Prunus avium L.) cultivars grown in Italy. Food Chemistry. 2013. Vol. 140 (4). P.630–638.

25. Baraiya N. S., Ramana Rao T.V., Thakkar V. R. Composite coating as a carrier of antioxidants improves the postharvest shelf life and quality of table grapes (Vitis vinifera L. var. Thompson Seedless). Journal of Agricultural Science and

Technology. 2016. Vol. 18. P. 93–107.

26. Bautista-Banos S., Ventura-Aguilar R. I., Correa-Pacheco Z., Corona-Rangel M. L. Chitosan: a versatile antimicrobial polysaccharide for fruit and vegetables in postharvest – a review. Revista Chapingo Serie Horticultura. 2017. Vol. 23(2). P.103–121.

27. Bchir B., Besbes S., Karoui R., Paquot M., Attia H., Blecker C. Osmotic dehydration kinetics of pomegranate seeds using date juice as an immersion solution base. Food and Bioprocess Technology. 2012. Vol.5. P. 999–1009.

28. Bendokas V., Stepulaitiene I., Stanys V., Siksnianas T., Anisimoviene N. Content of anthocyanin and other phenolic compounds in cherry species and interspecific hybrids. Acta Horticulturae. 2017. Vol.1161. P. 587–592.

29. Blando F., Dave Oomah B. Sweet and Sour Cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits. Trends in Food Science & Technology. 2019. №86. P. 517–529.

30. Blando F., Gerardi C., Nicoletti I. Sour cherry (Prunus cerasus L) anthocyanins as ingredients for functional foods. Journal of biomedicine and biotechnology. 2004. № 5. P. 253–258.

31. Borowy A., Chrzanowska E., Kaplan M. Comparison of three sour cherry cultivars grown in central eastern. Poland Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2018. Vol.17(1). P. 63–73.

32. Bunea C. I., Pop N., Babes A. C., Matea C., Dulf F., Bunea A. Carotenoids, total polyphenols and antioxidant activity of grapes (Vitis vinifera) cultivated in organic and conventional systems. Chemistry Central Journal. 2012. Vol 6(1). P. 66.

33. Caleb O. J., Mahajan P. V., Opara U. L., Witthuhn C. R. Modelling the respiration rates of pomegranate fruit and arils. Postharvest Biology and Technology. 2012. Vol.64(1). P. 49–54.

34. Caleb O. J., Opara U. L., Witthuhn C. R. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: A Review. Food Bioprocess Technology. 2012. Vol.5 (1). P. 15–30.

35. Capanoglu E., Boyacioglu D., Vos Ric C.H., Hall R. D., Beekwilder J.

Procyanidins in fruit from sour cherry (Prunus cerasus) differ strongly in chainlength from those in laurel cherry (Prunus lauracerasus) and cornelian cherry (Cornus mas). Journal of Berry Research. 2011. Vol.1. P. 137–146.

36. Caprio J. M., Quamme H. A. Influence of weather on apricot, peach and sweet cherry production in the Okanagan Valley of British Columbia. Canadian journal of plant science. 2006. Vol. 86(1). P. 259–267.

37. Carvalho C. P., Villaño D., Moreno D. A., Serrano M., Valero D. Alginate edible coating and cold storage for improving the physicochemical quality of cape gooseberry (Physalis Peruviana L.). Journal of Food Science and Nutrition. 2015. Vol.1: P. 002.

38. Chailoo M. J., Asghari M. R. Hot water and chitosan treatment for the control of postharvest decay in sweet cherry (Prunus avium L.) cv. Napoleon (Napolyon). Journal of Stored Products and Postharvest Research. 2011. Vol.2(7). P.135–138.

39. Chang X., Lu Y., Li Q., Lin Z., Qui J., Peng C., Brennan C.S, Guo X. The combination of hot air and chitosan treatments on phytochemical changes during postharvest storage of 'Sanhua' plum fruits. Foods. 2019. Vol.8(8). P. 338.

40. Chang-E.G., Yinxia H., Qingyu C., Weidong L. Influence of preharvest calcium spray and postharvest chitosan coating methods on quality of Chinese dwarf cherry (Cerasus humilis (Bge.) Sok) fruits during cold storage. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology.2020. Vol. 1(9). P. 10.

41. Chen C., Nie Z.,Wan C., Chen J. Preservation of Xinyu Tangerines with an Edible Coating Using Ficus hirta Vahl. Fruits Extract-Incorporated Chitosan. Biomolecules. 2019. Vol. 9. P. 46.

42. Chen C., Peng X., Zeng R., Chen M., Wan C., Chen J. Ficus hirta fruits extract incorporated into an alginate-based edible coating for Nanfeng mandarin preservation. Scientia Horticulturae. 2016. Vol.202. P. 41–48.

43. Chiabrando V., Giacalone G. Effect of different coatings in preventing deterioration and preserving the quality of fresh-cut nectarines (cv Big Top). CyTA – Journal of Food. 2013. Vol.11.(3). P. 285–292.

44. Chiabrando V., Glacalone G. Effects of alginate edible coating on quality and antioxidant properties in sweet cherry during postharvest storage. Italian Journal of Food Science. 2015. Vol. 27. P. 173–180.

45. ChiabrandoV., Garavaglia L., Giacalone G. The postharvest quality of fresh sweet cherries and strawberries with an active packaging system. Foods. 2019. Vol.8(8). P. 335.

46. Chouljenko A. Evaluating the effcts of vacuum tumbling with chitosan nanoparticles and water-soluble chitosan on the shelf life of cryogenically frozen shrimp. Thesis. 2015.

47. Conte A., Scrocco C., Lecce L., Mastromatteo M., Nobile M.A. D. Ready-to-eat sweet cherries: Study on different packaging systems. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2009. Vol.10. P. 564–571.

48. Correia S., Santos M., Glińska S., Gapińska M., Matos M., Carnide V., Schouten R., Silva P. A., Gonçalves B. Effects of exogenous compound sprays on cherry cracking: skin properties and gene expression. Journal of the science of food and agriculture. 2020. Vol.100(7). P. 2911–2921.

49. Correia S., Schouten R., Silva A. P., Gonçalves B. Factors affecting quality and health promoting compounds during growth and postharvest life of sweet cherry (Prunus avium L.). Frontiers in Plant Science. 2017. Vol.8. P. 2166.

50. Costa G. Fruit quality: updated definition and modern methods of assessment. Review. Italus Hortus. 2019. Vol. 26 (1). P. 41–49.

51. Crespo P., Bordonaba J. G., Terryb L. A., Carlen C. Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. Food Chemistry. 2010. Vol.122(1). P. 16–24.

52. Crisosto C.H., Crisosto G.M., Metheney P. Consumer acceptance of ‘Brooks’ and ‘Bing’ cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. Postharvest Biology and Technology. 2003. Vol.28. P. 159–167.

53. Cui K., Shu C., Zhao H., Fan X., Cao J., Jiang W. Preharvest chitosan oligochitosan and salicylic acid treatments enhance phenol metabolism and maintain the postharvest quality of apricots (Prunus armeniaca L.). Scientia Horticulturae.

2020. Vol.267. P. 109334.

54. Dehghani S., Hosseini S. V., Regenstein J. M. Edible films and coatings in seafood preservation. A review. Food Chemistry. 2018. Vol. 240. P. 505–513.

55. Dhall R. K. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2013. Vol.53:5. P. 435–450.

56. Diaz-Mula H. M., Castillo S., Martínez-Romero D., Valero D., Zapata P. J., Guillen, F. Organoleptic, nutritive and functional properties of sweet cherry as affected by cultivar and ripening stage. Food Science and Technology International. 2009. Vol. 15. P. 535–543.

57. Díaz-Mula H. M., Zapata P. J., Guillén F., Martínez-Romero D., Castillo S., Serrano M. Changes in hydrophilic and lipophilic antioxidant activity and related bioactive compounds during postharvest storage of yellow and purple plum cultivars. Postharvest Biology and Technology. 2009. Vol. 51. P. 354–363.

58. Díaz-Mula H. M., Serrano M., Valero D. Alginate coatings preserve fruit guality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food and Bioprocess Technology.. 2012. Vol.5. P. 2990–2997.

59. Dominguez-Martinez B. M., Martı´nez-Flores H. E., Berrios J. J., Otoni C. G., Wood D. F., Velazquez G. Physical characterization of biodegradable films based on chitosan, polyvinyl alcohol and opuntia mucilage. Journal of Polymers and the Environment. 2017. Vol. 25(3). P. 683–691.

60. Donno D., Mellano M. G., Biaggi M., Riondato I., Rakotoniaina E. N., Beccaro G. L. New findings in Prunus padus L. fruits as a source of natural compounds: Characterization of metabolite profiles and preliminary evaluation of antioxidant activity. Molecules. 2018. Vol. 22(4). P. 23.

61. Dung B. T. P. Combination of heat treatment, chitosan coating and modified atmosphere packaging to improve post-harvest quality of da bo longan fruit. Journal of Science Technology and Food. 2020. Vol.20 (1). P. 26–36.

62. Ehteshami S., Abdollahi F., Asghar Ramezanian A., Dastjerdi A. M., Rahimzadeh M. Enhanced chilling tolerance of pomegranate fruit by edible coatings

combined with malic and oxalic acid treatments. Scientia Horticulturae. 2019. Vol.250. P. 388–398.

63. Eissa H. A. A.. Effect of chitosan coating on shelf-life and quality of fresh-cut mushroom. Polish journal of food and nutrition sciences. 2008. Vol. 58(1). P. 95–105.

64. Embuscado M. E., Huber K. C. Edible films and coatings for food applications. Springer Science+Business Media, LLC. 2009. 391 P.

65. Erba M. L., Forni E., Colonello A., Giangiacomo R. Influence of sugar composition and air dehydration levels on the chemical-physical characteristics of osmodehydrofrozen fruit. Food chemistry. 1994. Vol.50. P. 69–73.

66. Erbas D., Onursal C.E., Koyuncu M.A. Effect of postharvest salicylic acid treatments on cold storage of apricot cv. Aprikoz. Fruit Science. 2015. Vol. 2(2). P. 50–57.

67. Esti M., Cinquante L., Sinesio F., Moneta E., Di Matteo M. Physicochemical and sensory fruit characteristic of two sweet cherry cultivars after cool storage. Food Chemistry. 2002. Vol. 76. P. 399–405.

68. Faienza M., Corbo F., Carocci A., Catalano A., Clodoveo M., Grano M., Wang D., D'Amato G., Muraglia M., Franchini C., Brunetti G., Portincasa P. Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries. Journal of Functional Foods. 2020. Vol.69. P. 103945.

69. Fan S., Chen X., Dai Z., Fa X., Dong J., Wang X. Biological activity of alginate oligosaccharides and Its application in food. Hans journal of agricultural sciences. 2019. Vol. 9(3). P. 195–199.

70. Ferretti G., Neri D., Bacchetti T. Effect of Italian sour cherry (Prunus cerasus L.) on the formation of advanced glycation end products and lipid peroxidation. Food and Nutrition Sciences. 2014. Vol.5(16). P. 1568–1576.

71. Ferretti G., Bacchetti T., Belleggia A., Neri D. Cherry antioxidants: from farm to table. Molecules. 2010. Vol. 15 (10). P. 6993–7005.

72. Ferretti G., Neri D., Bacchetti T. Effect of Italian sour cherry (Prunus cerasus L.) on the formation of advanced glycation end products and lipid peroxidation. Food

and Nutrition Sciences. 2014. Vol. 05 (16). P. 1568–1576.

73. Ficzek G., Ladányi M., Végvári G., Toth M. Mathematical modelling of the accumulation of carbohydrates and organic acids throughout the ripening process of Hungarian sour cherry cultivars.Trees. 2015. Vol. 29. P. 797–807.

74. Ficzek G., Végvári G., Sándor G., Stéger-Máté M., Kállay E., Szügyi S., Tóth M. HPLC evaluation of anthocyanin components in the fruits of Hungarian sour cherry cultivars during ripening. Journal of food, agriculture & environment. 2011. Vol.9(1). P. 132–137.

75. Fonseca S. C., Oliveira F. A. R., Brecht J. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages. Journal of Food Engineering. 2002. Vol.52(2). P. 99–119.

76. Fritz A. R. M., Fonseca de Matos J., Trevisol T. C., Fagundes C., Valencia G. A. Active, eco-friendly and edible coatings in the post-harvest – a critical discussion. Polymers for Agri-Food Applications 2019. P. 433–463.

77. Gao Y., Wang M., Jiang N., Wang Y., Feng X. Use of ultra-performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry on sweet cherries to determine phenolic compounds in peel and flesh. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. Vol. 99 (7). P. 3555–3562.

78. Garcia-Montiel F., Serrano M., Martinez-Romero D., Alburquerque N. Factors influencing fruit set and quality in different sweet cherry cultivars. Spanish Journal of Agricultural Research. 2010. Vol.8(4). P. 1118–1128.

79. García-Pastor M.E., Zapata P.J., Castillo S. Preharvest salicylate treatments enhance antioxidant compounds, color and crop yield in low pigmented-table grape cultivars and preserve quality traits during storage. Antioxidants. 2020. Vol.9(9). P.832.

80. Genskowsky E., Puente L. A., Perez-Alvarez J.A., Fernandez-Lopez J., Munoz L.A.,Viuda-Martos M. Assessment of antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with maqui berry (Aristotelia chilensis). Food Science and Technology. 2015. Vol.64. P. 1057–1062.

81. Ghaouth A., Arul J., Ponnampalam R., Boulet M. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. Journal of food science. 1991. Vol.56

(6). P. 1618–1620.

82. Ghaouth A. E., Arul J., Wilson C., Benhamou N. Biochemical and cytochemical aspects of the interactions of chitosan and Botrytis cinerea in bell pepper fruit. Postharvest Biology and Technology. 1997. Vol.12. P. 183–194.

83. Giacalone G., Chiabrando V. Modified atmosphere packaging of sweet cherries with biodegradable films. International Food Research Journal. 2013. Vol.20(3). P. 1263–1268.

84. Giménez M. J., Valverde J. M., Valero D., Zapata P. J., Castillo S., Serrano M. Postharvest methyl salicylate treatments delay ripening and maintain quality attributes and antioxidant compounds of ‘Early Lory’ sweet cherry. Postharvest Biology and Technology. 2016. Vol. 117. P. 102–109.

85. Giménez M. J., Serrano M., Valverde J. M., Martínez-Romero D., Castillo S., Valero D., Guillén F. Preharvest salicylic acid and acetylsalicylic acid treatments preserve quality and enhance antioxidant systems during postharvest storage of sweet cherry cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2017. Vol. 97 (4). P.1220–1228.

86. Gimenez M. J., Valverde J. M., Valero D., Guillen F., Martinez-Romero D., Serrano M., Castillo S. Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic and acetylsalicylic acids treatments. Food Chemistry. 2014. Vol.160. P. 226–232.

87. Giménez M. J., Valverde J. M., Valero D., Díaz-Mula H. M., Zapata P. J., Serrano M., Moral, J., Castillo S. Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees improve fruit quality at harvest and during storage. Scientia Horticulturae. 2015. Vol.197(14). P. 665–673.

88. Giménez M. J., Valverde J. M., Valero D., Guillén F., Martínez-Romero D., Serrano M., Castillo S. Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic and acetylsalicylic acids treatments. Food Chemistry. 2014. Vol.160. P. 226–232.

89. Gol N. B., Patel P. R., Rao T. V. R. Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. Postharvest biology and

technology. 2013. Vol. 85. P. 185–195.

90. Golding J. Review of international best practice for postharvest management of sweet cherries. 2017. 92 p.

91. Goncalves B., Landbo A. – K., Knudsen D., Silva A. P., Moutinho-Pereira J., Rosa E. Effect of ripeness and postharvest storage on the phenolic profiles of cherries (Prunus avium L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2004. Vol.52(3). P.523–530.

92. Goncalves B., Silva A. P., Moutinho-Pereira J., Bacelar E., Rosa E., Meyer A. S. Effect of ripeness and postharvest storage on the evolution of colour and anthocyanins in cherries (Prunus avium L.). Food Chemistry. 2007. Vol.103. P. 976–984.

93. Guo C. – E., He Y., Cui Q., Li W. Influence of preharvest calcium spray and postharvest chitosan coating methods on quality of chinese dwarf cherry (Cerasus humilis (Bge.Sok) fruits during cold storage. The journal of horticultural science and biotechnology. 2020.

94. Gür T., Karahan F., Demir H., Demir K. A study of the activity of certain antioxidant enzymes in cherry fruits. Biosciences biotechnology research Asia. 2019. Vol.16(4). P. 725–729.

95. Habibi F., Ramezanian A., Guillén F., Serrano M., Valero D. Blood oranges maintain bioactive compounds and nutritional quality by postharvest treatments with γ-aminobutyric acid, methyl jasmonate or methyl salicylate during cold storage. Journal of food and agriculture. 2019. Vol.15. 306: P. 125634.

96. Han C., Zhao Y., Leonard Y., Traber S. W. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (Fragaria x ananassa) and raspberries (Rubus ideaus). Postharvest Biology and Technology. 2004. Vol. 33(1). P. 167–178.

97. Harrington E. C. The desirable function. Industrial Quality Control. 1965. Vol. 21. № 10. P. 124–131.

98. Hashemi M., Dastjerdi A. M., Shakerardekani A., Mirdehghan S. H. Effect of alginate coating enriched with Shirazithyme essential oil on quality of the fresh

pistachio (Pistacia vera L.). Journal of Food Science and Technology. 2021. Vol. 58(1). P.34−43.

99. Hassan B., Chatha S. A. S., Hussain A. I., Zia K. M., Akhtar N. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. International Journal of Biological Macromolecules. 2018. Vol.109. P. 1095–1107.

100. Hernandez-Munoz P., Almenar E., Valle V. D., Velez D., Rafael G. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (Fragaria ananassa) quality during refrigerated storage. Food Chemistry. 2008. Vol.110. P. 428–435.

101. Hosseinifarahi M., Jamshidi E., Kamyab F., Radi M. Quality, phenolic content, antioxidant activity, and the degradation kinetic of some quality parameters in strawberry fruit coated with salicylic acid and Aloe vera gel. Journal of Food Processing and Preservation. 2020. Vol.7. P. 14647.

102. Hosseinifarahi M., Mousavi S. M., Radi M., Jowkar M. M., Romanazzi G. Postharvest application of hot water and putrescine treatments reduce brown rot and improve shelf life and quality of apricots. Phytopathologia Mediterranea. 2020. Vol. 59(2). P. 319–329.

103. Jacob J. K., Paliyath G. Infusion of fruits with nutraceuticals and health regulatory components for enhanced functionality. Food Research International. 2012. Vol. 45. P. 93–102.

104. Jadczuk-Tobiasz E., Bednarski R. Preliminary evaluation of the growth and yielding of 10 sour cherry cultivars. Zesz. Nauk. Inst. Sad. Kwiac. 2007. Vol.15. P. 17–27.

105. Jakobek L., Seruga M., Voc S., Sindrak Z., Dobricevic N. Flavonol and phenolic acid composition of sweet cherries (cv. Lapins) produce on six different vegetative rootstocks. Scientia Horticulturae. 2009. Vol.123. P.23–28.

106. Jansrimanee S., Lertworasirikul S. Effect of sodium alginate coating on osmotic dehydration of pumpkin. International Food Research Journal. 2017. Vol. 24(5). P. 1903–1909.

107. Jiang Y., Zhang H., Niu Y., Ma Z., Bao H. A23B7/16 CN102429008

Refrigerated blueberry chitosan coating fresh-keeping method. Publ. 2.05.2012.

108. Jianglian D., Shaoying Z. Applcation of Chitosan based coating in fruit and vegetable preservation. Journal of Food Processing & Technology. 2013. Vol.4(5). P.227.

109. Kaldmae H., Kikas A., Arus L., Libek A. – V. Genotype and microclimate conditions influence ripening pattern and quality of blackcurrant (Ribes nigrum L.) fruit. Zemdirbyste-Agriculture. 2013. Vol.100. P. 167–174.

110. Karaat F., Gunduz K., Saracoglu O., Yıldırım H. Pomological and phytochemical evaluation of different cherry species: mahaleb (Prunus mahaleb L.), wild sweet cherry (Prunus avium L.) and wild sour cherry (Prunus cerasus L.), sweet and sour cherry cultivars. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2019. Vol.18. P. 181–191.

111. Kasım R., Sülüsoğlu M., Ufuk Kasım M. Relationship between total anthocyanin level and colour of natural cherry laurel (Prunus laurocerasus L.) fruits. African Journal of Plant Science. 2011. № 5(5). P. 323–328.

112. Kawecki Z., Bieniek A., Kopytowski J., Sik Snianas Tadeusas. Preliminary assessment of productivity and fruit quality of Lithuanian and Ukrainian cultivars of blackcurrant under the climatic conditions of Olsztyn. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 2006. Vol.14. P. 75–80.

113. Kerch G. Chitosan films and coatings prevent losses of fresh fruit nutritional quality: A review. Trends Food Science Technology. 2015. Vol. 46. P.159–166.

114. Khoo G. M., Clausen M. R., Pedersen B. H., Larsen E. Bioactivity and total phenolic content of 34 sour cherry cultivars. Journal of Food Composition and Analysis. 2011. Vol. 24. P. 772–776.

115. Krunoslav M., Branka B., Teula B.L. Antioxidant activity of selected apple cultivars studied by electron paramagnetie resonance. Acta Biologica cracoviensia. 2015. Vol. 57/1. P. 125–129.

116. Krunoslav M., Branka B., Teula B. L. Total antioxidant activity of selected grape cultivars (Vinis vinefera L.) studied by electron pramagnetie resonance

spectroscopy. Journal of Food Agriculture & Environment. 2015. Vol.13 (3–4). P. 7–10.

117. Kumar A., Karuna K., Ahmad F., Mankar A. Chitosan, calcium chloride and low temperature storage (2°C). Effect on organoleptic and bio-chemical changes during storage of strawberry cv. camarosa. International journal of current microbiology and applied sciences. 2020. Vol. 9 (2). P. 1802–1814.

118. Kumar N., Tokas J., Kumar P., Singal H.R. Effect of salicylic acid on post-harvest quality of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit. International Journal of Chemical Studies. 2018. Vol. 6(1). P. 1744–1747.

119. Kumar P., Sethi S., Sharma R. R., Srivastav M., Singh D.,Varghese E. Edible coatings influence the cold-storage life and quality of ‘Santa Rosa’ plum (Prunus salicina Lindell). Journal of Food Science and Technology. 2018. Vol. 55(6). P. 2344–2350.

120. Kumar S., Mukherjee A., Dutta J. Chitosan based nanocomposite films and coatings: Emerging antimicrobial food packaging alternatives. Trends in Food Science & Technology. 2020. Vol. 97. P. 196–209.

121. Kumar S., Ye F., Dobretsov S., Dutta J. Chitosan nanocomposite coatings for food, paints, and water treatment applications. Applied Sciences. 2019. Vol. 9. P. 2409.

122. Ladanyi M., Vegvari G., Toth M. Mathematical modelling of the accumulation of carbohydrates and organic acids throughout the ripening process of Hungarian sour cherry cultivars. Trees. 2015. Vol. 29(3). P. 797–807.

123. Lakatos L, Szabó T, Sun Z, Soltész M, Szabó Z, Dussi, MC, Nyéki J. The role of meteorological variables of blossoming and ripening within the tendency of qualitative indexes of sour cherry. International Journal of Horticultural Science. 2010. №16 (1). P. 7–10.

124. Lakatos L., Szabó T., Szabó Z., Soltész M., Nyéki J., Sun Z., Dussi M. The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. Acta Horticulturae. 2014. Vol. 1020. P. 287–292.

125. Lehtonen M., Kekäläinen S., Nikkilä I., Kilpeläinen P., Tenkanen M.,

Mikkonen K.S. Active food packaging through controlled in situ production and release of hexanal. Food Chemistry. 2020. Vol. 5. P. 100074.

126. Li H., Yu T. Effect of chitosan coating on incidence or brown rot, quality and physiological attributes for postharvest peach fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2001. Vol. 81. P. 269–274.

127. Li L., Sun J., Gao H., Shen Y., Li C., Yi P., He X, Ling D., Sheng J., Li J., Liu G., Zheng F. Effects of polysaccharide-based edible coatings on quality and antioxidant enzyme system of strawberry during cold. Biobased polymers and composites. 2017.Vol.126. 8 p.

128. Lien N., Visy A., Baranyai L., Friedrich L., Mahajan P. Application of hue spectra fingerprinting during cold storage and shelf-life of packaged sweet cherry. Journal of Food Measurement and Characterization. 2020. Vol.14. P. 2689–2702.

129. Lin D., Zhao Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2007. Vol. 6(3). P. 60–75.

130. Lin M. G., Lasekan O., Saari N., Khairunniza-Bejo S. Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (Dimocarpus longan) fruits, CyTA. Journal of Food. 2018. Vol.16:1. P. 490–497.

131. Liu Y., Du X. L., Li X. Y., Li J. L. Effects of Cryptococcus laurentii and chitosan on postharvest decay and storage quality in stored peaches. African Journal of Food Science and Technology. 2019.Vol. 10(2) P. 29–37.

132. Lo’ay A. A., Mohamed A., Taher M. A. Effectiveness salicylic acid blending in chitosan/PVP biopolymer coating on antioxidant enzyme activities under low storage temperature stress of ‘Banati’ guava fruit. Scientia Horticulturae. 2018. Vol. 238(19). P. 343–349.

133. Loncaric A., Pichler A., Trtinjak I., Pilizota V., Kopjar M. Phenolics and antioxidant activity of freeze-dried sour cherry puree with addition of disaccharides. LWT- Food Science and Technology. 2016. Vol.73. P. 391–396.

134. Lopez-Rubio A., Fabra M. J., Martinez-Sanz M., Mendoza S., Vuong Q. V. Biopolymer-based coatings and packaging structures for improved food quality.

Hindawi Journal of Food Quality. 2017.

135. Maftoonazad N., Badii F. Useof edible films and coatings to extend the shelf life of food products. Recent patents on food, nutrition & agriculture. 2009. Vol.1. P. 162–170.

136. Maftoonazad N., Ramaswamy H. S., Marcotte M. Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. International Journal of Food Science and Technology. 2008. Vol. 43. P. 951–957.

137. Mahajan P. V., Caleb O. J., Singh Z., Watkins C. B. Postharvest treatments of fresh produce. Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences. 2014. Vol.372: 20130309. URL: https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsta.2013.0309.

138. Mahajan P. V., Oliveira F. A. R., Montanez J. C., Frias J. Development of userfriendly software for design of modified atmosphere packaging for fresh and fresh-cut produce. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2007. Vol.8 (1). P. 84–92.

139. Mahmoud T., Yassin N., Shaaban F. Influence of postharvest application with chitosan and some natural plant extracts on storage life and quality attributes of navel orange fruits during cold storage. Pure and Applied Biology. 2020. Vol. 9(4). P.2554–2562.

140. Maity T., Chauhan O.P., Shah A., Raju P. S., Bawa A. S. Quality characteristics and glass transition temperature of hydrocolloid pre-treated frozen pre-cut carrot. International Journal of Food Properties. 2011. Vol.14(1). P. 17–28.

141. Majid I., Nayik G. A., Dar, S. M., Nanda V. Novel food packaging technologies: Innovations and future prospective. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2018. Vol. 17(4). P. 454–462.

142. Mani A., Jain N., Singh A. K., Sinha M. Effects of aloevera edible coating on quality and postharvest physiology of ber (Zizyphus mauritiana Lamk.) under ambient storage conditions. Annals of Horticulture. 2017. Vol. 10 (2). P. 138.

143. Manning K. Soft fruits. In: G. B. Seymour, J. E. Taylor, G. A. Tucker, (Eds.), Biochemistry of Fruit Ripening, 1993. Chapman and Hall: London. P. 347–

373.

144. Maqbool M., Ali A., Alderson P. G., Zahid N., Siddiqui Y. Effect of a novel edible composite coating based on gum arabic and chitosan on biochemical and physiological responses of banana fruits during cold storage. Journal Agricultural Food Chemistry. 2011. Vol.59. P. 5474–5482.

145. Martínez K., Ortiz M., Albis A., Gilma G. C., Valencia E. M., Grande T. D. C. The efect of edible chitosan coatings incorporated with Thymus capitatus essential oil on the shelf-life of strawberry(Fragaria x ananassa) during cold storage. Biomolecules. 2018. Vol.8. P. 155.

146. Martínez-Esplá A., Serrano M., Valero D., Martínez-Romero D., Castillo S., Zapata P. J. Enhancement of antioxidant systems and storability of two plum cultivars by preharvest treatments with salicylates. International journal of molecular sciences. 2017. Vol. 18(9). P. 1911.

147. Martínez-Esplá A., Zapata P. J., Castillo S., Guillén F., Martínez-Romero D., Valero D., Serrano M. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. Postharvest Biology and Technology. 2014. Vol. 98. P. 98–105.

148. Martínez-Esplá A., Zapata P. J., Valero D., Cristina García-Viguera C., Castillo S., Serrano M. Preharvest application of oxalic acid increased fruit size, bioactive compounds, and antioxidant capacity in sweet cherry cultivars (Prunus avium L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2014. Vol. 62 (15). P. 3432–3437.

149. Martinez-Romero D., Alburquerque N., Valverde J. M., Guillen F., Castillo S., Valero D. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by aloe vera treatment: a new edible coating. Postharvest biology and technology. 2006. Vol. 39(1). P. 93–100.

150. Martinon E. M., Moreira R. G., Castell-Perez M. E., Gomes C. Development of a multilayered antimicrobial edible coating for shelflife extension of fresh-cut cantaloupe (Cucumis melo L.) stored at 4°C. LWT – Food Science and Technology. 2014. Vol. 56(2). P. 341–350.

151. Masuelli M.A. Biopackaging. London-New York: Taylor & Francis Group. 2017. 397 P.

152. Mc Cune L. M., Kubota C., Stendell-Hollis N. R., Thomson C. A. Cherries and health: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2010. Vol. 51. P. 1–12.

153. Medina-Jaramillo C., Quintero-Pimiento C., Gómez-Hoyos C., Zuluaga-Gallego R., López-Córdoba A. Alginate-edible coatings for application on wild andean blueberries (Vaccinium meridionale Swartz): Effect of the addition of nanofibrils isolated from cocoa by-products. Polymers (Basel). 2020. Vol.12(4). P. 824.

154. Meindrawan B., Suyatma N. E., Wardana A. A., Pamela V. Y. Nanocomposite coating based on carrageenan and ZnO nanoparticles to maintain the storage quality of mango. Food Packaging Shelf. 2018. Vol. 18. P. 140–146.

155. Meng X., Li B., Liu J., Tian S. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. Food Chemistry. 2008. Vol.106. P. 501–508.

156. Merino D., Casalongué C., lvarez V. Polysaccharides as Eco-Nanomaterials for Agricultural Applications. 2017.

157. Mihaly K., Kovacs C., Takacs F., Sandor E. Pre- and postharvest technologies to extend the shelf life of Prunus cerasus. Acta agrarian debreceniensis. 2019. Vol.1. P. 85–89.

158. Milosevic T, Milosevic N. Fruit quality attributes of sour cherry cultivars. Agronomy. 2012. URL: https://www.hindawi.com/journals/isrn/2012/593981/.

159. Mir J. C., Mohammad R. A. Hot water and chitosan treatment for the control of postharvest decay in sweet cherry (Prunus avium L.) cv. Napoleon (Napolyon). Journal of Stored Products and Postharvest Research. 2011. Vol.2(7). P.135–138.

160. Mir M. N. Q., Masood S. B., Muhammad A. K., Muhammad S., Main K. S., Muhammad Y., Muhammad T. S., Farhan S. Effects of different coatings on preserving fruit quality of sweet cherries grown in Skardu valley of Gilgit-Baltistan during storage. International Journal of Biosciences. 2014. Vol.5(5). P. 24–32.

161. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends plant science. 2002. Vol. 7. P. 405–410.

162. Moradinezhad F., Naeimi A., Homayoun Farhangfar H. Influence of edible coatings on postharvest quality of fresh Chinese jujube fruits during refrigerated storage. Journal of horticulture and postharvest research. 2018. Vol. 1(1). P. 1–14.

163. Nair M.S., Saxena A., Kaur C. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (Psidium guajava L.). Food Chemistry. 2018. Vol.1. P. 245–252.

164. Nair S., Tomar M., Punia S., Kukula-Koch W., Kumar M. Enhancing the functionality of chitosan- and alginate-based active edible coatings/films for the preservation of fruits and vegetables: A review. International Journal of Biological Macromolecules. 2020. Vol. 164. P. 10.

165. Najafzadeh R., Arzani K., Bouzari N., Hashemi J. Identification of new Iranian sour cherry genotypes with enhanced fruit quality parameters and high antioxidant properties. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 2014. Vol. 42(4). P. 275–287.

166. Nasrin T. A. A., Rahman M. A., Hossain M. A., Islam M. N., Arfin M. S. Postharvest quality response of strawberries with aloe vera coating during refrigerated storage. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2017. Vol. 92:6. P. 598–605.

167. Nayik G. A., Majid I., Kumar V. Developments in edible films and coatings for the extension of shelf life of fresh fruits. American journal of nutrition and food science. 2015. Vol. 2(1). P. 16–20.

168. Ncama K., Magwaza L. S., Mditshwa A., Tesfay S. Z. Plant-based edible coatings for managing postharvest quality of fresh horticultural produce: A review. Food Packaging and Shelf Life. 2018. Vol. 16. P. 157–167.

169. Nowicka P., Wojdyło A., Lech K., Figiel A. Influence of osmodehydration pretreatment and combined drying method on the bioactive potential of sour cherry fruits. Food and Bioprocess Technology. 2015. Vol. 8(4). P. 824–836.

170. Oancea S., Draghici O., Ketney O. Changes in total anthocyanin content

and antioxidant activity in sweet cherries during frozen storage, and air-oven and infrared drying. Fruits. 2016. Vol. 71(5). P. 281–288.

171. Olivas G. I., Dávila-Aviña J. E., Salas-Salaza N. A., Molina F. J. Use of edible coatings to preserve the quality of fruits and vegetables during storage. Stewart Postharvest Review. 2008. Vol. 4(3). P. 1–10.

172. Otoni C. G., Avena-Bustillos R. J., Azeredo H. M. C., Lorevice M. V., Moura M. R., Mattoso L. H. C., McHugh T. H. Recent advances on edible films based on fruits and vegetables. A Review. Comprehensive reviewsin food science and food safety. 2017. Vol.16. P. 1151–1169.

173. Ouaabou R., Ennahli S., Nabil B., Hssaini L., Hanine H., Hernández F., Ouhammou M., Mahrouz M. Multivariate cherry quality assessment using morphological, biochemical and volatile compound traits. International journal of fruit science. 2020. Vol. 239. P. 1–20.

174. Park H. J., Lee M. J., Lee H. R. Vitamin C and antioxidant capacity stability in cherry and romaine during storage at different temperatures. Journal of Nutrition and Health 2016. Vol. 49 (1). P. 51.

175. Parreidt T. S., Müller K., Schmid M. Alginate-based edible films and coatings for food packaging applications. Foods. 2018. Vol. 7(10). P. 170.

176. Pasquariello M. S., Patre D. D., Mastrobuoni F., Luigi Z., Scortichini M., Petriccione M. Influence of postharvest chitosan treatment on enzymatic browning and antioxidant enzyme activity in sweet cherry fruit. Postharvest Biology and Technology. 2015. Vol. 109. P. 45–56.

177. Pastor M.E., Giménez M., Zapata P., Guillén F., Valverde J., Serrano M., Valero D. Preharvest application of methyl salicylate, acetyl salicylic acid and salicylic acid alleviated disease caused by Botrytis cinerea through stimulation of antioxidant system in table grapes. International Journal of Food Microbiology. 2020. Vol. 334:108807. URL: https://europepmc.org/article/med/32835997.

178. Pedisic S., Levaj B., Dragovic-Uzelac V., Skevin D., Skendrovic Babojelic M. Color parameters and total anthocyanins of sour cherries (Prunus cerasus L.) during ripening. Agriculturae Conspectus Scientificus. 2009. Vol.74(3). P. 259–262.

179. Pedisic S., Levaj B., Dragovic Uzelac V., Kos K. Physicochemical composition, phenolic content and antioxidant activity of sour cherry cv. Marasca during ripening. Agriculturae conspectus scientificus. 2007. №72 (4). P. 295–300.

180. Pedisic S., Zoric Z., Repajic M., Elez Garofulic I., Cosic Z., Dragovic-Uzelac V., Levaj B. Polyphenol content of Marasca sour cherry ecotypes (Prunus cerasus Marasca) and its stability during freezing storage. Glasnik Zastite Bilja. 2019. Vol. 42 (6). P. 94–102.

181. Pedisic S., Dragovi-Uzelac V., Levaj B., Skevin D. Effect of vaturity and geographical region on anthocyanin content of sour cherries (Prunus cerasus var. marasca). Food Technology and Biotechnology. 2010. Vol. 48 (1). P. 86–93.

182. Pereira A.L.V. Extensão do tempo de vida útil de fruta fresca minimamente processada para aplicação em iogurte bicompartimentado. London-New York: Taylor & Francis Group. 2017. 358 P.

183. Petriccione M., De Sanctis F., Pasquariello M. S., Mastrobuoni F., Rega P., Scortichini P., Mencarelli F. The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. Food Bioprocess Technol. 2015. Vol. 8. P. 394–408.

184. Petriccione M., Mastrobuoni F., Pasquariello M. S., Zampella L., Nobis E., Capriolo G., Scortichini M. Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. Foods. 2015. Vol.4. P. 521–523.

185. Phuoc Nguyen M. Effectiveness of alginate and chitosan coating on storage stability of moon watermelon (Citrullus lanatus). Research on Crops. 2020. Vol.21. P. 284–290.

186. Picariello G., De Vito V., Ferranti P., Paolucci M., Volpe M. G. Species- and cultivar-dependent traits of Prunus avium and Prunus cerasus polyphenols. Journal of Food Composition and Analysis. 2016. Vol.45. P. 50–57.

187. Piccolella S., Fiorentino A., Pacifico S., D’Abrosca B., Uzzo P. and Monaco P. Antioxidant properties of sour cherries (Prunus cerasus L.): role of colorless phytochemicals from the methanolic extract of ripe fruits. Journal

Agricalture Food Chemistry. 2008. Vol. 56(6). P. 1928–35.

188. Pissard A., Lateur M., Baeten V., Magein H., Dupont P., Tabart J., Pincemail J., Kevers C. Determination of total phenolic compound content and antioxidant activity in cherry species and cultivars. Journal of Berry Research. 2016. Vol. 6. P. 81–91.

189. Plácido G. R., Silva R. M., Cagnin C., Dias M., Cavalcante M.A., Caliari M., Lima M. S., Nascimento L. E. C. Effect of chitosan-based coating on postharvest quality of tangerines (Citrus deliciosa Tenore): Identification of physical, chemical, and kinetic parameters during storage. African Journal of Agricultural Research. 2016. Vol.11(24). P. 2185–2192.

190. Po Huo, Savitskaya T., Gotina L., Makarevich S., Reznikov I., & Grinshpan D.D. Bicomponent solutions of food polysaccharide and edible films on their basis. Food and Nutrition Sciences. 2015. Vol.6(16). P. 1571–1581.

191. Podsiadło C., Jaroszewska A., Rumasz-Rudnicka E., Kowalewska R. Changes of chemical composition of fruit of cherry cultivated on different water and fertilizer conditions. Inf. Ekol. Ter. Wiej. 2009. Vol. 3. P. 223–231.

192. Poiana M. A., Diana M., Alexa E. Influence of home-scale freezing and storage on antioxidant properties and color quality of different garden fruits. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2010. Vol. 16 (2). P. 163–171.

193. Poiana M. A., Alexa E., Mateescu C. Tracking antioxidant properties and color changes in low-sugar bilberry jam as effect of processing, storage and pectin concentracion. Chemistry Central Journal. 2012. Vol. 6:4. URL:https://europepmc.org/article/med/22248151.

194. Poll L., Petersen M., Nielsen G. S. Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titrateable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (Prunus cerasus L. cv. "Stevnsbær"). European Food Research and Technology. 2003. №216(3). P. 212–216.

195. Popovic S., Pericin D., Vastag Z., Popovic L., Lazic V. Evaluation of edible film-forming ability of pumpkin oil cake: effect of pH and temperature. Food

Hydrocolloids. 2011. Vol. 25(3). P. 470–476.

196. Priyadarshi R., Hyun-Ji K., Jong-Whan R. Effect of sulfur nanoparticles on properties of alginate-based films for active food packaging applications. Food Hydrocolloids. 2020. Vol. 110. P. 106155.

197. Pupan N., Dhamvithee P., Jangchud A., Boonbumrung S. Influences of different freezing and thawing methods on the physico-chemical, flavor, and sensory properties of durian puree (cv. Monthong). Journal of Food Processing and Preservation. 2017. Vol. 42. P. 10.

198. Quintereo-Ramos A., Bourne M. C., Barnard J., Anzaldua-Morales A. Optimization of low temperature blanching of frozen jalapeño pepper (Capsicum annuum) using response surface methodology. Journal of food science. 1998. Vol. 63(3). P. 519–522.

199. Ramana Rao T. V., Baraiya N. S., Vyas P. B., Patel D. M. Composite coating of alginate-olive oil enriched with antioxidants enhances postharvest quality and shelf life of Ber fruit (Ziziphus mauritiana Lamk. Var. Gola). Journal of Food Science and Technology. 2016. Vol. 53(1). P. 748–756.

200. Rassa M., Ghasemnezhad M., Zareh S., Sajedi R. H. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (Punica granatum L. Cv. Tarom) at cold storage temperature. Journal Science of Food and Agriculture. 2013. Vol. 93 (2). P. 368–374.

201. Razavi F., Hajilou J., Aghdam M. S. Salicylic acid treatment of peach trees maintains nutritional quality of fruits during cold storage. Advances in Horticultural Science. 2018. Vol. 32. (1). P. 33–40.

202. Remon S., Venturini M.E., Lopez-Buesa P., Burlat O. R. Cherry quality after long range transport: Optimisation of packaging conditions. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2003. Vol. 4. P. 425–434.

203. Revell J. Sensory profile and consumer acceptability of sweet cherries. UK: University of Nottingham. 2009. URL: http://eprints.nottingham.ac.uk/10931.

204. Rhim J. W. Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. LWT Food Science and Technology. 2004. Vol. 37. P. 323–330.

205. Ribeiro C., Vicente A. A., Teixeira J. A., Miranda C. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. Postharvest Biol. Technol. 2007. Vol. 44. P. 63–70.

206. Rickman J. C., Barrett D. M., Bruhn C. M. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2007. Vol. 87. P. 930–944.

207. Rinanda S. A., Nastabiq M., Raharjo S. H., Hayati S. K., Yaqin M. A. Ratnawati The effect of combination of sugar palm fruit, carrageenan,and citric acid on mechanical properties of biodegradable film. International conference on science and applied science. 2017. P. 1–5.

208. Rojas-Grau M. A., Raybaudi-Massilia R. M., Robert C. Soliva-Fortuny, Avena-Bustillos R. J., McHugh T. H., Martın-Belloso O. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. Postharvest Biology and Technology. 2007. Vol. 45. P. 254–264.

209. Rojas-Graü M. A., Tapia M. S., Martín-Belloso O. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. LWT Food Science and Technology. 2008. Vol. 41(1). P. 139–147.

210. Romanazzi G. Chitosan treatment for the control of postharvest decay of table grapes, strawberries and sweet cherries. Fresh Produce. 2010. Vol. 4. P. 111–115.

211. Romanazzi G., Feliziani E., Bautista B.S., Sivakumar D. Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2017. Vol. 57:3. P. 579–601.

212. Romanazzi G., Feliziani E., Santini M. Landi effectiveness of postharvest treatment with chitosan and other resistance inducers in the control of storage decay of strawberry. Postharvest Biology and Technology. 2013. Vol. 75. P. 24–27.

213. Romanazzi G., Feliziani E., Sivakumar D. Chitosan, a biopolymer with triple action on postharvest decay of fruit and vegetables: Eliciting, antimicrobial and film-forming properties. Front Microbiology. 2018. Vol. 9. P. 2745.

214. Romanazzi G., Mlikota Gabler F., Smilanick J. L. Preharvest chitosan and postharvest UV irradiation treatments suppress gray mold of table grapes. The

American Phytopathological Society. 2006. Vol. 90(4). P. 445–450.

215. Romanazzi G., Nigro F., Ippolito A. Short hypobaric treatments potentiate the effect of chitosan in reducing storage decay of sweet cherries. Postharvest Biology and Technology. 2003. Vol. 29. P. 73–80.

216. Romanazzi G., Nigro F., Ippolito A., Venere D. DI., Salerno M. Effects of pre- and postharvest chitosan treatments to control storage grey mold of table. Grapes journal of food science. 2002. Vol. 67.(5).

217. Romanazzi G., Ozgur A. Karabulut, Joseph L. Smilanick combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes. Postharvest Biology and Technology. 2007. Vol. 45. P. 134–140.

218. Sabır F. Effect of salicylic acid treatments on quality changes of plum during the cold storage. Fruit Science. 2017. Vol. 1(1). P. 40–45.

219. Samra N. R., Ameer M. S., Basma T. E. Maintaining storability of brahee date palm fruits with postharvest edible coating by using alginate salts. Journal of plant production. 2019. Vol. 10(12). P. 983–993.

220. Saracoglua O., Ozturkb B., Yildiza K., Kucukera E. Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits. Scientia Horticulturae. 2017. Vol. 226. P. 19–23.

221. Sasnauskas A., Trajkovski V., Strautina S., Tikhonova O., Siksnianas T., Rubinskiene M., Viskelis P., Lanauskas J., Valiuskaitė A., Rugienius R., Bobinas C. Evaluation of blackcurrant cultivars and perspective hybrids in Lithuania. Agronomy Research. 2009. Vol. 7. P. 737–743.

222. Scibisz I., Mitec M. The changes of antioxidant properties in highbush blueberries (Vaccinum corymbosum L.) during freezing and long term frozen storage. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. 2007. Vol. 6 (4). P.75–82.

223. Serradilla M. J., Aksicґ M. F., Manganaris G. A., Ercisli S., Gonzblez-Gymez, Valero D. Fruit chemistry, nutritional benefits and social aspects of cherries. Cherries: Botany, Production and Uses. 2017. P. 420–441.

224. Serradilla M. J., Hernandez A., López-Corrales M., Ruiz-Moyano S.,

Córdoba M. G., Martín A. Composition of the cherry (Prunus avium L. and Prunus cerasus L.; Rosaceae). In: Simmonds, M. S. J. and Preedy, V. R. (eds) Nutritional Composition of Fruit Cultivars. Academic Press, London. 2016. P. 127–147.

225. Serradilla M. J., Lozano M., Bernalte M. J., Ayuso M. C., Lopez-Corrales M., Gonzalez-Gomez D. Physicochemical and bioactive properties evolution during ripening of 'Ambrunés' sweet cherry cultivar. LWT – Food Science and Technology. 2011. Vol. 44 (1). P. 199–205.

226. Serrano M., Castillo S., Valero D., Valverde J.M., Guillén F., Martínez-Romero D.. Effect of Aloe vera gel treatment on bioactive compounds and antioxidant activity during storage of sweet cherry. Acta Horticulturae. 2017. Vol. 1161. P. 607–612.

227. Serrano M., Diaz-Mula H. M., Zapata P. J., Castillo S., Guillen F., Martínez-Romero D. Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry.2009. Vol. 57. P. 3240–3246.

228. Serrano M., Gullen F., Martinez-Romeo D., Castillo S., Valero D. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. Journal agriculture and food chemistry. 2005. Vol. 53. P. 2741–2745.

229. Seymour M., Singer A. M., Kirakosyan A., Urcuyo-Lianes D. E., Kaufman P. B., Bolling S. F. Altered hyperlipidemia, hepatic steatosis, and hepatic peroxisome proliferator-activated receptors in rats with intake of tart cherry. Journal of Medicinal Food. 2008. Vol. 11(2). P. 252–259.

230. Shaheen M. S., Shaaban H. A., Hussein A. M. S., Ahmed M. B. M., El. – Massry K., El-Ghorab A. Evaluation of chitosan fructose model as an antioxidant ant antimicrobial agent for shelf life extension of beef meat during freezing. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2016. Vol. 66(4). P. 295–302.

231. Shi Z., Yang H., Jiao J., Wang F., Lu Y., Deng J. Effects of graft copolymer of chitosan and salicylic acid on reducing rot of postharvest fruit and retarding cell wall degradation in grapefruit during storage. Food Chemistry. 2019.

Vol. 283. P. 92–100.

232. Shiekh R. A., Malik M. A., Al-Thabaiti S. A., Shiekh M. A. Chitosan as a novel edible coating for fresh fruits. Food Science and Technology Research. 2013. Vol.19. P. 139–55.

233. Shiri M. A., Ghasemnezhad M., Bakhshi D., Sarikhani H. Effect of postharvest putrescine application and chitosan coating on maintaining quality of table grape cv. "Shahroudi" during long-term storage. Journal of Food Processing and Preservation. 2013. Vol. 37(5). P. 999–1007.

234. Shokri Heydari H., Askari Sarcheshmeh M.A., Babalar M., Malidarreh T. R., Ahmadi A. Effect of pre-harvest salicylic acid and iron treatments on postharvest quality of peach fruits. International journal of horticultural science and technology. 2020. Vol. 7 (2). P. 187–198.

235. Sin H. N., Yusof S. N., Hamid S. A., Rahman R. A. Optimization of enzymatic clarification of sapodilla juice using response surface methodology. Journal of Food Engineering. 2006. Vol.73. P. 313–319.

236. Sing R., Martins V., Soares B., Castro I., Falco V. Chitosan application in vineyards (Vitis vinifera L. cv. Tinto Cao) induces accumulation of anthocyanins and other phenolics in berries, mediated by modifications in the transcription of secondary metabolism genes. International Journal of Molecular Sciences. 2020. Vol.21. P. 306–314.

237. Soleimani A. M., Asghari M. R., Moradbeygi H., Mohammadkhani N., Mohayeji M., Rezapour-Fard J. Effect of postharvest salicylic acid treatment on reducing chilling injury in tomato fruit. Romanian Biotechnological Letters 2012. Vol. 17(2). P. 7466–7473.

238. Stan A., Popa M. E. Pretreatment and freezing storage effect on antioxidant capacity of sour cherries and correlation with color changes. Romanian Biotechnological Letters. 2015. Vol. 20 (5). P. 10726–10834.

239. Steger-Matea M., Ficzekb G., Kallayc E., Bujdosoc G., Bartaa J., Toth M. Optimising harvest time of sour cherry cultivars on the basis of quality parameters. Acta Alimentaria. 2010. Vol. 39(1). P. 64–73.

240. Steppan S. J. Phylogenetic analysis of phenotypic covariance structure. I. Contasting results from matrix correlations and common principal components analysis. Evolution. 1997. Vol. 51. 586 p.

241. Sumić Z. M., Tepić A. N., Jokić S. D., Malbasa R. V. Optimization of frozen wild blueberry vacuum drying process. Hem. ind. 2015. Vol. 69 (1). P. 77–84.

242. Szot I., Szot P., LipaT., Sosnowska B., Dobrzański B. Determination of physical and chemical properties of cornelian cherry (Cornus mas L.) fruits depending on degree of ripening and ecotypes. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2019. Vol. 18(2). P. 251–262.

243. Szpadzik E., Krupa T., Niemiec W., Jadczuk-Tobjasz E. Yielding and fruit quality of selected sweet cherry (Prunus avium) cultivars in the conditions of central Poland. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2019. Vol.18(3). P.117–126.

244. Tabassum N., Khan M. Modified atmosphere packaging of fresh-cut papaya using alginate based edible coating: Quality evaluation and shelf life study. Scientia Horticulturae. 2019. Vol. 259. P. 108853.

245. Tapia M. S., Rojas-Graü M. A., Rodríguez F. J., Ramírez J., Carmona A., Martin-Belloso O. Alginate- and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. Journal Food Science and Nutrithion. 2007. Vol.72(4). P. E190–6.

246. Tayel A. A., Moussa S. H., Salem M. F., Mazrou K. E., El-Tras W. F. Control of citrus molds using bioactive coatings incorporated with fungal chitosan/plant extracts composite. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2015. Vol. 96. P. 1306–1312.

247. Tezotto-Uliana J. V., Fargoni G. P., Geerdink G. M., Kluge R. A. Chitosan applications pre- or postharvest prolong raspberry shelf-lifequality. Postharvest Biology and Technology. 2014. Vol. 91. P. 72–77.

248. Thabet M. Application of chitosan and oxalic acid combined with hot water to control postharvest decay of strawberry fruits caused by Botrytis cinerea and Rhizopus stolonifer. Middle East Journal of Applied Sciences. 2019. Vol.9. P. 63–77.

249. Tijero V., Teribia N., Munné-Bosch S. Hormonal cross-talk in the regulation of ripening and over-ripening in sweet cherries. Actas Portuguesas de

Horticultura. IX Simpósio Ibérico de Maturação e Pós Colheita. P.10–18.

250. Tokatlı K., Demirdove A. Effects of chitosan edible film coatings on the physicochemical and microbiological qualities of sweet cherry (Prunus avium L.) Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 259(3). P. 108656.

251. Tomadoni B., Pereda M., Moreira M. R., Ponce A. Chitosan edible coatings with geraniol or vanillin: a study on fresh-cut strawberries microbial and sensory quality through refrigerated storage. Food Science and Nutrition Technology. 2019. Vol.4(3): 000178. URL: https://www.researchgate.net/publication/333853512.

252. Tomas-Barberan F. A., Espin J. C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2001. Vol. 81. P. 853–876.

253. Tomas-Barberan F. A., Ruiz D., Valero D., Rivera D., Obon C., Sánchez-Roca C., Gil M. I. Health benefits from pomegranates and stone fruit, including plums, peaches, apricots and cherries. Bioactives in Fruit: Health Benefits and Functional Foods. 2013. Vol. 7. P. 125–167.

254. Toydemira G., Capanoglua E., Kamiloglua S., Boyacioglua D., Vosb R. C.H., Hallb R. D., Jules beekwilderb changes in sour cherry (Prunus cerasus L.) antioxidants during nectar processing and in vitro gastrointestinal digestion. Journal of functional foods. 2013. Vol. 5. P. 1402–1413.

255. Usenik V., Fabčič J., Stampar F. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (Prunus avium L.). Food Chemistry. 2008. Vol. 107. P. 185–192.

256. Usenik V., Stampar F., Petkovsek M.M., Kastelec D. The effect of fruit size and fruit colour on chemical composition in ‘Kordia’ sweet cherry (Prunus avium L.). Journal of Food Composition and Analysis. 2015. Vol. 38. P. 121–130.

257. Valdés A., Ramos M., Beltrán A., Jiménez A., Garrigós M.C. State of the Art of antimicrobial edible coatings for food packaging applications. Coatings. 2017. Vol. 7 (56). P.23.

258. Valenzuela C., Tapia C., Lopez L., Bunger A., Escalona V. Lilian abugoch effect of edible quinoa protein-chitosan based films on refrigerated strawberry

(Fragaria×ananassa) quality. Electronic Journal of Biotechnology. 2015. Vol. 18. P.406–411.

259. Valero D., Diaz-Mula H. M., Zapata P. J., Castillo S., Guillen F., Martinez R. D., Serrano M. Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011. Vol.59(10). P. 5483–5489.

260. Valero D., Diaz-Mula H. M., Zapata P. J, Guillen F., Martinez-Romero D., Castillo S., Serrano M. Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology. 2013. Vol. 77. P. 1–6.

261. Valero D. Maintenance of sweet cherry quality attributes as affected by innovative postharvest treatments. Acta Horticulturae. 2017. Vol. 1161. P. 475–482.

262. Valverde J. M., Valero D., Martínez-Romero D., Guillén F., Castillo S., Serrano M. Novel edible coating based on of Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2005. Vol. 53. P.7807–7813.

263. Valverde J. M., Giménez M. J., Guillen F., Valero D. Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees increase antioxidant systems in fruit at harvest and during storage. Postharvests Biology and Technology. 2015. Vol. 109. P. 106–113.

264. Vargas M., Pastor C., Albors A., Chiralt A., González-Martínez C. Development of edible coatings for fresh fruits and vegetables: Possibilities and Limitations. 2009. P. 32–40.

265. Vargas M., Pastor C., Chiralt A., Clements J., Gonzalez Martínez C. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2009. Vol. 48. P. 496–511.

266. Vasylyshyna O. Innovative measures for postharvest cultivation of cherry fruit. Monograph. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. 60 p.

267. Velickova E., Winkelhausen E., Kuzmanova S., Alves V. D., Moldao-Martins L. M. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (Fragaria ananassa cv Camarosa) under commercial storage conditions.

LWT – Food Science and Technology. 2013. Vol. 1. P. 13.

268. Vieira J. M., Flores-López M. L., Rodriguez D. J., Sousa M. C., Vicente A. A., Martins J. T. Effect of chitosan–Aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (Vaccinium corymbosum) fruit. Postharvest Biology and Technology. 2016. Vol.116. P. 88–97.

269. Viljevac M., Dugalic K., Jurkovic V., Mihaljevic I., Tomas V., Puskar B., Lepedus H., Sudar R., Jurkovic Z. Relation between polyphenols content and skin colour in sour cherry fruits. Journal of Agricultural Sciences. 2012. Vol. 57(2). P. 57–67.

270. Vollmanova A., Tomas J., Palakova D., Melichacova S., Krizova L. Content of bioactive components in chosen cultivars of cranberries (Vaccinium vitis-idaea L.). Chech Journal Food Science. 2009. Vol. 27. P. 248–250.

271. Wang L., Jin P., Wang J., Jiang L., Shan T., Zheng Y. Effect of β-aminobutyric acid on cell wall modification and senescence in sweet cherry during storage at 20°C. Food Chemistry. 2015. Vol. 175. P. 471–477.

272. Wang S., Zhou Y., Luo W., Deng L., Yao S., Zeng K. Primary metabolites analysis of induced citrus fruit disease resistance upon treatment with oligochitosan, salicylic acid and Pichia membranaefaciens. Biological Control. 2020. Vol. 148. P.104289.

273. Wang S. Y., Gao H. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (Fragaria ananassa Duch.). Food Science and Technology. 2013. Vol. 52. P. 71–79.

274. Wang Z., Ma L., Zhang X., Xu L., Cao J., Jiang W. The effect of exogenous salicylic acid on antioxidant activity, bioactive compounds and antioxidant system in apricot fruit. Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 181(2). P. 113–120.

275. Wani A. A., Singh P., Gul K., Wani M. H., Langowski H. C. Sweet cherry (Prunus avium): Critical factors affecting the composition and shelf life. Food packaging and shelf life. 2014. Vol. 1. P. 86–99.

276. Wojdyło A., Nowicka P, Laskowski P., Oszmiański J. Evaluation of sour

cherry (Prunus cerasus L.) fruits for their polyphenol content, antioxidant properties, and nutritional components. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2014. Vol.62. P. 12332–12345.

277. Wroblewska-Krepsztula J., Rydzkowskia T., Borowskib G., Szczypińskia M., Klepkac T., Thakurd V. K. Recent progress in biodegradable polymers and nanocompositebased packaging materials for sustainable environment. International journal of polymer analysis and characterization. 2018. P. 1–18.

278. Wu B. H., Quilot B., Genard M., Karvella J., Li S. H. Changesin sugar and organic acid concentrations during fruit maturation in peaches P. davidiana and hybrids as analyzed by principal component analysis. Scientia Horticulturae. 2005. Vol. 103(4). P. 429–439.

279. Xiang H., Sun-Waterhouse D., Ruan Z. Business fermentation-enabled wellness foods. A fresh perspective Published. 2019.

280. Xin Y., Chen F., Lai S., Yang H. Influence of chitosan-based coatings on the physicochemical properties and pectin nanostructure of Chinese cherry. Postharvest Biology and Technology. 2017. Vol. 133. P. 64–71.

281. Xing Y., Li W., Wang Q., Li X., Xu Q., Guo X., Bi X., Liu X., Shui Y., Lin H. Antimicrobial nanoparticles incorporated in edible coatings and films for the preservation of fruits and vegetables. Molecules. 2019. Vol. 24. P. 1695.

282. Xing Y., Xu Q., Yang S., Chen C., Tang Y., Sun S., Zhang L., Che Z., Li X. Preservation mechanism of chitosan-based coating with cinnamon oil for fruits storage based on sensor data. Sensors. 2016. Vol.16. P. 1111.

283. Xoca-Orozco L. A., Aguilera-Aguirre S., López-García U. M., Gutierrez-Martínez P., Chacon-Lopez A. Effect of chitosan on the in vitro control of Colletotrichum sp., and its influence on post-harvest quality in Hass avocado fruits. Revista Bio Ciencias. 2018. Vol. 5(1). P. 355.

284. Xu P., Su Y. Study on Fresh Keeping. Effect of chitosan antistaling agent for several kinds of fruits. Journal of Food Science and Technology. 2013. Vol.5(12). P. 1577–1579.

285. Xu X., Tian S. Salicylic acid alleviated pathogen-induced oxidative stress

in harvested sweet cherry fruit. Postharvest biology and technology. 2008. Vol. 49. P.379–385.

286. Xu X. – M., Bertone C., Berrie A. Effects of wounding, fruit age and wetness duration on the development of cherry brown rot in the UK. Plant Pathology. 2007. Vol. 56(1). P. 114–119.

287. Yaman O., Bayindirh L. Effects of an edible coating, fungicide and cold storage on microbial spoilage of cherries. European Food Research and Technology. 2001. Vol.213. P. 53–55.

288. Yaman O., Bayindirli L. Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie. 2002. Vol. 35. P. 146–150.

289. Yaman O., Bayindirli L. Effects of an edible coating, fungicide and cold storage on microbial spoilage of cherries. European Food Research and Technology. 2001. Vol. 213. P. 53–55.

290. Yao H., Tian S. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. Postharvest Biology and Technology. 2005. Vol. 35. P. 253–262.

291. Yen M. T., Yang J. H., Mau J. L. Antioxidant properties of chitosan from crab shells. Carbohydrate Polymers. 2008. Vol.74(4). P. 840–844.

292. Yılmaz F. M., Görgüç A., Mehmet Karaaslan M., Vardin H., Bilek S. E., Uygun O., Cavit Bircan C. Sour cherry by-products: Compositions, functional properties and recovery potentials critical reviews in food science and nutrition. 2018. Vol. 59:22. P. 3549–3563.

293. Yousefizad L., Fathi R., Ghanbari F. Effectiveness of CaCl2, peppermint oil and salicylic acid treatments on shelf life extension of fresh mint during cold storage. Journal of Food Processing and Preservation. 2015. Vol. 39. P. 2639–2646.

294. Youwei Y., Yinzhe R. Effect of chitosan coating on preserving character of post-harvest fruit and vegetable: a review. Journal of Food Processing & Technology. 2013. Vol. 4 (8). P. 254–257.

295. Youzuo Z., Meiling Z., Huqing Y. Postharvest chitosan-g-salicylic acid

application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. Food chemistry. 2015. Vol. 174. P. 558–563.

296. Zahoorullah S. M., Dakshayani L., Rani A. S. and Venkateswerlu G. Effect of chitosan coating on the physicochemical characteristics of brinjal quality during storage. Journal of Advances in Biology & Biotechnology. 2017. Vol. 13(3). P. 1–9.

297. Zapata P. J., Díaz-Mula H. M., Guillén F., Martínez-Romero D., Castillo S., Valero D. The combination of alginate coating and essential oils delayed postharvest ripening and increased the antioxidant potential of two sweet cherries. Acta Horticulturae. 2017. Vol. 1161. P. 633–638.

298. Zapata P. J. Enhancement of antioxidant systems and storability of two plum cultivars by preharvest treatments with salicylates. International Journal of Molecular Sciences. 2017. Vol.18(9). P. 1911. .

299. Zeraatgar H., Davarynejad G. H., Moradinezhad F., Abedi B. Effect of salicylic acid and calcium nitrate spraying on qualitative properties and storability of fresh jujube fruit (Ziziphus jujube Mill.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici. 2018. Vol. 46(1). P. 138–147.

300. Zhang D., Quantick P.C. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. The Journal of horticultural science and biotechnology. 1998. Vol. 73:6. P. 763–767.

301. Zhang Y., Chen S., Huo J., Huang D. Deciphering the nutritive and antioxidant properties of Malay cherry (Lepisanthes alata) fruit dominated by ripening effects. RSC Advances. 2019. Vol. 9. P. 38065–38076.

302. Zhao H., Liu B., Zhang W., Cao J., Jiang W. Enhancement of quality and antioxidant metabolism of sweet cherry fruit by near-freezing temperature storage. Postharvest Biology and Technology. 2019. Vol. 147. P. 113–122.

303. Zhao H., Shu C., Fan X., Cao J., Jiang W. Near- freezing temperature storage prolongs storage pe-riod and improves quality and antioxidant capacity of nectarines. Scientia Horticuture. 2018. Vol. 228. P. 196–203.

304. Zhao H., Wang B., Cui K., Cao J. Jiang W. Improving postharvest quality and antioxidant capacity of sweet cherry fruit by storage at near-freezing temperature.

Scientia Horticulturae. 2019. Vol. 246. P. 68–78.

305. Zhao J. H., Hu R., Xiao H. W., Yang Y., Liu F., Gan Z. L., Ni Y. Y. Osmotic dehydration pretreatment for improving the quality attributes of frozen mango: effects of different osmotic solutes and concentrations on the samples. International Journal of Food Science and Technology. 2013. Vol. 45(4). P. 960–964.

306. Zheng J., Kallio H., Yang B. Effect of latitude and weather conditions on sugars, fruit acids and ascorbic acid in currant (Ribes sp.) cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2009. Vol. 89 (12). P.2011–2023.

307. Zheng J., Yang B., Tuomasjukka S., Ou S., Kallio H. Effects of latitude and weather conditions on contents of sugars, fruit acids, and ascorbic acid in black currant (Ribes nigrum L.) juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009. Vol. 57 (7). P. 2977–2987.

308. Zheng X., Tian S., Meng X., Li B. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. Food Chemistry. 2007. Vol. 104 (1). P. 156–162.

309. Zsivanovits G., Momchilova M., Sabeva P. Shelf-life characteristics of edible-coated new sweet cherry cultivars. Health, Physical Culture and Sport. 2019. Vol. 5 (16). P. 75–83.

310. Zude M., Pflanz M., Spinelli L., Dosche C., Torricelli A. Non-destructive analysis of anthocyanins in cherries by means of Lambert–Beer and multivariate regression based on spectroscopy and scatter correction using time-resolved analysis. Journal of Food Engineering. 2011. Vol.103 (1). P. 68–75.

311. Баль-Прилипко Л., Леонова Б., Толок Г., Брона А. Роль упаковки у збереженні якості харчових продуктів. Продовольча індустрія АПК. 2016. С.32–37.

312. Белінська Є. В. Тривале зберігання коренеплодів редиски: наукове обґрунтування, практичне застосування: монографія. Полтава: РВВ ПУЕТ, 2012. 112 с.

313. Белінська С. Наукові й практичні засади розроблення рецептур і

формування якості швидкозаморожених плодоовочевих продуктів. Харчова і переробна промисловість. 2009. № 11–12. С. 26–28.

314. Белінська С. О., Левицька С. О., Камєнєва Н. В., Роскладка А. А., Китаєв О. І. Особливості кристалоутворення під час заморожування капусти броколі. Харчова наука і технологія. № 12(3). 2018. С. 21–27.

315. Белінська С., Орлова Н., Китаєв О. Особливості кристалоутворення під час заморожування суниць. Товари і ринки. 2008. № 2. С. 74–80.

316. Бідюк Д. О., Душенок Д. К., Перцевой Ф. В., Маренкова Т. І. Обгрунтування технологічних параметрів отримання гелів на основі полісахаридів різного походження. ВІСНИК НТУ "ХПІ" 2018. № 9. С. 172–178.

317. Бідюк Д. О., Середа О. Г. Новий вид біорозкладуваної тари. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2020. Том 31 (70) № 2, Ч. 2. С. 85–94.

318. Бублик М. О. Зональне районування вишні і сливи в Україні. Сад, виноград і вино України. 2002. № 9. С. 20–24.

319. Бублик М. О., Чорна Г. А., Фризюк Л. А. Урожайність сортів вишні в зв’язку з погодними умовами. Сад, виноград і вино України. 2002. № 3. С. 12–15.

320. Василенко В. І. Біохімічна оцінка плодів нових сортів вишні (Cerasus vulgaris mill.). Садівництво. 2012. Вип. 67. С. 200–208.

321. Василишина О. В. Екоінноваційні технології використання полісахаридних плівок і покриттів для збереження якості плодовоягідної продукції. Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України: колективна монографія/ за ред. Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб, О.О. Горба. Полтава: Астрая, 2020. С. 209–216.

322. Василишина 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. 28–29 травня. С. 99.

323. Василишина О. В. Перспективи використання харчових плівок і покриттів у технології зберігання плодово-ягідної продукції І Міжнародна науково-практична конференція «Перспективи еко-інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва». Полтава, 2020. 22 червня. С. 59.

324. Віннікова Л. Г., Кишеня А. В. Їстивні плівки і покриття, їх роль в якості упаковки. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. 2016.Том 18(65). С. 32–39.

325. Войток Т. І. Добір перспективних сортів вишні (Cerasus vulgaris mill.), придатних для швидкого заморожування. Садівництво. 2016. Вип.71. С. 118–122.

326. Галузева програма «Плоди і ягоди України – 2017» Міністерство Аграрної Політики та продовольства України. URL: http://eurowine.com.ua/minisites/fermerhouse/node/251.

327. Гурський П. В., Маренкова Т. І., Бідюк Д.О., Перцевой Ф. В. Дослідження впливу солей кальцію та калію різної природи на міцність гелів каппа-карагінану. Scientific Journal «ScienceRise». 2015. №7/2(12). С. 14–19.

328. Деклараційний патент на корисну модель: МПК H05B 6/80 (2006.01) Україна. Спосіб дефростації плодової, овочевої або ягідної продукції в цукровому сиропі / Стручаєв М. І., Григоренко О. В., Загорко Н. П. № 2013 09582; замовл. 31.07.13; опубл. 25.02.14.

329. Доценко Н. В. Проблеми захисту рослинної сировини за допомогою кріопротекції. Збірник наукових праць Одеської державної академії харчових технологій. Вип. 18. 1998. С. 38–41.

330. Дубініна А. А., Летута Т. М., Новікова В. В., Фролова Т. В. Сучасний стан розвитку технологій зберігання плодів і овочів. Молодий вчений. 2016. № 11 (38). С. 23–29.

331. Дубінініна А. А., Летута Т. М., Новікова В. В. Субхронічне дослідження екстрактів на основі хітозану для кісточкових плодів. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і

торгівлі. 2019. Вип. 1(29). С. 229–239.

332. Дятлов В. В. Захисна плівка. Харчова і переробна промисловість. 2003. № 4. С. 24.

333. Дятлов В. В. Яблука із захисним покриттям. Харчова і переробна промисловість. 2002. № 9. С. 29.

334. Євлаш В. В., Антоненко С. П., Гущина О. Б. Актуальність використання харчових добавок водоростевого походження у технологіях продуктів харчування. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2011. Вип. 1. С. 42–48.

335. Заморська І. Л. Застосування функції бажаності Харрінгтона для комплексної оцінки якості ягід суниці садової. Вісник Львівського торговельно-економічного університету.2018. Вип.20. С. 53–56.

336. Іванова І. Є., Покопцева Л. А., Герасько Т. В., Долгова С. В. Використання методу багатокритеріальної оптимізації для вибору кращого сорту черешні за дії заморожування. Таврійський науковий вісник. 2014. №88. С. 104–107.

337. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Малкіна В. М., Шкіндер-Барміна А. М., Кривонос І. А. Урожайність вишні залежно від кліматичних умов років вирощування. Вісник аграрної науки Причорномор’я. 2019. Вип. 4. С. 38–50.

338. Іванова І. Є., Сердюк М.Є., Герасько Т.В., Кривонос Е.С., Білоус І.А. Визначення придатності сортів черешні та вишні до заморожування за критерієм кріорезистентності. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2018. № 8(2).

339. Іванова Т. Г., Іванова І. Є., Безкоровайний О. С., Тодорова Л. В. Перспективний сорт вишні з оптимальним комплексом фізико-біохімічних властивостей плодів. Садівництво. 2008. № 61. С. 245–250.

340. Іванченко В. Й., Іванова І. Є. Вибір кращого для заморожування та тривалого зберігання сорту дюків з оптимальним комплексом параметрів органолептичних та фізико-хімічних показників плодів. Виноградарство и виноделие. 2009. № 39. С. 49–52.

341. Калитка В. І., Сердюк М. Є., Гапріндашвілі Н. А. Патент на корисну модель №16271. Спосіб підготовки плодів насіннєвих культур до зберігання. Опубл. 15.08.2006. Бюл. № 8. 6 с.

342. Каменева Н. В. Урожай, якість винограду і вина технічних сортів під впливом ендогенних регуляторів росту. Харчова наука і технології. Одеса: ОНАХТ, 2013. № 3(24). С. 44–46.

343. Камінська С., Сімахіна Г., Науменко Н. Зміна вмісту біокомпонентів плодів та ягід при заморожуванні різними способами. Грааль науки. 2022. №11. С. 136–140.

344. Кангіна І. Б. Михайлова Е. В., Каленич Ф. С. Довідник по якості плодів і ягід. Київ: Урожай, 1992. 244 с.

345. Кишеня А. В. Використання плівкоутворюючих покриттів в м'ясній промисловості. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2015. № 48. С. 115–118.

346. Кіщак О. А., Зарубенко В. І., Пелехатий В. М., Пелехата Н. П. Оцінка перспективних сортів вишні на придатність до механізованого збирання плодів. Садівництво. 2019. Вип.74. С. 20–25.

347. Колтунов В., Белінська Є. Обгрунтування ефективності збереженості редису методом Харрінгтона. Товари і ринки. 2010. № 2. С. 62–68.

348. Куян В. Г. Спеціальне плодівництво. Київ: Світ, 2004. 464 с.

349. Левицька С., Белінська С., Мороз О. Прогнозування якості швидкозамороженої капусти броколі. Товари і ринки. 2018. № 2. С. 25–33.

350. Малкіна В. М., Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Крівонос І. А., Білоус Е. С. Регресійний аналіз залежності урожайності вишні від гідротермічних факторів в умовах мультиколінеарності. Наукові горизонти. 2019. № 11(84). С.51–60.

351. Мелехова І. О. Вирощування десертних вишень. Новини садівництва. 2011. № 4. С. 16–18.

352. Назарова О. П., Андрущенко М. В. Моделювання впливу факторів на

плоди черешні сорту Великоплідна під час зберігання. Агробіологія. 2010. №4(80). С. 66–69.

353. Найченко В. М. Вибір оптимальної температури для зберігання плодів сливи і чорної смородини. Сучасні проблеми холодильної техніки і технології. 2003. № 4. С. 127–130.

354. Найченко В. М., Осадчий О. С. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства Київ: Школяр, 1999. 502 с.

355. Новікова В. В., Дубініна А.А., Летута Т.М., Фролова Т.В. Сучасний стан розвитку технологій зберігання плодів і овочів. Молодий вчений. 2016. №11(38). С. 23–30.

356. Орлова Н. Я., Белінська С. О. Заморожені плодоовочеві продукти: проблеми формування асортименту та якості: монографія. Київ: Київський національний торгово-економічний університет. 2005. 335 с.

357. Орлова Н. Я., Белінська С. О. Ефективні способи стабілізації харчової та біологічної цінності замороженої плодоовочевої продукції. Харчова і переробна промисловість. 2002. № 3. С. 247–256.

358. Осокіна Н. М., Василишина О. В. Якість плодів вишні за різних способів заморожування. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2015. № 2. С. 203–209.

359. Осокіна Н.М. Вплив теплової обробки м’язги на вихід і якість соку чорносмородинового. Збірник наукових праць Уманської сільськогосподарської академії. Умань, 2002. № 55. С. 139–145.

360. Постоленко Є. П. Заморожування плодів у цукровому сиропі. Овочі та фрукти. 2015. № 9 (130). С.56–58.

361. Прісс О. П., Загорко Н. П. Вплив теплової обробки біологічно активними речовинами на функціонування системи низькомолекулярних антиоксидантів під час зберігання плодів перцю. Вісник НТУ “ХПІ”. 2016. №12. С. 169–175.

362. Пузік Л. М., Колтунов В. А., Романов О.В., Бондаренко В. А., Гайова Л. О., Щербина Є. В. Капустяні овочі. Технологія вирощування і зберігання:

колект. монографія. Харків: Видавець Іванченко І.С., 2015. 374 с.

363. Радев Р. С. Влияние на полизахаридни покрития върху качеството и промените при съхранение на пресни плодове и зеленчуци. Известия. Списание на Икономически уни-верситет. 2017, Варна. №61 (3). С. 248 –266.

364. Радев Р., Димитров Г. Качество на храните с нанесени ядивни покрития. Качество и безопасност на потребителските стоки. Сборник с доклади от кръгла маса с международно участие. (Quality and safety of cjnsumer goods. Articles from a round table with international participation). Варна. 2017. С.95–109.

365. Районовані сорти плодових і ягідних культур селекції Інституту зрошуваного садівництва / за ред. М. І. Туровцева, В. О. Туровцевої. Київ: Аграрна наука, 2002. 148 с.

366. Сердюк М. Є., Григоренко О. В., Сухаренко О. І., Коляденко В. В. Зміни функціональних властивостей фруктової та ягідної сировини впродовж кріогенного зберігання. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2020. №2(4). С. 126–132.

367. Сердюк М. Є. Використання антиоксидантних препаратів для запобігання біотичним та абіотичним стресам під час зберігання плодів та ягід. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2010. № 7. С. 52–53.

368. Сімахіна Г. О., Стеценко Н. О., Науменко Н. В. Біологічно активні речовини в харчових технологіях. Київ: НУХТ, 2016. 455 с.

369. Сімахіна Г. О. Основні показники придатності плодів та ягід до заморожування. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2018. Том 29 (68). Ч.3 № 1. С. 73–77.

370. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Низькі температури у технологіях оздоровчих продуктів: монографія. Київ: Сталь, 2011. 363 с.

371. Сімахіна Г. О., Халапсіна С. В. Особливості заморожування ягід з ніжною текстурою. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2015. Т.21, №4. С. 198–205.

372. Третяк К. Д., Завгородня В. Г., Туровцев М. І. Вишня і черешня. Київ: Урожай, 1990. 171 с.

373. Хомич Г. П., Капрельянц Л. В., Замелєв С. А. Вплив процесу заморожування на біологічну цінність ягід чорниці в процесі зберігання. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі. 2011. Вип. 1. С. 342–348.

374. Чернозубенко Н. К. Визначення придатності нових сортів смородини і вишні для зберігання і переробки: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 05.18.15. Київ, 1993. 22 с.

375. Шкиндер-Барміна А. М. Оптимізація сортименту вишні (Cerasus vulgaris Mill) для створення насаджень в умовах Південного Степу України. Садівництво. 2015. №70. С. 15–21.

376. Шкіндер-Барміна А. М., Туровцева В. О., Туровцева Н. М. Перспективні сорти вишні інституту зрошуваного садівництва імені М. Ф. Сидоренка. Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. 2011. № 3. С. 73–79.

377. Шкіндер-Барміна А. М. Формування та вивчення колекції вишні (Cerasus vulgaris mill.) Мелітопольської дослідної станції садівництва для визначення селекційно цінних зразків. Генетичні ресурси рослин. 2020. № 26. С.71–80.

378. Шкіндер-Барміна А. М. Адаптивний потенціал сортів вишні і дюків (Cerasus Vulgaris Mill.) у південному степу України. Садівництво. 2014. Вип. 68. С. 80 –84.

379. Шкіндер-Барміна А. М. Залежність урожайності сортів вишні (Cerasus Vulgaris Mill.) від погодних умов південного степу України. Садівництво. 2012. Вип. 66. С. 344–350.

380. Шкіндер-Барміна А. М. Зимо- та морозостійкість сортів вишні (Cerasus vulgaris Mill) в умовах Південного Степу України. Селекція і насінництво. 2013. Вип. 104. С. 40–48.

381. Шульга О. К., Петухова Т. А., Моісеєва Г. М., Рижих А. С. Маркер загального стану здоров’я людини – вітамін «С». Молодий вчений. 2018.

№2(54). С. 56–62.

382. Шульга О. С., Іванов С. О., Листопад В. В., Мазуренко О. Г. Дослідження теплофізичних характеристик формувального розчину біодеградабельного їстівного покриття/плівки. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2018. Т. 82 (2). С. 47–55.

383. Шульга О. С., Шульга С. І. Біодеградабельна їстівна плівка та покриття як спосіб внесення вітамінів у кондитерські та хлібобулочні вироби. Наукові записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. 2018. Т. 29(68) № 2. С. 284–289.

РОЗДІЛ 2
ПРОГРАМА, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Наукова гіпотеза та програма досліджень

У директиві Європейського парламенту 94/62 зазначається, що щорічне використання легких пакетів на душу населення не повинне перевищувати 40 шт. до 2025 року [3].

У законі України від 1 червня 2021 року (законопроект № 2051–1) повідомляється про обмеження обігу пластикових пакетів вже з 1 січня 2022 року, з подальшою забороною їх реалізації та розповсюдження [42].

Разом з тим, для плодів, що швидко псуються, зокрема вишні, необхідні впровадження додаткових заходів та пакувальних матеріалів, що дали б змогу подовжити їхні терміни зберігання за високої якості продукції.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є застосування для післязбиральної обробки плодів полісахаридних композицій.

Використання таких композицій сприятиме скороченню втрати маси, підвищенню виходу стандартної продукції, збереженню якості і продовженню терміну її споживання.

Збереження якості продукції можливе за рахунок сповільнення інтенсивності дихання та економних витрат речовин, що є субстратом дихання, в тому числі біологічно активних.

Узагальнення теоретичних та експериментальних досліджень представлено в програмі досліджень (рис. 2.1).

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.).

Рис. 2.1 **Програма досліджень**

2.2 Матеріали досліджень

Для проведення досліджень використовували плоди вишні поширених і районованих в Лісостепу сортів Лутовка, Шпанка та вирощені на дослідній станції помології ім. Л. П. Симиренка – Гріот Подбєльський, Альфа, Жадана, Шанс, Оптимістка, Елегантна, Пам'ять Артеменка.

Альфа. Середньопізній сорт вишні селекції Мліївського інституту садівництва ім. Л.П.Симиренка. Селекціонер В. П. Ласкавий. Відрізняється рясною врожайністю, підвищеною зимостійкістю дерев і квіткових бруньок, високою стійкістю до коккомікозу. Дерево сильноросле, крона в молодому віці вузькопірамідальна, густа, з віком – овально-округла.

Плоди опукло-серцеподібні, досить одномірні, середньою масою 4,4 г. Шкірочка середньої щільності, міцна, еластична, темно-червона, блискуча. М'якоть темно-червона, середньої щільності, соковита, винно-солодка, приємного освіжаючого смаку (4,25–4,5 бали). У плодах міститься: сухих розчинних речовин 14,7 %; цукрів 12,3 %; органічних кислот 0,79 %; вітаміну С 11,8 мг на 100 г сирої маси. Сік червоний. Кісточка досить велика, округла, гладенька, добре відокремлюється від м'якоті. Плодоніжка середньої довжини і товщини, добре відокремлюється від гілочки і плоду. Середня врожайність сорту 15,8 т/га [13].

В умовах Черкащини плоди дозрівають на початку та у середині липня, дружно, практично одночасно, добре утримуються на дереві, універсального призначення. З 2000 року сорт Альфа введено в Державний реєстр сортів рослин України [16].

Жадана. Середньостиглий сорт вишні селекції Мліївського інституту садівництва ім. Л. П. Симиренка. Відрізняється скороплідністю, високою врожайністю, зимостійкістю, толерантністю до грибних хвороб. Дерево нижче середньої сили росту, формує округлу крону з поникаючими гілками.

Плоди середньою масою 5,2 г, темно-вишневі. М'якоть щільна, соковита, темно-червона, кисло-солодка, з незначною гіркуватістю (4,5–4,75 бали). У плодах міститься: сухих розчинних речовин 14,7 %; цукрів 10,61 %; кислот 1,16 %; вітаміну С 20,4 мг на 100 г сирої маси. Сік темно-вишневий. Кісточка велика, добре відокремлюється від м’якоті. Дозрівають в умовах Черкащини в перших числах липня. Універсального призначення. Середня врожайність сорту становить 16,2 т/га [13, 45].

Перспективний для промислового й аматорського садівництва в умовах Лісостепу України. З 2011 року сорт введено в Державний реєстр сортів рослин України [16].

Шанс. Середньоранній сорт вишні селекції Мліївського інституту садівництва ім. Л. П. Симиренка. Дерево низькоросле, формує округлу, середньої загущеності крону зі звисаючими гілками.

Плоди середньою масою 3,7 г, опукло-серцеподібної форми. Шкірочка тонка, міцна, інтенсивно-червона, при повному дозріванні плодів – темно-червона. М’якоть середньої щільності, соковита, яскраво-червона, приємного десертного кисло-солодкого смаку (4,5 бали). У плодах міститься: сухих розчинних речовин 15,14 %; цукрів 12,64 %; органічних кислот 1,23 %; вітаміну С 25,7 мг на 100 г сирої маси. Сік червоний. Кісточка середньої величини, добре відокремлюється від м’якоті. Плодоніжка середньої довжини, тонка. Дозрівають плоди в умовах Черкащини в середині червня [13]. Середня врожайність – 14,6 т/га [45].

Оптимістка. Сорт Мліївського інституту садівництва ім. Л. П. Симиренка. Дерево вищесередньої сили росту з овальною кроною. Врожайність сорту досягає 13,1 т/га. Плоди досить великі (5 г), одномірні, темно-червоні, округло-серцеподібні. Шкірочка середньої товщини, міцна, темно-червона. М’якуш темно-рожевий, соковитий, середньої щільності. Сік світло-рожевий. Кісточка від м’якуша відокремлюється добре, невелика, яйцевидної форми, гладенька. Достигають плоди в ІІІ декаді червня [41, 45]. З 2017 року сорт введено в Державний реєстр сортів рослин України [16].

Елегантна. Сорт вишні селекції Мліївського інституту садівництва ім. Л. П. Симиренка, невибагливий самоплідний, у якого легко формується крона. Дерево середньоросле з середньозагущеною кроною. Урожайний сорт – дає в середньому 13,2 т/га. Плоди вище середньої величини (до 5 г), овально-серцеподібної форми, червоні, з прозорим соком і високими смаковими якостями. Плоди дозрівають одночасно в третій декаді червня. Сорт відрізняється зимостійкістю і стійкістю до коккомікозу [45, 46].

Пам'ять Артеменка. Сорт середнього строку достигання. Отримано у Мліївському інституту садівництва ім. Л. П.Симиренка. Середньорослий сорт, крона куляста, поникла, густа.

Плоди великі, (4,8 г), округло-серцеподібної форми. Шкірочка жовта з темно-червоним рум'янцем. М'якоть темно-червона, соковита. Смак кисло-солодкий, відмінний. Сорт універсальний, самобезплідний [41]. Середня врожайність складає 15,6 т/га [45]. Введено в Державний реєстр сортів рослин України [16].

Гріот Подбєльський. Німецький сорт, отриманий К. Кохом на початку XX ст. схрещуванням сортів Гріот Остгеймський і Литовська пізня. Описується за даними вивчення у Інституті садівництва УААН. Сорт має чудові смакові і технічні якості плодів, самобезплідний.

Плоди середні, масою 4,0–4,5 г, округлі. Плодоніжка довжиною 35–45 мм, середньої товщини. Шкірка щільна, блискуча, темно-червона, майже чорна. М'якоть темно-червона, ніжна дуже соковита, приємного кисло-солодкого смаку, сік темно-червоний. Кісточка середня, масою 3,8 г, округла. Плоди дозрівають неодночасно у другій-третій декадах червня. Використовують їх у свіжому вигляді та для переробки. Включений в Реєстр сортів рослин України у 1948 році. Поширений в усіх зонах [14, 17].

Плоди містять сухих розчинних речовин – 15,2 %, цукрів – 10,7 %, кислот – 1,2 %, аскорбінової кислоти – 9,7 мг на 100 г [40, 43]. Врожайність сорту складає 15,2 т/га [45].

Найбільш поширений в насадженнях з механізованим збиранням плодів є сорт Лутовка [30].

Лутовка. У Західній Європі (Німеччина, Голландія) культивувався ще в XVI столітті.

Слаборослий сорт, крона характерна, густа, дуже розгалужена, широкопірамідальна.

Плоди вище середнього розміру, 4,0–4,8 г, притуплено-кулястої форми. Забарвлення шкірки темно-червоне, майже чорне. Шкірочка блискуча, тонка, досить міцна. Плодоніжка тонка, дуже довга, міцно прикріплена до плоду.

М'якоть темно-червона, ніжна, соковита. Смак приємний, кислувато-солодкий, з легкою гіркуватістю. Кісточка вільна, велика, загострено-довгаста [11].

Хімічний склад плодів: 19,4 % сухих розчинних речовин, 13,9 % цукру, 1,3 % кислот, 12,3 мг % Р-активних речовин, 12,7 мг % вітаміну С. Врожайність сорту Лутовка складає 30 кг плодів з дерева [11, 12].

Шпанка. Плоди вишні Шпанка великі (середня вага 4–5 г), зі слабкою борозенкою, приплюснуто-округлої форми. Шкірочка глянцева, у достиглих плодів – бордово-коричневого кольору. М'якоть соковита, світло-жовта, кисло-солодка. Сік прозорий, слабкозабарвлений. Кісточка невелика, округлої форми, у стиглих ягід відділяється легко від м'якоті. Плоди містять сухих розчинних речовин 18,4 %, цукру 17,4 %, вітаміну С – 6,9 мг % [38]. Врожайність з дерева 35–50 кг [44].

Для досліджень використовували такі полісахариди та речовини, що занесені до Державного реєсту лікарських засобів України [15]:

аскорутин – вітамін, до складу якого входить рутин та аскорбінова кислота (Україна, виробник ПАТ Київський вітамінний завод);

саліцилова кислота – порошок білого кольору (Україна, виробник ПрАТ «Технолог»);

гліцерин – прозора, безбарвна, густа, в'язка, сиропоподібна рідина, без запаху (Польша, виробник Bioagra-Oli S.A.);

альгінат натрію – натрієва сіль альгінової кислоти (Е 401), порошок кремового кольору (Китай, виробник Xi'an Saiyang Bio-Technology Co., Ltd);

хітозан – білий зі слабким жовтим відтінком порошок чи пластівці без запаху, щільність – 1,35–1,40 г/см^3 (Китай, виробник Baoding Faithful Industry Co., Ltd.);

карагенан – високомолекулярнй полісахарид (Е 407) із складу морських червоних водоростей (Китай, виробник Fengchen group Co., Ltd);

оцтова кислота – безбарвна рідина із різким запахом, консервант (Е 260) (Україна, виробник ФОП Бенкалюк О.Є.)

2.3 Методологічні та технологічні основи проведення досліджень

Напрям 1. Дослідження впливу агрокліматичних показників періоду достигання та оптимальні строки збирання плодів вишні

Дослід 1.1. 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 х 3 м. 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 1.2. Аналогічні дослідження проводили у 2016–2018 рр. на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН з плодами вишні сортів: Гріот Подбєльський, Жадана, Елегантна, Оптимістка, Шанс, Альфа, Пам’ять Артеменка.

Сад посаджено в 2005 р. за схемою 5 х 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 (вище 10°С), кількість опадів та ГТК за період вегетації вишні та фази достигання плодів.

Дослід 1.3. Дослідження врожайності, фізичних показників, зокрема середню масу плоду, масу кісточки, 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 Подбєльський, Жадана, Елегантна, Оптимістка, Шанс, Альфа, Пам'ять Артеменка, Лутовка і Шпанка за досягнення плодами споживної зрілості.

Дослід 1.4. 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 Подбєльський, Жадана, Елегантна, Оптимістка, Шанс, Альфа, Пам'ять Артеменка.

Напрям 2. 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 [34, 35].

Плоди збирали в споживній стадії стиглості, укладали в ящики №5 масою до 5 кг і зберігали за температури 1±0,5°С та відносної вологості повітря 95±1 %. Критерій закінчення зберігання плодів – втрати маси не більше 10 % [36].

Впродовж зберігання плодів визначали природні втрати маси, вихід товарної продукції, інтенсивність дихання, тепловиділення, щільність тканин плодів, зміну компонентів хімічного складу (сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот, аскорбінової кислоти, фенольних сполук, дубильних і барвних речовин, ціанідин-3-рутинозиду, ціанідин-3-глюкорутинозиду, хлорогенову і кавову кислоти), активність ферментів (каталази, пероксидази, поліфенолоксидази, аскорбатпероксидази, супероксиддисмутази), забарвлення, коефіцієнт світлопропускання. Результати приводили з урахуванням втрат маси.

Дослід 2.1. 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 2.2. 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) [5].

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

Дослід 2.3. 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 [2].

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 2.4. 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.

На підставі отриманих результатів розробляли технологічні схеми зберігання плодів вишні за різних способів попередньої обробки.

Напрям 3. Удосконалення технології виробництва заморожених плодів вишні.

Дослідження проводили згідно методичних вказівок по проведенню досліджень із замороженими плодами, ягодами та овочами [36, 37]. Підготовка плодів вишні включала сортування, інспектування, миття, видалення залишку вологи.

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

Дослід 3.1. Дослідження оптимальної температури зберігання заморожених плодів вишні проводили з плодами сортів Гріот Подбєльський і Альфа вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН у 2012–2013 рр.

Дослід 3.2. 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 Подбєльський, 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 $см^3$, заморожували у цукровому сиропі.

Дослід 3.3. 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 0,5 кг(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 $см^3$;
– плоди заморожені в 20 % розчині цукру в пластикових стаканах місткістю до 0,25 $см^3$;
– плоди вишні заморожені в 20 % розчині цукру з додаванням 4 % аскорутину в пластикових стаканах місткістю до 0,25 $см^3$.

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 3.4. 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 3.5. 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 0,5кг та зберігали впродовж шести місяців за температури мінус 18°С.

Дослід 3.6. Встановлення сортів вишні, придатних до заморожування та зберігання здійснювали з плодами вишні сортів Альфа, Жадана, Шанс, Елегантна, Пам'ять Артеменка, Оптимістка, Гріот Подбєльський 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 Подбєльський.

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.

Якість замороженої продукції встановлювали за втратами соку, схильністю до розтріскування, змінами компонентів хімічного складу: сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот, аскорбінової кислоти, дубильних і барвних речовин; оптичної густини, коефіцієнта світлопропускання, антиоксидантної активності, мікроструктури тканин, дегустаційною оцінкою.

2.4 Методи досліджень

Відбір зразків для аналізу здійснювали за ДСТУ ISO 874–2002 [28].

У свіжих, охолоджених та заморожених плодах вишні визначали:

– масу плодів зважуванням на вагах [36],
– довжину плодів, плодоніжки, ширину плодів шляхом вимірювання мікрометром [36],
– дегустаційну оцінку за 5-бальною шкалою [34, 36],
– щільність плодів пенетрометром Fruit penetrometer GY-4 [36],
– втрати маси методом фіксованих проб [36],

– блиск плодів визначали за 5 бальною шкалою, де 1 – тьмяна поверхня, 5 – блискуча,
– інтенсивність дихання плодів вишні за кількістю виділеного диоксиду вуглецю [36],
– дегустаційну оцінку за 5 бальною шкалою (ISO 4120:2007) [9],
– товарну якість продукції після зберігання згідно ДСТУ 8325:2015 [23],
– вихід товарної продукції після зберігання приймали за 100 %.
– дослідження мікроструктури плодів проводили на мікроскопі (“ Micromed XS 2610”),
– визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ) за ДСТУ 8446:2015 [25],
– плісневих грибів та дріжджів за ДСТУ 8447:2015 [26],
– інтенсивність тепловиділення, продуктивність вентиляції (В. А.Колтунов, 2003) [31];
– вміст сухих розчинних речовин – рефрактометром РПЛ-3М за ДСТУ 8402:2015 [36, 24],
– цукрів – ферриціанідним методом за ДСТУ 4954:2008 [21],
– титрованих кислот – титриметричним методом за ДСТУ 4957:2008 [22],
– аскорбінової кислоти – йодометричним методом [27],
– дубильних та барвних речовин за методом Нейбауера і Левенталя [36],
– вміст фенольних речовин методом Фоліна-Чокальтеу [20],
– активність ферменту каталази, пероксидази, поліфенолоксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази за Х. Н. Починком [18].
– антиоксидантну активність за допомогою методу FRAP [7].
– визначення вмісту компонентів хімічного складу плодів із урахуванням втрати маси проводили за формулою (2.1):

$$X = \frac{A \cdot (100 - в)}{100}, \qquad (2.1)$$

де: Х – вміст речовин із урахуванням втрати маси, %;

А – вміст речовин у кінці зберігання, %;

в – втрати маси за період зберігання, %.

– вміст ціанідин-3-глюкорутинозиду та ціанідин-3-рутинозиду за методом високоефективної рідинної хроматографії із діодноматричним детектором (хроматограми зі спектрами поглинання) на приладі Waters (США) [8],
– сокоутримуючу здатність визначали за різницею маси заморожених і дефростованих плодів та здатність до розтріскування (виражали у відсотках) [37],
– коефіцієнт світлопропускання – за допомогою фотоколориметра **(**KFK-2) [36],
– цукрово-кислотний індекс за відношенням вмісту цукрів до кислот,
– органолептичну оцінку заморожених плодів вишні за 5 бальною шкалою [36],
– антоціанів – ціанідин-3-глюкорутинозиду і ціанідин-3-рутинозиду, хлорогенової і кавової кислоти визначали в науковому центрі превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя МОЗ за методом високоефективної рідинної хроматографії із діодноматричним детектором (хроматограми зі спектрами поглинання) на приладі Waters (США) [8].

Для проведення досліджень, плоди вишні замочували в розчині етанолу 4–5 діб, час від часу ретельно перемішуючи. Розчин фільтрували через паперовий фільтр (біла стрічка). Фільтрат переносили в ділильну воронку і розбавляли водним розчином хлориду калію в 20 раз. Розчин в ділильній воронці 4 рази екстрагували етилацетатом (попередньо намоченого водою) при співвідношенні органічної та водної фаз 1:3. Етилацетатні фази відкидали, а водний розчин продували гелієм для вилучення етилацетату. Глікозиди антоціанів вилучали з водного розчину з допомогою патронів для твердофазної екстракції (Sep Par Cartridges for Solid Phase Extraction, фірма Waters, USA). Елюйовані метанолом з поверхні сорбента глікозиди антоціанів вилучали упарюванням метанолу (попередньо підкисленого до pH 1 соляною кислотою) у вакуумі. Таким чином отримували в препаративній формі глікозиди антоціанів. У плодах вишні домінують глікозиди ціанідин-3-глюкорутинозид (Cyd-3-glu-rut) і ціанідин-3-рутинозид (Cyd-3-rut) їх відносний вміст визначали як співвідношення площі хроматографічного піка і суми площин піків усіх ідентифікованих антоціанів [8].

Знаходили співвідношення хроматографічних піків цих двох глікозидів, розраховували вміст кожного глікозиду в одержаному препаративно виділеному стандарті S_1 /S_2, (де S_1 – площа піка Cyd-3-glu-rut; S_2 – площа піка Cyd-3- rut; m – маса глікозидів).

Дослідження процесу льодоутворення в плодах вишні проведено в Інституті садівництва НААН 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). Метод ДТА виявляє фазові перетворення та фізико-хімічні процеси за термічними ефектами, що супроводжують ці зміни при переохолодженні [19]. Реєстрували і записували температуру з допомогою вимірювального комплексу до складу якого входить пристрій контролю температури з комплектом термопар. Для дослідження брали 15–20 плодів, які збирали за три доби до настання споживної стадії стиглості. Перед закладанням в морозильну камеру кожен плід нумерувався, зважувався. Плід укладався в гнізді штатива, зробленого з пінопласту і вміщували в центрі конічної колби місткістю 250 мл. Колбу опускали в ємкість з холодоагентом, охолодженим до температури біля мінус 25°С. Датчик електротермометра вводився в плід і жорстко фіксувався. Ємкість з холодоагентом встановлювали в низькотемпературній камері з температурою мінус 35°С. Після цього проводили автоматичний запис змін температури в плодах вишні.

Маса взятих для аналізу плодів вишні сорту Гріот Подбєльський 5–6 г, Альфа – 5–7 г. Повторність досліду триразова.

Дослідження мікроструктури заморожених плодів вишні здійснювали мікроскопом „Біолам” С1У4.2 з фіксацією зображень на комп’ютері з допомогою відеокамери та системи для мікроскопії і аналізу „Image Scope Lite”.

Для проведення дегустаційної оцінки всі зразки з плодами вишні було закодовано. Крім органолептичної оцінки для повної характеристики плодів враховували фізичні показники – довжину, ширину, висоту плодів, довжину плодоніжки, об’єм плодів, середній геометричний діаметр, площу поверхні плоду, сферичність, колір плодів. Для визначення кожного параметра було взято не менше 10 плодів кожного сорту.

Об’єм плоду визначали за формулою (2.2):

$$Vf = 4/(3r^3 \pi), \qquad (2.2)$$

де r – радіус плоду (2.3):

$$r = (Lf + Wf + Tf)/6, \qquad (2.3)$$

де: Lf – довжина плоду, мм;

Wf – ширина плоду, мм;

Tf – висота плоду, мм.

Середній геометричний діаметр розраховували (2.4):

$$Dg = (Lf \cdot Wf \cdot Tf)/3 \qquad (2.4)$$

Сферичність (2.5):

$$\Theta = Dg/Lf \qquad (2.5)$$

Площу поверхні плоду (2.6):

$$S = Dg2\pi \qquad (2.6)$$

Методом кореляційних плеяд [1, 6, 10] визначали залежність між компонентами хімічного складу заморожених плодів вишні. Для цього:

1. Використовуючи статистичний аналіз, вираховували коефіцієнти кореляції між встановленими атрибутами для певної кількості з’єднань, число яких (2.7):

1. $C = N (N–1) 2, \qquad (2.7)$

де: C – кількість зв’язків;

N – кількість символів.

2. Була побудована кореляційна матриця залежностей, в якій вилучені коефіцієнти кореляції при достовірному рівні $p < 0,05$.

3. Побудовано кореляційне кільце, в якому визначалися первинні центри

зв’язку.

4. Встановлено ступінь залежності між якісними характеристиками:

– СРР – вміст сухих розчинних речовин, %;

ТК – вміст титрованих кислот (в перерахунку на яблучну кислоту), %;

– АК – вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г;

– ДБР – вміст дубильних і барвних речовин, %;

– АОА – антиоксидантна активність ммоль/дм^3.

Визначення кращого сорту плодів вишні за фізико-хімічними та органолептичними показниками для заморожування та зберігання проводили методом багатокритеріальної оптимізації [29].

Для цього спочатку:

– встановлювали максимальні (f_j^+) і мінімальні (f_j^-) значення кожного показника;

– за формулою (2.8) проводили нормування максимальних величин, значень відповідних критеріїв, коли $f_j^{опт} \to \max$, $f_j^{опт} \to f_j^+$.

$$f_{\hat{j}}(x_i) = \frac{(f_j(x_i) - f_j^-)}{f_j^+ - f_j^-}, \quad f_j \to \max \qquad (2.8)$$

– оскільки втрата клітинного соку при заморожуванні плодів приймає значення, що прямує до мінімуму ($f_1^{опт} \to \min$) то формула буде мати вигляд (2.9):

$$f_{\hat{1}}(x_i) = \frac{(f_1^+ - f(x_i)}{f_2^+ - f_2^-}, \quad f_1^{опт} \to \min, \qquad (2.9)$$

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 заморожування буде мати вигляд (2.10):

$$\varphi(x_i) = \sum^{n} \left| f_{\hat{j}}(x_i) - f_{\hat{j}}(x^j) \right| \to \min, \qquad (2.10)$$

де: *φ (x$_i$)* – цільова функція i-го сорту;

x^i – ідеальний сорт.

Для вибору кращого сорту виконується умова:

$$\varphi(x^{onm}) \to \varphi(x^i) \to 0$$

У заморожених плодах вишні для узагальнення результатів досліджень використовували узагальнену функцію Харрінгтона [4, 32], що є середнім геометричним функцій бажаності.

$$D = \sqrt[q]{d_1 \cdot d_2 \cdot ... d_q}\,, \tag{2.11}$$

де: d_1, d_2–.d_q – бажаний рівень (функція бажаності 1-го, 2-го і т.д. параметра оптимізації);

q – число параметрів оптимізації.

Залежність (2.11) дозволяє замінити декілька параметрів оптимізації одним.

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

У випадку односторонніх обмежень на параметри оптимізації функція бажаності має вигляд (2.12):

$$d_i = (\exp(-\exp(-y_i'))\,, \tag{2.12}$$

де y' – деяка безрозмірна величина, зв'язана з параметром оптимізації y_i лінійною залежністю:

$$y' = b_0 + b_1 y_i\,, \tag{2.13}$$

де b_0, b_1 – коефіцієнти, які можна визначити, якщо для двох значень параметрів оптимізації y_i задати відповідні значення функції бажаності (d).

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. [33, 39]. Використовували комп'ютерні програми MS Exsel, Statistica 10.

Висновки до розділу 2

Поставлена програма, відібрані матеріали, методи та методика проведення досліджень задовольняють прийняту гіпотезу, а проведені спостереження, обліки й аналізи дадуть змогу теоретично та практично визначити, узагальнити та обґрунтувати формування та збереження якості плодів вишні з полісахаридними плівкоутворюючими композиціями.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Callahan Hilary S., Donald M. Waller. Phenotypic integration and the plasticity of integration in an amphicarpic annual. International journal of plant sciences. Vol. 161, no. 1, 2000. P. 89–98.
2. Díaz-Mula H.M., Serrano M., Valero D. Alginate coatings preserve fruit guality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food and Bioprocess Technology. 2012. Vol.5. P. 2990–2997.
3. Directive 94/62/ EC as regards reducing the consumption of light-weight plastic carrier bags // Directive (EU) 2015/ 720 of the Eu-ropean Parlament and of the council Date of access: 03.03.2016. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri = CELEX:32015L0720.
4. Harrington E. C. The desirable function. Industrial Quality Control. 1965. Vol. 21. № 10. P. 124–131.
5. Lin M. G., Lasekan O., Saari N., Khairunniza-Bejo S. Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (Dimocarpus longan) fruits CyTA. Journal of Food. 2018. Vol. 16(1). P. 490–497.
6. Mitchell R. J. Testing evolutionary and ecological hypotheses using path analysis and structural equation modelling. Functional Ecology. 1992 Vol. 6. P. 123–129.
7. Nilsson J., Pillai D., Onning G. Comparison of the 2,2'– azinobis–3–

ethylbenzotiazo–line–6–sulfonic acid (ABTS) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) methods to asses the total antioxidant capacity in extracts of fruit and vegetables. Mol. Nutrition Food Res. 2006. Vol. 49. P. 239–246.

8. Robbins R. J., Bean S. R. Development of a quantitative high-performance liquid chromatography-photodiode array detection measurement system for phenolic acids. J Chromatogr A. 2004. Vol .1038(1–2). P. 97–105.

9. Slovenski standart Methodology. – Triangle test SIST EN ISO 4120:2007. 10 p.

10. Steppan S. J. Phylogenetic analysis of phenotypic covariance structure. I. Contasting results from matrix correlations and common principal components analysis. Evolution. 1997. Vol. 51. 586 p.

11. Вирощування вишні Лутівка. URL: https://moeselo.kr.ua/viroshhuvannja-vishni-lutivka.html.

12. Вишня Лутовка URL: https://densiflora.com.ua/ua/p901744665-vishnya-lotovka.html.

13. Вишня.URL:http://agroua.net/plhttps://uk.farmforage.com/1516-cherries-description-and-photo-of-medium-ripening-va.html?ant/catalog/cg-48/c-56/.

14. Гріот Подбєльський. URL: http://mlpomology.org.ua/podbelska/.

15. Державний реєстр лікарських засобів України МОЗ. (2004 р. № 411) URL: http://www.drlz.com.ua/ibp/ddsite.nsf/all/shlist?opendocument&query.

16. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ, 2021. С. 462–463.

17. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2006 рік. Київ, 2006. 230 С.

18. Дослідницький практикум. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції/ Сердюк М. Є. та ін. Мелітополь: «Люкс», 2020. 369 с.

19. ДСТУ 1.1–7–94. Методи термічного аналізу матеріалів. Терміни та визначення. Київ: Держкоммістобудування, 1994. 25 с.

20. ДСТУ 4373:2005. Фрукти, овочі та продукти їх перероблляння. Методи визначення вмісту поліфенолів. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 6с.

21. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 17 с.

22. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання титрованої кислотності. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10 с.

23. ДСТУ 8325:2015. Вишня свіжа. Технічні умови: [Введ. в дію 1.07.2017]. 7 с.

24. ДСТУ 8402:2015 Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин [Чинний від 2017.07.01]. Київ, 2017. 19 с.

25. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. [Чинний від 2017–07–01]. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 13 с.

26. ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісеневих грибів. Чинний від 01.01.2017. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 15 с.

27. ДСТУ ISO 6557–2:2014. Фрукти, овочі та продукти їх перерobляння. Визначення вмісту аскорбінової кислоти. Київ: Держспоживстандарт. 2015. 10с.

28. ДСТУ ISO 874–2002. Фрукти та овочі свіжі. Відбирання проб [Чинний від 2003.10.01]. Київ, Держспоживстандарт України, 2003. 6 с.

29. Іванченко В. Й., Іванова І. Є. Вибір кращого для заморожування та тривалого зберігання сорту дюків з оптимальним комплексом параметрів органолептичних та фізико-хімічних показників плодів. Виноградарство і виноробство. 2009. № 39. С. 49–52.

30. Кіщак О. А., Зарубенко В. І., Пелехатий В. М., Пелехата Н. П. Оцінка перспективних сортів вишні на придатність до механізованого збирання плодів. Садівництво. 2019. Вип.74. С. 20–25.

31. Колтунов В. А. Технологія зберігання продовольчих товарів: Лабораторний практикум. Київ: КНТЕУ, 2003. 341 с.

32. Колтунов В., Белінська Є. Обгрунтування ефективності збереженості

редису методом Харрінгтона. Товари і ринки. 2010. № 2. С. 62–68.

33. Мамчич Т. І., Оленко А. Я., Осипчук М. М., Шпортюк В. Г. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA. Дрогобич: Відродження, 2006. 204 с.

34. Методичні рекомендації по зберіганню плодів, овочів і винограду. Організація і проведення досліджень. За ред. С.Ю. Дженєєва, В.І. Іванченко. Ялта. Інститут винограду і вина «Магарач», 1998. 152 с.

35. Мойсейченко В. Ф. Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевої продукції. Київ: НМК ВО, 1992. 362 с.

36. Найченко В. М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: навчальний посібник. Київ: ФАДА ЛТД, 2001. 211 с.

37. Найченко В.М., Заморська І.Л. Практикум з технології зберігання плодів та овочів з основами товарознавства: підручник. Умань. 2010. 211 с.

38. Наш дім. Кісточкові культури. URL: http://bibliograph.com.ua/spravochnik-26/37.htm.

39. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / Єщенко В. О. та ін. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

40. П’ять найпопулярніших в Україні сортів вишні URL: https://agrarii-razom.com.ua/article/pyat-naypopulyarnishih-v-ukraini-sortiv-vishni.

41. Постоленко Є. П. Найкращі сорти вишні для заморожування.Овочі и фрукти. 2018. №1. С. 48–51.

42. Проект закону про обмеження обігу пластикових пакетів на території України № 2051–1 від 18.09.2019 року. URL:http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JI00504A.html.

43. Сорт вишні Подбєльский. URL: https://perebus.com.ua/vishnya-podbelskij-opis-sortu-foto-vidguki-zapilyuvachi/.

44. Сорт вишні Шпанка. URL: https://perebus.com.ua/vishnya-shpanka-opis-sortu-foto-vidguki.

45. Хоменко І. І., Костюк Л. А., Мамалига І. І. Економічна ефективність нових сортів плодових культур. Вісник аграрної науки. 2017. № 4. С. 54–59.

46. Який сорт вишні вибрати для вирощування на Україні: URL: https://poradumo.com.ua/369027-yakiy-sort-vishni-vibrati-dlya-viroshhuvan.

РОЗДІЛ 3
ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ВИШНІ НА ПРИДАТНІСТЬ ДО ЗБЕРІГАННЯ

3.1 Агрокліматичні показники періоду достигання та оптимальні строки збирання плодів вишні

Ріст і розвиток рослин, накопичення врожаю відбувається шляхом якісних та кількісних змін, що відбуваються під впливом агрокліматичних факторів, зокрема суми температур та кількості опадів. Від тривалості періоду з температурами вище певних меж, тобто від забезпеченості теплом залежить ріст і розвиток рослин, ступінь їхнього дозрівання та врожайність.

У роки досліджень, за даними метеостанції Умань, спостерігалися значні коливання метеорологічних умов (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Агрокліматичні показники за період вегетації плодів вишні

(за даними метеостанції Умань)

Рік	Період вегетації	Сума ефективних температур, °С		Кількість опадів, мм		ГТК	
		Період вегетації	Фаза достигання 15 діб	Період вегетації	Фаза достигання 15 діб	Період вегетації	Фаза достигання 15 діб
2013	80	710,3	318,3	191,9	52,6	2,7	1,7
2014	84	546,1	269,0	298,5	43,9	5,5	1,6
2015	89	564,2	286,8	233,9	12,8	4,1	0,4
2016	80	398,2	143,6	191,1	30,7	4,8	2,1
2017	82	611,6	131,1	256,9	19,6	4,2	1,5

Сума ефективних температур впродовж вегетаційного періоду плодів вишні коливалася в межах 398,2–710,3°С. Причому, найбільш жарким був 2013 рік, коли сума ефективних температур становила 710,3°С, а в період достигання плодів температурні показники сягнули значення 318,3 °С. Помірні температури спостерігали 2014 і 2015 років у періоди вегетації та достигання плодів. Найменша сума ефективних температур 398,2 °С зареєстрована у 2016 році, а в період достигання плодів 143,6 °С, що характеризує погодні умови вирощування плодів 2013 і 2016 років як несприятливі, порівняно з помірними в 2014 і 2015 роках.

Вологість є головним чинником, що визначає умови формування плодів. За даними метеостанції Умань кількість опадів за період вегетації коливалася від 191,1 до 298,5 мм. У період достигання плодів їх кількість становила 12,8–52,6 мм. Нестача вологи за фази достигання в 2015, та її надмірна кількість у 2013 роках негативно впливала на формування плодів вишні.

Вплив погодних умов періоду вегетації на якісний склад плодів вишні можна оцінити за допомогою комплексного показника – гідротермічного коефіцієнта (ГТК). Впродовж дослідження за період вегетації показник був на рівні 2,7–4,8. У фази достигання плодів вишні ГТК найнижчим був у 2015–0,4, а найвищий у 2016 роках – 2,1. В інші роки досліджень він був помірнішим і варіював від 1,5 до 1,7.

Агрокліматичні показники за період вегетації плодів вишні впродовж 2016–2018 років за даними Мліївської дослідної станції помології ім. Л.П.Симиренка суттєво різнилися (табл. 3.2). Сума ефективних температур становила 417,4–615,8°С. Найвищою вона була 2017 року (615,8°С), найнижчою – 2016 року (417,4°С). За фази достигання плодів – навпаки, сума ефективних температур найнижча – 2017 року (139,7°С), а найвища – 2016 року (154,2°С). Підвищена та понижена температура під час достигання плодів вплинула на формування їхньої якості.

Водночас із температурним чинником значно впливали на формування якості плодів вишні опади. Впродовж 2016–2018 років досліджень за період вегетації їх кількість була на рівні 204,3–312,2 мм. За роками досліджень найбільше опадів випало за період вегетації 2018–312,2 мм, а найменше 2016 року – 204,3 мм.

За фази достигання тенденція була подібна – найвища кількість опадів 2018 року – 36,6 мм; найнижча 2017 року – 23,5 мм.

Таблиця 3.2

Агрокліматичні показники за період вегетації плодів вишні

(за даними метеостанції Мліївської дослідної станції помології ім. Л.П. Симиренка ІС НААН)

Рік	Період вегетації, днів	Сума ефективних температур, °С		Кількість опадів, мм		ГТК	
		Період вегетації	Фаза достигання 15 діб	Період вегетації	Фаза достигання 15 діб	Період вегетації	Фаза достигання 15 діб
2016	85	417,4	154,2	204,3	34,7	4,9	2,3
2017	87	615,8	139,7	265,8	23,5	4,3	1,7
2018	90	593,4	148,4	312,2	36,6	5,2	2,5

Впродовж періоду вегетації ГТК був на рівні 4,3–5,2. Найвищий – у 2018 році (5,2), а найнижчий – у 2017 році (4,3). За фази достигання цей показник був на рівні 1,7–2,5.

Відомо, що повноцінне вирощування вишні можливе в регіонах з сумою температур понад 10 °С на рівні 2000–2200 °С за тривалості періоду із середньодобовою температурою вищою за +15 °С не менш, ніж 80 днів [10, 11]. Так, в умовах Південного Степу України максимальна врожайність вишні формувалася за суми активних температур з квітня по жовтень 1391,6–1499,1°С [18].

Дослідженнями встановлено, що в зоні Правобережного Лісостепу України достигання плодів вишні суттєво залежало від суми температур вище 10 °С та строків достигання сортів (табл. 3.3). Так, дата збирання врожаю ранніх сортів вишні (Шанс, Шпанка) припадала на початок та кінець II декади червня (14.06–25.06), ранньо-середніх (Гріот Подбєльський, Елегантна та Оптимістка) – переважно II декада червня (18.06–27.06). Середні і середньопізні сорти вишні – Пам’ять Артеменка , Жадана та Альфа достигали в I-II декаду липня (02.07–15.07), тоді як сорт Лутовка – найпізніше – в III декаду липня (22.07–27.07).

Таблиця 3.3

Строки достигання плодів вишні залежно від суми температур вище 10°С

Рік	Сума температур вище 10 °С до досягнення споживної зрілості	Сорт (група								
		Ранній		Ранньо-середній			Середні		Середньо-пізній	Пізній
		Шанс	Шпанка	Гріот Подбєльський	Елегантна	Оптимістка	Пам'ять Артеменка	Жадана	Альфа	Лутовка
2013	551,4	15.06	19.06	–	–	–	–	–	–	–
	670,9	–	–	18.06	21.06	22.06	–	–	–	–
	786,7	–	–	–	–	–	02.07	02.07	12.07	–
	880,7	–	–	–	–	–	–	–	–	22.07
2014	414,3	21.06	–	–	–	–	–	–	–	–
	479,7	–	24.06	25.06	25.06	27.06	–	–	–	–
	578,1	–	–	–	–	–	06.07	08.07	15.07	–
	702,1	–	–	–	–	–	–	–	–	25.07
2015	419,6	18.06	–	–	–	–	–	–		–
	502,6	–	22.06	22.06	25.06	25.06	–	–	–	–
	618,1	–	–	–	–	–	04.07	06.07	14.07	–
	712,1	–	–	–	–	–	–	–	–	25.07
2016	364,0	22.06	–	–	–	–	–	–	–	–
	509,0	–	23.06	23.06	25.06	27.06	–	–	–	–
	610,0	–	–	–	–	–	06.07	06.07	15.07	–
	740,0	–	–	–	–	–	–	–	–	26.07
2017	339,0	23.06	–	–	–	–	–	–	–	–
	459,0	–	25.06	25.06	25.06	26.06	–	–	–	–
	551,0	–	–	–	–	–	06.07	06.07	15.07	–
	651,0	–	–	–	–	–	–	–	–	27.07
2018	556,0	15.06	20.06	–	–	–	–	–	–	–
	648,0	–	–	19.06	22.06	24.06	–	–	–	–
	739,0	–	–	–	–	–	03.07	04.07	14.07	–
	845,0	–	–	–	–	–	–	–	–	22.07

Впродовж досліджуваного періоду початок достигання плодів вишні співпадав з накопиченням суми температур вище 10 °С: для ранніх сортів – на рівні 339,0–556,0 °С за середньої 440,7 °С; ранньо-середніх – 459,0–670,9 °С (середнє значення 544,9 °С); середніх – 551,0–786,7 °С (647,15 °С) та для пізніх – 651,0–880,7 °С (755,1 °С).

Таким чином, 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 достигання плодів вишні сума ефективних 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).

3.2 Врожайність, фізичні показники та товарна оцінка плодів вишні

Дослідженнями А. М. Шкіндер-Бармінoї [22] встановлено, що формування середньої маси плодів на 63,4 % залежить від особливостей сорту та 13,3 % умов зовнішнього середовища.

За результатами досліджень встановлено (рис. 3.1), що середня маса плоду вишні залежала від сортових особливостей. Зокрема, у сорту Гріот Подбєльський (контроль) вона становила (4,6 г). Подібні показники одержано у сорту Елегантна (4,5 г) та Лутовка (4,4 г). Середня маса плодів вишні сортів Пам’ять Артеменка та Шпанка в середньому знаходилася в межах 4,7–4,8 г. Істотно вищі показники середньої маси на 0,3–0,6 г встановлено для плодів вишні сортів Оптимістка (4,9 г), Альфа (5,1 г) і Жадана (5,2 г). Оскільки середня маса плоду вишні досліджуваних сортів була понад 4,8 г, то згідно ранжування за масою їхні плоди віднесено до великих з вагою в межах від 4,8 г до 6,2 г, як зазначає А. М. Шкіндер-Бармінa [21, 23].

Як видно з рис. 3.1 урожайність плодів вишні істотно змінювалась впродовж періоду досліджень та залежала від сортових особливостей. Так, для вишні сорту Шанс вона була найнижчою (6,9 т/га). Неістотно від цього сорту відрізнялася врожайність сортів Пам'ять Артеменка та Оптимістка (8,3–8,5 т/га). Врожайність понад 10 т/га зафіксовано у дерев сортів Елегантна, Шпанка, Лутовка та Жадана, тоді як найбільш врожайними за період досліджень були дерева сортів Альфа (11,2 т/га) та Гріот Подбєльський (12,4 т/га).

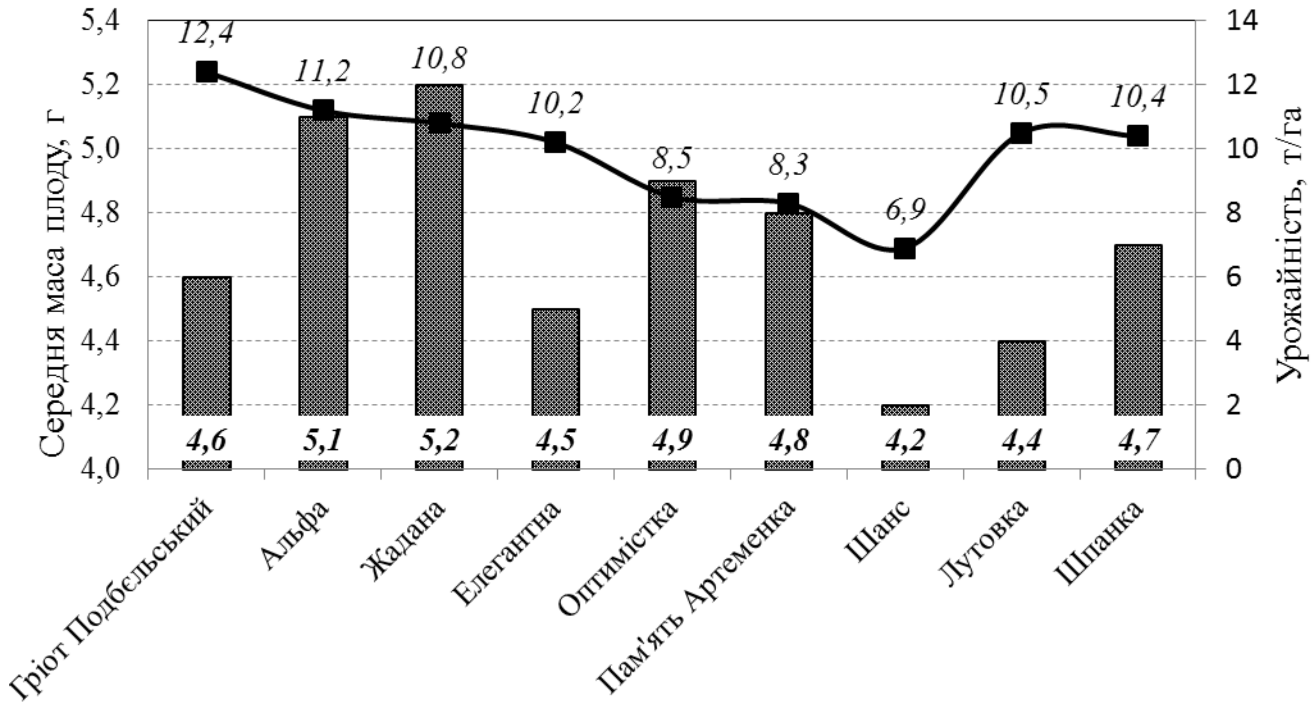


Рис. 3.1 **Врожайність** *(НІР$_{05}$ = 1,8)* **та середня маса** *(НІР$_{05}$ = 0,2)* **плодів вишні**, (2016–2018 рр.):

– Середня маса плоду; –Врожайність.

Середня маса плоду, в тому числі кісточки та довжина плодоніжки представлені на рисунку 3.2.

Маса кісточки плодів вишні дослідних сортів Пам'ять Артеменка, Оптимістка, Альфа, Жадана відноситься до великої – 0,32–0,40 г, натомість плоди вишні інших досліджуваних сортів мають середню вагу кісточки (0,29–0,31 г). Розрахунок відношення маси плоду до маси кісточки показав, що частка кісточки від загальної маси плоду різних сортів вишні складає 6,6–7,7 %, тоді як на м'якуш припадає 92,3–93,4 %. Причому у сортів Альфа, Жадана та Шанс частка кісточки є найбільшою – 6,9–7,7 %.

Довжина плодоніжки всіх дослідних зразків знаходилась у межах від 25,4 мм у сорту Шанс до 32,1 мм у сорту Жадана, причому у сортів Оптимістка, Альфа та Жадана довжина плодоніжки перевищувала 30 мм.

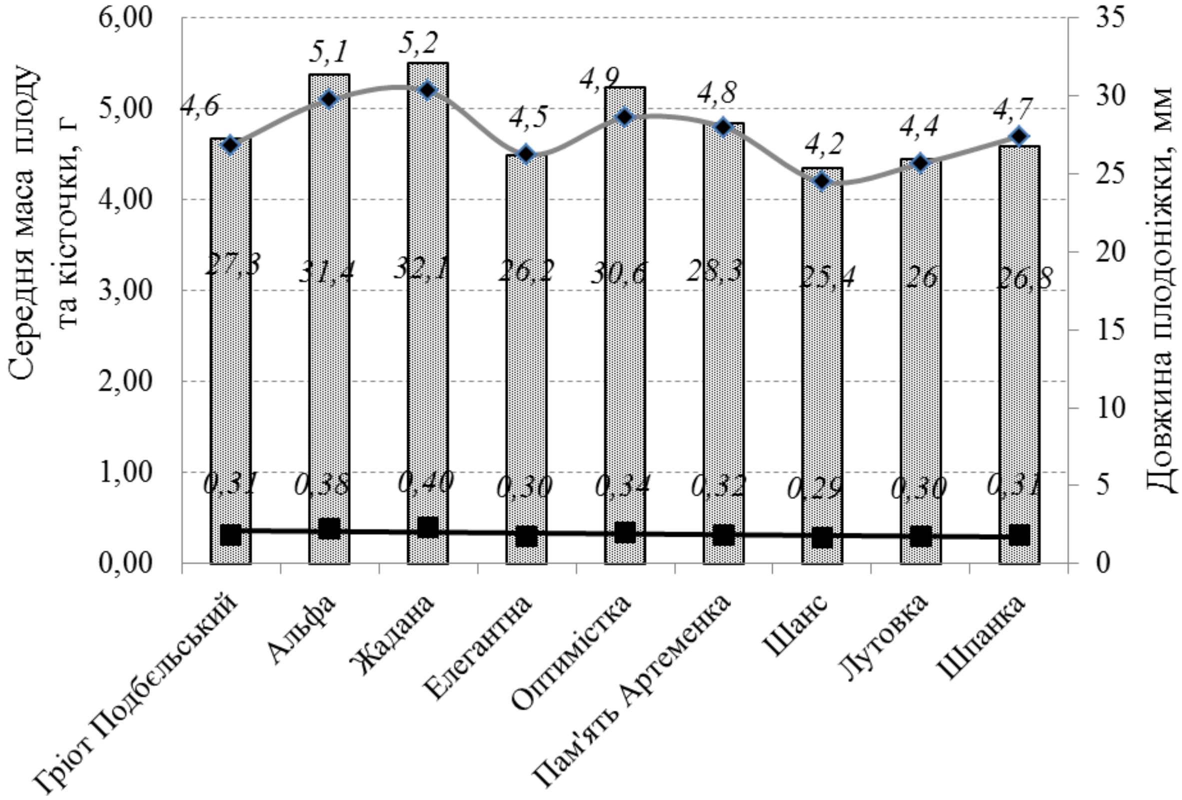


Рис. 3.2 **Фізичні показники плодів вишні різних сортів: середня маса плоду** *HIP_{05} = 0,2;* **маса кісточки** *(HIP_{05} = 0,01);* **довжина плодоніжки** *(HIP_{05} = 1,1),* (2016–2018 рр.):

– Довжина плодоніжки; – маса плоду; – маса кісточки.

На рис. 3.3 показано довжину, ширину та висоту плодів вишні дослідних сортів, що значно залежали від особливостей сорту. Довжина плодів вишні дослідних сортів істотно відрізнялась від контролю (Гріот Подбєльський). Найменша вона у плодів вишні сортів – Шанс, Пам’ять Артеменка, Елегантна (17–18 мм). Плоди вишні сортів Оптимістка, Альфа і Жадана були завдовжки 20–22 мм.

Ширина плодів вишні сорту Шанс істотно не відрізнялась від Гріот Подбєльський (контроль) (18 мм). Проте, плоди вишні сортів Елегантна, Альфа, Оптимістка, Пам'ять Артеменка і Жадана були завширшки 20–22 мм.

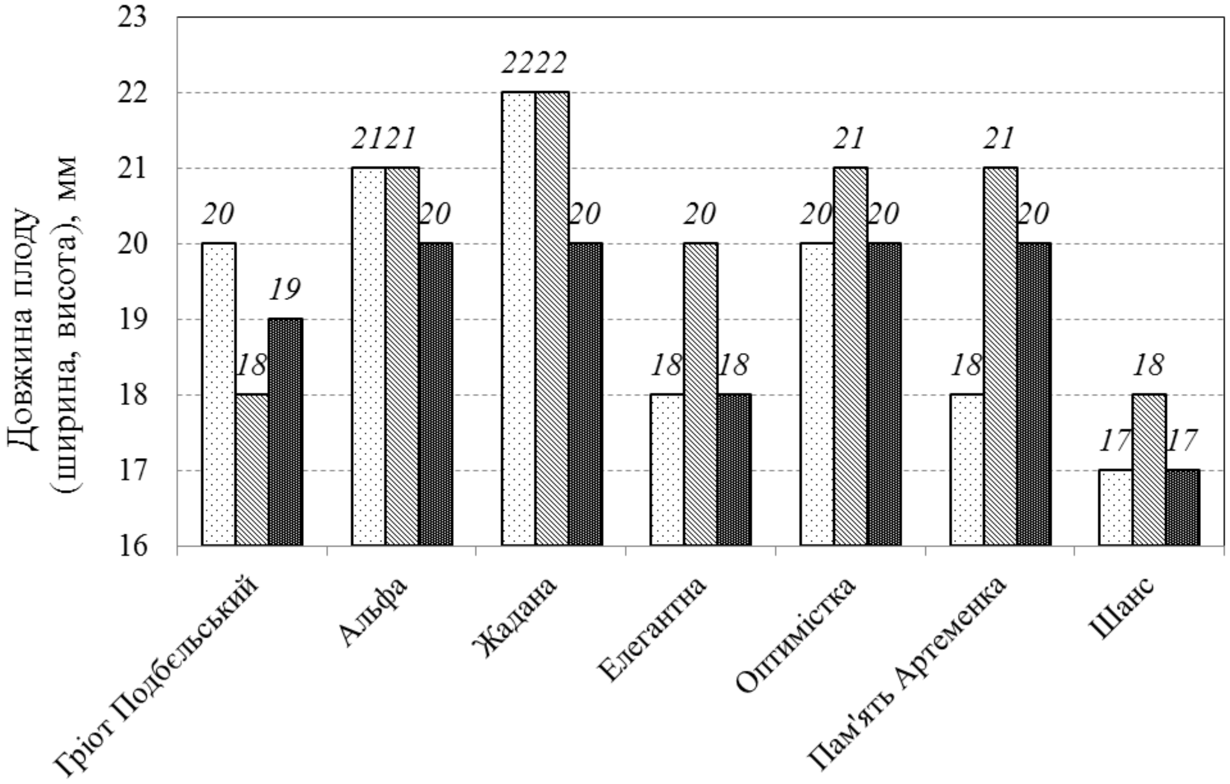


Рис. 3.3 **Фізичні показники плодів вишні різних сортів: довжина плоду** *($НІР_{05}$ = 0,4)*; **ширина плоду** *($НІР_{05}$ = 0,9);* **висота плоду (***$НІР_{05}$ = 0,9),*
2016–2018 рр.:

□ Довжина; ▧ Ширина; ▦ Висота.

Заввишки плоди вишні дослідних сортів, порівняно з контролем, істотно різнилися сягаючи мінімальних значень у плодів вишні сорту Шанс та Елегантна (17 і 18 мм), і максимальних – у сортів Альфа, Жадана, Оптимістка, Пам'ять Артеменка (20 мм).

На основі знайдених показників для плодів вишні знайдено: товщину, об'єм, середній геометричний діаметр, площу поверхні та сферичність (табл. 3.4).

Дослідженнями встановлено, що об'єм плодів вишні коливався в межах від 1,98 до 5,13 см^3 сягаючи максимального значення у сорту Жадана. що перевищувало мінімум встановлений у плодів сорту Шпанка в 3,6 рази. Об'єм плодів сорту Лутовка наближався до значення сорту Шпанка з різницею на 0,54 $см^3$.

Середній об’єм плодів понад 4 $см^3$ за період досліджень мали плоди сортів Альфа та Оптимістка, тоді як вказаний показник решти сортів не досягав цього значення.

Таблиця 3.4

Фізичні показники плодів вишні різних сортів (2016–2018 рр.)

Сорт	Об’єм, *$см^3$*	Середній геометричний діаметр, *мм*	Площа поверхні плодів, *$мм^2$*	Сферичність
Гріот Подбєльський	3,59±0,02	19,00±0,01	1133,54	0,95
Альфа	4,58±0,01	20,67±0,02	1341,13	0,98
Жадана	5,13±0,03	21,33±0,02	1429,05	0,97
Елегантна	3,37±0,02	18,67±0,02	1094,12	1,04
Оптимістка	4,45±0,02	20,33±0,01	1298,22	1,02
Пам'ять Артеменка	3,94±0,02	19,67±0,01	1214,48	1,09
Шанс	2,76±0,01	17,33±0,02	943,4	1,02
Лутовка	1,98±0,01	15,67±0,01	770,70	0,87
Шпанка	1,44±0,02	14,00±0,02	615,44	0,88
Середнє	*3,5*	*18,5*	*1093,3*	*1,0*

Вимірювання середнього геометричного діаметру плодів вишні показало суттєві відмінності між досліджуваними сортами за максимального у плодів сорту Жадана (21,33 мм), що в більш ніж 1,5 рази перевищувало мінімальне значення, виявлене в плодів сорту Шпанка.

Розрахунок площі поверхні плодів свідчить про істотні переваги сорту Жадана (1429,05 $мм^2$), тоді як плоди сортів Шпанка, Лутовка та Шанс не перевищили за цим показником значення 1000 $мм^2$.

Сферичність – це параметр, який вказує на скільки форма плоду відповідає ідеальній сфері. Ідеальна сфера характеризується сферичністю і чим більше визначена сферичність відрізняється від 1, тим більше форма плоду відхиляється від ідеальної [5, 9].

Для плодів вишні сортів Альфа, Шанс і Оптимістка сферичність відрізняється від 1 на 0,02 од., тобто найменше. Найбільше відрізняється вона для плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка – на 0,09 од. та Шпанка і Лутовка – на 0,12–0,13 од.

Дослідження плодів вишні за забарвленням шкірки, м'якоті та соку (табл. 3.5) показали, що сорти вишні Гріот Подбєльський, Жадана, Пам'ять Артеменка та Лутовка відносяться до групи морелей за рахунок темно-червоного забарвлення шкірки, м'якоті та від червоного до темно-червоного соку.

Таблиця 3.5

Забарвлення плодів вишні різних сортів

Сорт	Забарвлення			Коефіцієнт світло-пропускання, %	Група сортів
	шкірки	м'якоті	соку		
Гріот Подбєльський	темно-червоне	темно-червоне	темно-червоне	42,3	морелі (гріоти)
Альфа	темно-червоне	темно-червоне	червоне	38,5	аморелі
Жадана	помірно-червоне	темно-червоне	темно-червоне	36,2	морелі (гріоти)
Елегантна	темно-червоне	темно-червоне	помірно-червоне	34,2	аморелі
Оптимістка	темно-червоне	помірно-червоне	помірно-червоне	37,3	аморелі
Пам'ять Артеменка	помірно-червоне	темно-червоне	темно-червоне	40,9	морелі (гріоти)
Шанс	темно-червоне	темно-червоне	помірно-червоне	36,4	аморелі
Лутовка	темно-червоне	темно-червоне	червоне	40,7	морелі (гріоти)
Шпанка	темно-червоне	помірно-червоне	помірно-червоне	34,0	аморелі
$НІР_{05}$				*2,2*	–

Тоді як у плодів сортів Елегантна, Оптимістка, Шанс та Шпанка спостерігалося переважно помірно-червоне забарвлення м'якоті та соку. Вимірювальним показником забарвлення плодів є коефіцієнт світлопропускання, який у вишні сорту Гріот Подбєльський (контроль) знаходився на рівні 42,3 % та практично не відрізнявся від аналогічного показника сортів Пам'ять Артеменка та Лутовка. Отримані результати цілком узгоджуються з результатами візуального методу досліджень. Істотно нижчий коефіцієнт світлопропускання мали плоди вишні сорту Елегантна (34,2 %), Шпанка (34,0 %), що дозволило віднести плоди цих сортів до групи аморелей. Значно відрізнялись від контролю та не мали різниці в межах сорту – Жадана, Шанс і Оптимістка.

Оскільки вирішальну роль щодо строків придатності продукту до споживання відіграють органолептичні характеристики, особливо зовнішній вигляд, щільність [6]. Для встановлення органолептичних властивостей продукту визначають аромат, забарвлення, смак і текстуру [2]. Визначення сенсорної (органолептичної) оцінки якості свіжих плодів необхідно проводити разом із фізичними та хімічними показниками. Дегустаторам рекомендують використовувати шкалу для оцінки кольору плоду, довжини плодоніжки, довжини, ширини, товщини ягід, маси плоду, кісточки, солодкості, кислотності, блиску, соковитості та загальної якості [1, 5].

E. Velickova і E. Winkelhausen [9] зазначають, що значення відтінку, забарвлення та щільності плодів позитивно корелює з сенсорними характеристиками, особливо, із зовнішнім виглядом [9]. При цьому, в проведених дослідженнях для аналізу показників сенсорної оцінки використовують кластерний аналіз, який дає можливість більш повно дати оцінку якості плодів кожного сорту.

Загальна органолептична оцінка плодів вишні знаходилась в межах від 4,2 до 4,8 балів (рис. 3.4).

Високі бали отримали плоди вишні сортів Елегантна, Альфа та Пам'ять Артеменка – 4,8 бали, Оптимістка, Жадана, Гріот Подбєльський і Лутовка – 4,5–4,7 бали. Найнижчу дегустаційну оцінку мали плоди вишні сорту Шанс.

За блиском найвищу оцінку мали плоди вишні сортів Жадана й Елегантна, менш відрізнялись плоди сорту Шанс.

За смаком відмінні плоди сортів Елегантна, Альфа і Пам'ять Артеменка.

Аромат і колір плодів суттєво переважали в плодах вишні сортів Гріот Подбєльський, Альфа, Елегантна. Розмір найменший у плодах вишні сорту Елегантна та Шанс.

Рис.3.4 **Органолептичні показники плодів вишні:** зовнішній вигляд *($НІР_{05}$ = 0,2)*, аромат *($НІР_{05}$ = 0,2)*, колір *($НІР_{05}$ = 0,2)*, консистенція *($НІР_{05}$ = 0,2)*, смак *($НІР_{05}$ = 0,2)*, загальна оцінка *($НІР_{05}$ = 0,2);* (середнє за 2016–2018 рр.):

Гріот Подбєльський; Альфа; Жадана;
Елегантна; Оптимістка; Пам'ять Артеменка;
Шанс; Лутовка; Шпанка.

Необхідною умовою сучасного споживача за якою він проводить вибір плодів є їх розмір і смак. З рис. 3.5 видно, що зі збільшенням маси плодів вишні від 4,2 г (Шанс) до 4,5 г (Елегантна), дегустаційна оцінка змінювалась (4,0–5,0 балів).

Найвищою вона залишалась для плодів вишні сорту Елегантна (4,5 г) – 5,0 балів. Істотно нижча вона у плодів вишні сортів Оптимістка (4,9 г), Пам’ять Артеменка (4,8 г) та Альфа (5,1 г) – 4,5–4,8 бали. Для плодів вишні сорту Шанс та Жадана дегустаційна оцінка була доброю (4,0 –4,4 бали).

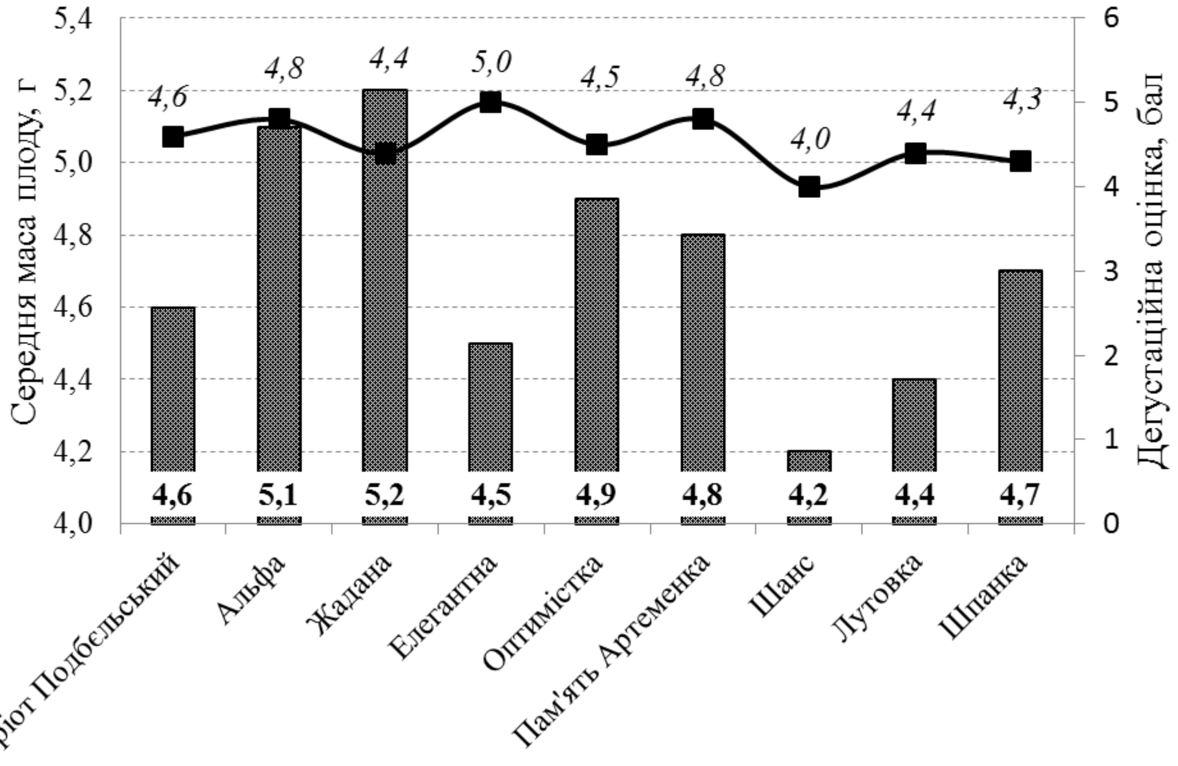


Рис. 3.5 **Середня маса та дегустаційна оцінка плодів вишні**

(HIP_{05} = 0,2), (2016–2018 рр.):

– Середня маса плоду; – Дегустаційна оцінка.

За отриманими результатами слід відмітити тенденцію до поліпшення органолептичних властивостей плодів вишні зі збільшенням їхньої середньої маси (рис. 3.6). Вказана залежність чітко прослідковується у плодів сортів Гріот Подбєльський, Альфа, Жадана, Оптимістка та Пам'ять Артеменка.

Для аналізу тісноти зв'язків між фізико-хімічними та органолептичними показниками якості плодів досліджуваних сортів проведено кластерний аналіз методом повних зв'язків за усередненими показниками середньої маси плоду, в тому числі маси м'якоті та кісточки, довжини, ширини та висоти плоду, об'єму плодів, їхньої сферичності, забарвлення, коефіцієнтом світлопропускання та дегустаційної оцінки (рис. 3.7). На основі проведеного аналізу всі зразки розміщувалися в кожному кластері віддаленому один від одного.

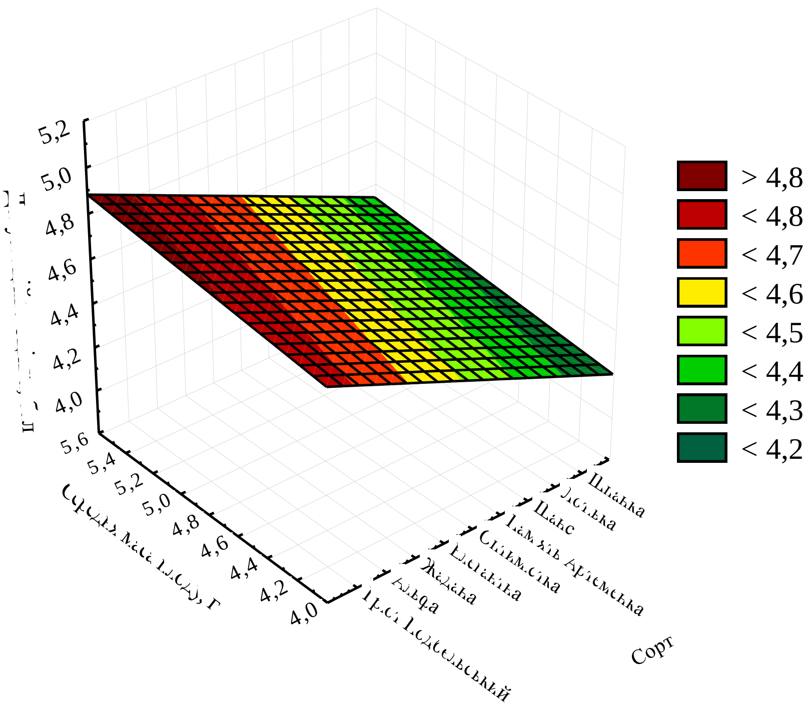


Рис. 3.6 **Середня маса та дегустаційна оцінка плодів вишні**

З рисунка видно, що сорт Гріот Подбєльський виділяється в окремий кластер, що зумовлено найвищими значеннями коефіцієнта світлопропускання плодів, порівняно з іншими досліджуваними сортами.

Слід відмітити, що найбільш близькими за значеннями вказаних показників є сорти вишні Альфа та Оптимістка, що утворюють окремий кластер, а також Елегантна та Шанс, що утворюють другий кластер. Близькі значення фізичних, фізико-хімічних та органолептичних показників до плодів сортів Альфа та Оптимістка має сорт Жадана. Окремий кластер із вищезазначеми сортами утворює сорт Пам’ять Артеменка, що свідчить про його більшу мінливість в рамках досліджуваних показників.

За комплексом показників найбільше відрізнялися плоди вишні сортів Гріот Подбєльський, Пам’ять Артеменка, тоді як найменша мінливість була установлена у сортів Альфа і Оптимістка.

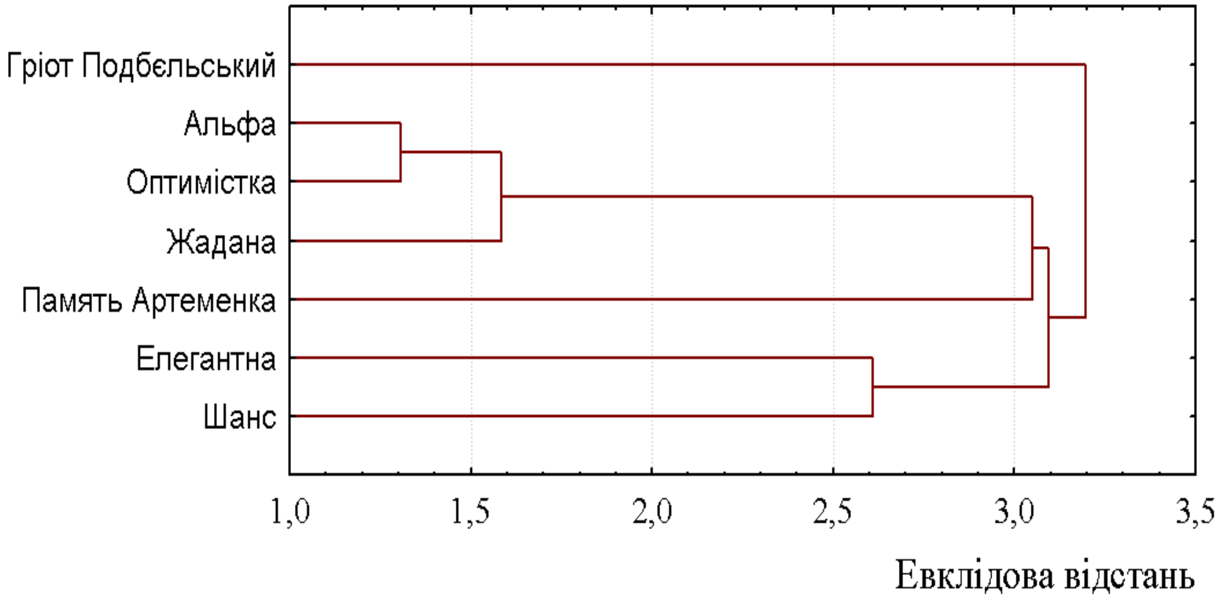


Рис. 3.7 **Дендрограма кластерного аналізу фізико-хімічних та органолептичних показників якості плодів вишні різних сортів**, (2016–2018 рр.)

Отже, досліджувані сорти вишні за комплексом фізико-хімічних та органолептичних показників якості послідовно об'єднуються в окремі кластери за близькими значеннями досліджуваних показників: окремий кластер складають сорти Альфа та Оптимістка, а інший – Елегантна та Шанс. Плоди вишні сортів Альфа, Оптимістка і Жадана мають меншу мінливість в межах сорту, порівняно з сортами Елегантна та Шанс. Сорт Гріот Подбєльський утворює окремий кластер, що зумовлено найвищими значеннями коефіцієнта світлопропускання плодів.

3.3 Вплив погодних (екзогенних) чинників на формування хімічного складу плодів вишні

Гідротермічні ресурси впливають на формування якості плодів вишні, особливо в період достигання плодів. Дослідженнями встановлено, що вміст сухих розчинних речовин у плодах вишні залежить від особливостей сорту та погодних умов року вирощування (рис. 3.8).

Рис. 3.8 **Вміст сухих розчинних речовин у плодах вишні,** *%*

Дещо вищим їх вміст впродовж періоду досліджень був у плодах вишні сорту Шпанка (16,1–18,8 %), а в сорту Лутовка, відповідно на 7,4–10,7 % у відносних відсотках менший (14,7–17,4 %).

Аналіз кореляційної залежності повною мірою дає змогу встановити взаємозв'язок між хімічним складом і погодними умовами за період формування плодів вишні (табл. 3.6). Зокрема, характерною особливістю плодів вишні є накопичення сухих розчинних речовин у роки з високими сумами температур і мінімальною кількістю опадів. Так, у 2015 та 2017 рр. з підвищеним температурним фоном та мінімальною кількістю опадів плоди вишні накопичили, в середньому, на 2,7 % вищу кількість сухих розчинних речовин, порівняно з іншими періодами досліджень.

Встановлено, що на формування вмісту сухих розчинних речовин значно впливають опади в період достигання. Так, встановлено тісний обернений кореляційний зв'язок між кількістю опадів і вмістом сухих розчинних речовин у плодах вишні сортів Лутовка (–0,76±0,03) і Шпанка (–0,83±0,08). Гідротермічний коефіцієнт за період достигання плодів вишні має тісний обернений кореляційний зв'язок з вмістом сухих розчинних речовин в плодах з коефіцієнтами кореляції (–0,96±0,01 і –0,91±0,03 відповідно): підвищення гідротермічного коефіцієнту впродовж періоду достигання плодів вишні супроводжується накопиченням нижчого вмісту сухих розчинних речовин в плодах.

Таблиця 3.6

Кореляційні залежності між погодними умовами та вмістом сухих розчинних речовин плодів вишні

Сорт	Сума ефективних температур, °С		Опади, мм		ГТК	
	Період вегетації	Фаза достигання	Період вегетації	Фаза достигання	Період вегетації	Фаза достигання
Лутовка	0,16±0,79	0,22±0,72	0,07±0,91	**–0,76***±0,03	–0,18±0,77	**–0,96***±0,01
Шпанка	0,17±0,79	0,07±0,91	0,10±0,87	**–0,83***±0,08	–0,17±0,78	**–0,91***±0,03

Примітка. *Напівжирним шрифтом виділені зв'язки, достовірні на 5 % рівні значущості

Нами було виведено рівняння, за яким можна спрогнозувати вміст сухих розчинних речовин залежно від гідротермічних показників впродовж періоду достигання плодів вишні сортів Шпанка та Лутовка (рис. 3.9).

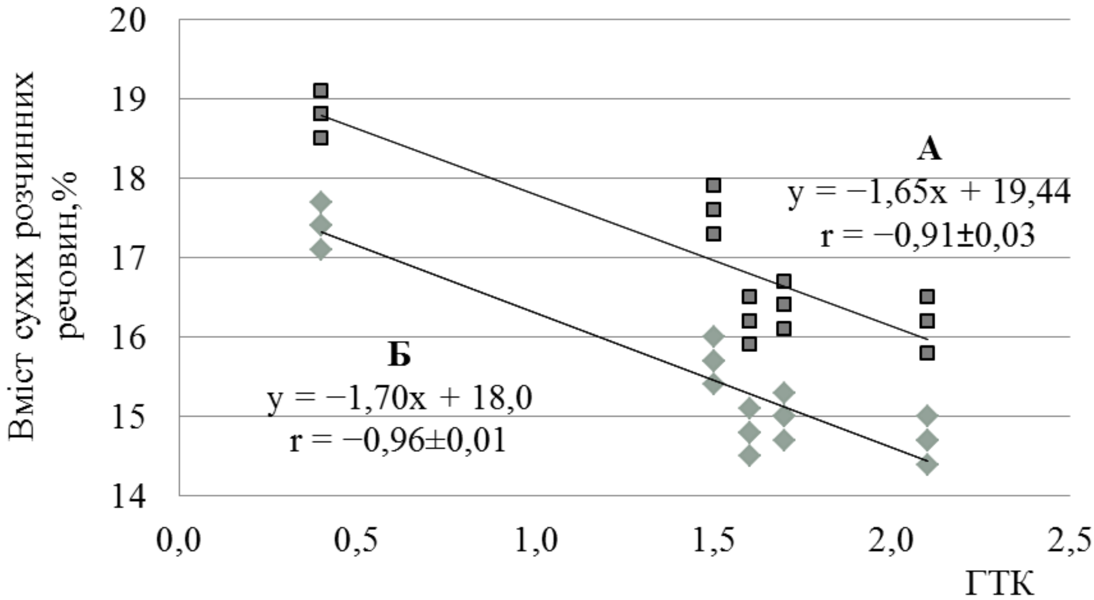


Рис. 3.9 **Вміст сухих розчинних речовин у плодах вишні сортів Шпанка (А) і Лутовка (Б) залежно від гідротермічного коефіцієнта під час їхнього достигання**

Подібна тенденція спостерігалася з вмістом цукрів (рис. 3.10), які активно накопичуються в періоди з підвищеною сумою ефективних температур та суттєво залежать від кількості опадів і гідротермічного коефіцієнта за період достигання плодів вишні. Так, у 2015 році плодами вишні було накопичено на 4,0–4,5 % цукрів більше, порівняно з іншими періодами.

Рис. 3.10 **Загальний вміст цукрів у плодах вишні, %**

Між вмістом цукрів та кількістю опадів спостерігалася обернена середня кореляційна залежність з коефіцієнтами кореляції для плодів вишні сорту Лутовка (–0,69±0,19) і Шпанка (–0,86±0,06) (табл. 3.7).

Гідротермічний коефіцієнт фази достигання підтверджує встановлену попередню тенденцію до залежності вмісту цукрів з тісними оберненими зв’язками (r = –0,94±0,02 і r = –0,78±0,02). Аналогічна до виведених нами кореляційна залежність виявлена й в роботах у інших дослідників M. Ladanyi, G. Vegvari, M. Toth [3].

Слід відмітити, що нестача вологи за фази достигання плодів вишні 2015 року сприяла накопиченню рівня сухих розчинних речовин (17,4–18,8 %) і цукрів (14,0–14,5 %).

Таблиця 3.7

Кореляційні залежності між погодними умовами та вмістом загальних цукрів у плодах вишні

Сорт	Сума ефективних температур, °С		Опади, мм		ГТК	
	Період вегетації	Фаза достигання	Період вегетації	Фаза достигання	Період вегетації	Фаза достигання
Лутовка	0,01±0,99	0,32±0,60	–0,01±0,99	**–0,69***±0,19	–0,11±0,86	**–0,94***±0,02
Шпанка	0,19±0,75	0,15±0,80	–0,19±0,76	**–0,86***±0,06	–0,13±0,83	**–0,78***±0,02

Примітка. *Напівжирним шрифтом виділені зв’язки, достовірні на 5 % рівні значущості

Підвищення цукристості плодів цього року, порівняно з іншими роками досліджень, було сформоване внаслідок високої суми ефективних температур без опадів за останні 15 діб достигання.

Тоді як найнижчий вміст сухих розчинних речовин (14,7–16,1 %) і цукрів (10–10,1 %) був за умов холодного і вологого 2016 року. Це корелює з ГТК фази достигання плодів вишні з найнижчим показником у 2015 році (0,4), а найвищим – 2016 року (2,1).

Оскільки різниця за вмістом цукрів у плодах вишні по роках досліджень мінімальна, то можна вважати, що гідротермічні ресурси в останні 15 діб дозрівання мають значний вплив на вміст сухих розчинних речовин та цукрів, що підтверджує дані L. Lakatos та ін. [5].

Дослідження якісного складу цукрів плодів вишні сортів Лутовка та Шпанка (табл. 3.8) показали істотні відмінності між досліджуваними сортами за рівнем фруктози: значення показника сорту Шпанка на 0,2 % перевищує аналогічний показник сорту Лутовка. Однак, за вмістом глюкози та сахарози досліджувані сорти істотно не різнилися.

Таблиця 3.8

Кількісний та якісний склад цукрів плодів вишні, % (2013–2017 рр)

Сорт	Масова частка, %			
	Сума	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза
Лутовка	10,8	5,3	5,2	0,3
Шпанка	11,0	5,3	5,4	0,3
$НІР_{05}$	*0,3*	*0,2*	*0,1*	*0,1*

Вміст титрованих кислот в плодах вишні впродовж періоду досліджень коливався в межах від 0,8 до 1,3 %, сягаючи максимальних значень в роки з низькими сумами ефективних температур та високим ГТК періоду вегетації та фази достигання плодів (рис. 3.11). Мінімальне значення вмісту титрованих кислот встановлено для плодів сорту Шпанка у 2015 році, що на 0,27 % перевищує максимум для плодів цього сорту та на 0,20 % – мінімальне значення встановлено у плодах сорту Лутовка.

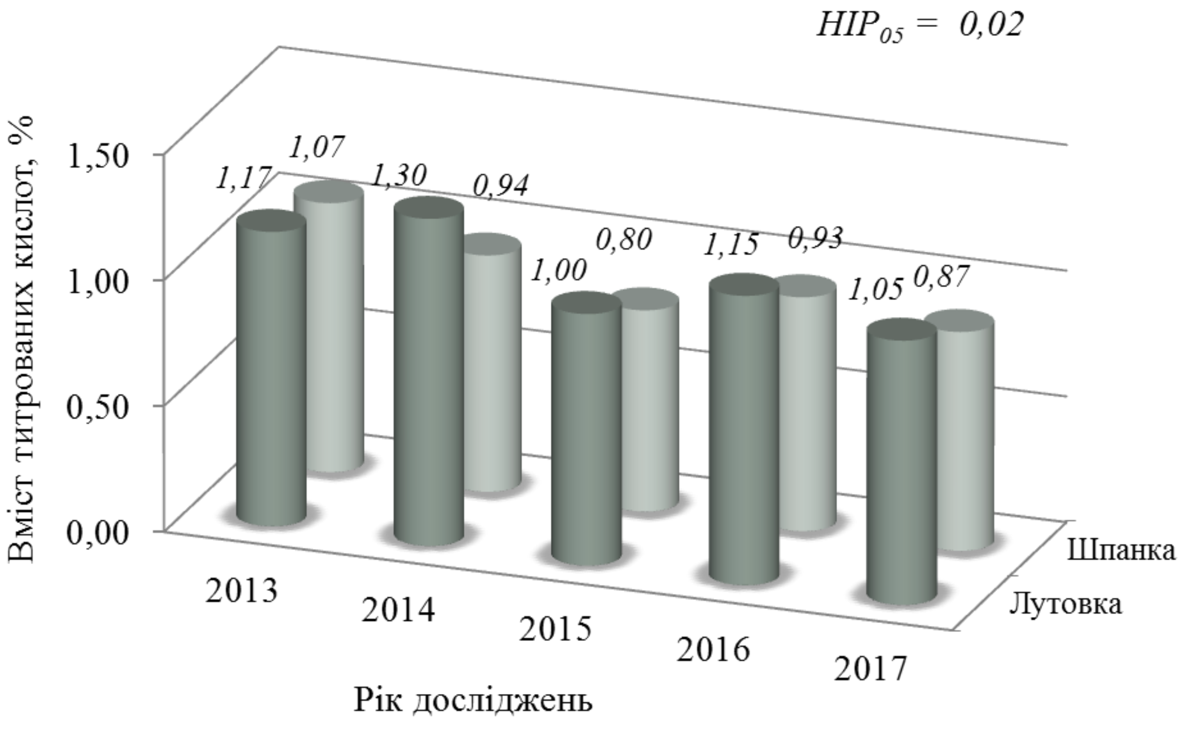


Рис. 3.11 **Вміст титрованих кислот у плодах вишні, %**

Вітамін С є одним із найбільш лабільних компонентів, що не синтезується організмом людини і надходить до нього разом з продуктами харчування. Накопичення вмісту аскорбінової кислоти в плодах залежить від погодних умов вирощування (рис. 3.12). За результатами досліджень плоди вишні накопичують в середньому 20,0 мг/100г вітаміну С.

Найнижчий вміст аскорбінової кислоти плоди вишні синтезували в умовах 2015 року (17,6–18,0 мг/100 г) з найвищою сумою ефективних температур за період достигання (286,8°С), найменшою кількістю опадів 12,8 мм і ГТК 0,4 (табл.3.1). Саме низькі температури (131,1°С) та помірна кількість опадів (19,6 мм) 2017 року з ГТК 1,5 сприяли збільшенні вмісту аскорбінової кислоти для плодів вишні сорту Лутовка на 2,4 мг/100г і Шпанка на 4,4 мг/100г, порівняно з 2015 роком. Наші результати узгоджуються з аналогічним твердженням Н. К. Чернозубенко [20].

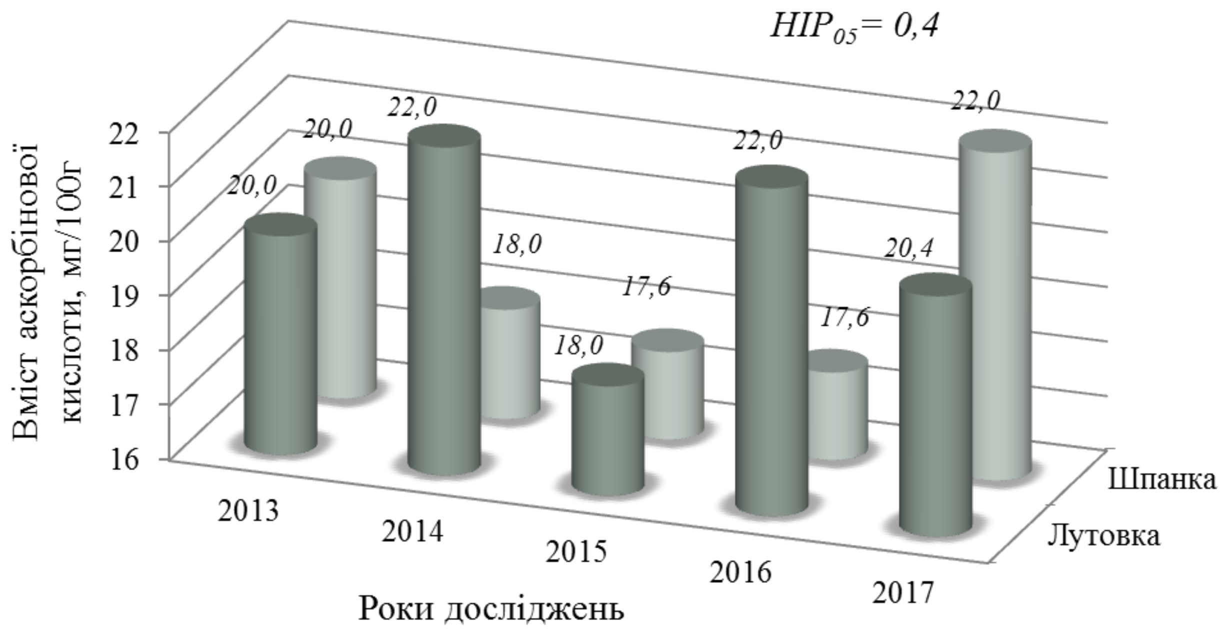


Рис. 3.12 **Вміст аскорбінової кислоти у плодах вишні, мг/100 г**

При цьому для обох сортів встановлено достовірні обернені коефіцієнти кореляції за фази достигання до суми ефективних температур r = –0,78±0,04 (сорт Лутовка) і r = –0,61±0,03 (сорт Шпанка) (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Кореляційні залежності між погодними умовами та вмістом аскорбінової кислоти плодів вишні сортів Лутовка та Шпанка

Сорт	Сума ефективних температур, °C		Опади, мм		ГТК	
	Період вегетації	Фаза достигання	Період вегетації	Фаза достигання	Період вегетації	Фаза достигання
Лутовка	–0,06±0,92	**–0,78***±0,04	0,33±0,78	–0,09±0,39	–0,27±0,33	0,50±0,06
Шпанка	–0,31±0,61	**–0,61***±0,03	0,06±0,92	–0,00±0,99	–0,44±0,46	0,16±0,79

Примітка.* Напівжирним шрифтом виділені зв'язки, достовірні на 5 % рівні значущості

Дубильні і барвні речовини в плодах вишні знаходяться в значній кількості та відіграють важливу роль у запобіганні захворювань раку, гіпертонії, зміцнюють капілярні судини. Як показали результати досліджень вміст дубильних і барвних речовин, на відміну від аскорбінової кислоти, залежав від погодних умов та суми ефективних температур фази достигання (рис. 3.13, табл. 3.10) в середньому був на рівні 0,8–0,9 %.

Рис. 3.13 **Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні,** *%*

Таблиця 3.10

Кореляційні залежності між погодними умовами та вмістом дубильних і барвних речовин плодів вишні сортів Лутовка та Шпанка

Сорт	Сума ефективних температур, °С		Опади, мм		ГТК	
	Період вегетації	Фаза достигання	Період вегетації	Фаза достигання	Період вегетації	Фаза достигання
Лутовка	0,35±0,56	**0,97***±0,01	0,05±0,94	0,41±0,49	–0,21±0,74	–0,41±0,49
Шпанка	0,67±0,21	**0,68***±0,02	–0,19±0,76	0,89±0,04	–0,56±0,32	0,29±0,64

Примітка.* Напівжирним шрифтом виділені зв'язки, достовірні на 5 % рівні значущості

Найбільший їх вміст було встановлено в 2013 і 2014 роках з найвищою сумою температур для плодів вишні сорту Лутовка – (1 %) і Шпанка – (1–1,5 %).

Дослідження хімічного складу плодів вишні, вирощених в умовах дослідної станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН свідчать про вплив гідротермічних ресурсів в роки проведення досліджень на формування вмісту сухих розчинних речовин плодів вишні (рис. 3.14). Доведено істотні переваги за вказаним показником плодів вирощених у 2017 році за максимальної їхньої кількості у плодів сорту Пам'ять Артеменка.

Так, вміст сухих розчинних речовин плодів вишні дослідних сортів Альфа і Пам'ять Артеменка у 2017 році був вищий на 1,8–5,6 % і 7–12,3 % відповідно, порівняно з 2018 та 2016 роками. Це пов'язано з погодними умовами за фази достигання: невеликою кількістю опадів 23,5 мм, за найнижчого ГТК серед дослідних років – 1,7, однак, за деякого зниження суми температур у 2017 р. Отримані дані також підтверджують результати досліджень інших дослідників L.Lakatos, T. Szabo, та ін. [4].

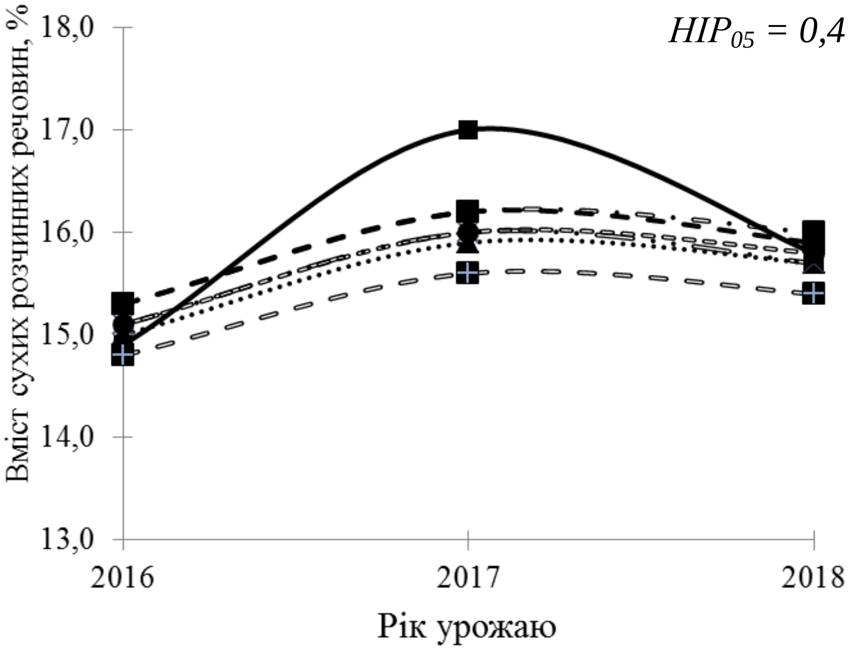


Рис. 3.14 **Вміст сухих розчинних речовин у плодах вишні,** %

Альфа; Пам'ять Артеменка;
Жадана; Шанс;
Елегантна; Оптимістка;
Гріот Подбєльський.

Співвідношення кількості опадів і температури дає змогу повніше визначити вплив кліматичних показників на формування плодів вишні. Установлено середній і сильний обернений кореляційний зв'язок між ГТК фази достигання і вмістом сухих розчинних речовин плодів вишні сортів Альфа ($r = –0,58±0,06$), що описується рівнянням регресії: $y = – 0,63x+17,18$, де y – вміст сухих розчинних речовин, %; x – ГТК періоду достигання і Пам'ять Артеменка (–0,78±0,04) з рівнянням: $y = – 1,96x+20,15$, (рис. 3.15).

Аналогічна тенденція спостерігалася і у вмісті цукрів в плодах досліджуваних сортів з максимальним їхнім накопиченням у 2017 році – 10,7 і 11,1 %, однак, за неістотної різниці з аналогічним показником 2018 року (рис. 3.16).

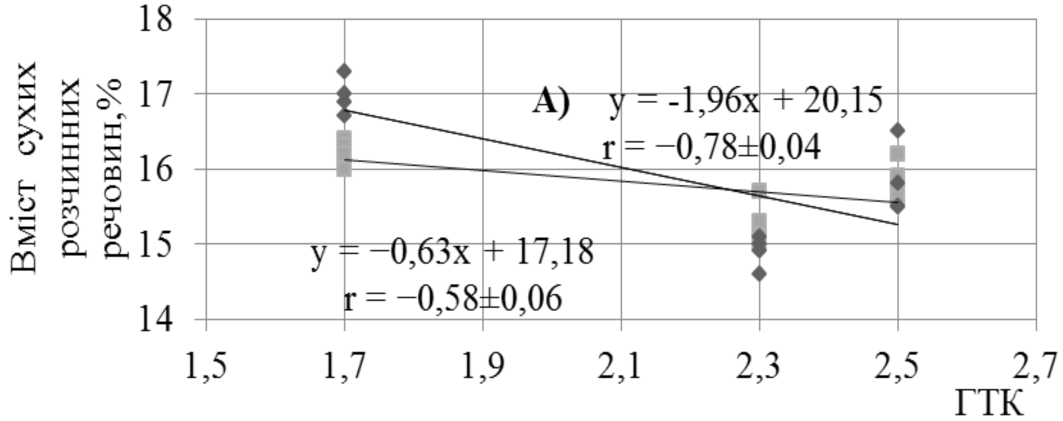


Рис. 3.15 **Вміст сухих розчинних речовин у плодах вишні залежно від ГТК періоду достигання:**

■ – Пам'ять Артеменка; ■ – Альфа

Цукристість плодів вишні впродовж досліджень коливалася в межах 10,1–11,1 % залежно від сорту та року досліджень сягаючи максимальної за підвищеної суми ефективних температур в період вегетації у сорту Пам'ять Артеменка, що на 1,0 % перевищує значення аналогічного показника сортів Жадана та Шанс, отриманих у 2016 році.

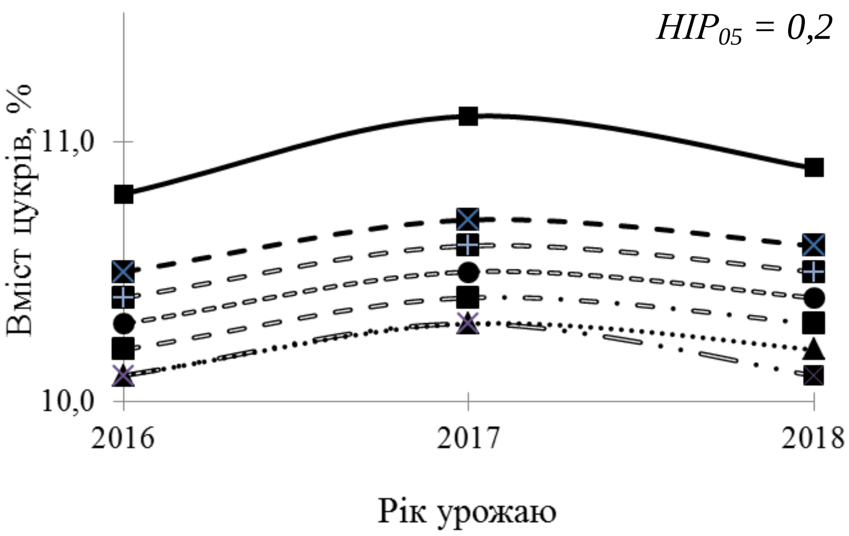


Рис. 3.16 **Вміст цукрів у плодах вишні,** *%*

Альфа; Пам'ять Артеменка;
Жадана; Шанс;
Елегантна; Оптимістка;
Гріот Подбєльський.

Установлено тісний сильний зв'язок між сумою ефективних температур, вмістом сухих розчинних речовин і цукрів у плодах вишні та виведено коефіцієнти кореляції (додаток А.13).

Для плодів вишні сорту Альфа встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок між сумою ефективних температур впродовж вегетації з вмістом сухих розчинних речовин ($r = 0{,}97 \pm 0{,}01$) та вмістом цукрів ($r = 0{,}91 \pm 0{,}02$). Для сорту Пам'ять Артеменка коефіцієнти кореляції складають відповідно: $r = 0{,}88 \pm 0{,}03$ і $r = 0{,}82 \pm 0{,}03$.

У фазу достигання плодів сильний кореляційний зв'язок установлено між температурою і вмістом сухих розчинних речовин або цукрів у плодах вишні обох сортів з коефіцієнтами кореляції для плодів вишні сорту Альфа $r = 0{,}95 \pm 0{,}01$ і $r = 0{,}99 \pm 0{,}07$, а для сорту Пам'ять Артеменка – $r = 0{,}99 \pm 0{,}02$ і $r = 0{,}99 \pm 0{,}05$.

Опади у період вегетації менше впливали на вміст сухих розчинних речовин і цукрів, порівняно з температурою. Для плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка їхня кількість корелювала із вмістом сухих розчинних речовин ($r = 0{,}5 \pm 0{,}06$ і $0{,}71 \pm 0{,}04$). Тоді як за вмістом цукрів кореляційна залежність була середньої сили. За фази достигання між кількістю опадів встановлено середню та сильну обернену кореляційну залежність з вмістом сухих розчинних речовин – $r = –0{,}66 \pm 0{,}05$ і $–0{,}84 \pm 0{,}03$. Між кількістю опадів за фази достигання плодів вишні і вмістом цукрів кореляційна залежність також сильна обернена ($r = –0{,}79 \pm 0{,}04$ і $–0{,}89 \pm 0{,}02$).

Визначення кількісного та якісного складу цукрів плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка свідчить про неістотну різницю за вмістом окремих цукрів в плодах (табл. 3.11). Так, вміст глюкози в плодах вишні, що досягнули споживної стиглості коливався в межах 5,6–5,7 %, фруктози – 4,7–4,9 %, а сахарози – 0,3 %.

Таблиця 3.11

Кількісний та якісний склад цукрів плодів вишні, % (2016–2018 рр)

Сорт	Масова частка, %			
	Сума	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза
Альфа	10,6	5,6	4,7	0,3
Пам'ять Артеменка	10,9	5,7	4,9	0,3
HIP_{05}	*0,3*	*0,2*	*0,2*	*0,1*

Важливим показником якості плодів вишні є вміст титрованих кислот. На їх формування впливають погодні умови вирощування (рис. 3.17). Зокрема, за значного зволоження 2018 року, порівняно з 2016 і 2017 роками, вміст титрованих кислот був вищий для плодів вишні сорту Альфа на 14,5 і 15 %, а Пам’ять Артеменка – на 14 і 10 % відносних відсотка, відповідно.

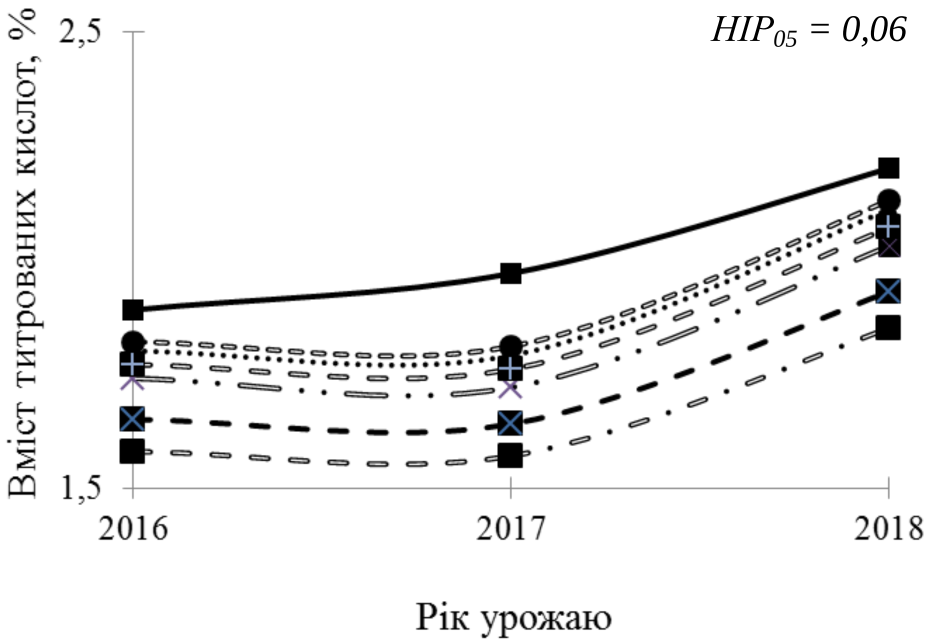


Рис. 3.17 **Вміст титрованих кислот у плодах вишні,** %

Альфа; Пам'ять Артеменка;
Жадана; Шанс;
Елегантна; Оптимістка;
Гріот Подбєльський.

Титрована кислотність плодів вишні найвищою була у 2018 році за найбільшої кількості опадів в період достигання плодів – 1,85–2,20 %, що на 0,30–0,31 % вище значення показника отриманого у 2016 році. В розрізі досліджуваних сортів за усередненими даними вміст титрованих кислот у плодах сорту Пам'ять Артеменка була максимальною, що на 0,31–0,35 % перевищувало мінімум, виявлений у плодів сорту Елегантна.

Опади у період вегетації та за фази достигання сильно корелюють з вмістом титрованих кислот з коефіцієнтами кореляції для плодів сорту Альфа – r = 0,81±0,04 і 0,94±0,02 та Пам'ять Артеменка – r = 0,64±0,05 і 0,39±0,07 відповідно. Для інших сортів вишні зв'язок вмісту титрованих кислот з кількістю опадів в період вегетації знаходиться в межах 0,79–0,81 (додаток А.13). Значно вплинув на вміст титрованих кислот в плодах вишні ГТК періоду вегетації (r = 0,78±0,04 і r = 0,57±0,06).

Вміст біологічно активних речовин плодів вишні залежав від погодних умов року вирощування (рис. 3.18).

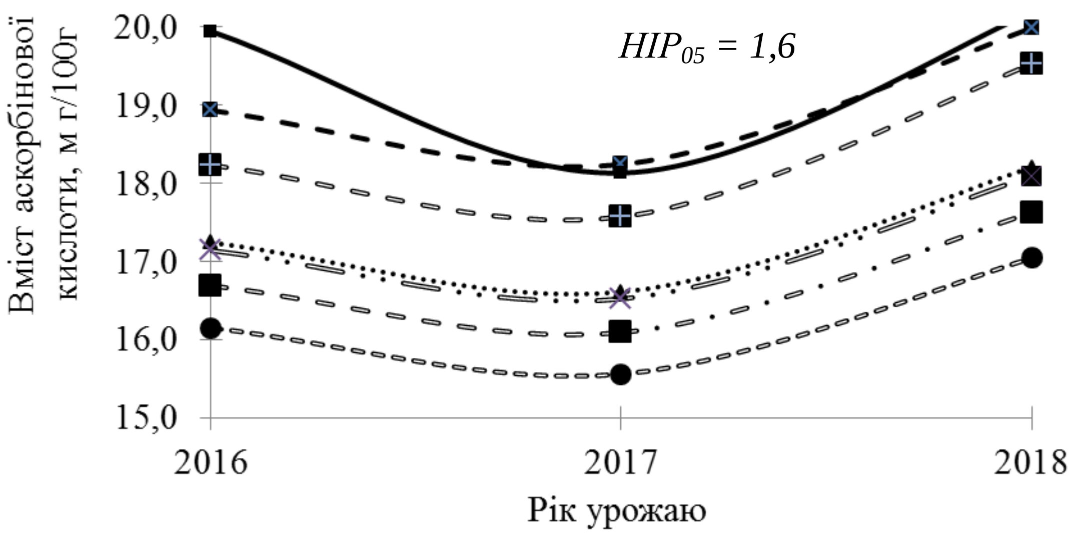


Рис. 3.18 **Вміст аскорбінової кислоти у плодах вишні, м г/100 г**

Альфа; Пам'ять Артеменка;
Жадана; Шанс;
Елегантна; Оптимістка;
Гріот Подбєльський.

Зокрема, в 2018 році з високим вмістом вологи (36,6 мм) за фази достигання та низьких температур (148,4°С) у плодах вишні накопичувалося на 1–10 % і 5–7 % більше аскорбінової кислоти відповідно для плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка і Альфа, порівняно з 2016 та 2017 роками. Про що свідчить досить тісний кореляційний зв'язок між вмістом аскорбінової кислоти і ГТК плодів вишні (r = 0,63±0,05 і r = 0,72±0,04).

Дослідження вмісту аскорбінової кислоти інших сортів свідчить про збереження тенденції до підвищення вмісту аскорбінової кислоти в плодах у більш вологий 2018 рік до максимуму, встановленого у плодах сорту Пам'ять Артеменка, що на 15,6 % перевищує мінімум, визначений у плодах сорту Оптимістка. Результати визначення взаємозв'язку вмісту аскорбінової кислоти у плодах вишні з гідротермічними ресурсами свідчать про прямий сильний зв'язок з кількістю опадів у фазу достигання (r = 0,87), ГТК періоду вегетації (r = 0,95) та ГТК періоду достигання (r = 0,92) (додаток А.13).

Плоди вишні цінують за високий вміст дубильних і барвних речовин (див. рис. 3.19), що коливався впродовж досліджень від 0,56 % до 0,94 %, сягаючи максимуму у 2018 році в плодах сорту Пам'ять Артеменка, що на 0,38 % менше проти мінімального значення, виявленого в плодах сорту Оптимістка. Пересічно по досліду плоди сорту Оптимістка вирізнялися мінімальними значеннями досліджуваного показника, тоді як максимальні значення з-поміж інших встановлені в плодах сорту Пам'ять Артеменка.

Найнижчий вміст дубильних і барвних речовин впродовж досліджень (0,6–0,72 %) спостерігали в 2017 році за низької кількості опадів за фази достигання (23,5 мм) та суми температур (139,7°С). Тоді як за значної кількості опадів і температури повітря 2018 і 2016 років вміст дубильних і барвних речовин плодів сорту Альфа вищий на 46–53 %, а Пам'ять Артеменка – на 23–30 %.

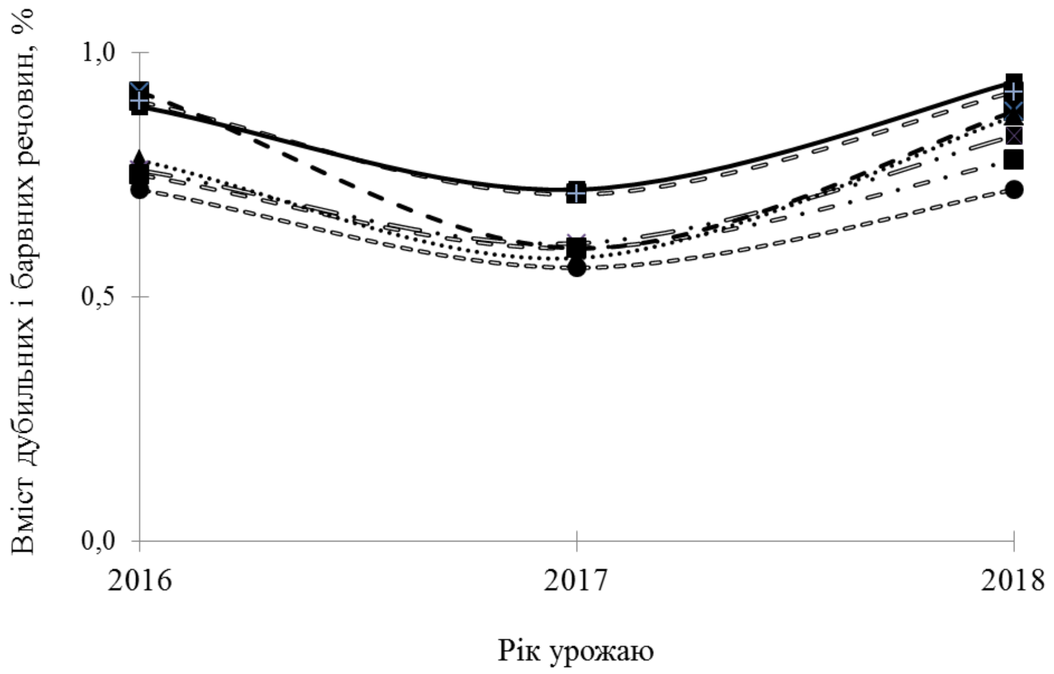


Рис. 3.19 **Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні, %**

Встановлено сильну кореляційну залежність між вмістом дубильних і барвних речовин в плодах вишні і ГТК періоду достигання ($r = 0{,}94$–$0{,}99$). (додаток А.13).

На підставі отриманих залежностей виведено рівняння регресії, що дають змогу спрогнозувати вміст дубильних і барвних речовин в плодах вишні залежно від ГТК періоду достигання: $y = 0{,}27x + 0{,}261$, де y – вміст дубильних і барвних речовин, %; x – ГТК періоду достигання для плодів сорту Альфа і $y = 0{,}39x – 0{,}051$ – для плодів сорту Пам’ять Артеменка (рис. 3.20).

Визначені кореляційні залежності впливу погодних умов на вміст дубильних і барвних речовин плодів вишні підтверджені дослідженнями зарубіжних авторів L. Lakatos, J. Revell та ін. [4, 5, 7].

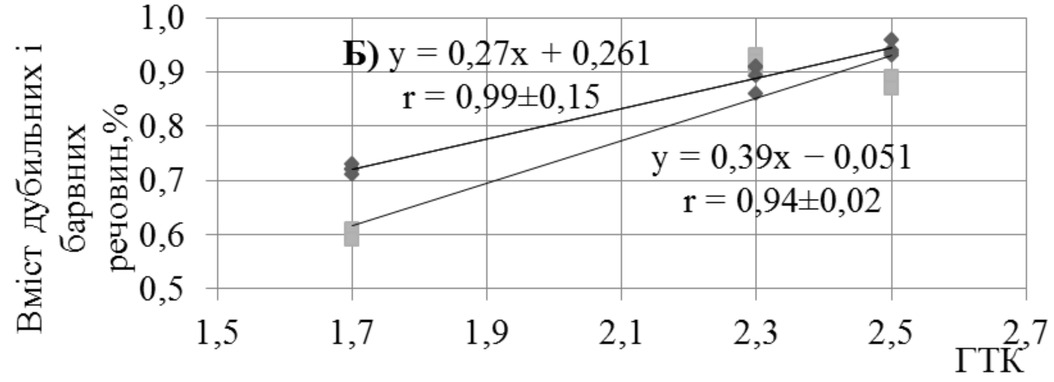


Рис. 3.20 **Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні залежно від ГТК періоду достигання:**

■ – Пам’ять Артеменка; ■ – Альфа

Характер смаку ягід визначає співвідношення цукрів до титрованих кислот в плодах. За показником цукрово-кислотного індексу (рис. 3.21) плоди вишні сорту Гріот Подбєльський (контроль) істотно не відрізнялись від сорту Шанс (5,6 і 5,5 од.), але мали значно відмінні показники від – Жадана, Оптимістка, Пам’ять Артеменка, Альфа та Елегантна. Впродовж періоду досліджень плоди вишні сортів Альфа та Елегантна мали максимальний цукрово-кислотний індекс, що свідчить про високі десертні властивості плодів.

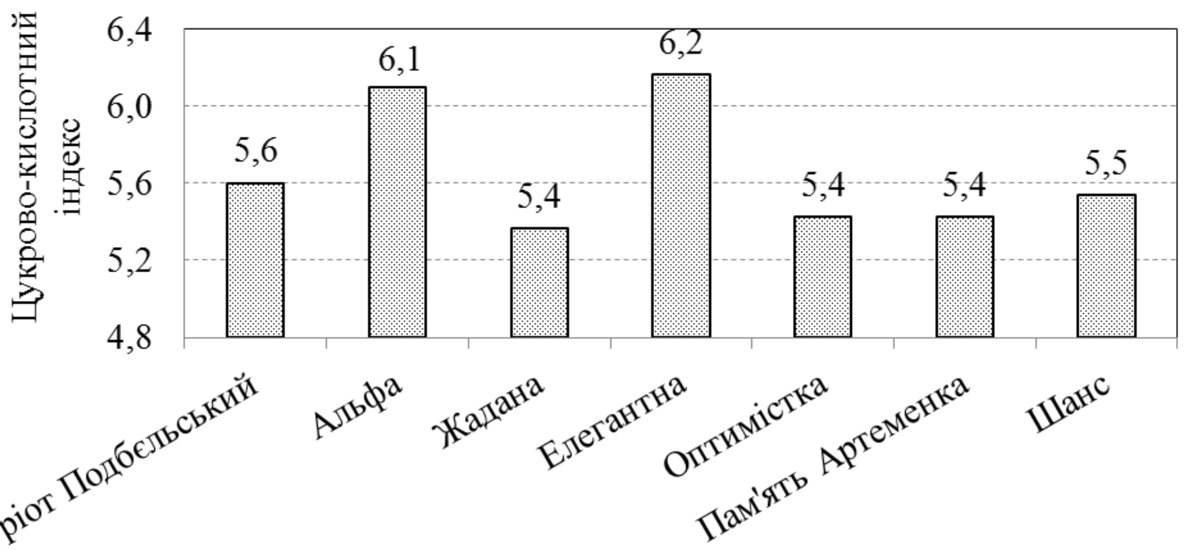


Рис. 3.21 **Цукрово-кислотний індекс плодів вишні***($HIP_{05} = 0,2$)*

(2016–2018 рр.)

Отже, накопичення в плодах вишні основних компонентів хімічного складу відбувається під впливом гідротермічних ресурсів періоду вегетації, зокрема, періоду достигання плодів та залежить 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 достигання ягід. Вміст титрованих кислот сягає максимальних значень за низької суми ефективних температур та високим ГТК періоду вегетації та фази достигання плодів. Значний вміст аскорбінової кислоти в плодах накопичується у більш прохолодні та вологі періоди достигання ягід. У роки з нестачею гідротермічних ресурсів в період достигання в плодах вишні накопичується низький вміст дубильних і барвних речовин.

3.4 Визначення оптимального ступеня стиглості та комплексна оцінка якості плодів вишні

Плоди вишні характеризується харчовою цінністю, комплексом антиоксидантів і вітамінів, що змінюються залежно від погодних умов, сортових особливостей та залежать від встановлених оптимальних термінів збирання врожаю.

На підставі проведених досліджень встановлено необхідні кількості гідротермічних ресурсів для початку достигання плодів вишні (табл. 3.12). Так, ранні сорти вишні достигають за суми ефективних температур вище 10 °С в інтервалі від 339,0 до 556,0 °С за середньої 447,5 °С. Ранньо-середнім сортам вишні для початку достигання необхідні температурні умови на рівні 459,0–670,9 °С за середньої 564,95 °С.

Плоди вишні середніх за строками достигання сортів досягають споживної зрілості за діапазону температур 551,0–786,7 °С за середнього значення 668,85 °С, тоді як для пізніх сортів необхідно накопичення 651,0–880,7 °С за середньої 765,85°С.

Таблиця 3.12

Сума ефективних температур вище 10 °С для достигання плодів вишні різних сортів (2016–2018 рр.)

Група стиглості сорту							
Ранній		Ранньо-середній		Середній		Пізній	
Інтервал	Середнє	Інтервал	Середнє	Інтервал	Середнє	Інтервал	Середнє
339,0–556,0	447,5	459,0–670,9	564,95	551,0–786,7	668,85	651,0–880,7	765,85

Проведені експериментальні дослідження дозволили узагальнити фізичні показники якості плодів вишні споживної зрілості (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Фізичні показники плодів вишні у споживній стадії стиглості (2016–2018 рр.)

Сорт	Показник							
	Середня маса ягід, г	Середня маса кісточки, г	Об'єм плодів $см^3$	Сферичність плодів	Щільність тканин, $кг/см^2$	Забарвлення		
						шкірки	м'якоті	соку
Гріот Подбєльський	4,6	0,31	3,59	0,95	2,60	темно-червоне	темно-червоне	темно-червоне
Альфа	5,1	0,38	4,58	0,98	2,57	темно-червоне	темно-червоне	червоне
Жадана	5,2	0,40	5,13	0,97	2,52	помірно-червоне	темно-червоне	темно-червоне
Елегантна	4,5	0,30	3,37	1,04	2,35	темно-червоне	темно-червоне	помірно-червоне
Оптимістка	4,9	0,34	4,45	1,02	2,40	темно-червоне	помірно-червоне	помірно-червоне
Пам'ять Артеменка	4,8	0,32	3,94	1,09	2,23	помірно-червоне	темно-червоне	темно-червоне
Шанс	4,2	0,29	2,76	1,02	2,50	темно-червоне	темно-червоне	помірно-червоне
Лутовка	4,4	0,30	1,98	0,87	2,50	темно-червоне	темно-червоне	червоне
Шпанка	4,7	0,31	1,44	0,88	2,70	темно-червоне	помірно-червоне	помірно-червоне

Середня маса плодів вишні у споживній стадії стиглості коливається в межах від 4,2 до 5,2 г, за середньої маси кісточки 0,29–0,40 г, за об’єму плодів на рівні 1,44–5,13 см^3, сферичності, що наближається до 1 (0,87–1,09). Щільність тканин плодів у споживній стадії стиглості складає від 2,23 до 2,60 кг/см^2.

Забарвлення шкірки, м’якоті та соку плодів досліджуваних сортів – від помірно-червоного до темно-червоного. Дослідженнями встановлено, що за настання споживної зрілості плоди вишні накопичують у своєму складі 15,27–17,02 % сухих розчинних речовин, 10,2–11,0 % цукрів, 0,92–2,02 % титрованих кислот, 16,25–20,48 мг/100 г аскорбінової кислоти (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Показники хімічного складу плодів вишні у споживній стадії стиглості

(2016–2018 рр.)

Сорт	Показник					
	сухі розчинні речовини, %	цукри, %	титровані кислоти, %	цукрово-кислотний індекс	аскорбінова кислота, мг/100 г	дубильні і барвні речовини, %
Гріот Подбєльський	15,27	10,50	1,87	5,6	18,44	0,84
Альфа	15,80	10,60	1,74	6,1	19,05	0,80
Жадана	15,53	10,20	1,90	5,4	17,35	0,74
Елегантна	15,83	10,30	1,67	6,2	16,80	0,71
Оптимістка	15,63	10,40	1,92	5,4	16,25	0,67
Пам'ять Артеменка	15,90	10,93	2,02	5,4	19,42	0,85
Шанс	15,60	10,17	1,83	5,5	17,25	0,73
Лутовка	15,52	10,84	1,13	9,6	20,48	0,82
Шпанка	17,02	11,00	0,92	11,9	19,04	0,90

Цукрово-кислотний індекс плодів досліджуваних сортів коливався в межах від 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.

Нині сортимент вишні розширюється, виведено 37 сортів, з яких 7 занесено до Реєстру сортів рослин України, та потребують оцінки товарних і біохімічних властивостей [19]. Тому на основі порівняльного аналізу за комплексом фізико-хімічних (сухі розчинні речовини, цукри, кислоти, аскорбінова кислота, дубильні і барвні речовини) і органолептичних показників плодів вишні за методом багатокритеріальної оптимізації, оцінено досліджувані сорти, рекомендовані до впровадження у виробництво (табл. 3.15).

Значення цільових функцій і ранги отримані за комплексом показників методом багатокритеріальної оптимізації найбільш повно узагальнюють вивчені показники. Так, плоди вишні сортів Шанс і Елегантна отримали сьомий і шостий ранги. Сорти Гріот Подбєльський і Оптимістка – п’ятий та четвертий ранги, Жадана і Альфа – третій і другий відповідно. Найвищий – перший ранг отримали плоди вишні сорту Пам’ять Артеменка.

Висновки до розділу 3

1. В умовах Лісостепової зони України формування агробіологічних властивостей плодів вишні відбувається впродовж 80–90 днів у межах термічних ресурсів – суми ефективних температур 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).

2. Залежно від сорту та погодних умов вегетаційного періоду урожайність дерев сортів Альфа (11,2 т/га) та Гріот Подбєльський (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.

Таблиця 3.15

Результати значень цільових функцій при виборі оптимального сорту вишні, (2016–2018 рр.)

Альтернатива	Сорт	Маса плоду, г A_1		Сухі розчинні речовини, % A_2		Цукри, % A_3		Титровані кислоти, % A_4		Аскорбінова кислота, м г/100 г, A_5		Загальна дегустаційна оцінка, бал A_6		Значення цільових функцій	Ранг
		f_1	f_1'	f_2	f_2'	f_3	f_3'	f_4	f_4'	f_5	f_5'	f_6	f_6'		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
X_1	Альфа	5,1	0,9	15,84	0,9	10,62	0,6	1,74	0,2	19,05	1,0	4,8	1,0	1,4	2
X_2	Жадана	5,2	1,0	15,54	0,4	10,20	0,1	1,90	0,7	17,35	0,4	4,4	0,6	2,9	3
X_3	Шанс	4,2	0,0	15,64	0,6	10,14	0,0	1,83	0,5	17,25	0,3	4,0	0,0	4,6	7
X_4	Елегантна	4,5	0,3	15,84	0,9	10,30	0,2	1,67	0,0	16,80	0,2	5,0	1,0	3,4	6
X_5	Пам’ять Артеменка	4,8	0,6	15,89	1,0	10,96	1,0	2,02	1,0	19,15	1,0	4,8	0,6	0,8	1
X_6	Оптимістка	4,9	0,7	15,59	0,5	10,42	0,3	1,92	0,7	16,25	0,0	4,5	0,7	3,0	4
X_7	Гріот Подбєльська	4,6	0,4	15,26	0,0	10,48	0,4	1,87	0,6	18,35	0,7	4,6	0,7	3,2	5
	fj^-	4,2		15,26		10,14		1,67		16,25		4,0			
	fj^+	5,2		15,89		10,96		2,02		19,15		5,0			
	$fj(x^i)$		1		1		1		1		1		1	fj(xi)=0	
	$fj(x^{опт})$	7,2		15,89		10,96		2,02		19,15		4,7			
		max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max		

Об’єм плодів вишні коливався в межах від 1,44 до 5,13 см^3, за максимального у сорту Жадана. Мінімально відрізняються за фігурою від сфери плоди вишні сортів Альфа, Шанс і Оптимістка.

Сорти вишні Гріот Подбєльський, 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.

3. 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 достигання ягід. Вміст титрованих кислот сягає максимальних значень за низької суми ефективних температур та високим ГТК періоду вегетації та фази достигання плодів. Значний вміст аскорбінової кислоти в плодах накопичується у більш прохолодні та вологі періоди достигання ягід. У роки з нестачею гідротермічних ресурсів в період достигання в плодах вишні накопичується низький вміст дубильних і барвних речовин.

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

За матеріалами розділу опубліковано сім наукових праць: одна стаття в закордонних виданнях [8], п’ять статей у фахових виданнях [12 – 14, 16, 17] та тези [15].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Chiabrando V., Garavaglia L., Giacalone G. The postharvest quality of fresh sweet cherries and strawberries with an active packaging system. Foods. 2019. Vol. 8(8). P. 335.
2. Conte A., Scrocco C., Lecce L., Mastromatteo M., Nobile M. A. D. Ready-to-eat sweet cherries: Study on different packaging systems. Innovative Food Science and Emerging Technologies. Vol. 2009. 10. P. 564–571.
3. Ladanyi M., Vegvari G., Toth M. Mathematical modelling of the accumulation of carbohydrates and organic acids throughout the ripening process of Hungarian sour cherry cultivars. Trees. 2015. Vol. 29(3). P. 797–807.
4. Lakatos L., Dussi M.C., Szabo Z. The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. Acta horticulturae. 2014. № 1020. P. 287–292.
5. Revell J. Sensory profile and consumer acceptability of sweet cherries. UK: University of Nottingham. 2009. URL: http://eprints.nottingham.ac.uk/10931.
6. Tomadoni B., Pereda M., Moreira M.R., Ponce A. Chitosan edible coatings with geraniol or vanillin: a study on fresh-cut strawberries microbial and sensory quality through refrigerated storage. Food Science and Nutrition Technology. 2019. Vol. 4(3):000178. URL: https://medwinpublishers.com/FSNT/FSNT16000178.pdf
7. Usenik V., Fabcic J., Stampar F. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). Food Chemistry. 2008. Vol. 107. P. 185–192.
8. 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.
9. Velickova E., Winkelhausen E., Kuzmanova S., Alves V. D., Moldão-Martins L.M. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (Fragaria ananassa cv Camarosa) under commercial storage conditions. LWT – Food Science and Technology. 2013. P. 1–13.

10. Бублик М. О. Зональне районування вишні і сливи в Україні. Сад, виноград і вино України. 2002. № 9. С. 20–24.

11. Бублик М. О., Чорна Г. А., Фризюк Л. А. Урожайність сортів вишні в зв'язку з погодними умовами. Сад, виноград і вино України. 2002. № 3. С. 12–15.

12. Василишина О. В. Вибір кращого сорту плодів вишні методом багатокритеріальної оптимізації. Подільський вісник. 2019. Вип. 30. С. 24–30.

13. Василишина О. В. Вплив кліматичних факторів на формування вмісту сухих розчинних речовин та цукрів в плодах вишні. Агрологія. 2018. № 4(1). С. 336–338.

14. Василишина О. В. Господарсько-біологічна оцінка середньостиглих сортів вишні. Таврійський науковий вісник. 2020. Вип.112. С. 32–37.

15. Василишина О. В. Застосування методу Харрінгтона для оцінки якості плодів вишні впродовж зберігання. Міжнародна науково-практична конференція «Харчова хімія». Львів. 2020. С. 89.

16. Василишина О. В., Постоленко Є. П. Вплив погодних умов на формування компонентів хімічного складу плодів вишні. Вісник аграрної науки. 2020. № 2(803). С. 29–36.

17. Василишина О. В.Формування біологічно активних речовин плодів вишні за дії погодних умов періоду вегетації.Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 105. С. 29–34.

18. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Малкіна В. М., Шкіндер-Барміна А. М., Кривонос І. А. Урожайність вишні залежно від кліматичних умов років вирощування. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2019. Вип. 4. С. 38–50.

19. Іванченко В. Й., Іванова І. Є. Вибір кращого для заморожування та тривалого зберігання сорту дюків з оптимальним комплексом параметрів органолептичних та фізико-хімічних показників плодів. Виноградарство и виноделие. 2009. № 39. С. 49–52.

20. Чернозубенко Н. К. Визначення придатності нових сортів смородини і вишні для зберігання і переробки: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 05.18.15. Київ, 1993. 22 с.

21. Шкиндер-Барміна А.М. Оптимізація сортименту вишні (*Cerasus vulgaris* Mill) для створення насаджень в умовах Південного Степу України. Садівництво. 2015. № 70. С. 15–21.

22. Шкіндер-Барміна А. М. Адаптивний потенціал сортів вишні і дюків (*Cerasus Vulgaris* Mill.) у південному степу України. Садівництво. 2014. Вип.68. С. 80 –84.

23. Шкіндер-Барміна А. М. Формування та вивчення колекції вишні (*Cerasus vulgaris* mill.) Мелітопольської дослідної станції садівництва для визначення селекційно цінних зразків. Генетичні ресурси рослин. 2020. № 26. С. 71–80.

РОЗДІЛ 4
ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПЛОДІВ ВИШНІ ЗА ОБРОБКИ САЛІЦИЛОВОЮ КИСЛОТОЮ І ПОЛІСАХАРИДНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

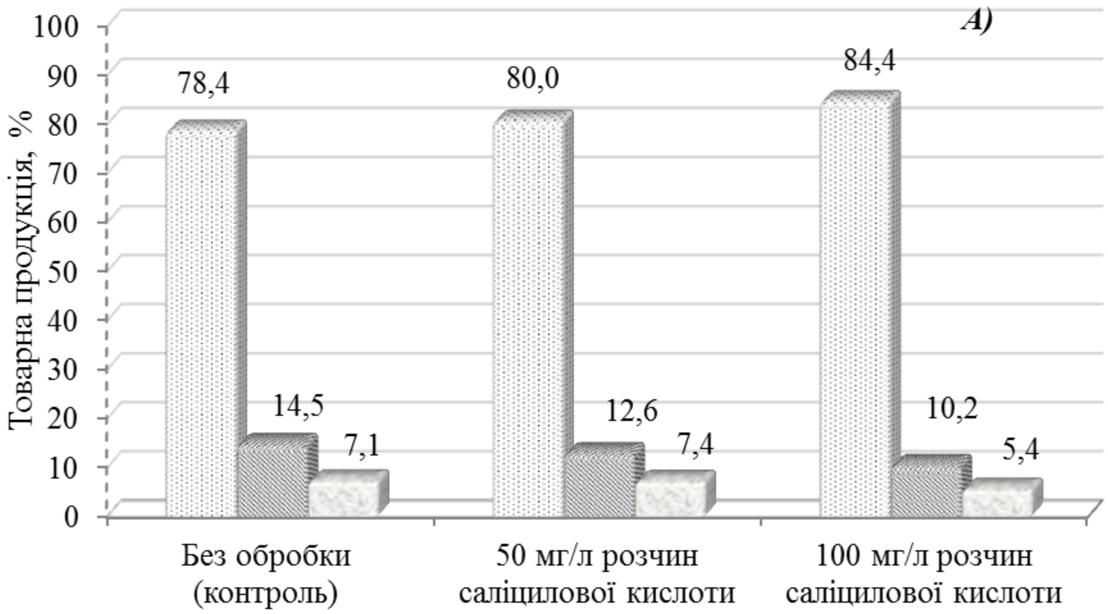
4.1 Збереженість плодів вишні залежно від обробки розчином саліцилової кислоти

Проблема якості й ефективності зберігання нині актуальна, особливо для малолежких плодів вишні. При цьому, останнім часом зростає інтерес до використання саліцилової кислоти та її похідних [40]. Підвищення ефективності полісахаридних композицій досягається шляхом включення до складу (хітозану) органічної кислоти (саліцилової). Науковий пошук дозволив встановити, що досить мало інформації щодо впливу обробки плодів вишні розчином саліцилової кислоти на їх якість після збирання.

За результатами проведених досліджень (рис. 4.1) обприскування плодів вишні розчинами саліцилової кислоти дозволило продовжити тривалість зберігання до 21 доби, тоді як у контрольному варіанті – 15 діб. При цьому, за обприскування плодів розчином саліцилової кислоти з концентрацією 100 мг/л, вихід стандартної продукції був на 5,9–6,0 % вищим за найменшого абсолютного відходу – відповідно 5,4 % для сорту Шпанка і 7,5 % – Лутовка. Очевидно це пов’язано з підвищенням стійкості до захворювань і покращення якості плодів вишні після зберігання, на що також вказують результати досліджень D. Valero [20]. Обробка розчином 50 мг/л саліцилової кислоти була менш ефективною під час зберігання за виходу товарної продукції на 1,4–4,3 % нижчого.

Обробка плодів вишні досліджуваних сортів розчином 100 мг/л саліцилової кислоти дозволила знизити абсолютний відхід на 0,6–2 %.

Впродовж зберігання плодів, зокрема вишні, на дихання витрачаються цукри, кислоти, тощо та відбувається випаровування вологи. Допустимі втрати маси при цьому становлять до 10 % [41].



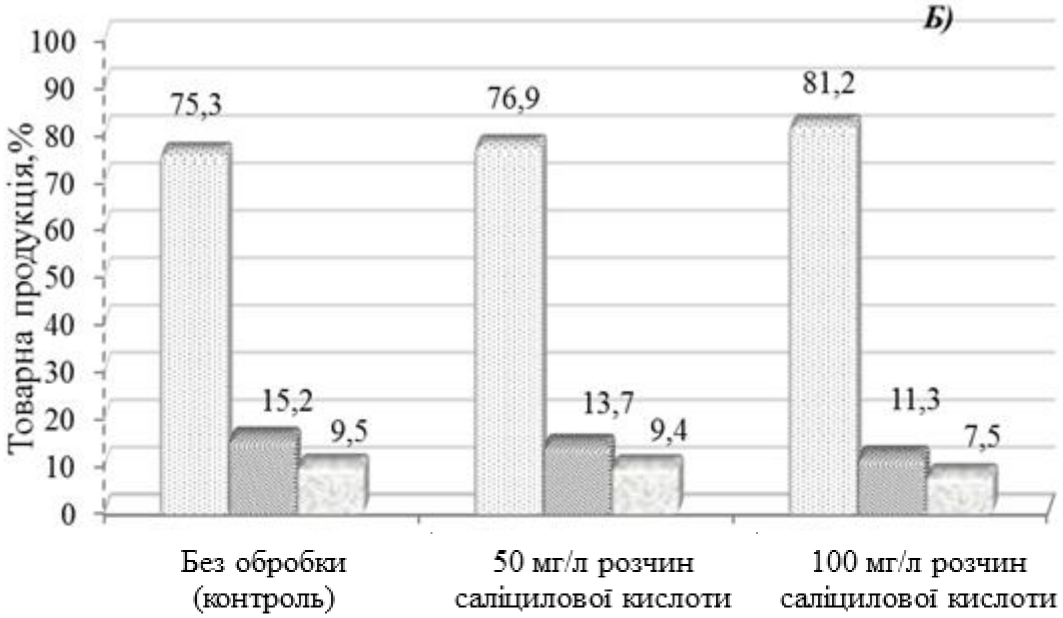


Рис. 4.1 **Вихід товарної продукції плодів вишні сортів А) Шпанка та Б) Лутовка після зберігання** *(НІР $_{05}$ товарної продукції = 0,4; НІР$_{05}$ технічний брак = 0,7; НІР$_{05}$ абсолютний відхід = 0,7), 2016–2018 рр, %:*

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

За результатами досліджень (рис. 4.2) втрати маси плодів вишні сортів Шпанка та Лутовка складали 4,9 та 5,1 %. Обробка плодів вишні розчинами саліцилової кислоти, дозволила знизити природні втрати маси до 3,3–4,4 %. Найменші втрати маси для плодів вишні були за їхньої обробки 100 мг/л розчином – 3,3 і 3,5 %, що в 1,4 і 1,5 рази відповідно нижче порівняно з контролем для обох сортів.

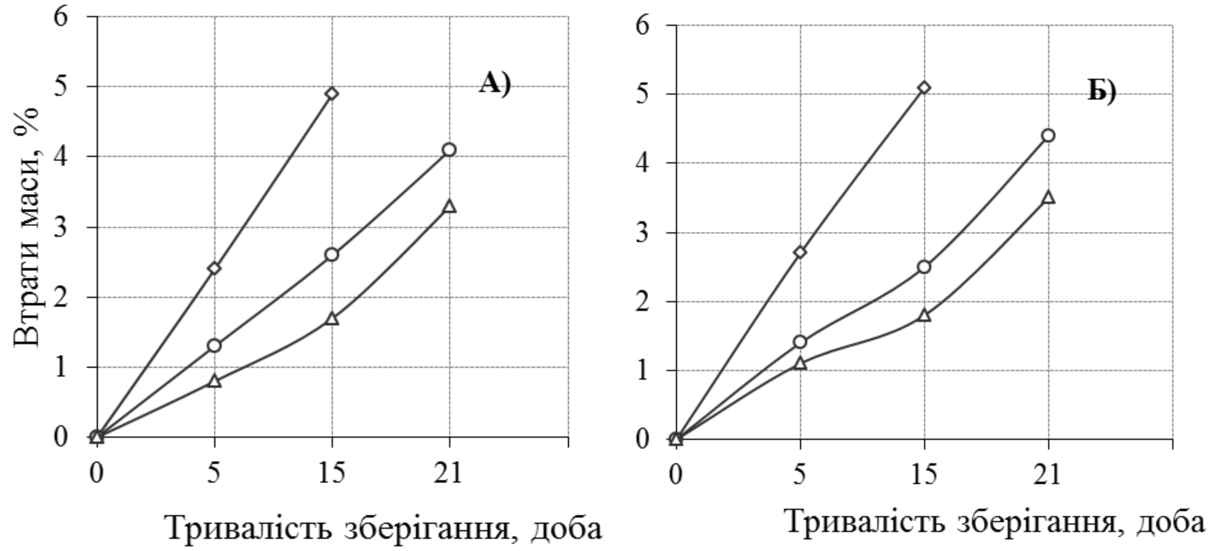


Рис. 4.2 **Втрати маси плодів вишні сортів Шпанка А) та Лутовка Б) впродовж зберігання** *(НІР $_{05}$ = 0,4), 2016–2018 рр,* %:

– без оброблення (контроль);
– 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти

Результати дисперсійного аналізу свідчать, що найбільший вплив на втрати маси здійснює фактор тривалості зберігання (фактор С) (37 %). Частка впливу інших чинників була дещо меншою і складала: вид обробки (фактор В) – 4 %, сорт (фактор А) – 2 %, взаємодія чинників АВС– 28 % (рис. 4.3).

Отже, оброблення 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.

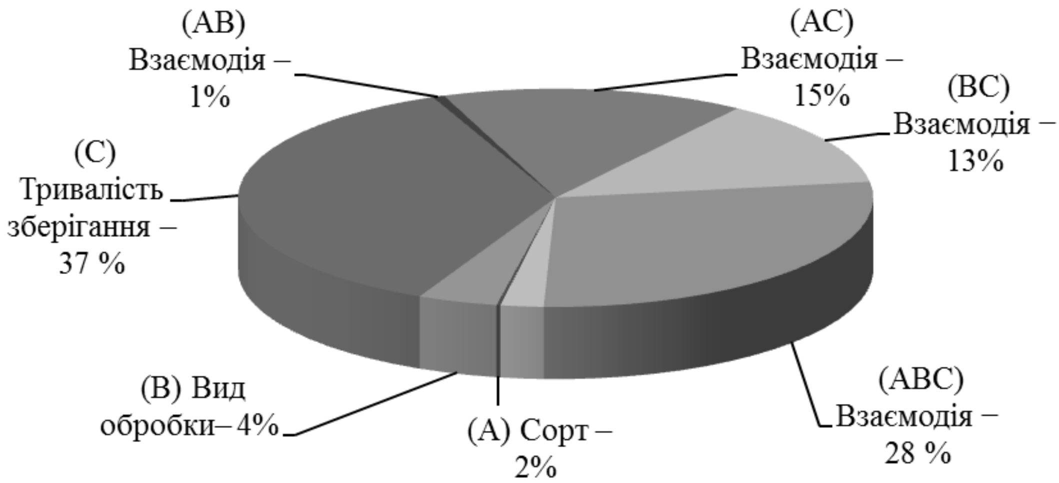


Рис. 4.3 **Вплив сорту, виду обробки і тривалості зберігання на природні втрати маси плодів вишні,** 2016–2018 рр.

4.2 Вплив обробки хітозаном на втрати маси і вихід товарної продукції плодів вишні впродовж зберігання

Основною причиною псування плодовоягідної продукції є інфекційні хвороби. Нині ведеться пошук способів зберігання, що сповільнюють розвиток збудників хвороб. З літературних джерел відомо [7, 15, 20, 21], що для збереження якості плодів кісточкових позитивний ефект дає використання харчового покриття на основі хітозану. Водночас, дані щодо зберігання плодів вишні, оброблених розчином хітозану майже відсутні.

Як показали результати проведених досліджень (табл. 4.1) тривалість зберігання необроблених (контроль) плодів вишні складала 15 діб, а за використання розчинів хітозану в 1,4 рази довше – 21 добу. За усередненими даними за період досліджень, при зберіганні необроблених плодів вишні сортів Шпанка та Лутовка, втрати маси складали відповідно 5,7 і 4,8 % (табл. 4.1).

У плодів вишні, оброблених 0,5 % розчином хітозану ці втрати склали 5,2 і 4,4 %, відповідно для сорту Шпанка та Лутовка, що на 8,3–8,7 % менше, ніж у контрольному варіанті. За використання 1 % розчину значення цього показника було на 19,3 і 20,8 % проти аналогічного показника плодів без обробки.

Таблиця 4.1

Втрати маси та вихід товарної продукції плодів вишні, 2016–2017 рр.

Варіант досліду	Термін зберігання, діб	Втрати маси, %	Вихід товарної продукції, %
Шпанка			
Без оброблення (*контроль*)	15	5,7±1,6	79,6±2,3
0,5 % розчин хітозану	21	5,2±1,5	81,6±3,1
1 % розчин хітозану	21	4,6±1,3	85,5±2,2
Лутовка			
Без оброблення (*контроль*)	15	4,8±1,4	78,8±2,1
0,5 % розчин хітозану	21	4,4±1,3	81,1±2,2
1 % розчин хітозану	21	3,8±1,2	84,4±2,0
HIP_{05}	–	*0,7*	*2,4*

Зменшення втрат маси зумовлено попередньою обробкою плодів вишні перед зберіганням розчином хітозану, що створює бар'єр для процесу транспірації та узгоджується з результатами досліджень G. Romanazzi [15], G.B.Seymour та ін.[17].

Важливий показник якості плодів після зберігання – товарна оцінка (див. табл. 4.1), що зумовлює конкурентоспроможність продукції на ринку. Для плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка вихід товарної продукції складав 79,6 і 78,8 %. Тоді як, у оброблених 0,5 % розчином хітозану плодів вишні, вихід товарної продукції був на 2 %, а за обробки 1,0 % розчину хітозану 5,9 і 5,6 % вищим проти контролю. Отримані нами результати підтверджують висновки зроблені A. El Ghaouth [5] та G. Romanazzi [13, 14], про позитивний вплив обробки хітозаном на вихід товарної продукції.

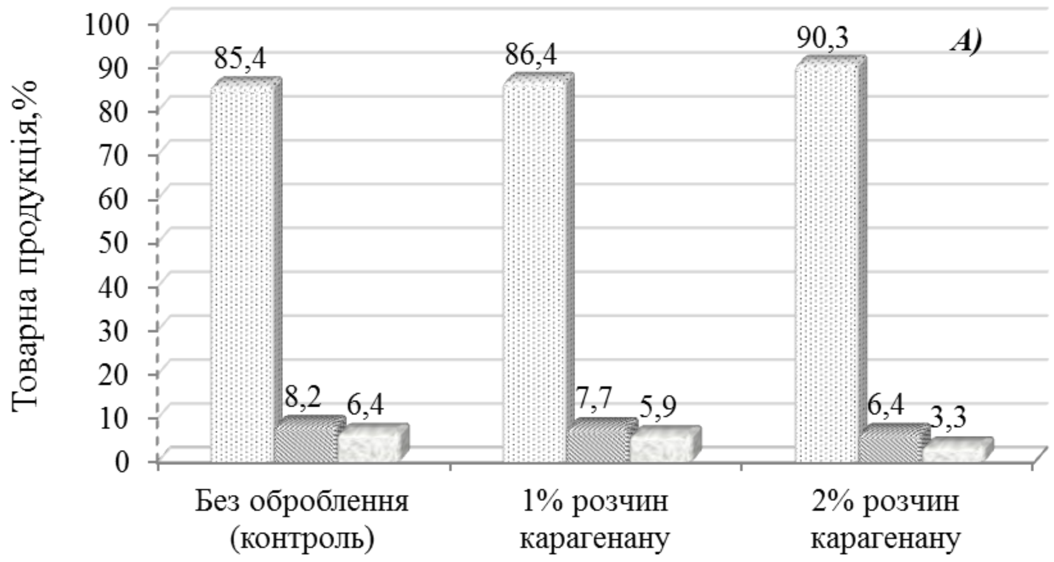
Отже, оброблення плодів вишні розчином хітозану з концентрацією 1 % збільшує вихід товарної продукції на 5,6–5,9 %, залежно від сорту, зменшує втрати маси плодів на 1,0–1,1 % та подовжує тривалість зберігання плодів до 21 доби.

4.3 Збереженість плодів вишні залежно від обробки карагенаном та альгінатом натрію

Крім полісахаридних покриттів на основі хітозану нині значного поширення набули карагенанові покриття [9]. Відомо [8], що плоди вишні, покриті розчином карагенану, зберігають блиск до 28 діб, тоді як необроблені втрачають його вже на 15 добу зберігання. Маса плодів впродовж зберігання зазнає істотних змін в результаті дихання, вивільнення вологи та проходження процесів окиснення в плодах.

Вихід товарної продукції (рис. 4.4) плодів вишні сортів Альфа і Пам’ять Артеменка впродовж 15 діб зберігання склав 84,0–85,4 %. За обробки плодів вишні 1 % розчином карагенану товарність була неістотно вищою – 86,4 і 89,2 %, тоді як за обробки 2 % розчином вона була максимальною і складала 90,3 і 91,3 %. Слід відмітити, що в оброблених 1 і 2 % розчином карагенаном плодах вишні кількість технічного браку зменшилась до 6,2–7,7 % і 5,3–6,4 %, а абсолютний брак склав –4,6–5,9 і 3,3–3,4 % відповідно.

Нами встановлено, що втрати маси плодів вишні (рис. 4.5) сортів Альфа і Пам’ять Артеменка, оброблених розчином карагенану після 15 діб зберігання були меншими на 35,7–45,2 %, порівняно із необробленими. За обробки плодів вишні 1 і 2 % розчином карагенану втрати складали 35,7–42,9 % (Альфа) і 40,3–45,2 % (Пам’ять Артеменка). Після 28 добового зберігання за обробки 2 % розчином карагенану, втрати маси становили 40,9 і 52,9 % залежно від сорту (3,4 і 4,4 %). Очевидно, що обробка плодів вишні розчинами карагенанів позитивно вплинула на зменшення маси плодів вишні впродовж зберігання. Отримані результати підтверджені дослідженнями D. Mortinez Romeo [8] із застосуванням покриття з алое-вера, що забезпечило зменшення втрат маси плодів черешні при зберіганні за температури 1°С впродовж 16 днів на 42 %.



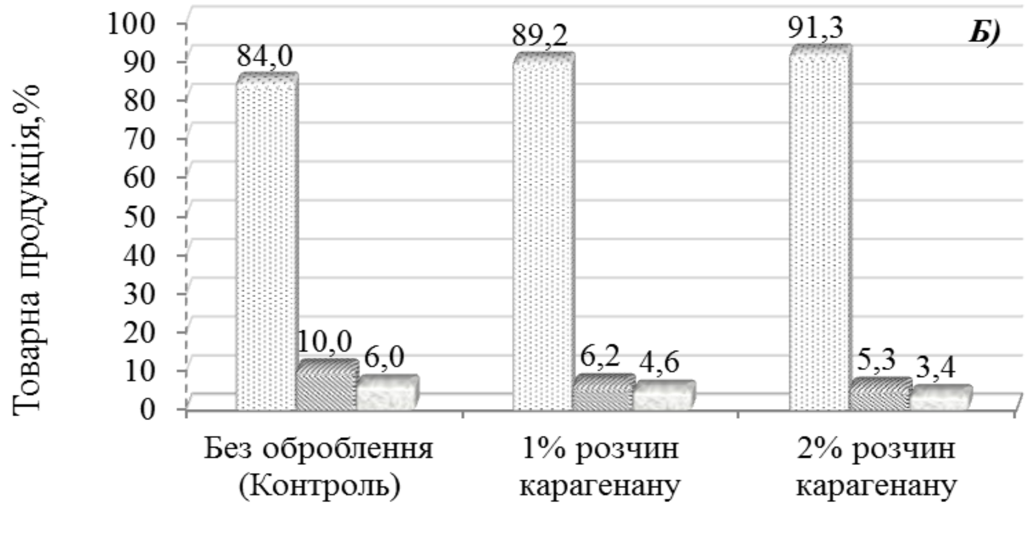


Рис. 4.4 **Вихід товарної продукції плодів вишні сортів А) Альфа та В) Пам'ять Артеменка після зберігання** *(НІР $_{05}$ товарної продукції = 4,0; НІР$_{05}$ технічний брак = 0,4; НІР$_{05}$ абсолютний відхід = 0,2)*, 2019–2020 рр.:

– товарна продукція; – технічний брак; – абсолютний відхід.

Втрата стійкості впродовж достигання плодів є одним з основних чинників погіршення їхньої якості та скорочення терміну зберігання. Дослідники G.B.Seymour [17] пов'язують її з деградацією клітинної стінки, в якій значна роль належить пектину, в результаті чого активізуються ферменти полігалактуроназа і пектинметилестераза.

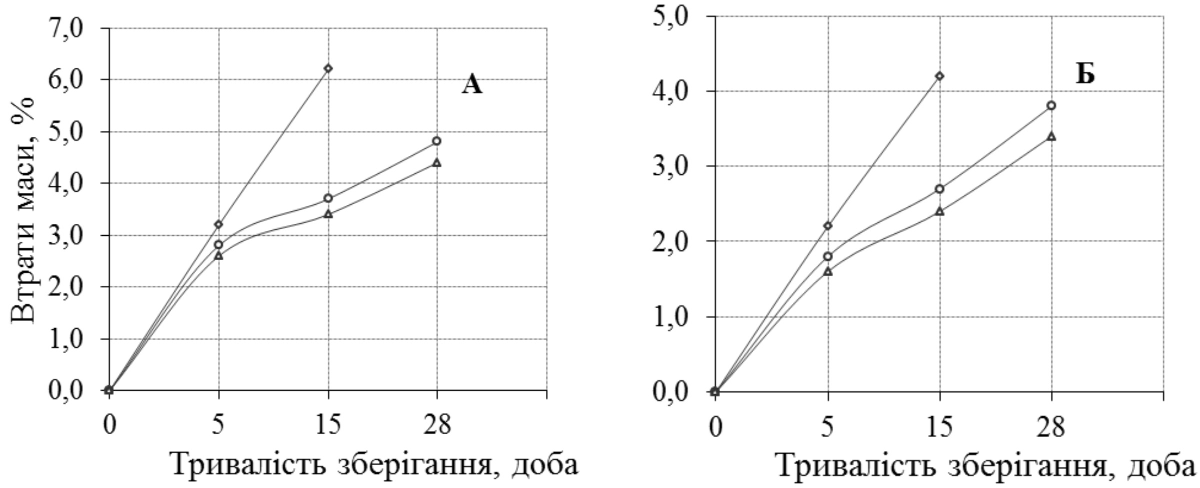


Рис. 4.5 **Втрати маси плодів вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка(Б), попередньо оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *(НІР $_{05}$ = 0,2),* 2019–2020 рр.:

—◇— – без оброблення (контроль); —○— – 1% розчин карагенану;
—△— – 2% розчин карагенану.

Отже, в результаті досліджень 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 %, зележно від сорту.

Збереженість плодів вишні залежно від обробки альгінатом натрію. Разом із карагенановими полісахаридними покриттями, що сприяють збереженню якості продукції використовують покриття альгінатні [3, 4, 6].

За результатами наших досліджень післязбиральна обробка плодів вишні розчином альгінату натрію сприяла збереженню якості плодів та продовженню терміну їхнього зберігання (рис. 4.6). Так, термін зберігання плодів вишні в необробленому контролі складав 15 діб, а за використання 3 і 5 % розчину альгінату натрію – 28 діб.

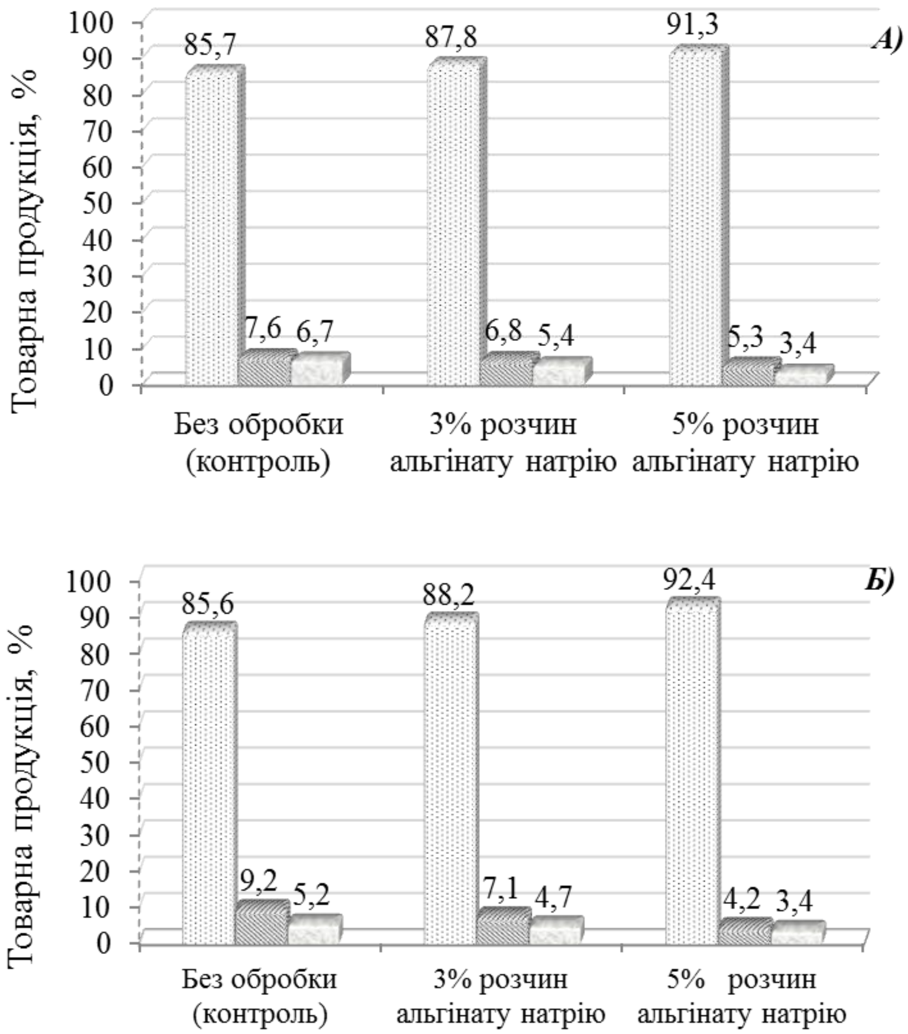


Рис. 4.6 **Вихід товарної продукції плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б) після зберігання** *(НІР $_{05}$ товарної продукції = 4,4; НІР$_{05}$ технічний брак = 0,4; НІР$_{05}$ абсолютний відхід = 0,2)*, 2016–2018 рр.:

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

Як видно з рисунку 4.6 вихід товарної продукції у контрольному варіанті для плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка знаходився на рівні 85,7–85,6 % та змінювався залежно від попередньої обробки перед зберіганням.

Обробка плодів вишні 3 % розчином дала змогу підвищити вихід товарної продукції до 87,8–88,2 %, а 5 % розчином альгінату натрію – до 91,3–92,4 %.

У технічний брак перейшло від 7,6 до 9,2 % плодів за рахунок їхнього побуріння. Плоди вишні, оброблені 3 % розчином альгінату натрію мали меншу кількість технічного браку – від 6,8 до 7,1 %, залежно від сорту, а найменшим він був за використання 5 % розчину – 4,2–5,3 %. Абсолютний відхід для плодів вишні коливався в межах від 5,2 до 6,7 % у необроблених плодів, за найменшого у плодів, оброблених 5 % розчином альгінату натрію –3,4 % залежно від сорту.

Втрати маси плодів у контрольному варіанті на кінець зберігання становили 4,2 % і залежали від способу обробки та тривалості зберігання плодів вишні (рис. 4.7).

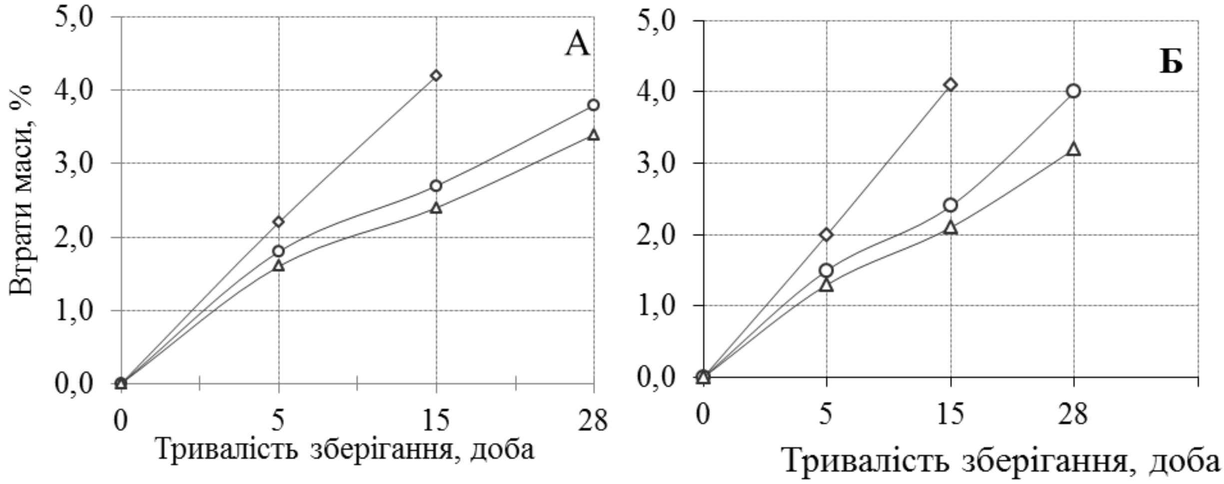


Рис. 4.7 **Втрати маси плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка(Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *(НІР $_{05}$ = 0,4)*, 2016–2018 рр.:

–◇– – без оброблення (контроль); –○– – 3% розчин альгінату натрію;
–△– – 5% розчин альгінату.

При цьому, для плодів, оброблених розчином альгінату натрію, після 28діб зберігання вони були менші і складали 3,2–4,0 %, що зумовлено утворенням на поверхні плодів напівпроникного шару з альгінатного покриття, що сприяв зниженню швидкості транспірації вологи [2, 4].

На втрати маси плодів вишні впродовж зберігання (рис. 4.8) істотно впливала концентрація розчину альгінату натрію (фактор В) – 42 % і тривалість зберігання (фактор С) – 55 %.

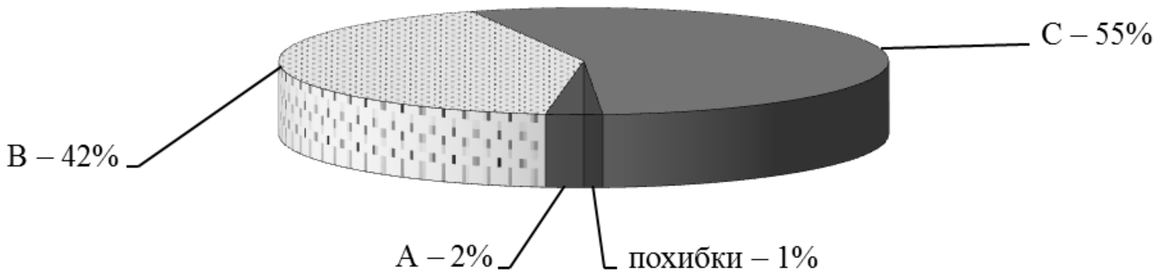


Рис. 4.8 **Вплив обробки плодів альгінатом натрію (В) і тривалості зберігання(С) на природні втрати маси плодів вишні різних сортів (А),** 2016–2018 рр.:

А − сорт; В − вид обробки;
С − тривалість зберігання; − випадкові чинники.

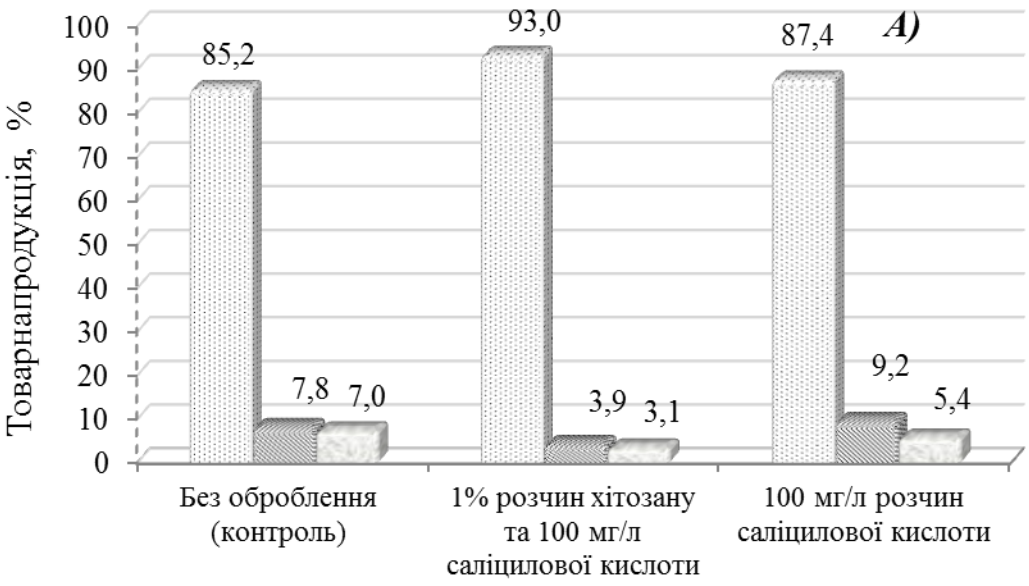
Отже, доцільною є обробка плодів вишні перед зберіганням в 5 %-му розчині альгінату натрію, що сприяла збереженню товарної якості на рівні 91,3–92,4 %, за нижчого на 2,3–5,0 % рівня технічного браку та абсолютного відходу, що не перевищував 3,4 % для плодів обох досліджуваних сортів, за зменшення втрати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

4.4 Комбіновані способи обробки плодів вишні хітозаном з саліциловою кислотою

Для покращення якості плодовоягідної продукції нині широко використовують обробку плодів саліциловою кислотою в поєднанні з хітозаном і іншими речовинами [23, 24].

Як показали результати досліджень, попередня обробка плодів вишні розчином хітозану з саліциловою кислотою сприяла подовженню терміну зберігання до 30 діб, проти 15 діб контролю.

Вихід товарної продукції (рис. 4.9) плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка після 15 діб зберігання знаходився на одному рівні 85,2 і 83,6 %. Максимальний вихід товарної продукції зафіксовано у плодів, попередньо оброблених 1 % розчином хітозану з саліциловою кислотою – на 7,8–8,6 % вищий порівняно з контролем за у 2,3 рази меншого абсолютного відходу (3,1–3,6 %).



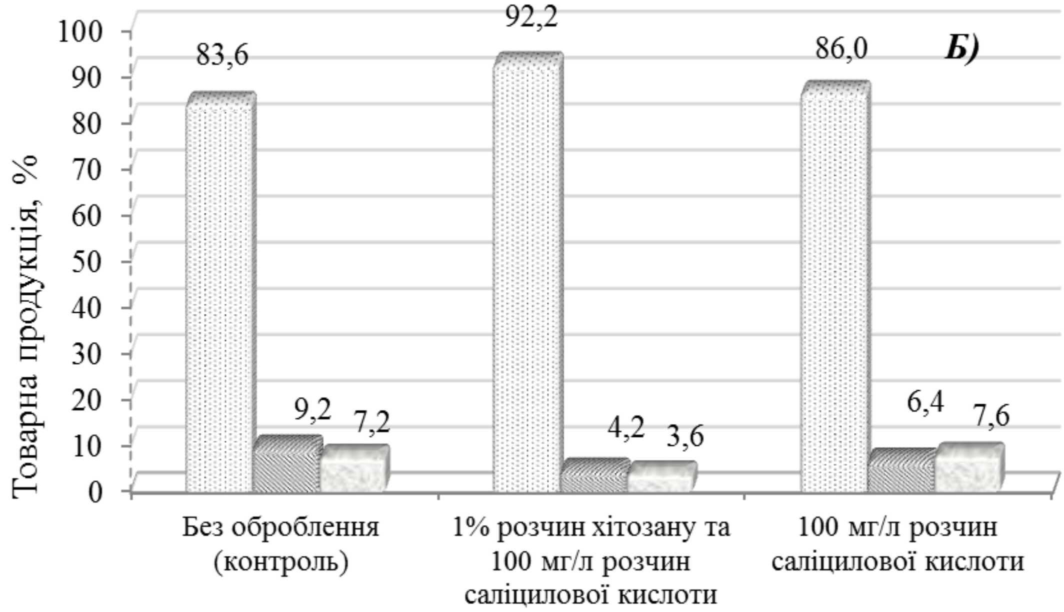


Рис. 4.9 **Вихід товарної продукції плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б) після зберігання** *(НІР $_{05}$ товарної продукції = 2,6; НІР$_{05}$ технічний брак = 0,2; НІР$_{05}$ абсолютний відхід = 0,2)*, 2016–2019 рр.:

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

Втрати маси плодів відбуваються в результаті дихання та транспірації вологи. Впродовж зберігання плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка втрати маси у контрольному варіанті досліду знаходились на рівні 5,4–5,7 % (рис. 4.10). Попередня обробка плодів вишні розчином саліцилової кислоти сприяла зменшенню втрат маси до 3,4–3,5 %, а з додаванням до саліцилової кислоти розчину хітозану – до 2,7–3,0 % впродовж 30 діб зберігання за рахунок утвореної напівпроникної плівки на поверхні продукції, що запобігає втратам вологи та знижує інтенсивність дихання, що також доведено дослідниками Z.Youzuo, Z. Meiling., Y. Huqing [23].

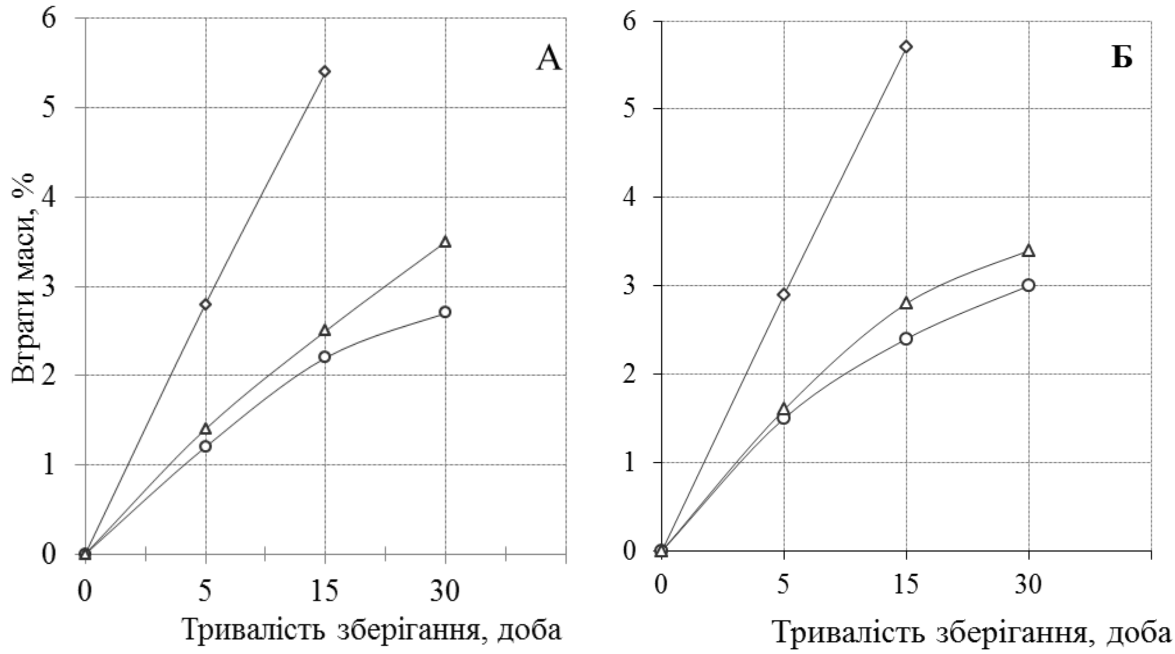


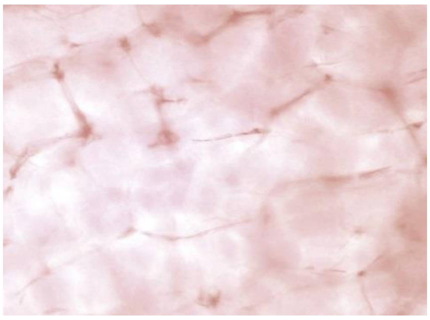
Рис. 4.10 **Втрати маси плодів вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка(Б) впродовж зберігання** (НІР $_{05}$ = 0,4), 2016–2019 рр.:

– без оброблення (контроль);
– 1% хітозану і 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

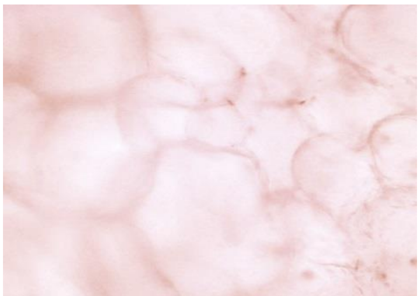
Отже, обробка плодів вишні перед зберіганням в 1 %-му розчині хітозану зі 100 мг/л саліцилової кислоти подовжує тривалість їхнього зберігання до 30 діб, підвищує вихід товарної продукції на 7,8–8,6 %, знижує рівень технічного браку на 3,9–5,0 %, а абсолютного відходу – у 2,3 рази за втрат маси, що не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

4.5 Мікроструктура плодів вишні, оброблених полісахаридними композиціями

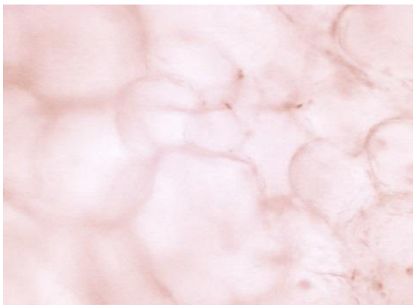
Проведеними дослідженнями з вивчення мікроструктури плодів вишні оброблених полісахаридними композиціями з'ясовано, що кращий результат забезпечує використання 1 % хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою та 5 % розчин альгінату натрію (рис. 4.11).



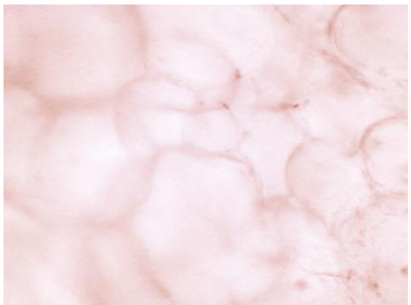
Без оброблення (контроль)



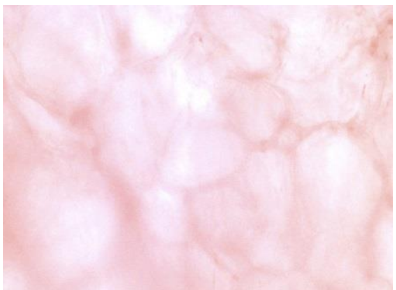
100 м г/л розчин саліцилової кислоти



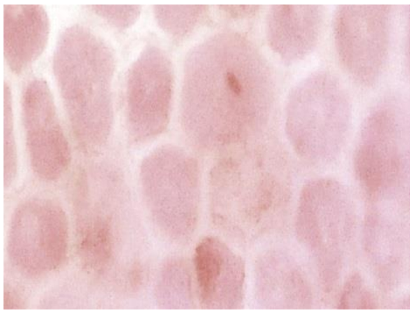
1 % розчин хітозану



1 % розчин хітозану та 100 м г/л саліцилової кислоти



3 % розчин альгінату натрію



5 % розчин альгінату натрію

Рис. 4.11 **Мікроструктура плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями**

Встановлено, що мезокарпій оброблених полісахаридними композиціями плодів вишні значно відрізняється від таких у необробленому контролі.

Так, в плодах вишні, оброблених хітозаном з саліциловою кислотою, в міжклітинні стінки в результаті осмосу потрапляли розчини полісахаридів внаслідок чого підвищується стійкість плодів до умов навколишнього середовища. Концентрація розчину також вплинула на мікроструктуру плоду. При цьому найпомітніші зміни зафіксовано в мезокарпію плодів вишні, оброблених 5 % розчином альгінату натрію. Аналогічні зміни структури плоду після обробки полісахаридними композиціями відмічали й інші дослідники [10, 11, 23].

Отже, обробка плодів вишні розчином 1 %-ного хітозану з 100 мг/л саліцилової кислоти та 5 % розчин альгінату натрію змінюють структуру мезокарпію плодів вишні внаслідок потрапляння в міжклітинні стінки розчинів полісахаридів, що сприяє підвищенню стійкості плодів до умов зберігання.

4.6. Органолептична оцінка плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями

Результати дегустаційної оцінки після обробки плодів вишні полісахаридними композиціями показано на рис. 4.12. Плоди вишні після зберігання оцінювали за показниками: зовнішній вигляд: консистенція, смак, запах, колір.

За зовнішнім виглядом оброблені плоди суттєво переважали контроль та мали відмінні показники. За запахом, таких відмінностей не встановлено за виключенням плодів, оброблених розчином саліцилової кислоти, які мали істотно нижчу дегустаційну оцінку – 4,5 бали. Плоди, оброблені розчином хітозану або хітозаном у поєднанні з саліциловою кислотою чи альгінатом натрію мали відмінний запах.

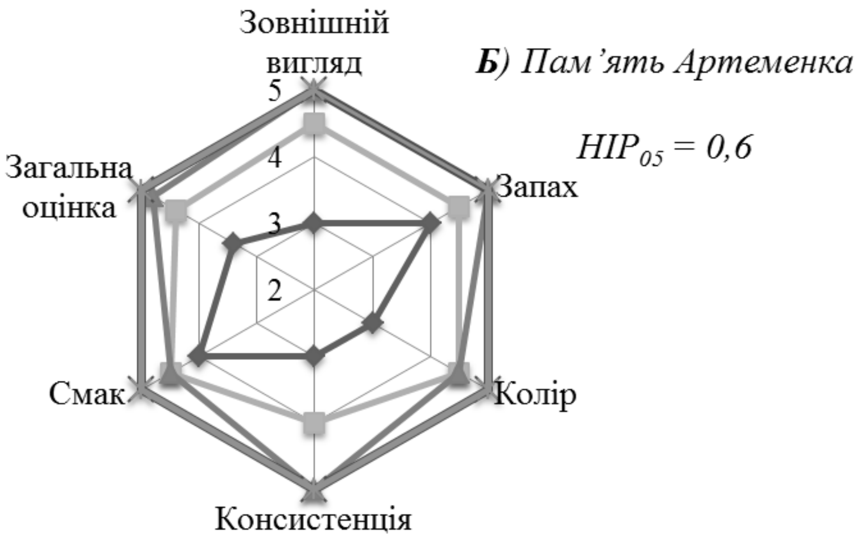


Рис. 4.12 **Органолептична оцінка плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б) попередньо оброблених полісахаридними композиціями на кінець зберігання,** 2016–2018 рр.:

− 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.

Колір плодів після зберігання був властивий для плодів вишні. Істотні відмінності від контрольних показників і відмінну дегустаційну оцінку мали плоди вишні, оброблені 1 %-ним розчином хітозану з 100 мг/л саліцилової кислоти. На відміну до цього, плоди вишні, оброблені лише саліциловою кислотою та хітозаном майже не відрізнялись від контролю – 4,5 бали.

Разом із показником кольору, важливим показником якості продукції є консистенція, що відіграє вирішальне значення у виборі плодів для споживача. В необроблених плодах вишні (контроль) після зберігання відбулось розм’якшення, що зумовлено погіршенням складу клітинної стінки, через гідроліз пектину за участю ферментів полігалактуронази та пектинестерази. Аналогічні дослідження отримані в плодах суниці під час зберігання [19].

Для плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями, консистенція плодів значно відрізнялася від контролю та оцінена в 5 балів. Плоди, оброблені розчином саліцилової кислоти мали добру дегустаційну оцінку (4 бали).

Вирішальним показником якості плодів вишні є смак. Після зберігання необроблені плоди вишні мали добрі (4 бали) смакові властивості. Значно відрізнялася оцінка плодів, оброблених полісахаридними композиціями. Зокрема, за обробки розчином саліцилової кислоти та хітозану плоди вишні мали дегустаційну оцінку 4,5 бали. Очевидно це пояснюється тим, що хітозан може надавати плодам смаку, що впливає на дегустаційну оцінку плодів [19].

Відмінну (5 балів) дегустаційну оцінку мали плоди вишні, оброблені 1 %-ним розчином хітозану з 100 мг/л саліцилової кислоти та 5 %-ним розчином альгінату натрію.

Як видно з рис. 4.13 кластерний аналіз показав, що органолептичні показники якості необроблених плодів виділяються в окремий кластер, що зумовлено їхньою суттєво нижчою оцінкою.

Кластер 1 згрупований із плодів вишні, оброблених саліциловою кислотою. Кластер 2 складається з двох підкластерів, що знаходяться в межах 1 евклідової відстані (1 – плоди, оброблені розчином хітозану). Підкластер 2 – плоди, оброблені розчином саліцилової кислоти з хітозаном та альгінатом натрію, які відрізнялися нижчим сенсорним сприйняттям групи панелей. Кластерний аналіз підтвердив це твердження.

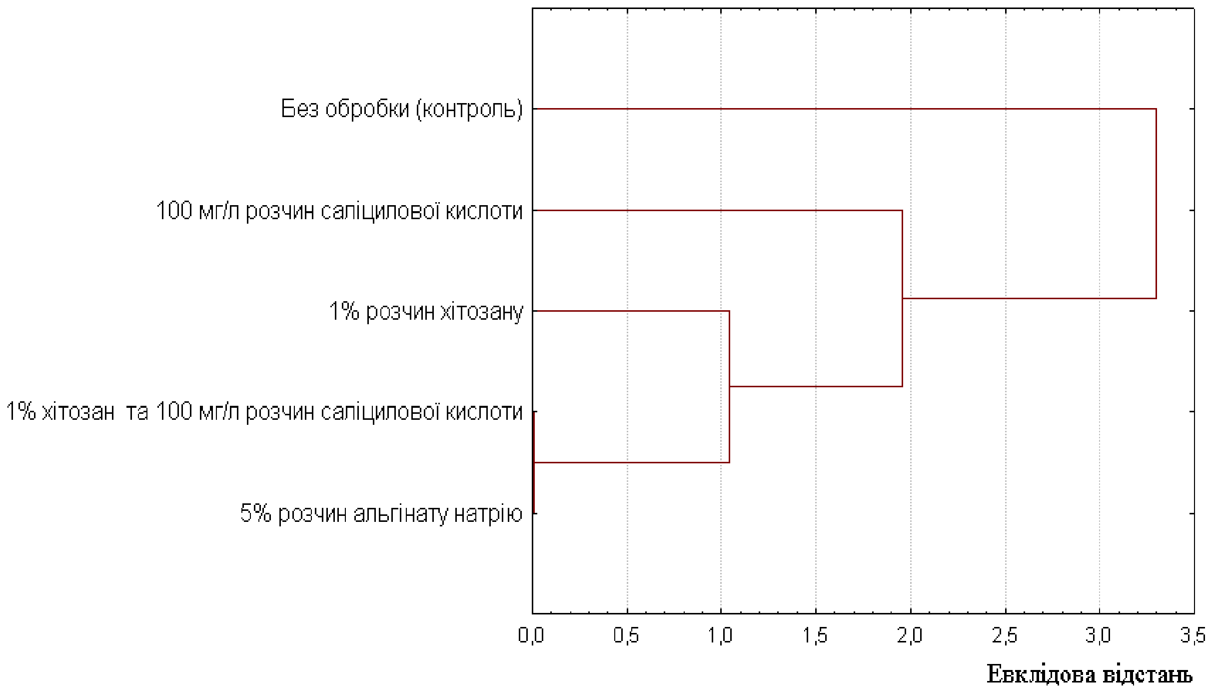


Рис. 4.13 **Дендрограма кластерного аналізу органолептичних показників плодів вишні сорту Альфа і Пам'ять Артеменка, оброблених перед зберіганням полісахаридними композиціями**

Отже, 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.

4.7. Мікробіологічні показники плодів вишні впродовж зберігання за обробки полісахаридними композиціями

Ускладнення організації захисту соковитих плодів під час їх зберігання визначається не лише їх механічною структурою, хімічним складом і органолептичними показниками, але й відсутністю активних захисних реакцій з боку рослини.

Головною причиною виникнення хвороб під час зберігання соковитих плодів є мікроскопічні гриби. Умовно їх можна розділити на дві великі групи – паразитичні (фітопатогенні) і сапротрофні. Прикладом таких грибів є збудники моніліозу (*Monilinia fructigena* і *Monilinia laxa*), сірої гнилі (*Botrytis cinerea*), бурої плямистості (*Schizothyrium pomi*), альтернаріозу (*Alternaria spp*.). Сапротрофні гриби не мають можливості інфікувати живу здорову рослину і зазвичай заселюють плоди вже після збирання врожаю (під час їх транспортування та зберігання). Прикладом таких грибів є плісняви, що викликаються видами родів *Aspergillus, Penicillium, Trichothecium, Mucor, Rhizopus* та ін.

Найбільш шкодочинне захворювання – бактеріальна хвороба, викликана *Pseudomonas syringae*. Грибкове псування спричинене видами родів *Penicillium, Botrytis* і *Monilia* відповідальне за синю гниль і сіру цвіль. Виникнення цих гнилей та їх вплив на якість плодів, зокрема вишні, залежить від сортових особливостей і стадії дозрівання врожаю [25].

Плоди черешні пошкоджуються різними збудниками видів роду монілінії (*M. laxa, M. frutigena та M. fructicola*), синьою цвіллю, спричиненою *Pencillium expansum, Alternaria* і *Cladosporium гнилями*, викликаними *Alternaria alternata і Cladosporium sp. Penicillium expansum*, що спричиняє втрати врожаю та погіршення якості плодів [22].

Викликана грибком *Pseudomonas syringae (*рід *Monilia)* спричиняє буру гниль. Виникнення гнилі та її вплив на якість вишні залежить від сорту і ступеня стиглості плодів [22].

Для обмеження розвитку на плодах видів фітопатогенних грибів важливим є організація боротьби з ними ще у період вегетації рослин. Що ефективнішою буде боротьба з ними «в саду», то менше їх буде під час зберігання продукції. Для обмеження розвитку сапротрофних грибів важливим є мінімізація травмування плодів. Крім того, плоди, що мають зберігатися тривалий час, не повинні бути пошкодженими шкідниками.

Задля того, щоб поліпшити зовнішній вигляд плодів і сповільнити їх псування, після збирання врожаю часто використовують процедуру нанесення на їх поверхню штучного воскоподібного шару. Цей шар блокує газообмін між плодами й атмосферою, а також запобігає випаровуванню води. Безпосередньо перед, або навіть під час нанесення цього захисного шару, часто застосовують різноманітні фунгіциди.

Такі речовини як саліцилова кислота, хітозан, альгінат є індукторами набутої системної стійкості рослин до хвороб, або безпосередньо використовуються для захисту плодів від хвороб під час зберігання [16, 25].

Хітозан є безпечною альтернативою синтетичним фунгіцидам проти *B. cinerea* у суниці [11]. Захворюваність *Botrytis* (сіра цвіль) та загнивання суниці починаються з 6-ти добового зберігання в холоді як у необроблених, так і оброблених 1 % хітозановим покриттям плодів. Суниця, покрита 1,5 і 2 % розчином хітозану, зазнала впливу мікробіологічного псування лише на 9 добу [9].

Встановлено [18], що загальна кількість мезофільних аеробних бактерій у плодах черешні, покритої хітозаном, була нижче передбачуваної кількості, тоді як в необробленій контрольній групі становила 2,74 log КУО/г при 4°С.

Дослідження впливу обробки розчинів полісахаридних композицій на мікрофлору плодів вишні після зберігання показали, що у свіжих плодах вишні середня кількість епіфітної мікрофлори знаходилась на рівні $1{,}1 \cdot 10^3$ КУО/г (рис. 4.14).

Після зберігання її кількість збільшилась до $1{,}3 \cdot 10^3$ КУО/г. Обробка плодів вишні розчином хітозану із саліциловою кислотою сприяла істотному зменшенню чисельності МАФАнМ – у 5,2 рази, порівняно з контролем. Зменшення кількості МАФАнМ на плодах вишні за обробки композицією хітозану із саліциловою кислотою можна пояснити тим, що до складу композиції входить хітозан, який проявляє антибактеріальні властивості. Позитивно заряджені аміногрупи на хітозані зв’язуються з негативно зарядженими карбоксильними групами на мембрані бактеріальної клітини, змінюючи розподілення заряду на поверхні клітини, що спричиняє порушення стабільності мембрани [18].

Обробка плодів вишні альгінатом натрію сприяла зменшенню чисельності епіфітної мікрофлори у 4,2 рази.

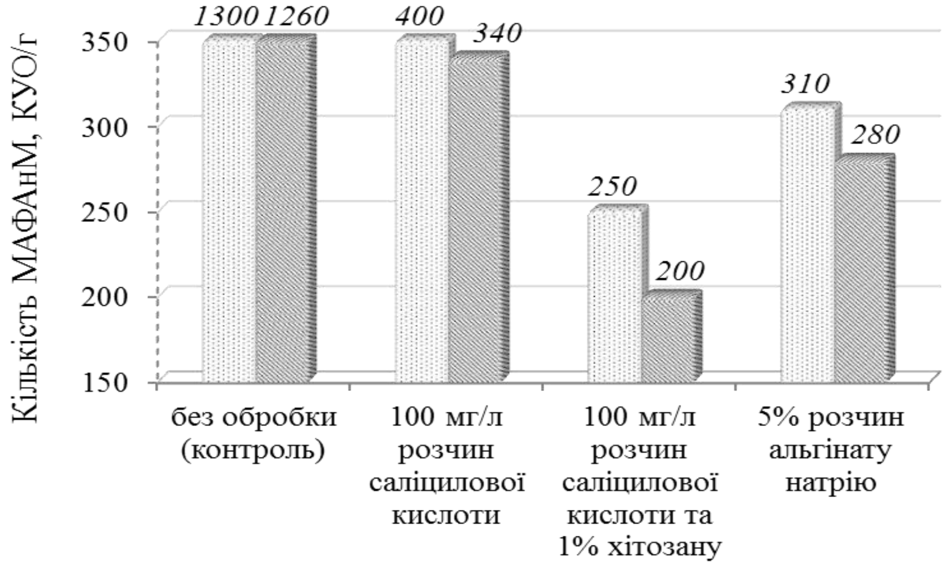


Рис.4.14 **Вплив обробки розчинами полісахаридних композицій на кількісний і якісний склад епіфітної мікрофлори на поверхні плодів вишні на кінець зберігання** (*НІР* $_{05МАФАнМ}$ = *17,5; НІР* $_{05дріжджі}$ = *36*):

▤ − МАФАнМ; ▨ − Дріжджі і плісень.

Попередня обробка плодів вишні перед зберіганням сприяла призупиненні росту дріжджів і плісняви. В контрольному варіанті їх кількість знаходилась на рівні $1{,}26\cdot10^3$ КУО/г, а за обробки плодів розчинами полісахаридних композицій вона зменшилась в 3,7–6,3 рази. При цьому, найменша кількість епіфітної мікрофлори залишалась у плодів вишні, оброблених розчином хітозану із саліциловою кислотою.

Подібне до цього зменшення кількості дріжджів і плісені на плодах черешні покритої алое-вера відмічено D. Martinez-Romero та ін. [8]. M. Rassa, M. Ghasemnezhad та ін. (2013) [12] зазначали, що обробка 1 % розчином хітозану знижує ріст грибків, порівняно із контрольним варіантом [1, 4, 9, 16].

Після зберігання, переважно було виявлено захворювання моніліоз (що спричинила грибна флора родів *Monilia*).

Отже, 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 плісеней – 6,3 рази.

Зважаючи на високий відсоток псування плодів після збирання транспортування та зберігання, перспективним буде продовження досліджень із вивчення впливу післязбиральної обробки харчовими плівками на їх якість впродовж зберігання.

Висновки до розділу 4

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. Доцільною є обробка плодів вишні перед зберіганням в 5 %-му розчині альгінату 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.

5. 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 за втрат маси, що не перевищують 3 %.

6. 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.

7. 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 плісеней – 6,3 рази.

Результати досліджень розділу 4 опубліковані у 15 наукових працях: [21, 26–39].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Arceo-Martínez Ma, Jimenez Mejia R., Salgado-Garciglia R., Santoyo G., López-Meza J., Loeza-Lara P. In vitro and in vivo anti-fungal effect of chitosan on post-harvest strawberry pathogens. Agrociencia. 2019. Vol. 53. P. 1297.

2. Aryou E., Sudabeh B. Nanocomposite coating based on sodium alginate and nano-ZnO for extending the storage life of fresh strawberries (Fragaria × ananassa Duch.). Journal of Food Measurement and Characterization. 2020. Vol. 14(7). P.1012–1024.

3. Carvalho C. P., Villaño D., Moreno D.A., Serrano M., Valero D. Alginate edible coating and cold storage for improving the physicochemical quality of cape gooseberry (Physalis Peruviana L.). Journal of Food Science and Nutrition. 2015. Vol.1. P. 002.

4. Díaz-Mula H. M., Serrano M., Valero D. Alginate coatings preserve fruit guality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food and Bioprocess Technology.. 2012. Vol. 5. P. 2990–2997.

5. Ghaouth A., Arul J., Ponnampalam R., Boulet M. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. Journal of food science. 1991. Vol. 56 (6). P. 1618–1620.

6. Huertas M., Mula D., SerranoM., Valero D. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food Bioprocess Technology. 2012. Vol. 5. P. 2990–2997.

7. Lin M. G., Lasekan O., Saari N., Khairunniza-Bejo S. Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (Dimocarpus longan) fruits CyTA. Journal of Food. 2018. Vol. 16(1). P. 490–497.

8. Martínez-Romero D., Albuquerque N., Valverde J. M., Guillén F., Castillo S., Valero D., Serrano M. Postharvest sweet cherry quality and safety maintance by Aloe vera treatment: a new edible coating. Postharvest Biology and Technology. 2006. Vol. 39. P. 93–100.

9. Nasrin T. A. A., Rahman M. A., Hossain M. A., Islam M. N., Arfin M. S. Postharvest quality responseof strawberries with aloe vera coating during refrigerated storage. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2017. Vol. 92. P. 1–8.

10. Petriccione M., De Sanctis F., Pasquariello M.S., Mastrobuoni F., Rega P., Scortichini P., Mencarelli F. The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. Food Bioprocess Technol. 2015. Vol. 8. P. 394–408.

11. Petriccione M., Mastrobuoni F., Pasquariello M. S., Zampella L., Nobis E., Capriolo G., Scortichini M. Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. Foods. 2015. Vol. 4. P. 521–523.

12. Rassa M., Ghasemnezhad M., Zareh S., Sajedi R. H. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (Punica granatum L. Cv. Tarom) at cold storage temperature. Journal Science of Food and Agriculture. 2013. Vol. 93 (2). P. 368–374.

13. Romanazzi G. Chitosan treatment for the control of postharvest decay of table grapes, strawberries and sweet cherries. Fresh Produce. 2010. Vol. 4. P. 111–115.

14. Romanazzi G., Feliziani E., Santini M. Landi effectiveness of postharvest treatment with chitosan and other resistance inducers in the control of storage decay of strawberry. Postharvest Biology and Technology. 2013.Vol. 75. P. 24–27.

15. Romanazzi G., Nigro F., Ippolito A. Short hypobaric treatments potentiate the effect of chitosan in reducing storage decay of sweet cherries. Postharvest Biology and Technology. 2003. Vol. 29. P. 73–80.

16. Samra N. R., Ameer M. S., Basma T. E. Maintaining storability of brahee date palm fruits with postharvest edible coating by using alginate salts. Journal of Plant Production, Mansoura Universyty. 2019. Vol. 10 (12). P. 983 –993.

17. Seymour G. B., Taylor J. E., Tucker G. A. Biochemistry of Fruit Ripening. 1993. Chapman and Hall: London. 347–373 P.

18. Tokatlı K., Demirdove A. Effects of chitosan edible film coatings on the physicochemical and microbiological qualities of sweet cherry (Prunus avium L.) Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 259(3):108656.

19. Tomadoni B., Pereda M., Moreira M.R., Ponce A. Chitosan edible coatings with geraniol or vanillin: a study on fresh-cut strawberries microbial and sensory quality through refrigerated storage. Food Science and Nutrition Technology. 2019. Vol.4(3): 000178. URL: https://www.researchgate.net/ publication/333853512.

20. Valero D., Díaz-Mula H. M. Zapata P. J., Castillo S., Guillén F., Martínez R. D., Serrano M. Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011. Vol.59(10). P. 5483–5489.

21. 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.

22. Wani A. A., Singh P., Gul K., Wani M., Langowski H. C. Sweet cherry (Prunus avium): Critical factors affecting the composition and shelf life. Food Packaging and Shelf Life. 2014. Vol. 1. P. 86–89.

23. Youzuo Z., Meiling Z., Huqing Y. Postharvest chitosan-g-salicylic acid application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. Food chemistry. 2015. Vol. 174. P. 558–563.

24. Zheng X., Tian S., Meng X., Li B. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. Food Chemistry. 2007. Vol. 104 (1). P. 156–162.

25. Акулов О. Ю. Хвороби зберігання та пов'язані з ними проблеми якості продукції. Сучасний сад та його інтегрований захист. Пропозиція. Київ: ТОВ «Юнівест Медіа». 2012. № 4. С. 34–42.

26. Василишина 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.

27. Василишина О. В. Вплив обробки розчином альгінату натрію на плоди вишні під час зберігання. Наукові горизонти. 2019. № 10(83). С. 35–40.

28. Василишина О. В. Вплив післязбиральної обробки композицією хітозану та саліцилової кислоти на плоди вишні після зберігання. Агробіологія. 2020. Вип. 1(157). С. 13–20.

29. Василишина 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.

30. Василишина О. В. Заморська І. Л. Патент на корисну модель № 119156 Україна, МПК (2017) A01G 7/06. Спосіб застосування водного розчину хітозану для обробки плодів вишні перед зберіганням. №U2017 03674; Заявл. 14.04.2017; Опубл. 11.09.2017. Бюл. № 17. 4 с.

31. Василишина О. В. Зміна якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 3. С. 13–20.

32. Василишина О. В. Оптимізація зберігання плодів вишні з попередньою обробкою розчином хітозану. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2019. № 3(103). С. 80–87.

33. Василишина О. В. Патент на корисну модель № 127620 Україна, МПК (2018) A01F 25/00. Спосіб застосування водного розчину саліцилової кислоти для обробки плодів вишні перед зберіганням. №U2018 02967; Заявл. 23.03.2018; Опубл. 10.08.2018. Бюл. № 15. 4 с.

34. Василишина О. В. Патент на корисну модель № 135992 Україна, МПК (2019) A23B 7/16. Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед зберіганням. №U2019 02110; Заявл. 1.03.2019; Опубл. 25.07.2019. Бюл. № 14. 4 с.

35. Василишина О. В. Патент на корисну модель № 136272 Україна, МПК (2019) A01F 25/00. Спосіб застосування водного розчину альгінату натрію для обробки плодів вишні перед зберіганням. №U2019 02108; Заявл. 1.03.2019; Опубл. 12.08.2019. Бюл. № 15. 4 с.

36. 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.

37. Василишина 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.

38. Василишина О. В. Органолептична оцінка плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями. Наукові горизонти. 2020. №.9. С. 12–20.

39. Василишина О.В. Зміна фізичних показників плодів вишні залежно від обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання. Наукові доповіді НУБіП. 2021. №1(89). URL:http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14724/13008.

40. Кавулич Я. З., Кобилецька М., Терек О. Вплив саліцилової кислоти на пігментну систему рослин гречки за токсичного впливу кадмію хлориду. Вісник Львівського університету. 2016. № 72. С. 210–217.

41. Найченко В. М., Заморська І. Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів. Умань: Сочінський, 2010. 328 с.

РОЗДІЛ 5
ВПЛИВ ОБРОБКИ ПОЛІСАХАРИДНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ НА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ ПЛОДІВ ВИШНІ ВПРОДОВЖ ЗБЕРІГАННЯ

5.1 Фізіолого-біохімічні зміни плодів вишні залежно від обробки розчином саліцилової кислоти

Дихання та тепловиділення. Інтенсивність дихання плодів вишні суттєво залежала від сорту та виду обробки (рис. 5.1).

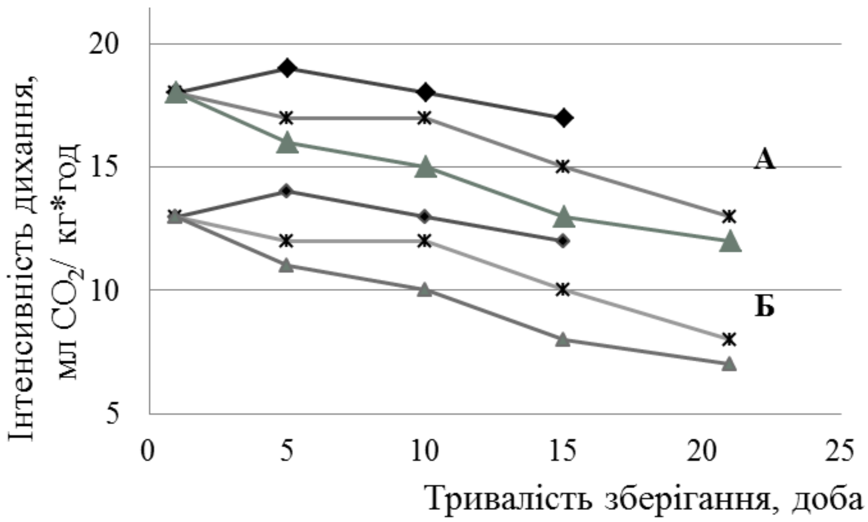


Рис. 5.1 **Зміна інтенсивності дихання плодів вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,2), 2016–2018 рр*:

– без оброблення (контроль);
– 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

На початку зберігання інтенсивність дихання для плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка складала 18 і 13 мл CO_2/кг·год. Впродовж п'яти діб зберігання плодів вишні, інтенсивність дихання в необробленому контрольному варіанті підвищилась на 6 і 8 % відповідно для сорту. При цьому, інтенсивність дихання плодів вишні обох досліджуваних сортів, оброблених 50 та 100 мг/л розчином саліцилової кислоти, порівняно з контрольними, була нижчою на 6–11 % і 8–15 % відповідно.

Як видно з даних табл. 5.1 і 5.2 на 10-ту добу зберігання інтенсивність дихання у контрольному варіанті знаходилась на рівні початкового значення у дослідних варіантах і не зазнала істотних змін. На 15-ту добу зберігання в контрольному варіанті значення досліджуваного показника знизилося на 6 % (Шпанка) і 8 % (Лутовка).

Таблиця 5.1

Інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні сорту Лутовка

Тривалість зберігання, *діб*	Інтенсивність дихання, *мл CO_2 /кг·год*	Інтенсивність тепловиділення, *кДж/т·добу*	Питома теплоємність, *кДж/т·К*	Підвищення температури, *°С*	Продуктивність вентиляції, *$м^3$/т·год*
Без обробки (*контроль*)					
1	13	0,14	1,82	0,08	5,05
10	13	0,14	1,79	0,08	4,98
15	12	0,13	1,78	0,07	4,57
50 м г/л саліцилова кислота					
1	13	0,14	1,82	0,08	5,05
10	12	0,13	1,80	0,07	4,62
15	10	0,11	1,79	0,06	3,83
21	8	0,09	1,78	0,05	3,05
100 м г/л саліцилова кислота					
1	13	0,14	1,82	0,08	5,05
10	10	0,11	1,81	0,06	3,87
15	8	0,09	1,80	0,05	3,08
21	7	0,07	1,79	0,04	2,68

На 21 добу зберігання попередньо оброблених плодів відбулось подальше зниження інтенсивності дихання для плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка відповідно на 28–33 % і 38–46 % порівняно з початковим періодом.

Різниця швидкостей охолодження плодів безпосередньо пов’язана з інтенсивністю дихання. Так, загальновідомо, що при диханні виділяється не лише діоксид вуглецю та вода, а й велика кількість енергії. Це є додатковим тепловим навантаженням, що істотно гальмує процес зниження температури. За охолодження зменшується інтенсивність дихання, і, відповідно, знижується тепловиділення від сировини [58].

Таблиця 5.2

Інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні сорту Шпанка

Тривалість зберігання, *діб*	Інтенсивність дихання, *мл CO_2 /кг·год*	Інтенсивність тепловиділення, *кДж/т·добу*	Питома теплоємність, *кДж/т·К*	Підвищення температури, *°С*	Продуктивність вентиляції, *$м^3$/т·год*
Без обробки (*контроль*)					
1	18	0,19	1,86	0,10	7,17
10	18	0,19	1,84	0,10	7,07
15	17	0,18	1,81	0,10	6,58
50 мг/л саліцилова кислота					
1	18	0,19	1,86	0,10	7,17
10	17	0,18	1,85	0,10	6,72
15	15	0,16	1,84	0,09	5,91
21	13	0,14	1,83	0,08	5,09
100 мг/л саліцилова кислота					
1	18	0,19	1,86	0,10	7,17
10	15	0,16	1,86	0,09	5,96
15	13	0,14	1,85	0,08	5,14
21	12	0,13	1,84	0,07	4,72

Впродовж 15 діб зберігання плодів вишні інтенсивність дихання змінювалася в межах 12,0–13,0 мл CO_2/кг·год у сорту Лутовка і 17,0–18,0 мл CO_2/кг·год – Шпанка, що в 1,05–1,07 рази знизило інтенсивність тепловиділення плодів, порівняно із початковою.

Зниження інтенсивності дихання і тепловиділення зумовило зміну температури насипу плодів вишні на 0,07–0,10 °С та зміну продуктивності вентиляції з 4,57 до 7,17 м³/т·год.

За використання попередньої обробки плодів вишні розчином 100 мг/л саліцилової кислоти, інтенсивність дихання плодів вишні сорту Лутовка і Шпанка вдалося знизити до 7,0–13,0 і 12,0–18,0 мл CO_2/ кг·год, а тепловиділення відповідно до 0,07–0,14 і 0,13–0,19 кДж/т·добу що позитивно вплинуло на продуктивність вентиляції до кінця зберігання (на 15 добу), яка в 1,5 рази була нижчою за необроблюваний контроль.

Зміна компонентів хімічного складу. Дослідження компонентів хімічного складу плодів вишні залежно від обробки розчином саліцилової кислоти показали, що вміст сухих розчинних речовин (рис. 5.2) у необроблених плодах вишні сортів Шпанка та Лутовка впродовж 15 діб зберігання зменшився на 11,0 і 7,9 %. На кінець зберігання (21 доба) за попереднього оброблення плодів 50 і 100 мг/л розчином саліцилової кислоти втрати були на рівні 6,5–7,2 % і 5,3–6,6 %, відповідно.

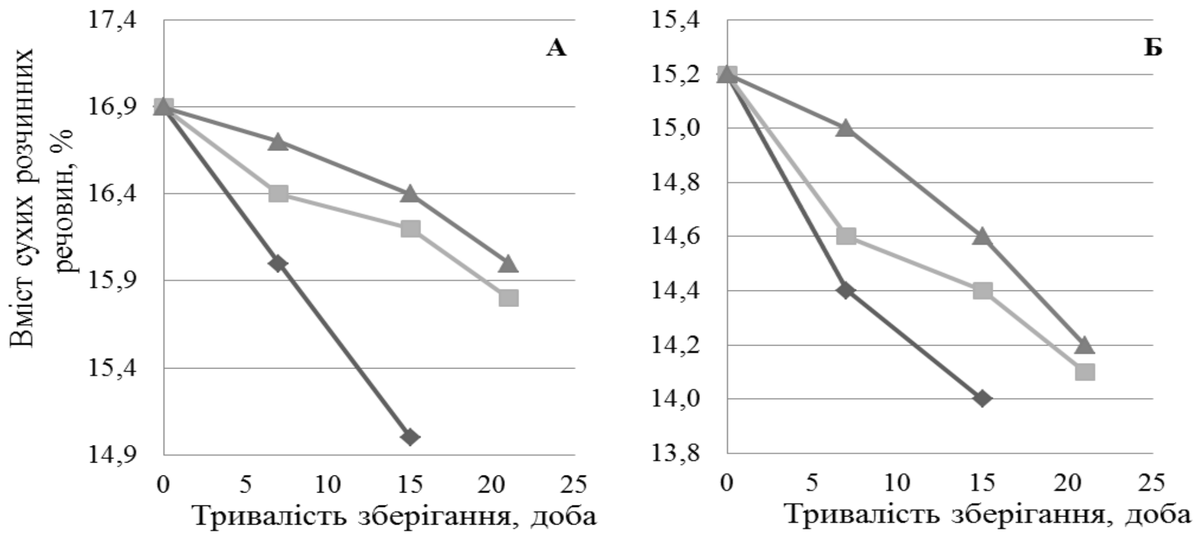


Рис. 5.2 **Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні сортів Шпанка (А) і Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,4),2016–2018 рр*:

− без оброблення (контроль);
− 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
− 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Вміст титрованих кислот через 15 діб зберігання у необроблених плодах вишні сортів Шпанка і Лутовка зменшився на 23 і 18 % відповідно (рис.5.3).

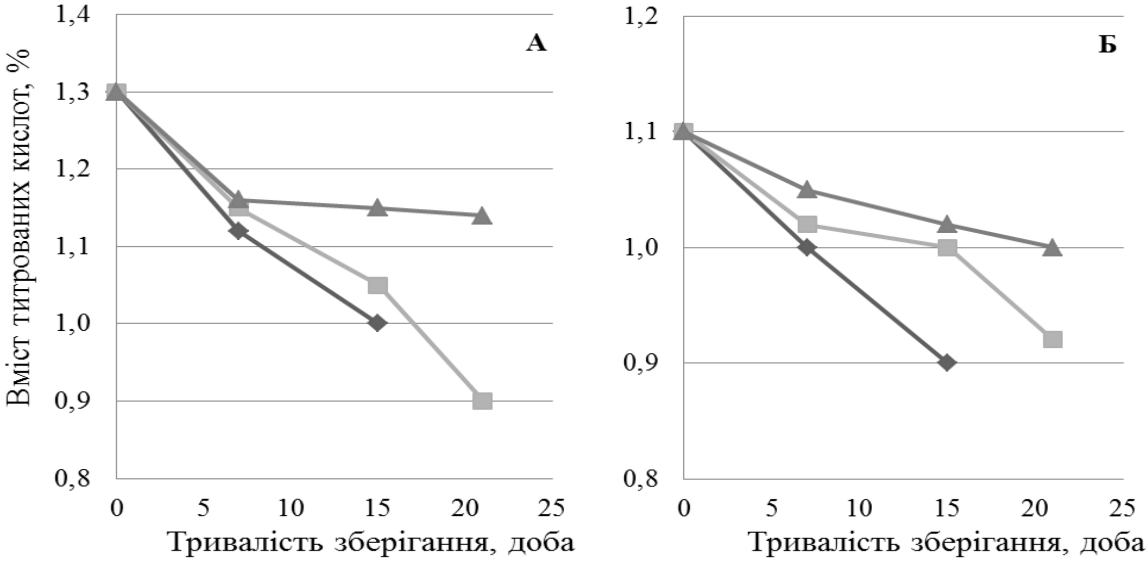


Рис. 5.3 **Динаміка вмісту титрованих кислот у плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,4), 2016–2018 рр*:

− без оброблення (контроль);
− 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
− 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

У оброблених плодах вишні, втрати титрованих кислот наприкінці зберігання складали 30,0–16,4 % (Шпанка) і 12,3–9,1 % (Лутовка). При збільшенні тривалості зберігання до 21 доби втрати титрованих кислот в плодах були найменшими за обробки плодів 100 мг/л розчином саліцилової кислоти (вміст після зберігання для плодів сорту Лутовка на рівні 1 %).

Впродовж зберігання плодів вишні відбуваються зміни і їхньої біологічної цінності. Так, впродовж зберігання вміст аскорбінової кислоти в необроблених плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка знизився в 1,7–2 рази (рис. 5.4).

За використання 50 і 100 мг/л розчину саліцилової кислоти втрати аскорбінової кислоти на кінець зберігання були в 1,3–1,5 та 1,1–1,3 рази нижчими.

За результатами кореляційного аналізу вміст титрованих кислот і аскорбінової кислоти в плодах вишні обернено залежать від рівня природних втрат маси з коефіцієнтами кореляції r = –0,57±0,04 та r = –0,65±0,03, тобто з підвищенням втрат маси вміст титрованих кислот і аскорбінової кислоти в плодах знижується.

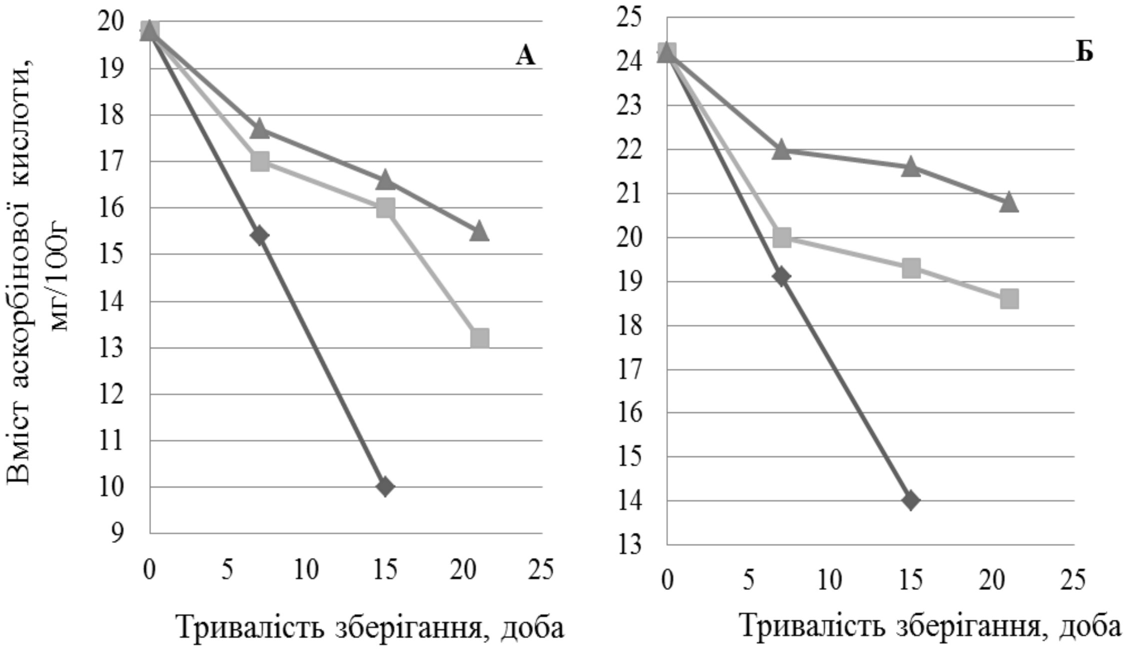


Рис. 5.4 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,4), 2016–2018 рр*:

– без оброблення (контроль);
– 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

В плодах вишні сортів Шпанка і Лутовка в споживній стадії зрілості вміст дубильних і барвних речовин знаходився на рівні 0,74 і 0,85 %. Впродовж 15діб зберігання їхній вміст зменшився на 14,1–14,9 %, залежно від сорту (рис. 5.5).

За обробки плодів вишні розчином саліцилової кислоти з концентрацією 50мг/л вміст дубильних і барвних речовин після 21 доби зберігання знизився на 25,6–49,4 %, тоді як втрати дубильних і барвних речовин плодів оброблених розчином 100 мг/л саліцилової кислоти були найнижчі – 17,6–27,0 %.

Очевидно, обробка плодів вишні розчином саліцилової кислоти сприяла подовженню зберігання й уповільненню втрат умісту дубильних і барвних речовин.

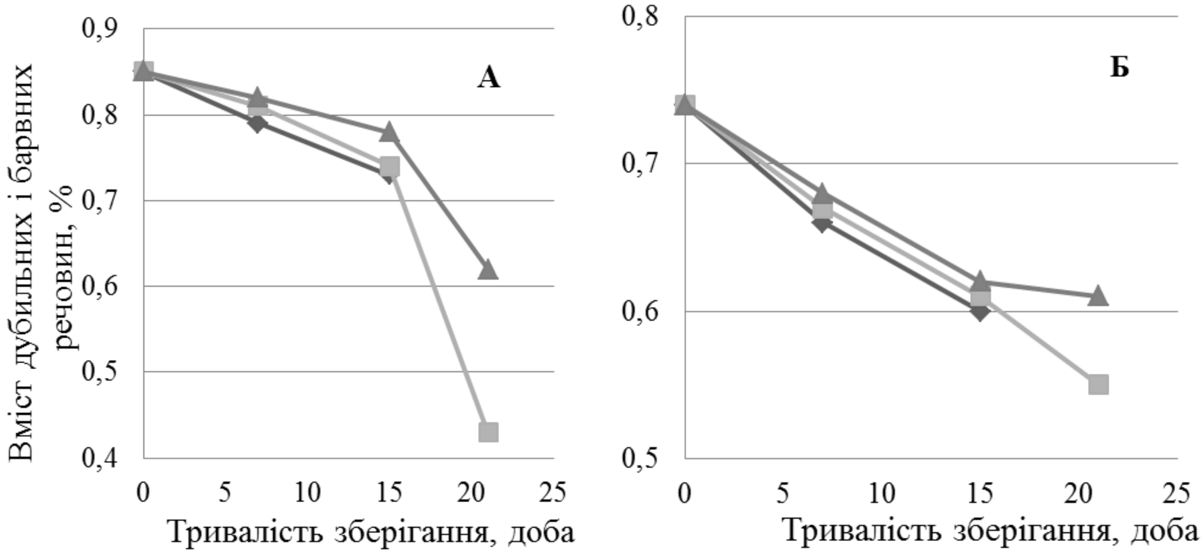


Рис. 5.5. **Динаміка вмісту дубильних і барвних речовин у плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** (*$НІР_{05}$* = 0,2)*, 2016–2018 рр*:

– без оброблення (контроль);
– 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Ферментативна активність. Оскільки в процесі дихання беруть участь цукри, кислоти й інші компоненти, а ферменти, при цьому, є біологічними каталізаторами, нами було досліджено зміни їхньої активності впродовж зберігання. Встановлено, що (рис. 5.6) активність каталази у плодах вишні залежала як від особливостей сорту, так і способу обробки. Під час збирання врожаю її активність у плодах вишні сортів Шпанка і Лутовка була відповідно1,0 і 1,5 моль/хв.

Впродовж зберігання активність каталази змінювалась, у необробленому контролі вона зросла на 10-ту добу зберігання, порівняно з початковим значенням в 1,2 (Шпанка) і 1,3 рази (Лутовка). В оброблених 50 та 100 мг/л розчином саліцилової кислоти плодів, активність каталази зросла в 1,5–1,6 (Шпанка) та 1,4 рази (Лутовка), відповідно.

На 15-ту добу зберігання у контрольному варіанті активність каталази знизилась на 9 і 11 % відповідно для плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка. На 21 добу зберігання в усіх дослідних варіантах її активність знизилась на 14–21 % (Шпанка) та 24–32 % (Лутовка). При чому в кінці зберігання найвищою активність каталази залишалася за використання 100 мг/л саліцилової кислоти.

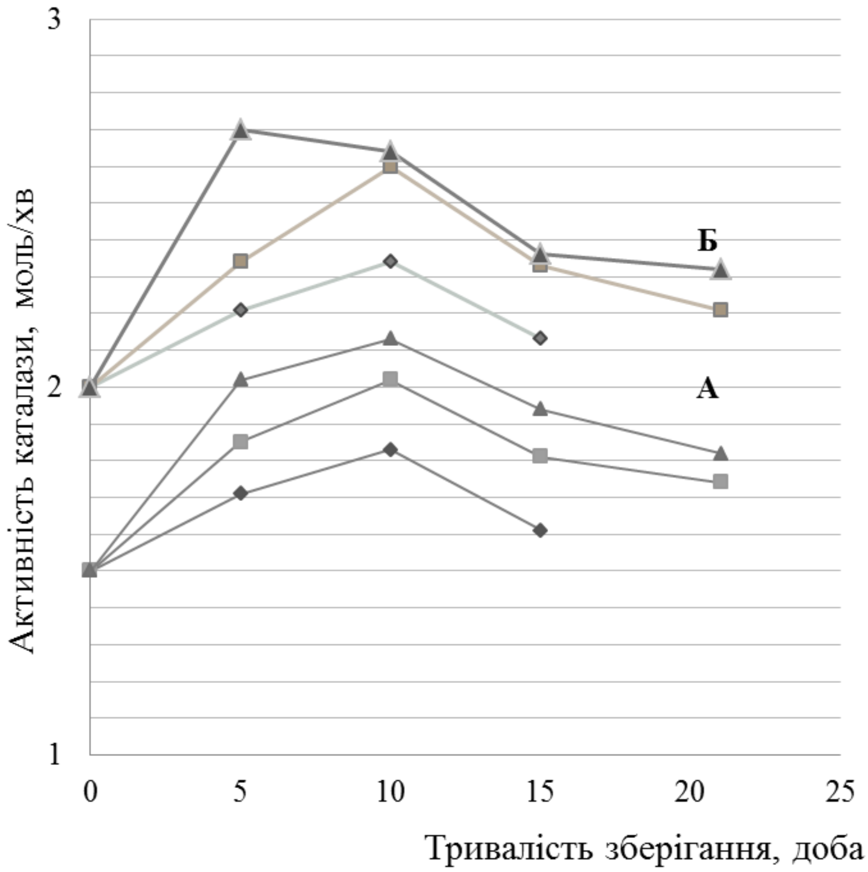


Рис. 5.6 **Зміна активності каталази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,2), 2016–2018 рр*:

– без оброблення (контроль);
– 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Отже, обробка саліциловою кислотою спричинила підвищення активності ферменту каталази, порівняно з необробленим, що також підтверджують результати досліджень О. П. Прісс [57], H. Zeraatgar [39], A. Martínez-Esplá [19],

X. Xu [37]. Дослідники зазначають, що зростання активності каталази пов’язане зі сповільненням окиснювальних процесів і зниженням вмісту компонентів хімічного складу, що беруть участь у диханні.

Фермент пероксидаза характеризується високою чутливістю до перекису водню і бере участь у його утилізації в рослинних клітинах [54, 62]. Як видно з даних рис. 5.7 активність пероксидази знижувалася впродовж всього періоду зберігання на 74,6–76,9 %.

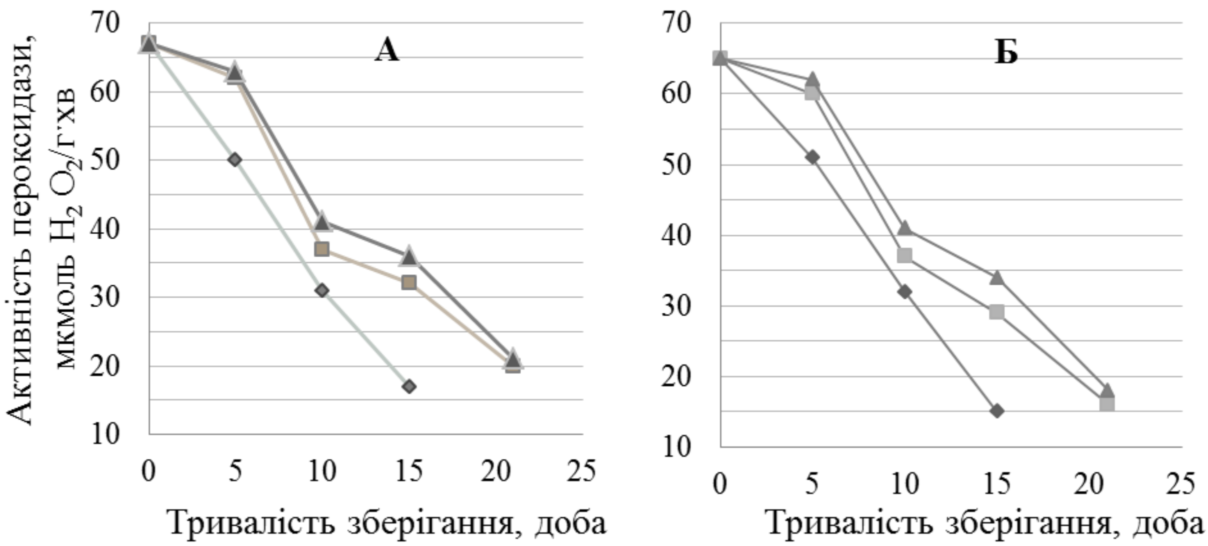


Рис. 5.7 **Зміна активності пероксидази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 1,3)*, 2016–2018 рр:

– без оброблення (контроль);
– 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Найменші зміни ферментативної активності пероксидази у плодах вишні сортів Лутовка і Шпанка були за попередньої їхньої обробки розчинами саліцилової кислоти – 47,7–55,4 % і 46,3–52,2 %, відповідно.

До кінця зберігання активність пероксидази знизилася відповідно на 70,9–73,3 % (Шпанка) та 66,7–67,7 % (Лутовка). Одержані нами результати досліджень підтверджують дані інших дослідників [14] про збереження активності пероксидази у плодах, оброблених розчином саліцилової кислоти впродовж зберігання.

Разом зі зниженням активності пероксидази відбувалися зміни вмісту фенольних речовин та активності поліфенолоксидази (рис. 5.8).

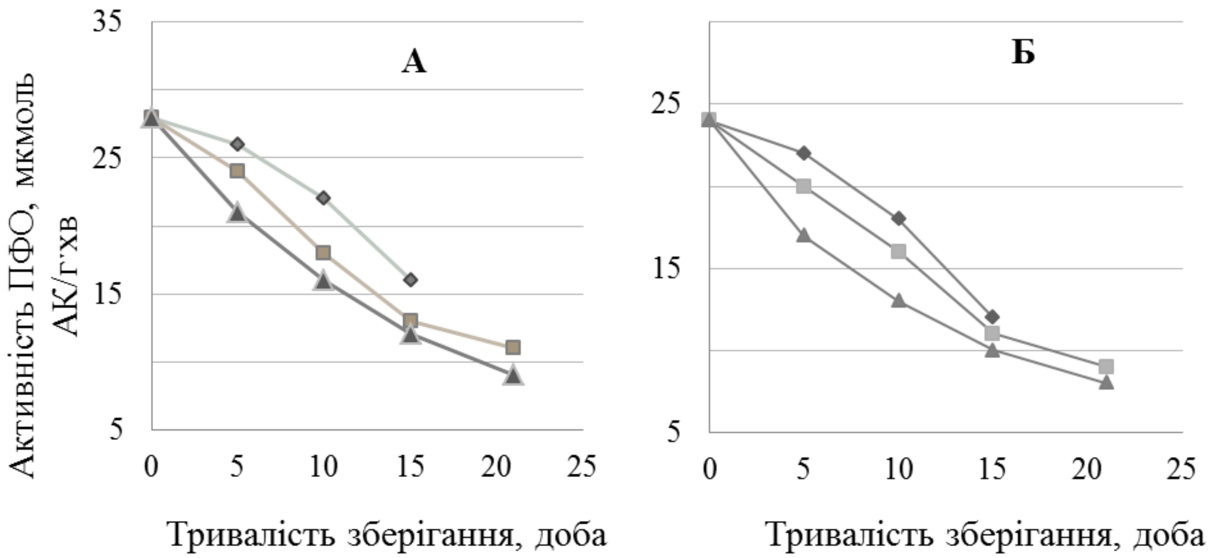
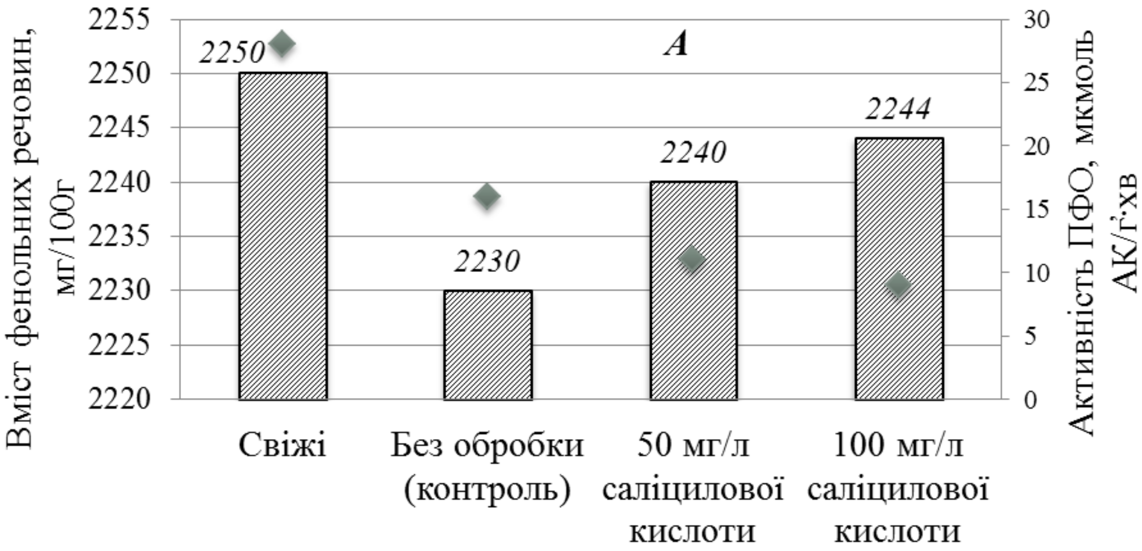


Рис. 5.8 **Зміна активності поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,7),* 2016–2018 рр:

− без оброблення (контроль);
− 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
− 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Так, впродовж всього періоду зберігання відмічалося інтенсивне зниження активності поліфенолоксидази (на 42,8–50 %) (рис. 5.9).

При цьому, інтенсивніше вона знижувалася у плодах вишні сортів Лутовка і Шпанка, за попередньої обробки у розчині саліцилової кислоти з концентрацією 50 та 100 мг/л – 54,2–58,3 % і 53,6–57,1 %. Одержані нами результати підтверджуються висновком F. Habibi та ін. [14] про зниження активності поліфенолоксидази у плодах впродовж зберігання.



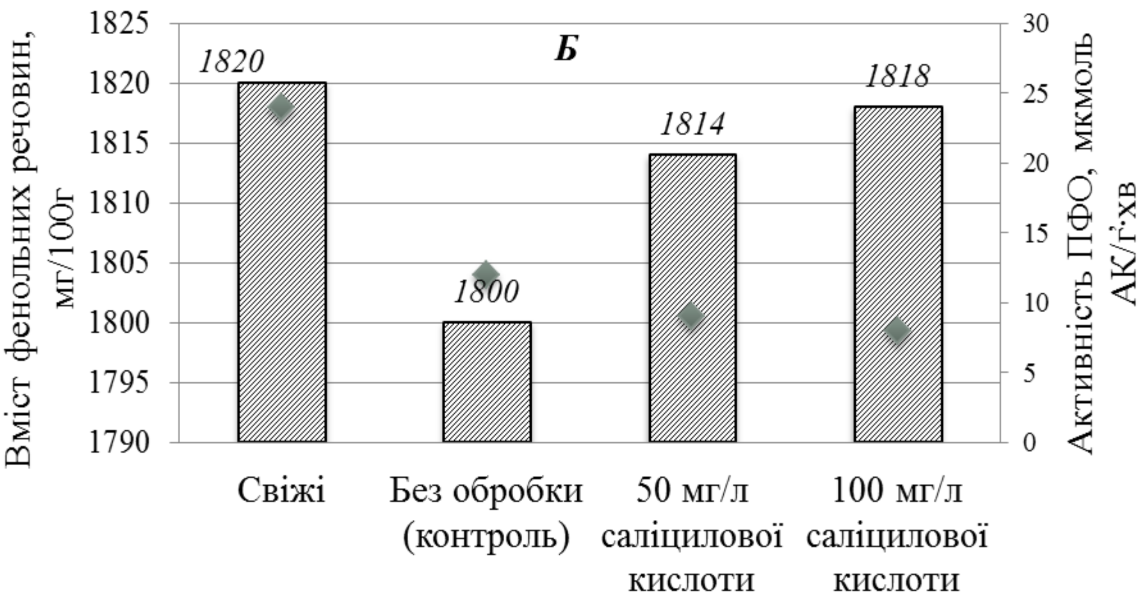


Рис. 5.9 **Зміна вмісту фенольних речовин та активності поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б) на кінець зберігання** *($НІР_{05}$ = 7,5), 2016–2018 рр*

Активність ферменту аскорбатпероксидази (рис. 5.10) впродовж зберігання постійно зростала, як у контрольному (на 11,3–12,9 %) так і в дослідних варіантах (на 25–49 %), що зумовлено проходженням ферментативних процесів.

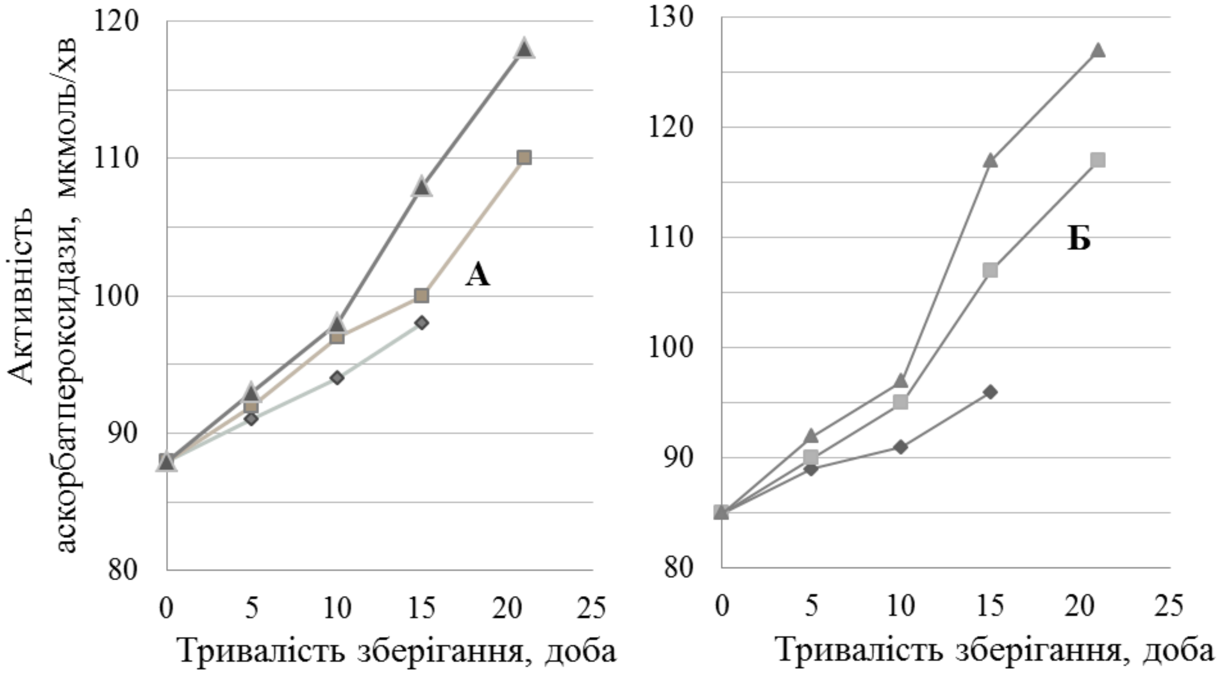


Рис. 5.10 **Зміна активності ферменту аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 2,6), 2016–2018 рр*:

– без оброблення (контроль);
– 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

З рисунка 5.11 видно, що вміст аскорбінової кислоти впродовж зберігання плодів вишні знижувався за зростання активності аскорбатпероксидази.

Прослідковується чітка тенденція зміни вмісту аскорбінової кислоти в необроблених плодах до сьомої доби зберігання. При цьому, за обробки плодів вишні розчином саліцилової кислоти після 15-тої доби зміни активності аскорбатпероксидази були менш вираженими.

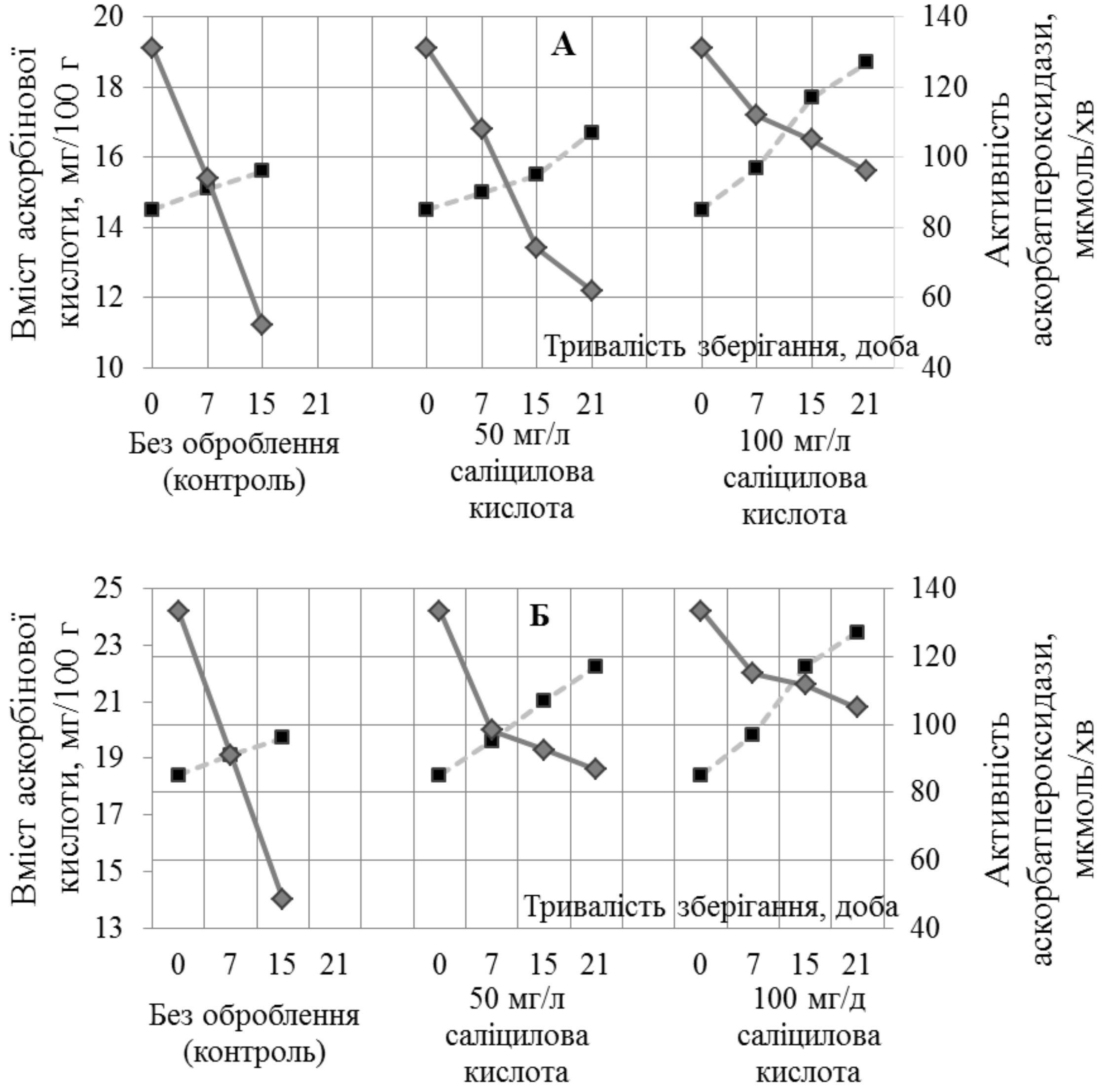


Рис. 5.11 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти та активності аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б) впродовж зберігання:**

– Аскорбатпероксидаза; – аскорбінова кислота.

Встановлено (рис. 5.12), що активність ферменту супероксиддисмутази (СОД), що відповідає за антиоксидантний стрес плодів впродовж всього періоду зберігання знижувалася на 14,6–15,6 %. Так, у плодах вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, активність супероксиддисмутази була на 4,2–8,9 % вища, що пов’язано зі встановленням балансу між активністю СОД та накопиченням перекису водню в клітинах. Зниження рівня СОД сприяло зменшенню рівня перекису водню в плодах.

F. Habibi та ін. [14] встановлено, що обробка плодів вишні розчином саліцилової кислоти, завдяки вищій активності СОД, сприяє знешкодженню активних форм кисню і захищає клітини від антиоксидантного стресу та підвищенню активності антиоксидантних ферментів (аскорбатпероксидази, пероксидази та супероксиддисмутази).

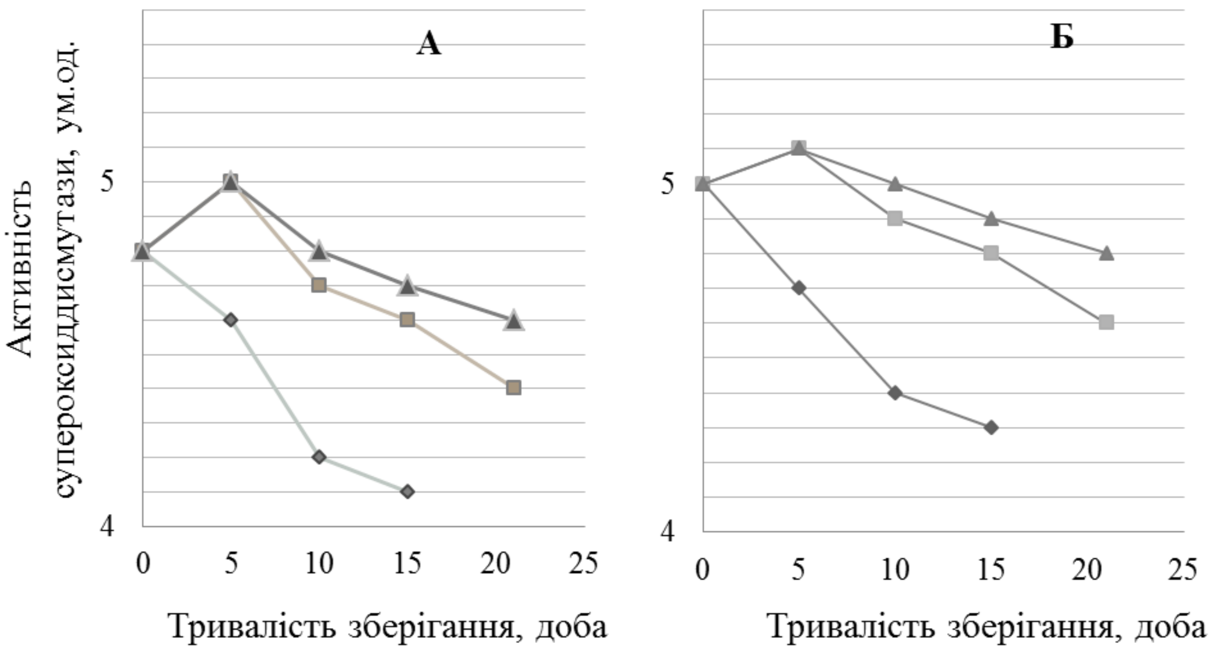


Рис. 5.12 **Зміна активності супероксиддисмутази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,2), 2016–2018 рр*:

– без оброблення (контроль);
– 50 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Між активністю каталази та супероксиддисмутази (r = 0,82±0,00), а також аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази (r = 0,86±0,00) виявлено прямий сильний кореляційний зв’язок.

Отже, обприскування плодів вишні до збирання врожаю розчином саліцилової кислоти 100 мг/л сприяє збереженню якості плодів до 21 доби.

У необроблених плодів вишні впродовж зберігання інтенсивність дихання була вищою на 6–15 %, за вищих втрат сухих розчинних речовин на 5,3–6,5 %, 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.

5.2 Вплив обробки хітозаном на фізіолого-біохімічні зміни плодів вишні впродовж зберігання в охолодженому стані

Дихання та тепловиділення. Усі процеси, що відбуваються в плодах під час зберігання, пов'язані з диханням, інтенсивність якого залежить від об'єктивного стану плодів. Процес дихання плодів забезпечує їх енергією, одержаною за рахунок окиснення біологічних субстратів, що містяться в клітинах [55]. Встановлено, що інтенсивність дихання плодів вишні також змінювалась (рис. 5.13), залежно від попередньої обробки починаючи з восьмої доби зберігання.

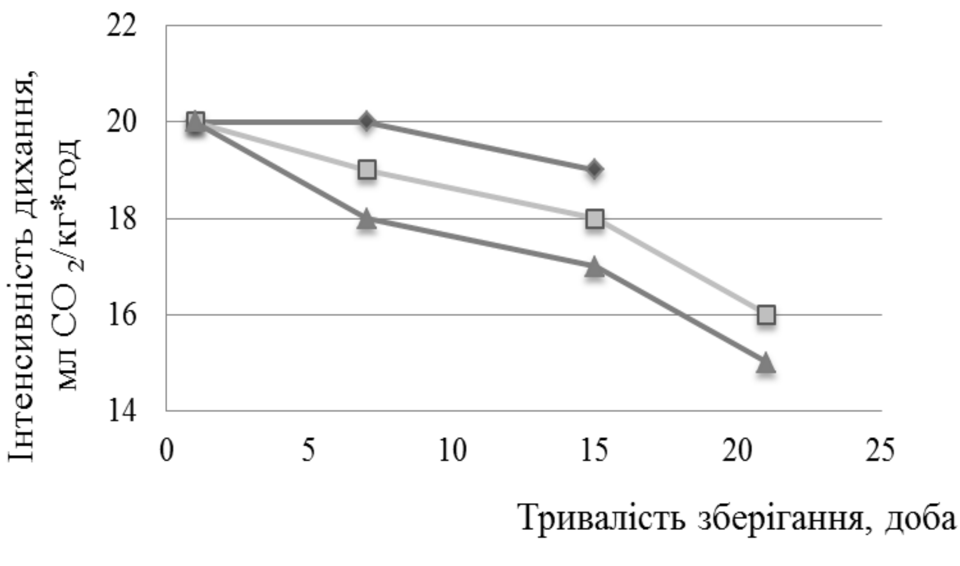


Рис. 5.13 **Динаміка інтенсивності дихання в плодах вишні сорту Шпанка, попередньо оброблених розчином хітозану перед зберіганням** (*HIP_{05} = 0,4*), 2016–2017 рр.:

– без оброблення (контроль); – 0,5% розчин хітозану;
– 1% розчин хітозану.

Так, від восьмої до 15-ї доби зберігання інтенсивність дихання плодів вишні, оброблених розчином хітозану, порівняно з контролем, була нижчою на 1–3 мл CO_2/кг·год. Отримані результати досліджень узгоджуються з даними M.Petriccione [25] та G. Romanazzi та ін. [26], які пояснюють отримані аналогічні результати утворенням напівпроникної плівки з хітозанового покриття на поверхні плодів, сповільнюючи інтенсивність дихання, сприяючи зменшенню втрат маси, покращуючи якість продукції і продовжуючи термін її зберігання. В таблиці 5.3 показано інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні, залежно від попередньої обробки розчином хітозану.

Таблиця 5.3

Інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні сорту Шпанка

Тривалість зберігання, *діб*	Інтенсивність дихання, *мл CO_2 /кг·год*	Інтенсивність тепловиділення, *кДж/т·добу*	Питома теплоємність, *кДж/т·К*	Підвищення температури, *°С*	Продуктивність вентиляції, *$м^3$/т·год*
Без оброблення (контроль)					
0	31	0,33	1,86	0,18	12,35
7	20	0,21	1,85	0,12	7,90
15	19	0,20	1,83	0,11	7,43
0,5 % розчин хітозану					
0	30	0,32	1,86	0,17	11,95
7	19	0,20	1,85	0,11	7,52
15	18	0,19	1,85	0,10	7,11
21	16	0,17	1,84	0,09	6,31
1 % розчин хітозану					
0	30	0,32	1,86	0,17	11,95
7	18	0,19	1,85	0,10	7,14
15	17	0,18	1,85	0,10	6,73
21	15	0,16	1,85	0,09	5,93

Як видно з наведених даних інтенсивність дихання необроблених контрольних плодів вишні змінювалась від 19,0 до 31,0 мл CO_2 /кг·год, тоді як за використання розчинів різних концентрацій хітозану перед зберіганням вона знаходилась на рівні 15–30,0 мл CO_2 /кг·год.

Тому, інтенсивність тепловиділення оброблених плодів була нижчою і складала 0,16–0,32 кДж/т·добу, порівняно з 0,2–0,33 кДж/т·добу в необробленому контролі за підвищення температури з 0,11–0,18 °С, та 0,09–0,17 °С, за швидкості вентиляції 7,4–12,35 м^3/т·год (контроль) і 5,93–11,95 м^3/т·год для оброблених розчинами хітозану плодів.

Зміна компонентів хімічного складу. Як видно з рис. 5.14 вміст сухих розчинних речовин в плодах вишні впродовж всього періоду зберігання знижувався. Так, в контролі значення показника знизилося на 6,6 %, тоді як обробка плодів вишні розчином хітозану суттєво сприяла збереженню в плодах сухих розчинних речовин, причому із залежністю їхнього вмісту від концентрації розчину. Втрати сухих розчинних речовин у плодів сортів Шпанка і Лутовка, оброблених 0,5 % розчином хітозану, склали 4,1 і 5,3 % відповідно, тоді як за обробки 1,0 % розчином вони були нижчими на 2,9–3,9%.

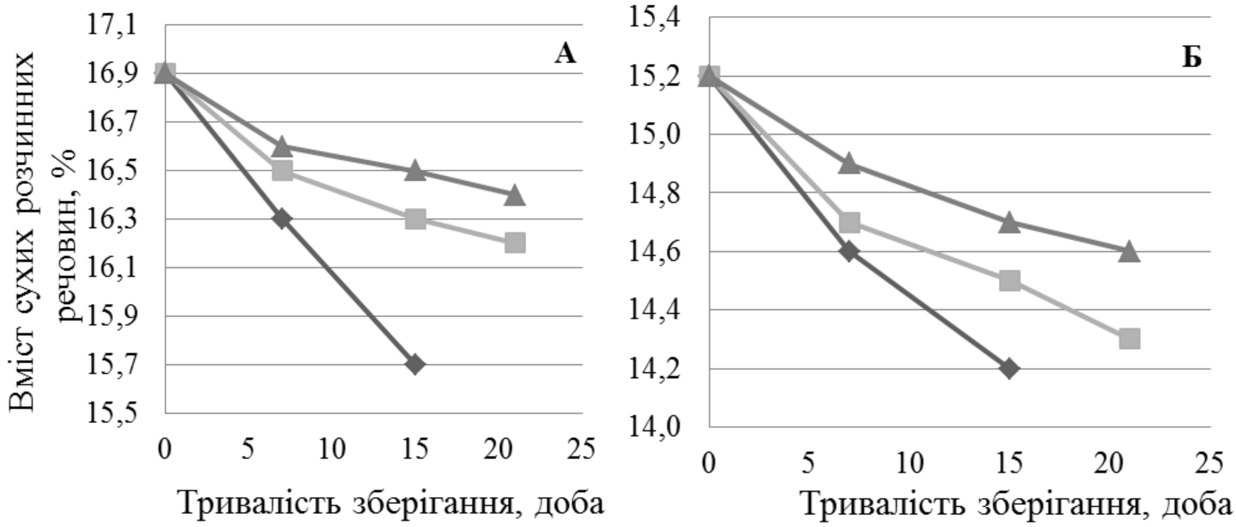


Рис. 5.14 **Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні сортів Шпанка (А) і Лутовка (Б) оброблених розчином хітозану перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 1,4),* 2016–2017 рр.:

– без оброблення (контроль); – 0,5% розчин хітозану;
– 1% розчин хітозану.

Одним з основних субстратів дихання плодів є цукри. На рис. 5.15 наведено зміну загального вмісту цукрів впродовж зберігання плодів вишні. Суттєво вищі втрати цукрів впродовж ведення досліду спостерігалися у необроблених плодів вишні, тоді як в плодах, оброблених розчинами 0,5 і 1,0 % хітозану вміст загальних цукрів знизився на 5–6 %, залежно від концентрації розчину. Слід відмітити, що вищий вміст цукрів зберігався у плодах вишні, оброблених 1 % розчином хітозану − 9,5−9,6%, що на 6,7 % вище у відносних відсотках порівняно з контролем та знизився до кінця зберігання на 4,9–5,9%.

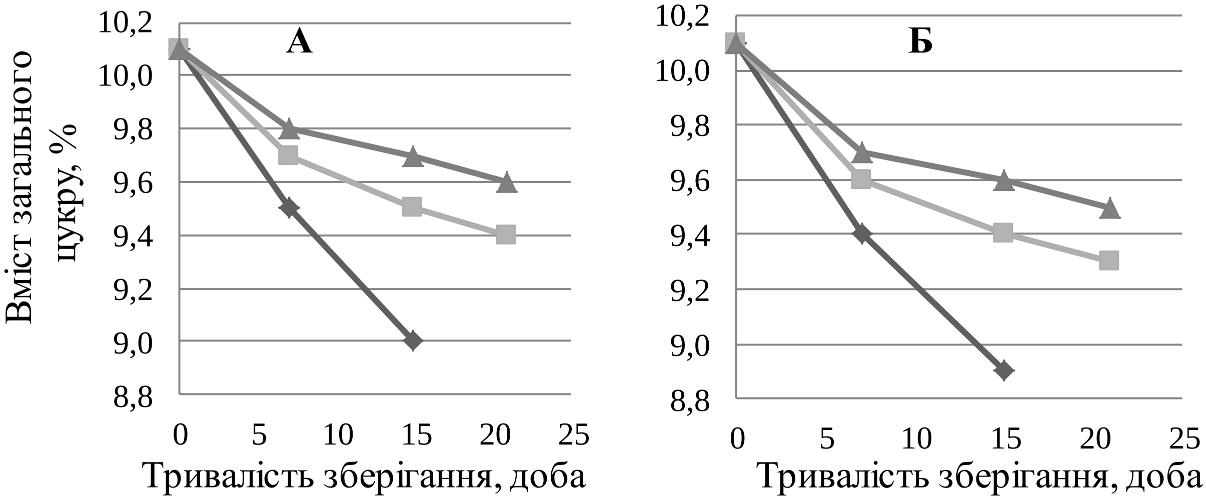


Рис. 5.15 **Динаміка загального цукру в плодах вишні сорту Шпанка, оброблених розчином хітозану перед зберіганням** *(НІР $_{05}$ = 0,2),* 2016–2017 рр.:

− без оброблення (контроль); − 0,5% розчин хітозану; − 1% розчин хітозану.

На рис. 5.16 наведено зміни титрованих кислот у плодах вишні за попередньої обробки розчинами хітозану різної концентрації впродовж зберігання. Так, через 15 діб зберігання вміст титрованих кислот у необроблених плодах зменшився у три рази, тоді як у плодах вишні оброблених 0,5 і 1,0 % розчинами хітозану – втрати кислот не перевищили вмісту на 44,0 і 27,0−33,0 %, відповідно. Обробка плодів вишні у розчині хітозану з концентрацією 1 % сприяла кращому збереженню титрованих кислот.

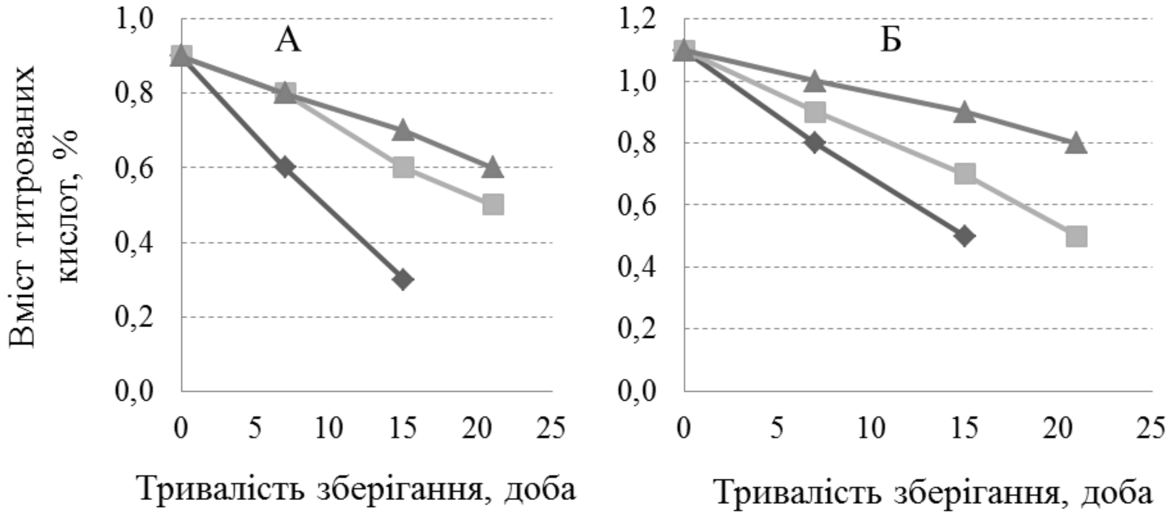


Рис. 5.16 **Зміна вмісту титрованих кислот в плодах вишні сорту Шпанка, оброблених розчином хітозану перед зберіганням** (НІР $_{05}$ = 0,2), 2016–2017 рр.:

− без оброблення (контроль); − 0,5% розчин хітозану;
− 1% розчин хітозану.

Вміст аскорбінової кислоти визначає вітамінну цінність продукції. Впродовж всього періоду зберігання С-вітамінна цінність плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка у контрольному варіанті знизилась у 1,8 і 1,7 рази (рис. 5.17).

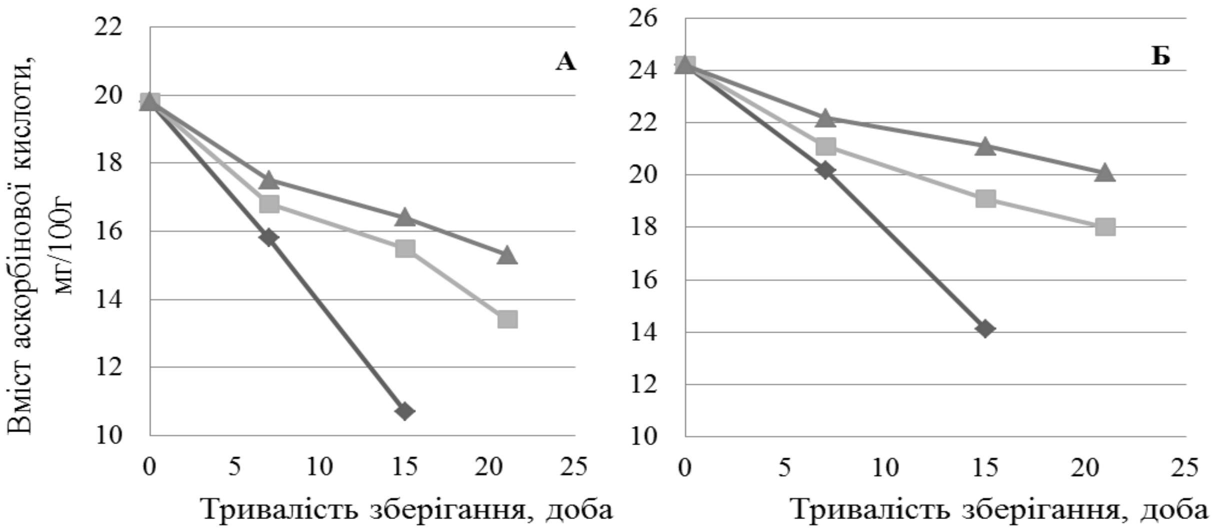


Рис. 5.17 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином хітозану перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,4)*, 2016–2017 рр.:

− без оброблення (контроль); − 0,5% розчин хітозану;
− 1% розчин хітозану.

В плодах вишні, оброблених 0,5 % розчином хітозану вміст аскорбінової кислоти знижувався відповідно на 25,6–32,3 %, тоді як за використання 1 % розчину хітозану втрати були на 16,9–22,7 % нижчими, що підтверджено результатами досліджень M. Petriccione та ін. [24].

На вміст сухих розчинних речовин та аскорбінової кислоти в плодах вишні найбільший вплив здійснювали фактори тривалості зберігання (24 і 25 %, відповідно) і виду попередньої обробки (17 і 19 %), а також їхнє комбінування (52 і 53 %) (рис. 5.18).

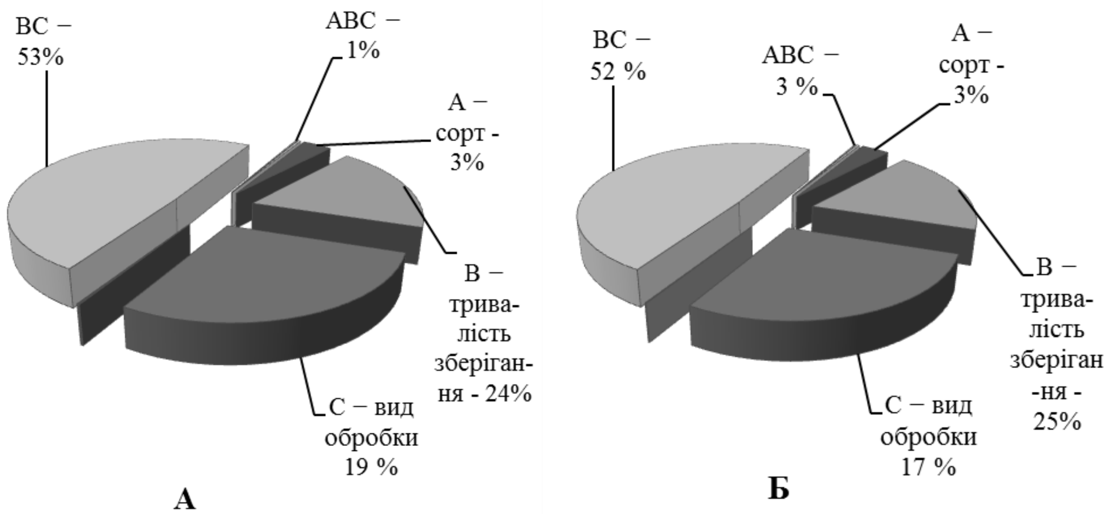


Рис. 5.18 **Вплив тривалості зберігання і виду попередньої обробки плодів вишні різних сортів на вміст у них сухих розчинних речовин (А) та аскорбінової кислоти (Б) впродовж зберігання**, *(*2016–2017 рр.)

Між тривалістю зберігання і втратами маси виявлено зв’язок середньої сили (табл. 5.4) з коефіцієнтом кореляції r = – 0,59±0,02, тоді як вихід товарної продукції від тривалості зберігання залежав суттєво (r = 0,77±0,00). Вміст аскорбінової кислоти в плодах вишні був тісно пов’язаний з втратами маси (r = –0,98±0,00), тоді як з тривалістю зберігання пов’язаний з середньою силою (r = 0,66±0,02).

Таблиця 5.4

Матриця парних кореляцій між тривалістю зберігання, втратами маси та показниками якості плодів вишні, 2016–2017 рр.

Показник	Тривалість зберігання, *доба* X_1	Втрати маси, *%* X_2	Вихід товарної продукції, *%* X_3	Вміст сухих розчинних речовин, *%* X_4	Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100г* X_5
Тривалість зберігання, *доба* X_1	1,000	-0,589	**0,773***	0,211	**0,658***
Втрати маси, *%* X_2	**-0,589***	1,000	**-0,589***	-0,511	**-0,977***
Вихід товарної продукції, X_3	**0,773***	**-0,589***	1,000	0,381	**0,556***
Вміст сухих розчинних речовин, *%* X_4	0,211	-0,511	0,381	1,000	-0,518
Вміст аскорбінової кислоти, *м г/100* X_5	**0,658***	**-0,977***	0,556	-0,518	1,000

Примітка: * Напівжирним виділено кореляційні зв'язки, достовірні на 5 % рівні значущості

Таким чином, вихід товарної продукції можна подати у вигляді залежної змінної *у* з лінійною залежністю:

$$y = 75,2 + 0,55x_1 - 0,83\ x_2 \qquad (5.1),$$

де: x_1 – тривалість зберігання;

x_2 – втрати маси, %. (додаток Б.22)

Прогнозовані рівняння розрахунку виходу товарної продукції залежно від втрат маси і тривалості зберігання є важливими при розробці нових технологій обробки плодів перед зберіганням, що має практичне застосування для зберігання та реалізації продукції в торговельній мережі.

Антиоксидантна активність. У післязбиральний період високий рівень активних форм кисню сприяє пошкодженню клітинних стінок та зміні активності антиоксидантних ферментів. Фермент каталаза бере участь у розкладанні перекису водню до води та кисню [7]. Тому визначення активності каталази впродовж зберігання необхідно для встановлення характеру змін якості плодів. Як видно з рис. 5.19 активність ферменту каталази знижувалась впродовж зберігання. В плодів вишні без попередньої обробки перед зберіганням активність каталази знизилася вдвічі, тоді як у плодів оброблених 0,5 і 1 % розчином хітозану зміни її активності відбувались повільніше: на 12–20 % (сорт Шпанка) і 31,8–49,1 % (сорт Лутовка). Найменш інтенсивно відбувалися зміни активності каталази за обробки плодів вишні 1 % розчином хітозану – на 12,0–31,8 % і 23,5–48,2 % до кінця періоду зберігання. Подібні тенденції змін активності каталази в оброблених плодах відмічають і C.Chen, Z. Nie, C.Wan, J. Chen [7].

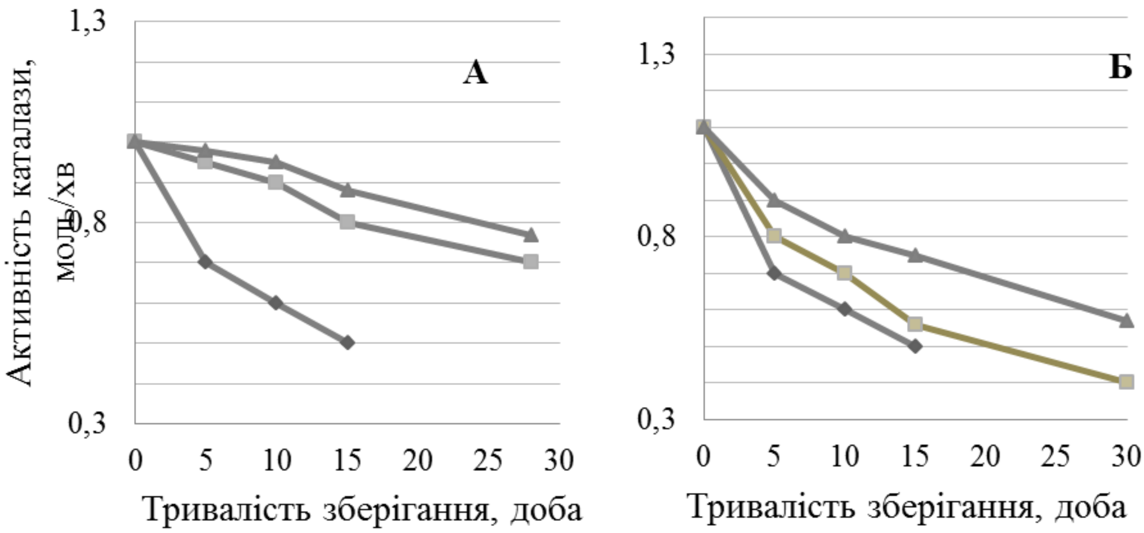


Рис. 5.19 **Зміна активності ферменту каталази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином хітозану** *(НІР$_{05}$ = 0,03)*, 2016–2017 рр.:

– без оброблення (контроль); – 0,5% розчин хітозану;
– 1% розчин хітозану.

Висока активність антиоксидантних ферментів зменшує накопичення активних форм кисню та затримує старіння плодів, сприяючи подовженні тривалості їхнього зберігання. Пероксидаза є важливим антиоксидантним ферментом, що запобігає перекисному окисненню ліпідів мембран, спричинене надлишком активних форм кисню (АФК) [1].

Активність ферменту пероксидази впродовж періоду зберігання плодів вишні поступово знижувалася, зокрема у необроблених плодів вишні сорту Шпанка та Лутовка через 15 діб вона знизилася на 77,8–80,6 % (рис. 5.20).

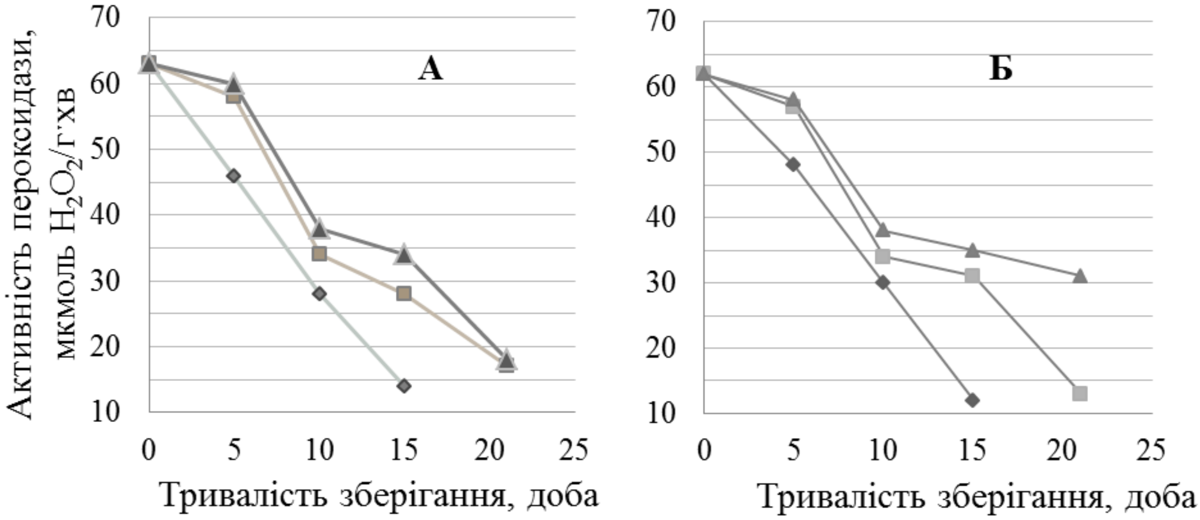


Рис. 5.20 **Зміна активності пероксидази в плодах вишні сортів Шпанка (А) і Лутовка (Б), оброблених розчином хітозану** *($НІР_{05}$ = 0,9),*

2016–2017 рр.:

− без оброблення (контроль); − 0,5% розчин хітозану;
− 1% розчин хітозану.

Найменші зміни активності пероксадази (на 43,6–50,0 % для сорту Лутовка і 46,0–55,6 % – Шпанка) впродовж 15 діб зберігання зафіксовано в плодів вишні, попередно оброблених розчином хітозану з концентрацією 1 %. Однак, до кінця періоду зберігання активність пероксидази у вказаному варіанті досліду знизилась на 71,4–73,0 % (сорт Шпанка) і 50,0–79,0 % (сорт Лутовка).

Впродовж зберігання відбулися і зміни кольору плодів, що пов’язано з активністю ферменту поліфенолоксидази (ПФО) (рис. 5.21). Так, окиснення фенольних речовин вишні за участю фермента ПФО спричинило потемніння тканин плодів та зниження їхньої якості.

Як видно з рисунку, активність ферменту ПФО знижувалася впродовж всього періоду зберігання плодів. У необроблених плодів вишні активність ПФО знизилася на 45,8–57,1 %, тоді як у оброблених розчином хітозану плодів зміни активності поліфенолоксидази бути більш суттєві і складали 58,3–66,7 % від початкової за досягнення 66,7–76,2 % до кінця 21 доби зберігання.

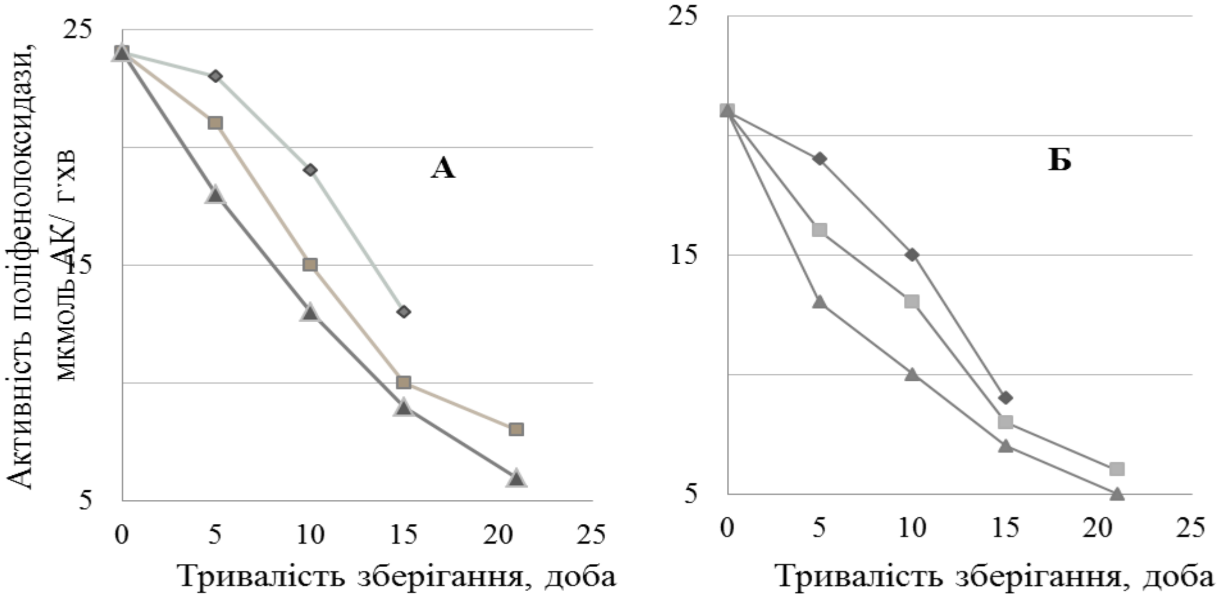


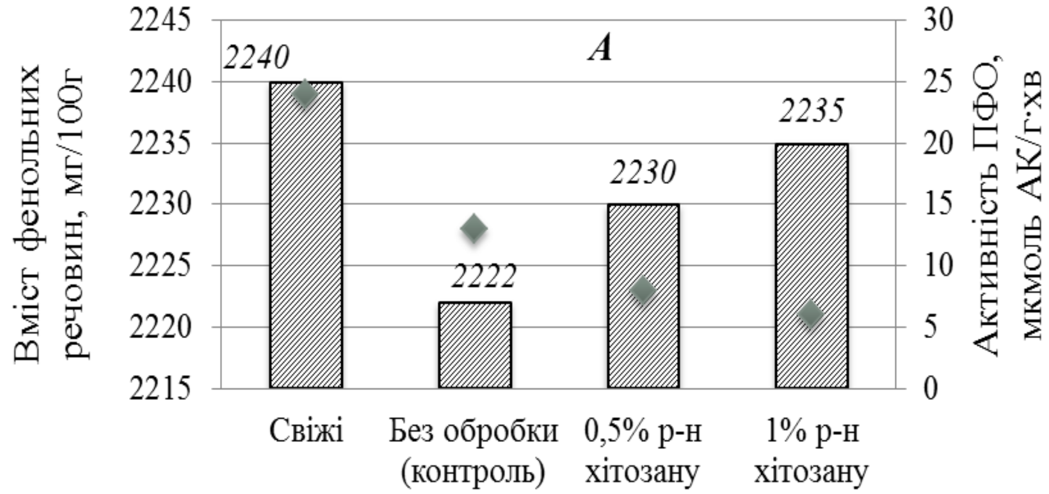
Рис. 5.21 **Зміна активності ферменту поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином хітозану перед зберіганням *(НІР$_{05}$ = 0,4)***, 2016–2017 рр.:

– без оброблення (контроль); – 0,5% розчин хітозану;
– 1% розчин хітозану.

Вміст фенольних речовин впродовж зберігання необроблених плодів вишні знижувався на 0,8–1,1 % (рис. 5.22), тоді як у плодів, оброблених 0,5–1,0 % розчином хітозану зміни були менш вираженими: за обробки розчином 0,5 % – на 0,4 і 0,6 %, розчином 1 % – 0,2 і 0,3 %.

На відміну від інших ферментів, активність аскорбатпероксидази впродовж 15 діб зберігання, навпаки, підвищувалася: на 11,4–13,8 % у попередньо необроблених плодів (контроль), на 27,5–40,0 % у плодів оброблених в 0,5 %-му розчині хітозану і 13,6–22,7 % – в 1,0 %-му (рис. 5.23).

Одержані дані підтверджують результати досліджень Adiletta G., Zampella L., Coletta C., Petriccione M. [1] про вищу активність аскорбатпероксидази за обробки плодів розчином хітозану, що свідчить на думку авторів про активізацію проходження змін з вмістом аскорбінової кислоти.



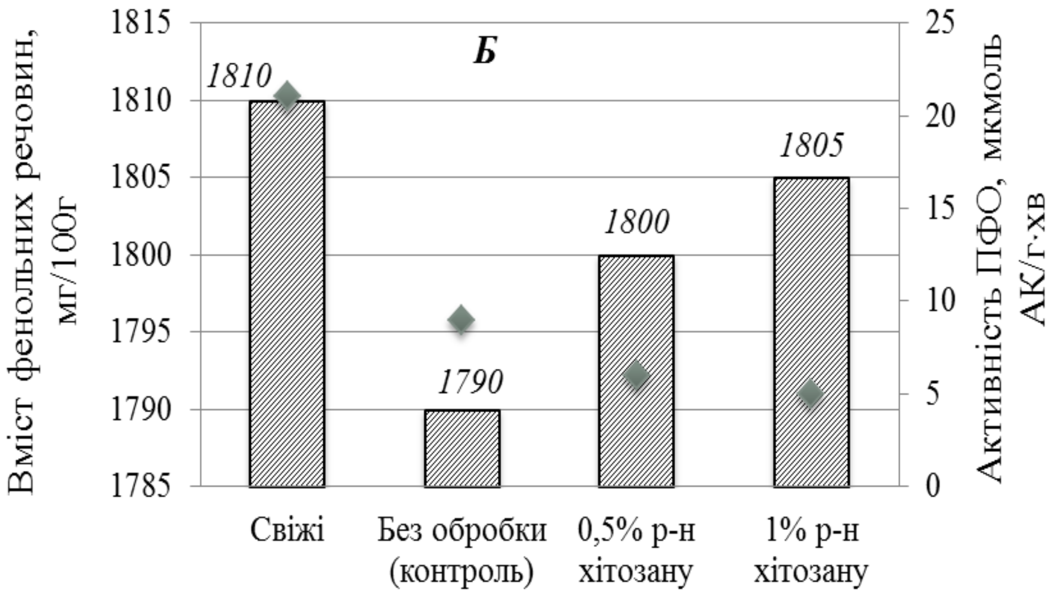


Рис. 5.22 **Зміна вмісту фенольних речовин** *($НІР_{05}$ = 2,3)* **та активності поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Шпанка (А) і Лутовка (Б) на кінець зберігання**, 2016–2017 рр.

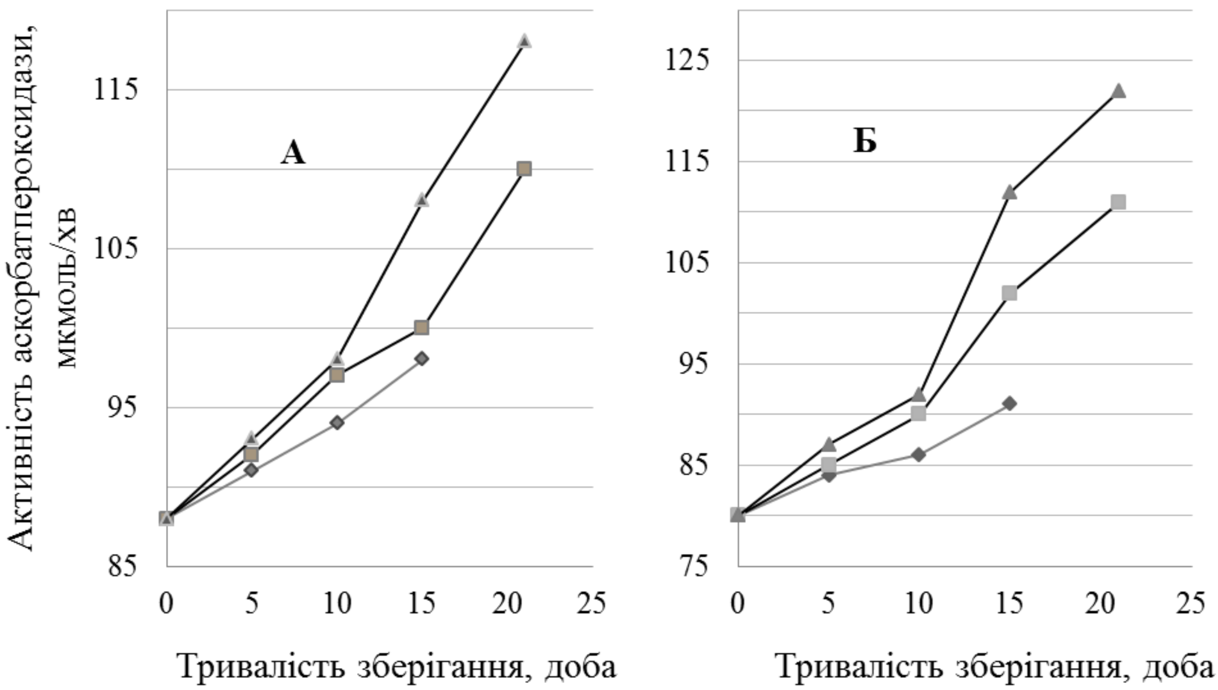


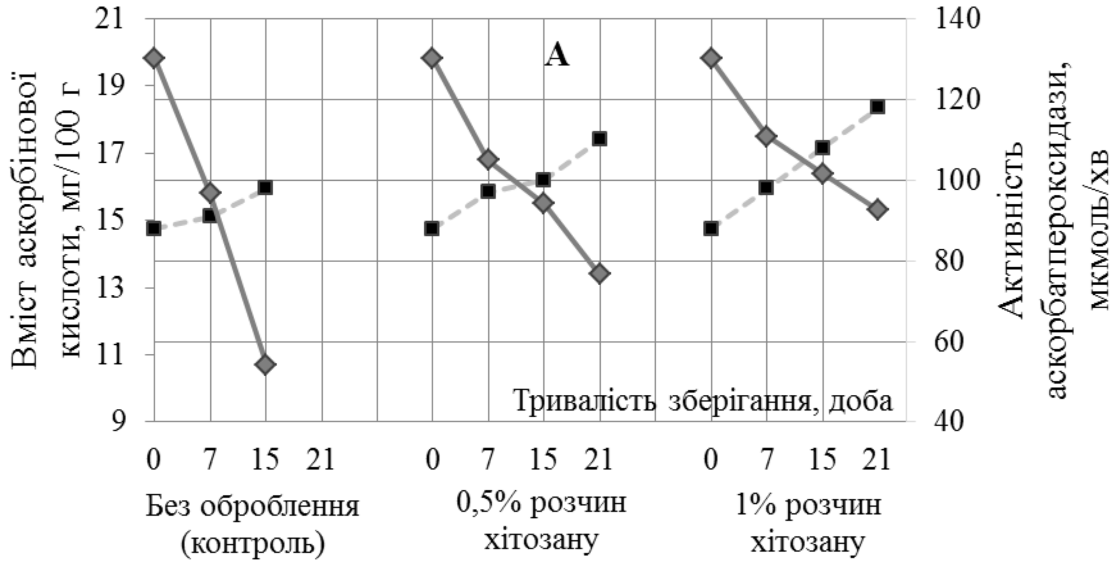
Рис. 5.23 **Зміна активності ферменту аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів та Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином хітозану перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 2,6),(*2016–2017 рр.:

− без оброблення (контроль); − 0,5% розчин хітозану;

− 1% розчин хітозану.

З рисунку 5.24 видно, що зі зростанням активності ферменту аскорбатпероксидази вміст аскорбінової кислоти в плодах вишні впродовж всього періоду зберігання зменшується. Слід відмітити, що у необроблених плодів більш інтенсивно цей процес відбувається впродовж перших семи, а в оброблених розчином хітозану – 15 діб і після цього поступово стабілізується.

Активність супероксиддисмутази в необроблених плодів вишні поступово знижувалася впродовж всього періоду зберігання на 15,6–16,3 % (рис. 5.25). У оброблених плодах вишні на 5-ту добу зберігання спостерігалося несуттєве підвищення активності супероксиддисмутази з наступним її зниженням на 2,2–4,7 %, порівняно із необробленим контролем, а до кінця зберігання знизилася – на 4,7–6,9 % (Лутовка) та 4,4–8,9 % (Шпанка).



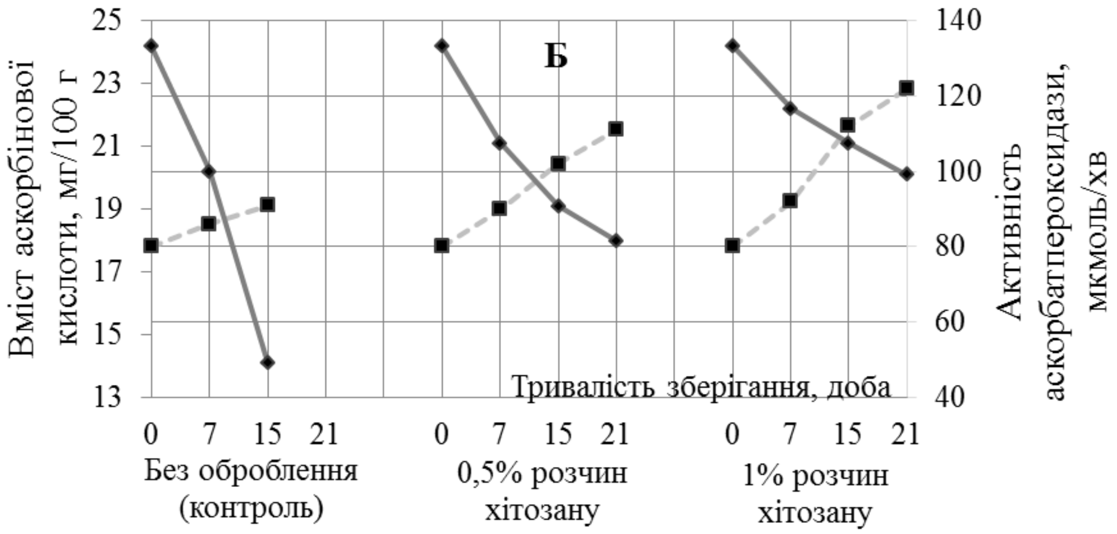


Рис. 5.24 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти та активності аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б) оброблених розчином хітозану перед зберіганням**, 2016–2017 рр.:

– Аскорбатпероксидаза; – аскорбінова кислота.

Для плодів вишні, оброблених розчином хітозану, активність супероксиддисмутази була вищою, порівняно з необробленими плодами, що пов'язано з запобіганням антиоксидантному стресу та збереженню компонентів хімічного складу впродовж зберігання.

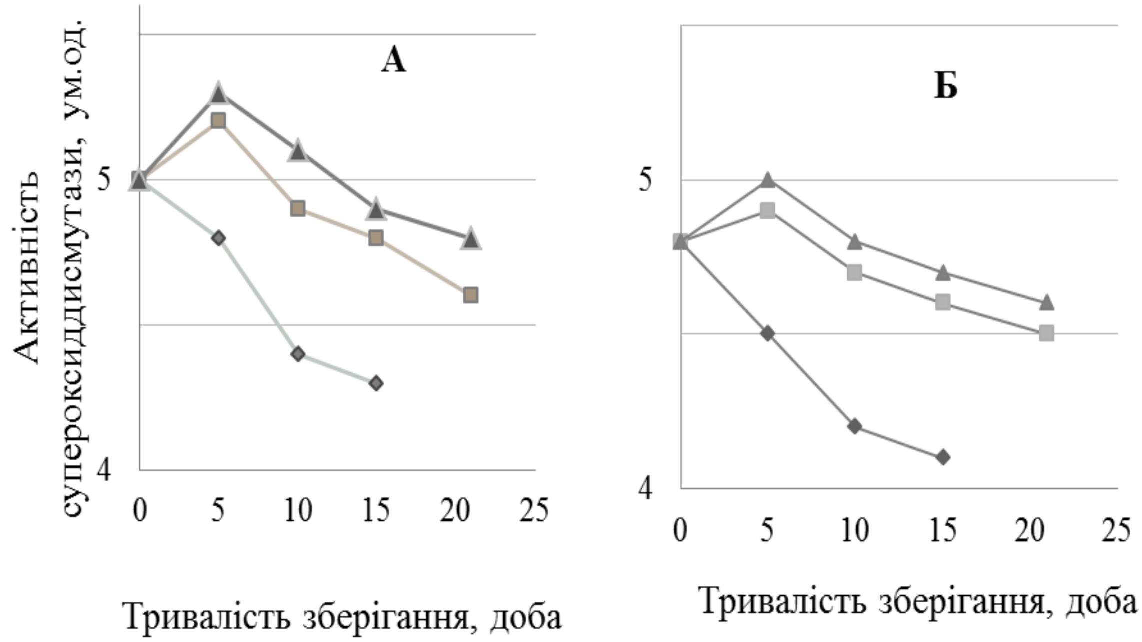


Рис. 5.25 **Зміна активності ферменту супероксиддисмутази в плодах вишні сортів Шпанка (А) та Лутовка (Б), оброблених розчином хітозану перед зберіганням** *(HIP_{05} = 0,2)*, 2016–2017 рр.:

− без оброблення (контроль); − 0,5% розчин хітозану;
− 1% розчин хітозану.

Отже, 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 27–33 %, 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 впродовж зберігання, однак, за вищої активності аскорбатпероксидази.

5.3 Вплив обробки карагенаном на післязбиральну якість охолоджених плодів вишні

Щільність необроблених плодів вишні впродовж зберігання зменшувалась на 41,0–45,5 % залежно від сорту (рис. 5.26).

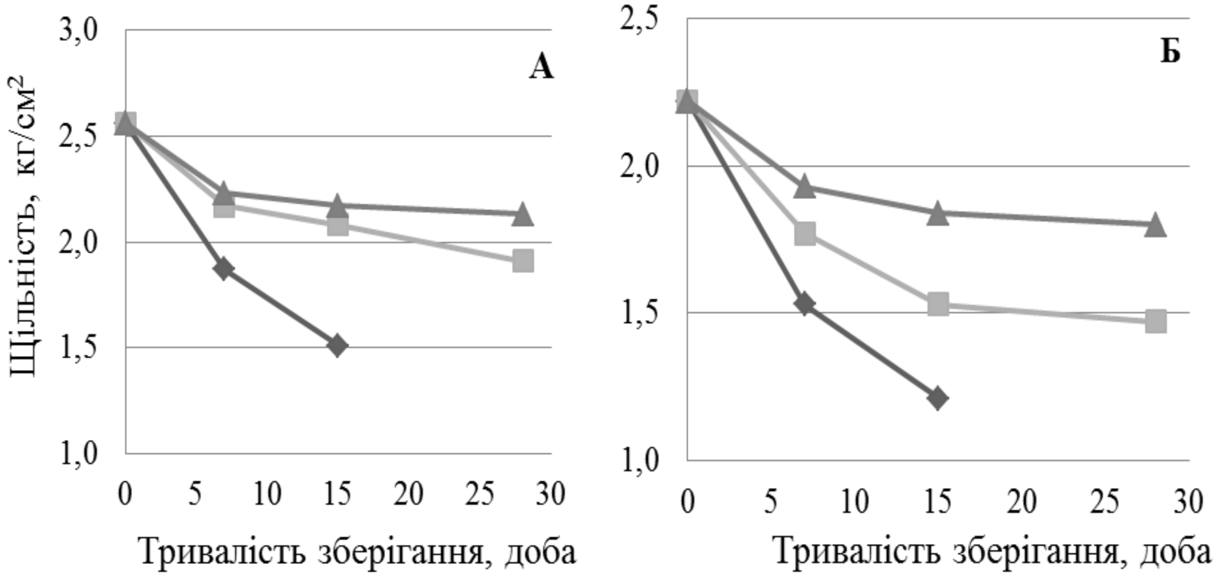


Рис. 5.26 **Динаміка щільності плодів вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), попередньо оброблених розчином карагенану, перед зберіганням** *(HIP_{05} = 0,2)*, 2019–2020 рр.:

– без оброблення (контроль); – 1% розчин карагенану;
– 2% розчин карагенану.

В оброблених плодах вишні 1 %-ним розчином карагенану втрати її були на рівні 18,8–31,1 %, а 2 % розчином –15,2–17,1 %.

Значення коефіцієнту світлопропускання мали тенденцію до зниження впродовж всього періоду зберігання в контрольних і оброблених плодах, що також досліджено в працях G. B. Seymour [29]. Після зберігання оброблених плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка коефіцієнт світлопропускання, неістотно знизився порівняно з необробленими плодами – на 2,7 і 8,6 % відповідно (рис. 5.27).

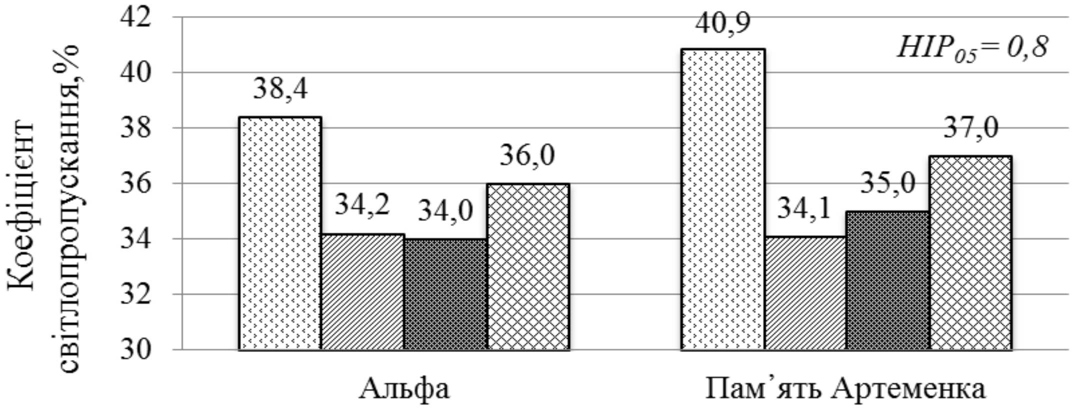


Рис. 5.27 **Зміна коефіцієнту світлопропускання в плодах вишні впродовж зберігання,** 2019–2020 рр.:

− Свіжі плоди (до зберігання) −без оброблення (контроль);
− 1% розчин карагенану; − 2% розчин карагенану.

Дихання та тепловиділення. Інтенсивність дихання впродовж всього періоду зберігання (рис. 5.28) плодів вишні змінювалась і була суттєво нижчою за використання розчинів карагенану для оброблення продукції.

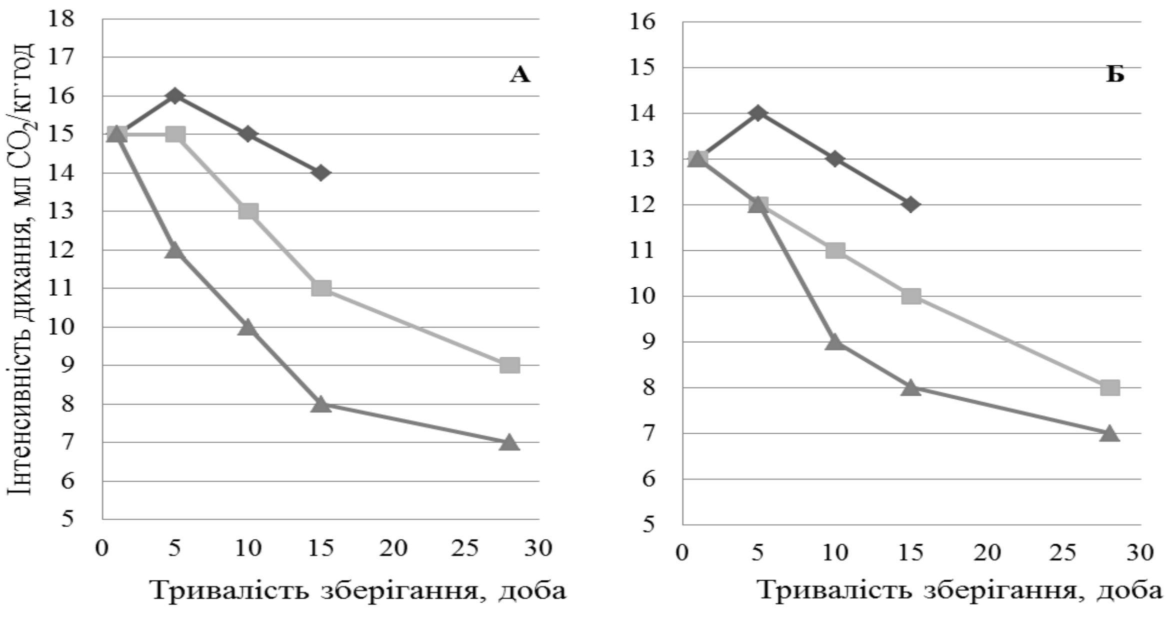


Рис. 5.28 **Зміна інтенсивності дихання в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,4)*, 2019–2020 рр.:

− без оброблення (контроль); − 1% розчин карагенану;
− 2% розчин карагенану.

На кінець періоду зберігання вишні інтенсивність дихання знизилась на 33,3–42,9 % від початкової, а найменшою вона залишалась для плодів, оброблених 2 % розчином карагенану (12,5–22,2 %).

Інтенсивність дихання плодів пов'язана з тепловиділенням при зберіганні. Нанесення харчового покриття зменшує інтенсивність дихання плодів, а також тепловиділення [61].

В таблицях 5.5 і 5.6 наведено інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції плодів вишні сорту Альфа й Пам'ять Артеменка.

Таблиця 5.5

Інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні сорту Альфа, оброблених розчином карагенану перед зберіганням *(*2019–2020 рр.).

Тривалість зберігання, *діб*	Інтенсивність дихання, *мл CO_2 /кг·год*	Інтенсивність тепловиділення, *кДж/т·добу*	Питома теплоємність, *кДж/т·К*	Підвищення температури, *°С*	Продуктивність вентиляції, *$м^3$/т·год*
Без обробки (контроль)					
1	15	0,16	1,83	0,09	5,88
10	15	0,16	1,82	0,09	5,82
15	14	0,16	1,80	0,09	5,76
1 % розчин карагенану					
1	15	0,16	1,83	0,09	5,88
10	13	0,14	1,82	0,08	5,06
15	11	0,12	1,81	0,06	4,26
28	9	0,10	1,81	0,05	3,48
2 % розчин карагенану					
1	15	0,16	1,83	0,09	5,88
10	10	0,11	1,82	0,06	3,90
15	8	0,09	1,81	0,05	3,10
28	7	0,07	1,81	0,04	2,71

Дослідженнями встановлено, що інтенсивність дихання залежно від сорту та тривалості зберігання в контрольному варіанті становила 12,0–13,0 і 14,0–15,0 мл CO_2 /кг·год відповідно.

Натомість, в плодах вишні, попередньо оброблених розчином карагенану, інтенсивність дихання була нижчою проти необроблених плодів на 2–6 мл CO_2/кг·год. Відмічена закономірність до зниження інтенсивності дихання супроводжувалася зниженням питомої теплоємності плодів і підвищенням температури в сховищі на 0,07–0,09°C (контроль) і 0,04–0,08°C (1–2 %), а продуктивності вентиляції −2,70–5,88 м^3/т·год.

Таблиця 5.6

Інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка, оброблених розчином карагенану перед зберіганням,

(2019–2020 рр.)

Тривалість зберігання, діб	Інтенсивність дихання, мл CO_2 /кг·год	Інтенсивність тепловиділення, кДж/т·добу	Питома теплоємність, кДж/т·K	Підвищення температури,°C	Продуктивність вентиляції, м^3/т·год
Без обробки (контроль)					
1	13	0,14	1,83	0,08	5,10
10	13	0,14	1,81	0,08	5,04
15	12	0,13	1,79	0,07	4,59
1 % розчин карагенану					
1	13	0,14	1,83	0,08	5,10
10	11	0,12	1,81	0,06	4,26
15	10	0,11	1,80	0,06	3,86
28	8	0,09	1,80	0,05	3,08
2 % розчин карагенану					
1	13	0,14	1,83	0,08	5,10
10	9	0,10	1,82	0,05	3,49
15	8	0,09	1,81	0,05	3,10
28	7	0,07	1,81	0,04	2,70

Зміна компонентів хімічного складу. Разом зі зниженням інтенсивності дихання плодів впродовж зберігання сповільнювались й усі біохімічні процеси, тому втрати вмісту компонентів хімічного складу були незначними, що підтверджено дослідженнями M. G. Lin, O. Lasekan, N. Saari, S. Khairunniza-Bejo [18]. Неістотні втрати компонентів хімічного складу плодів вишні впродовж зберігання автори пояснюють утворенням напівпроникної плівки, яка є бар’єром для проходження кисню і діоксиду вуглецю у плодах.

Як видно з даних (рис. 5.29) вміст сухих розчинних речовин в необроблених плодах вишні сортів Альфа і Пам’ять Артеменка впродовж зберігання знизився на 8,9–10,6 %.

У плодів оброблених 1 і 2 % розчином карагенану на 15 добу зберігання втрати складали відповідно 5,5–6,8 % і 4,9–5,5 %, залежно від сорту сягнувши до 28 доби 6,2–7,4 %. При цьому, економніше витрачалися сухі розчинні речовини за обробки плодів 2 % розчином карагенану – 5,5–6,2 %.

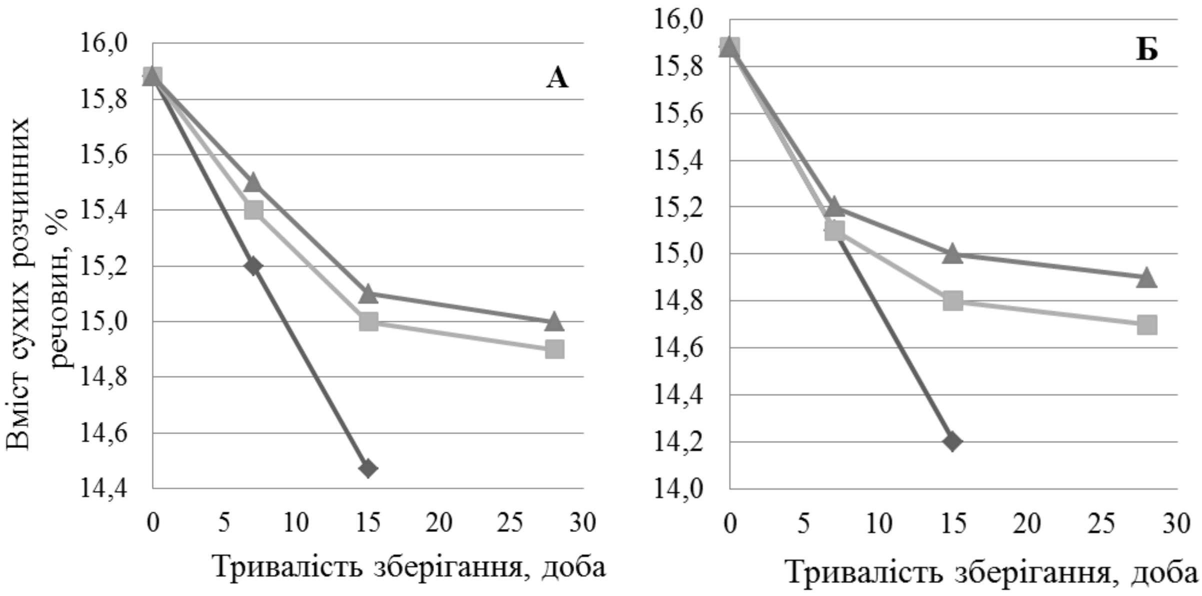


Рис. 5.29 **Динаміка вмісту сухих розчинних речовин в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам’ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 1,6)*, 2019–2020 рр.:

– без рброблення (контроль); – 1% розчин карагенану;
– 2% розчин карагенану.

В середньому, необроблені плоди вишні впродовж 15 діб зберігання втратили 14,4–14,8 % цукрів, залежно від сорту (рис. 5.30). У плодах вишні, оброблених 1 % розчином карагенану, за 28 діб зберігання втрати цукрів складали 4,9–7,9 %, а за обробки 2 % розчином вони зменшилися на 3,9–6,7 %.

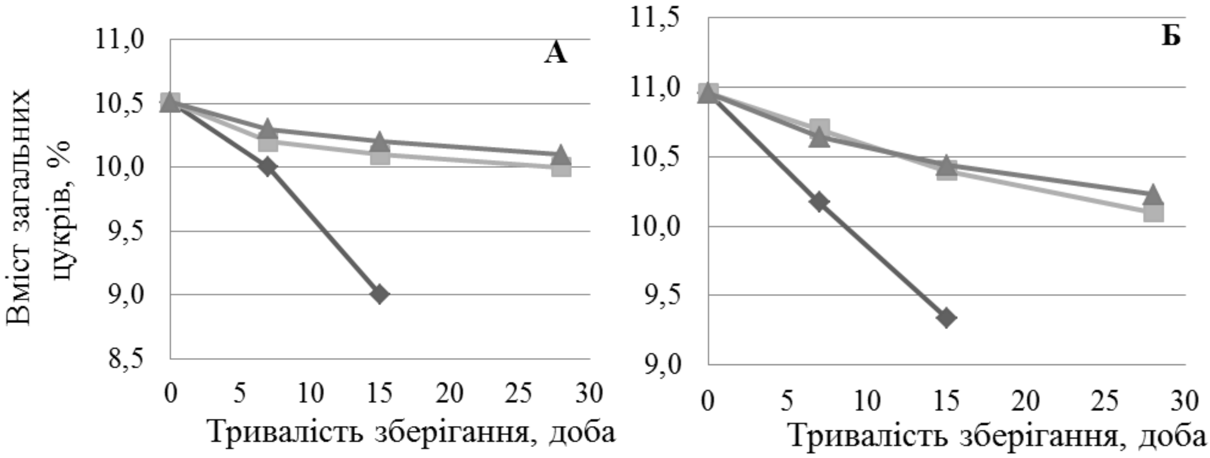


Рис. 5.30 **Динаміка вмісту цукрів у плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам’ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** (*HIP_{05} = 1,4*), 2019–2020 рр.:

– без оброблення (контроль); – 1% розчин карагенану;
– 2% розчин карагенану.

Плоди вишні мають кислий смак, зумовлений наявністю кислот (яблучної, лимонної, саліцилової) вміст яких у плодах становить близько 1 % [56]. Впродовж зберігання їх вміст в плодах інтенсивно зменшувався – на 63,2–63,6 % у контрольному варіанті (рис. 5.31) і на 56,1–58,9 % (сорт Альфа) та 48,3–49,3 % (сорт Пам’ять Артеменка) в оброблених плодах.

Після 28 діб зберігання в оброблених плодах вишні 1 % розчином карагенану сортів Альфа і Пам’ять Артеменка втрати титрованих кислот склали 55,2 і 59,5 %, тоді як за обробки 2 % розчином карагенану – 57,2 і 53,7 % відповідно для сорту.

Вміст аскорбінової кислоти в плодах вишні як правило, не перевищує 20 мг/100г [56] і залежить від сорту та способу зберігання плодів. За результатами наших досліджень впродовж зберігання плодів вишні її вміст у необроблених розчином карагенану плодів через 15 діб знизився на 36,3–37,5 % (рис. 5.32).

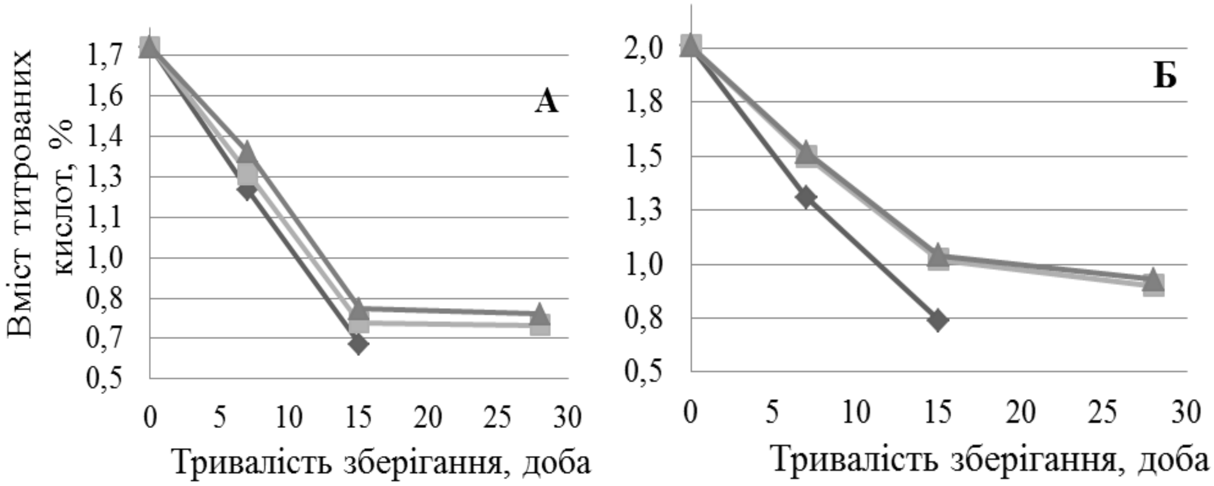


Рис. 5.31 **Динаміка вмісту титрованої кислотності у плодах вишні сортів Альфа(А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,2),* 2019–2020 рр.:

−без оброблення (контроль); − 1% розчин карагенану;
− 2% розчин карагенану.

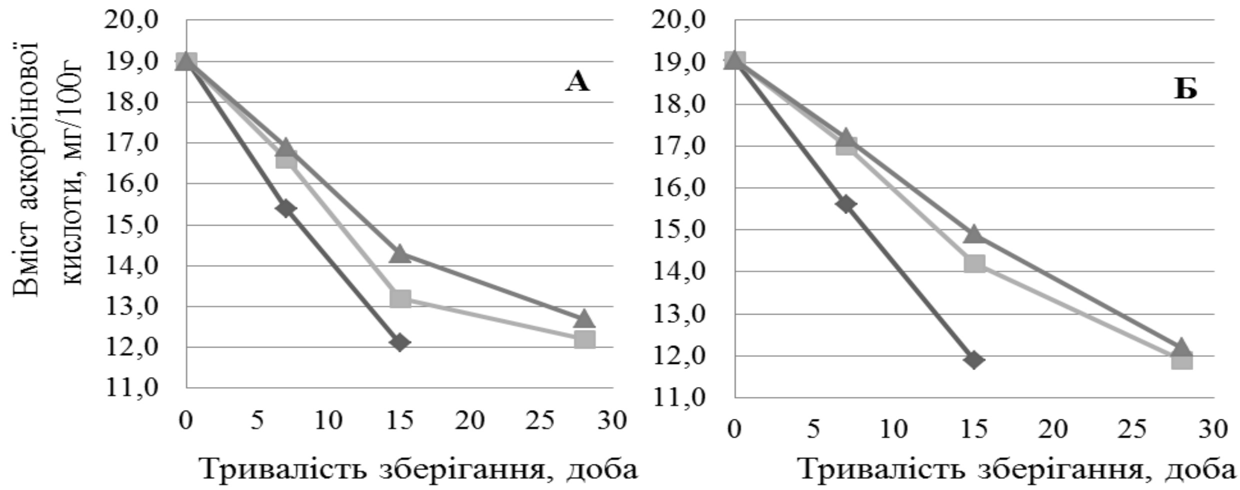


Рис. 5.32 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених карагенаном перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 2,0),* 2019–2020 рр.:

− без оброблення (контроль); − 1% розчин карагенану;
− 2% розчин карагенану.

В оброблених плодах втрати аскорбінової кислоти за цей період були нижчі – 24,7–30,5 % (сорт Альфа) та 21,8–25,5 % (сорт Пам'ять Артеменка).

Після 28 діб зберігання найнижчі втрати зафіксовано у плодів попередньо оброблених перед зберіганням розчином карагенану з концентрацією 2 % – 24,9–35,9 %.

Поряд із змінами кількості аскорбінової кислоти вміст дубильних і барвних речовин плодів вишні впродовж 15 діб зберігання зменшився у контрольному варіанті на 13,7–15,5 % (рис. 5.33).

При цьому, на 28 добу зберігання, оброблені плоди вишні 1 і 2 % розчином карагенану мали менші втрати кількості дубильних і барвних речовин, порівняно із початковим вмістом на 9,5–8,2 % та 7,1–6,8 %.

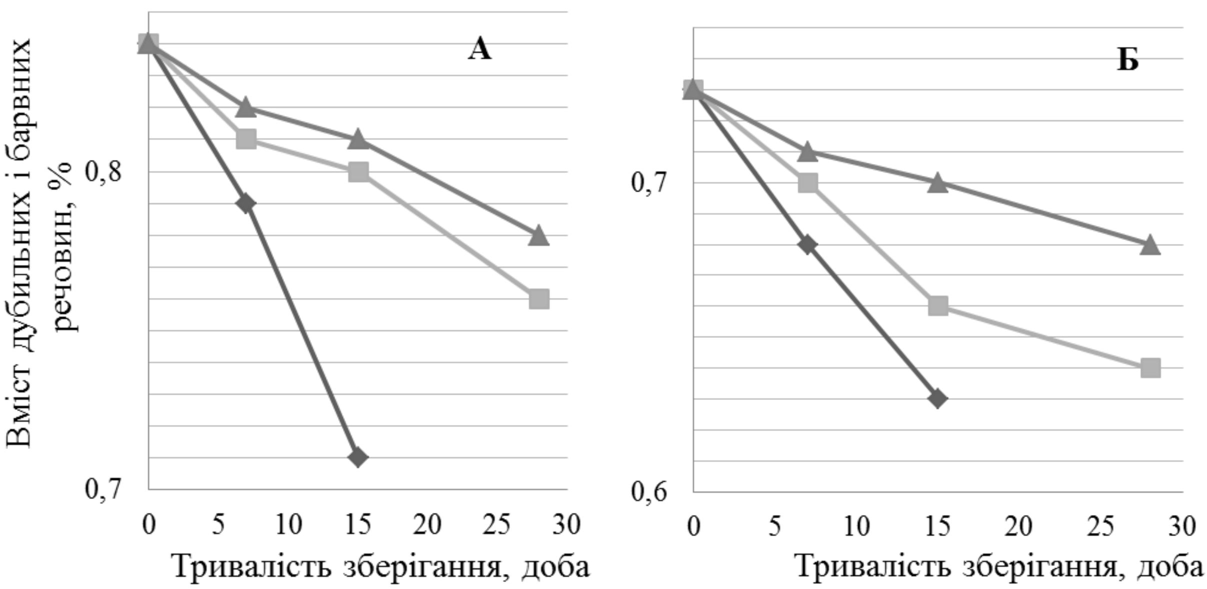


Рис. 5.33 **Динаміка вмісту дубильних і барвних речовин у плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** (*НІР₀₅ = 0,02*), 2019–2020 рр.:

− без оброблення (контроль); − 1% розчин карагенану; − 2% розчин карагенану.

Антиоксидантна активність необроблених плодів вишні впродовж зберігання знизилася на 40,7–42,3 % (рис. 5.34), тоді як за обробки 1 і 2 % розчином карагенану зниження антиоксидантної активності плодів сягнуло значення 9,1–26,9 % і 22,2–23,1 % залежно від сорту.

Оскільки в окиснювальних процесах впродовж зберігання плодів беруть участь ферменти аскорбатпероксидаза, каталаза та ін., їх активність також зазнала суттєвих змін.

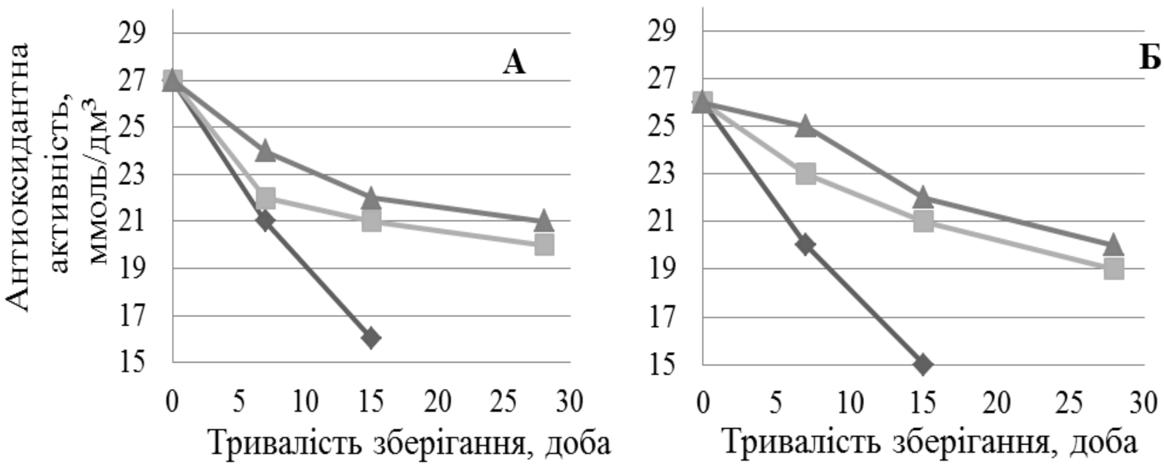


Рис. 5.34 **Зміна антиоксидантної активності плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *(HIP_{05} = 1,0),* 2019–2020 рр.:

– без оброблення (контроль); – 1% розчин карагенану;
– 2% розчин карагенану.

Так, після 15 діб зберігання необроблених плодів вишні активність в них ферменту каталази знизилась на 46–50 % (рис. 5.35).

За обробки 1 і 2 % розчином карагенану зниження активності каталази через 15 діб зберігання склали 40,0–42,9 % та 23,0–28,6 %, залежно від сорту і концентрації розчину. Після 28 діб зберігання плодів найвищу активність ферменту каталази зберігали плоди вишні попередньо оброблені 2 %-ним розчином карагенану – 35,7 і 38,5 %, залежно від сорту.

Пероксидаза є важливим антиоксидантним ферментом, що сприяє розкладанню перекису водню в клітинних стінках тканин [35]. Як видно з рисунку 5.36 активність пероксидази в необроблених плодах вишні впродовж зберігання знизилася на 81,0–81,9 %. Менші її зниження через 15 діб були в плодах, оброблених розчином карагенану – на 48,3–53,3 % (сорт Пам'ять

Артеменка) і 49,2–59,0 % (сорт Альфа) та до кінця періоду зберігання активність вищезазначеного ферменту у вказаних варіантах досліду знизилася на 55,0–83,3 %.

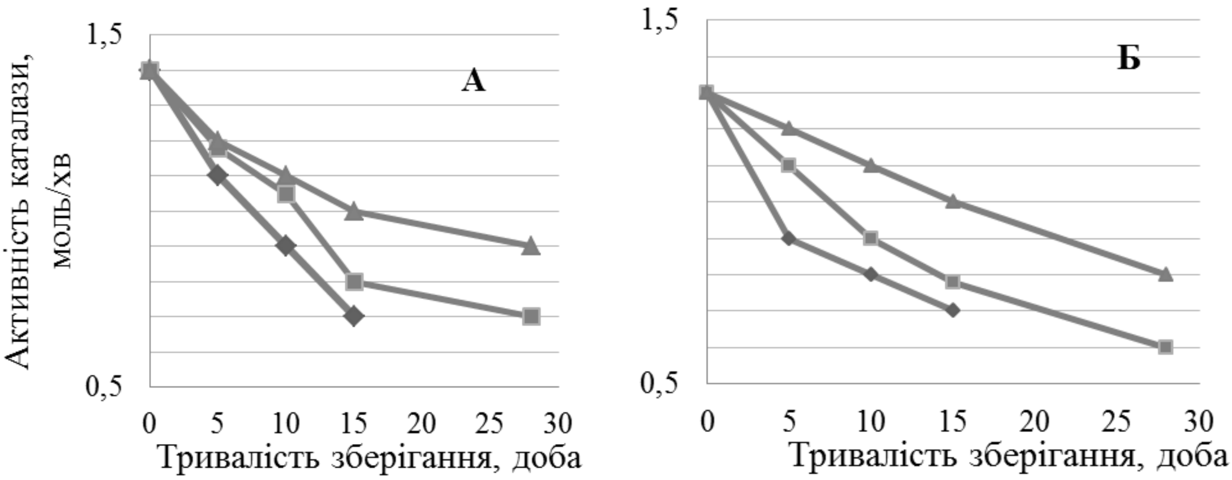


Рис. 5.35 **Зміна активності каталази в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам’ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,03)*, 2019–2020 рр.:

– без оброблення (контроль); – 1% розчин карагенану;
– 2% розчин карагенану.

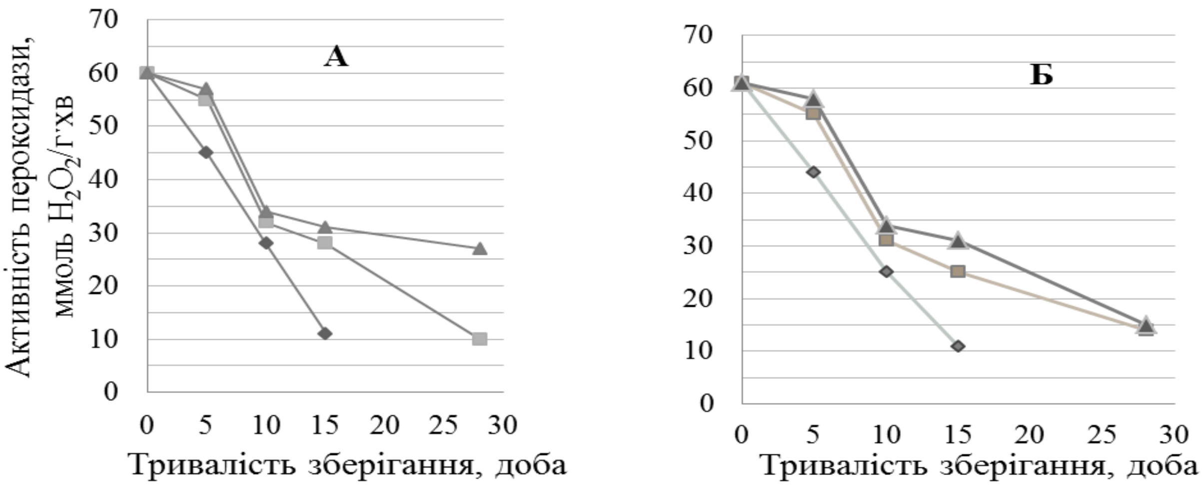


Рис. 5.36 **Зміна активності пероксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам’ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,9)*, 2019–2020 рр.:

– без оброблення (контроль); – 1% розчин карагенану;
– 2% розчин карагенану.

Фермент поліфенолоксидаза відіграє важливу роль у ферментативному окисненні та зміні кольору плодів і шляхом каталізу й утворення продуктів фенольного окиснення утворює захисний щит від ураження їх хворобами плодів [35].

Активність поліфенолоксидази впродовж зберігання в необроблених плодах вишні знизилася на 44,4–47,6 % (рис. 5.37). Нижча її активність спостерігалася у плодах вишні, попередньо оброблених 1 і 2 % розчином карагенану – зниження на 50,0–61,1 % та 66,7–71,4 % відповідно, а до кінця зберігання – на 61,1–76,2 %.

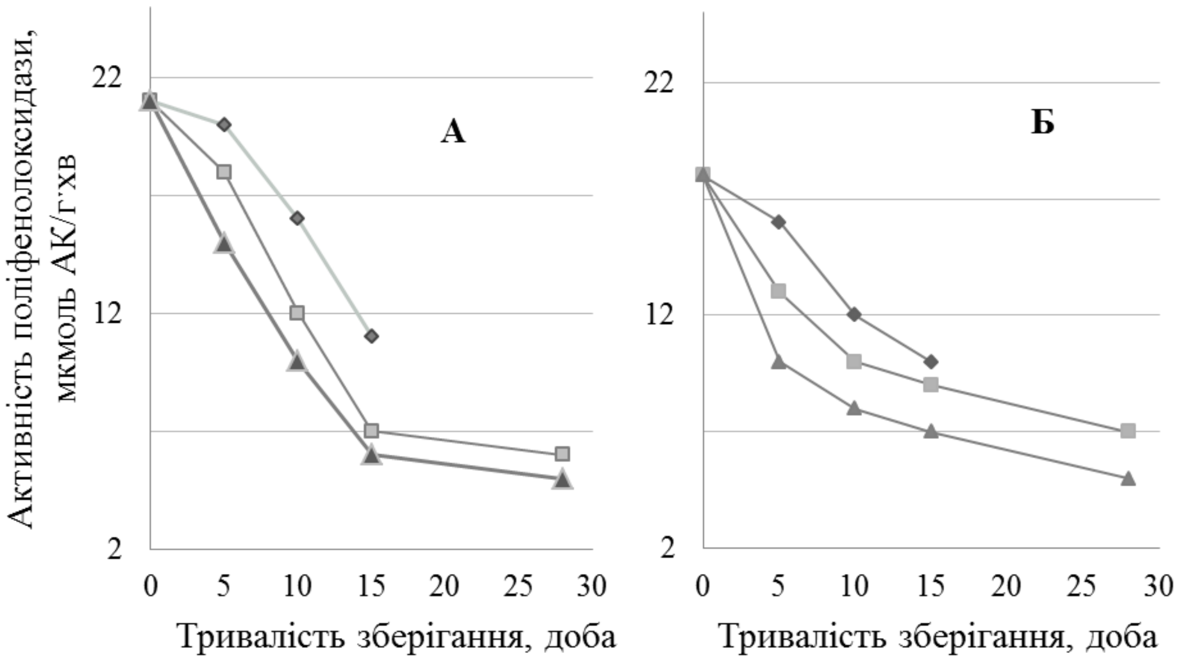
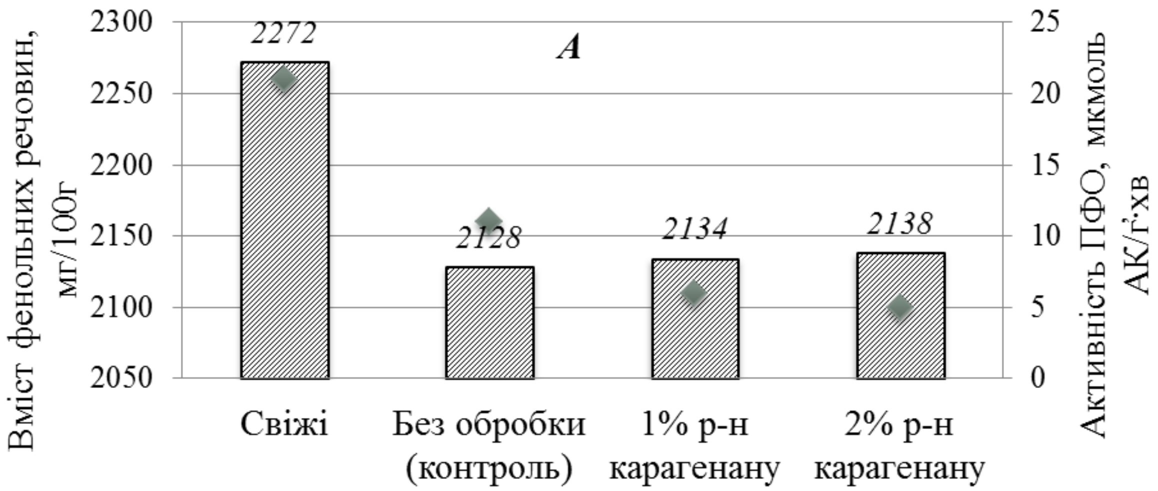


Рис. 5.37 **Зміна активності ферменту поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,4),* 2019–2020 рр.:

– без оброблення (контроль); – 1% розчин карагенану; – 2% розчин карагенану.

Зі зниженням активності поліфенолоксидази (рис. 5.38) на 44,0–47,6 % у контрольних і на 61,0–76,2 % в оброблених плодах вишні впродовж зберігання, відбувалися також зміни і вмісту фенольних речовин. Так, на кінець зберігання їх вміст у всіх варіантах досліду знизився на 6,0–6,3 %, проте залишався більш стабільним у плодах, оброблених розчином карагенану.



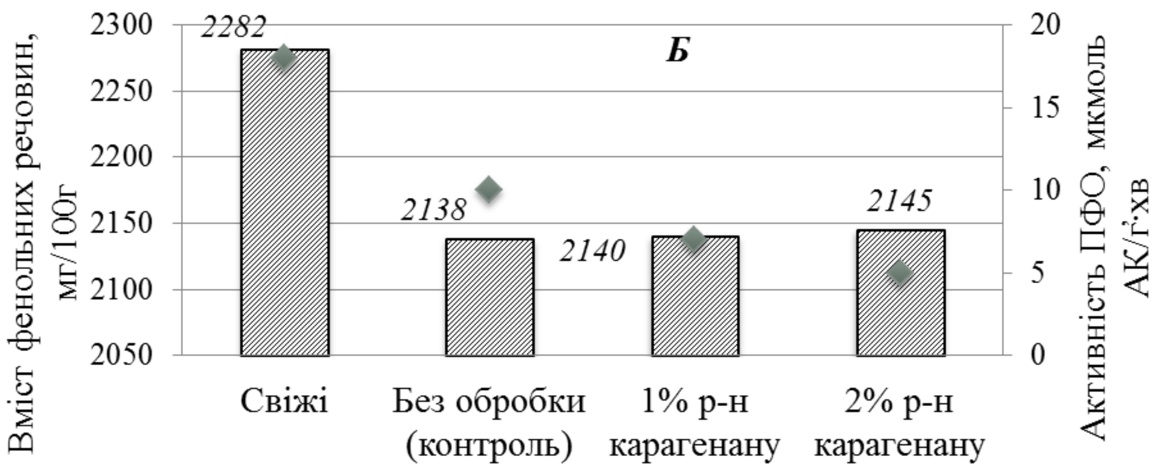


Рис. 5.38 **Зміна вмісту фенольних речовин та активності поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б) на кінець зберігання** ($НІР_{05}$ = 8,2), 2019–2020 рр.:

На відміну від зазначених раніше ферментів активність аскорбатпероксидази впродовж всього періоду зберігання плодів вишні неухильно зростала (рис. 5.39). Так, у необроблених плодів вишні через 15 діб зберігання зафіксовано зростання її активності на 15,8–17,1 %, а в плодах вишні, оброблених 1 і 2 % розчином карагенану на 31,4–44,3 % і 18,4–26,3 %, залежно від сорту і концентрації розчину, а до кінця зберігання на 42,1–58,6 %.

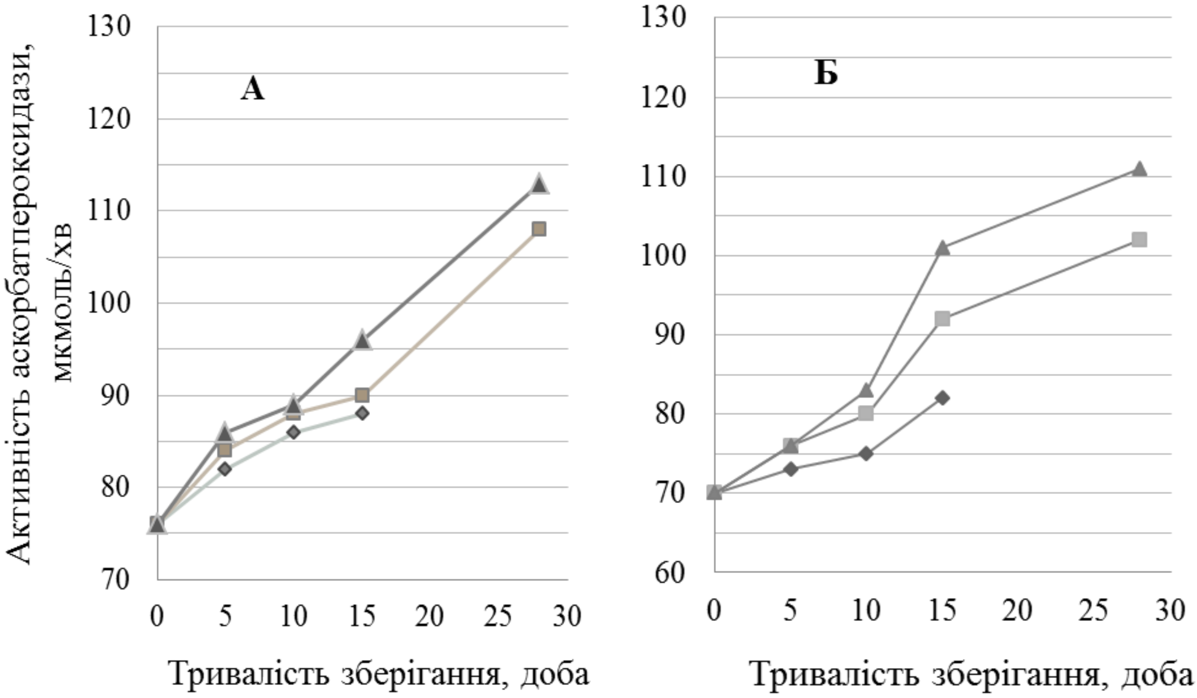


Рис. 5.39 **Зміна активності ферменту аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам’ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 2,4),* 2019–2020 рр.:

– без оброблення (контроль); – 1% розчин карагенану;

– 2% розчин карагенану.

Як видно з рисунка 5.40 вміст аскорбінової кислоти впродовж зберігання зменшився, за зростання активності аскорбатпероксидази (АПО). Слід відмітити, що нарощування активності аскорбатпероксидази в необроблених плодах вишні відбувалося впродовж семи–восьми діб і до кінця зберігання стабілізувалося. На відміну до цього, в оброблених розчином карагенану плодах вишні, нарощування активності АПО у плодів сорту Альфа відбувалося впродовж всього періоду зберігання, тоді як у плодів сорту Пам’ять Артеменка спостерігалися темпи активності впродовж 10–15 діб дещо нижчі, проте до кінця зберігання – інтенсивне нарощування.

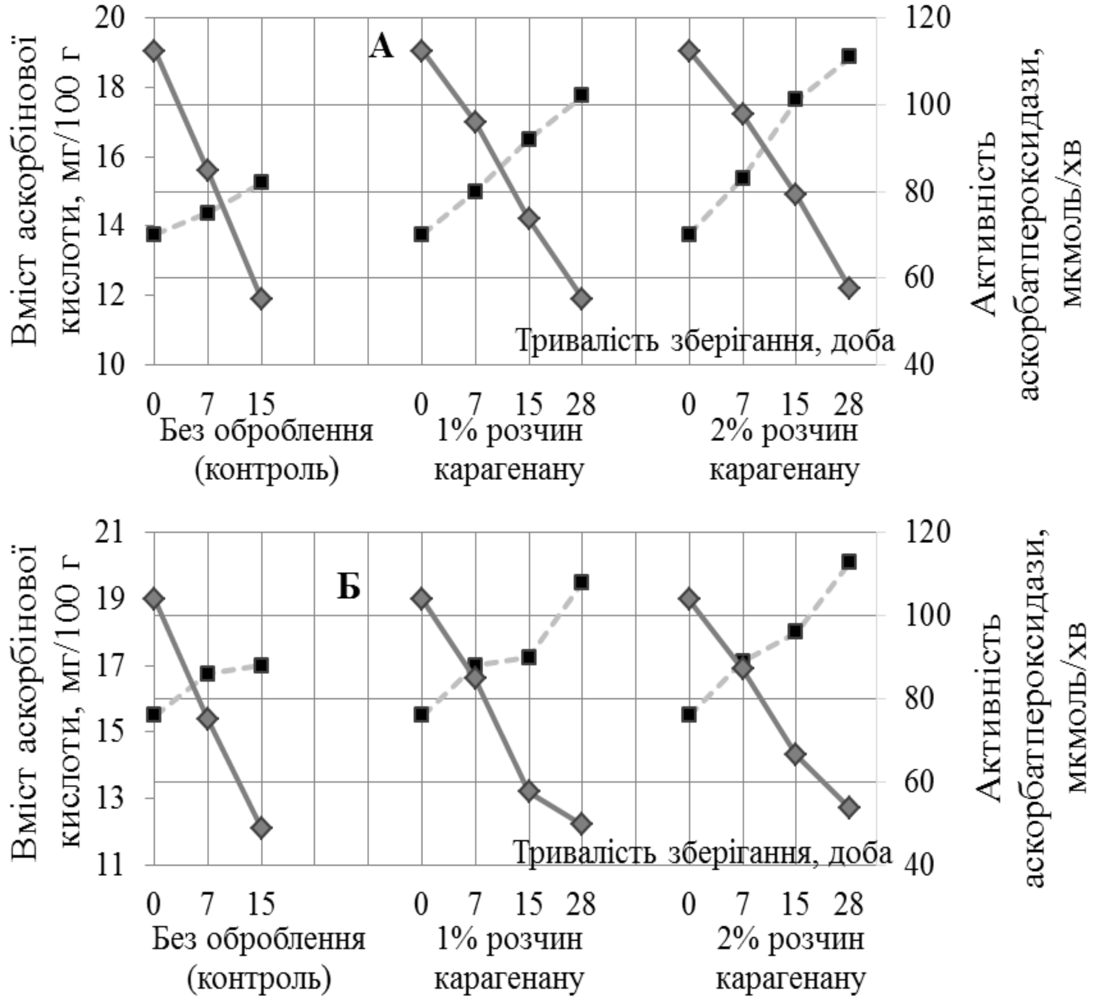


Рис. 5.40 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти та активності аскорбатпероксидази в плодах вишні сорту Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б) впродовж зберігання**, 2019–2020 рр.:

− Аскорбатпероксидаза; − аскорбінова кислота.

Антиоксидантному стресу плодів впродовж зберігання запобігає діяльність ферменту супероксиддисмутази, активність якої впродовж зберігання необроблених плодів вишні знизилася на 16,7–20,0 % (рис. 5.41).

Дещо менші зміни активності вищезазначеного ферменту відбувалися в плодах вишні, оброблених 1 і 2 % розчином карагенану – зниження на 2,5–5,0 % і 2,4–4,8 % залежно від сорту вишні та концентрації розчину карагенану, а до кінця зберігання – на 4,8–11,9 %. Найвища активність СОД серед досліджуваних варіантів зберігалася в плодах вишні, оброблених перед зберіганням 2 %-ним розчином карагенану.

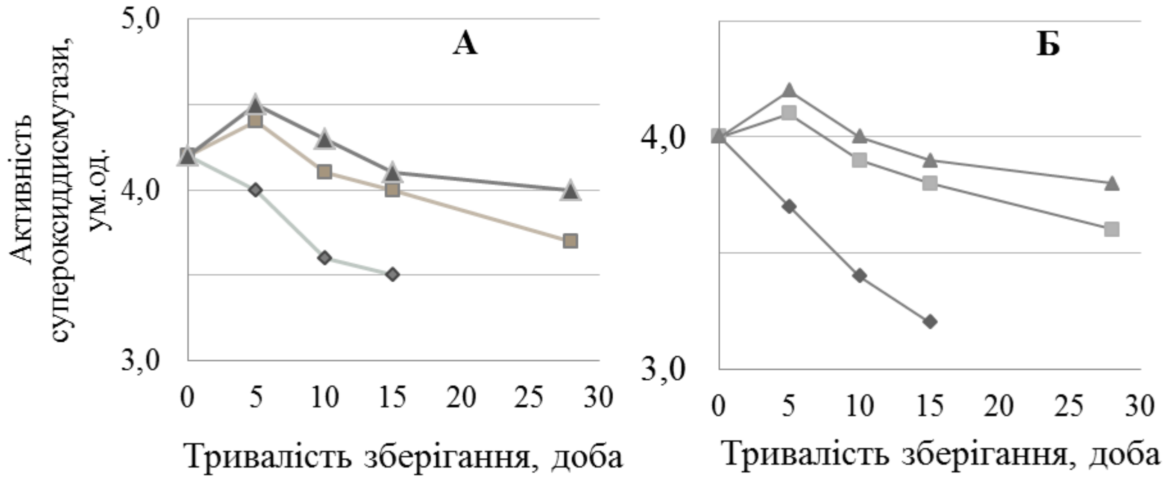


Рис. 5.41 **Зміна ферменту супероксиддисмутази в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,2),*

2019–2020 рр.:

– без оброблення (контроль); – 1% розчин карагенану;
– 2% розчин карагенану.

Між активністю каталази та супероксиддисмутази (r = 0,86±0,00), а також аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази (r = 0,82±0,00) встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок. Який підтверджує взаємозв'язок антиоксидантних ферментів впродовж зберігання.

Отже, найбільш ефективною виявилась обробка плодів вишні 2 % розчином карагенану, що дало змогу зменшити втрати щільності на 15,2–17,1 %; зниження інтенсивності 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 за вищої активності аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази.

5.4 Вплив обробки альгінатом натрію на післязбиральну якість охолоджених плодів вишні

Щільність – важливий параметр якості свіжих плодів, що знижується впродовж зберігання внаслідок деградації клітинних стінок та втрати тургору (рис. 5.42).

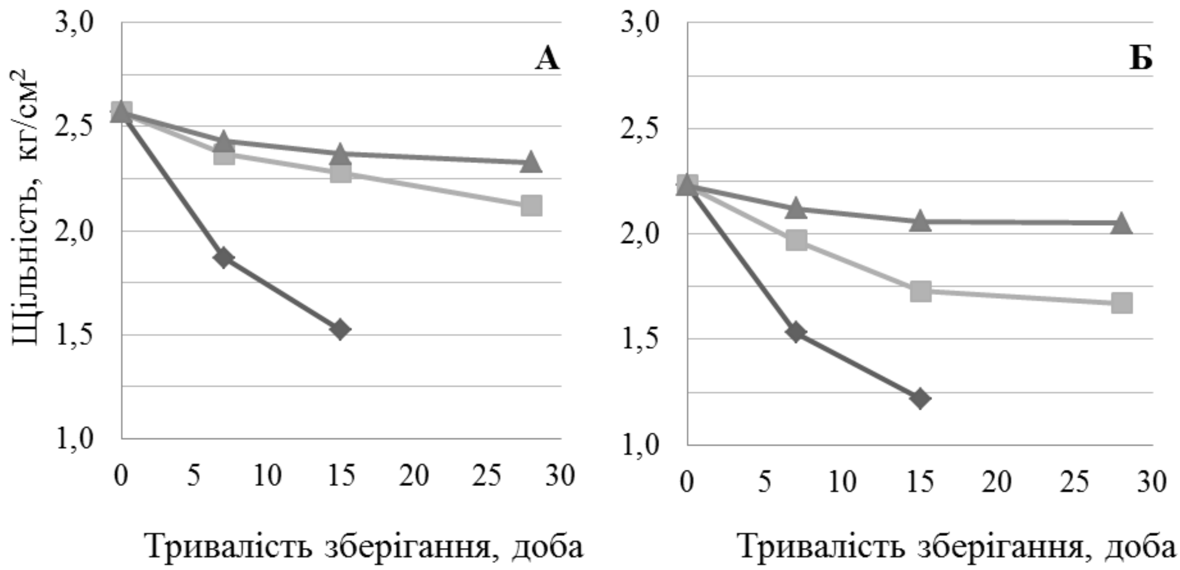


Рис. 5.42 **Динаміка щільності плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,2)*, 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 3% розчин альгінату натрію;
– 5% розчин альгінату натрію.

Встановлено, що щільність плодів вишні впродовж зберігання знижувалася на 40–45,2 %. Використання розчину альгінату натрію сприяло збереженню щільності тканин плодів вишні. Після 28 добового зберігання, за обробки плодів вишні 3 % розчином альгінату натрію, втрати щільності складали 11,28–22,4 %, порівняно з контролем. За попередньої обробки плодів 5 % розчином альгінату натрію вони були найменші –7,78–7,62 %.

Аналогічні дані щодо закономірностей зниження щільності тканин за обробки альгінатом натрію виявлені у плодах аґрусу та черешні [6, 8, 15, 20].

Дихання та тепловиділення. Інтенсивність дихання плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка впродовж 15 днів зберігання знизилась з 14 до 13 мл CO_2/кг·год та з 12 до 11мл CO_2/кг·год (рис. 5.43). В необроблених плодів значення досліджуваного показника зберігалося вищим, порівняно з плодами, обробленими розчином альгінату натрію.

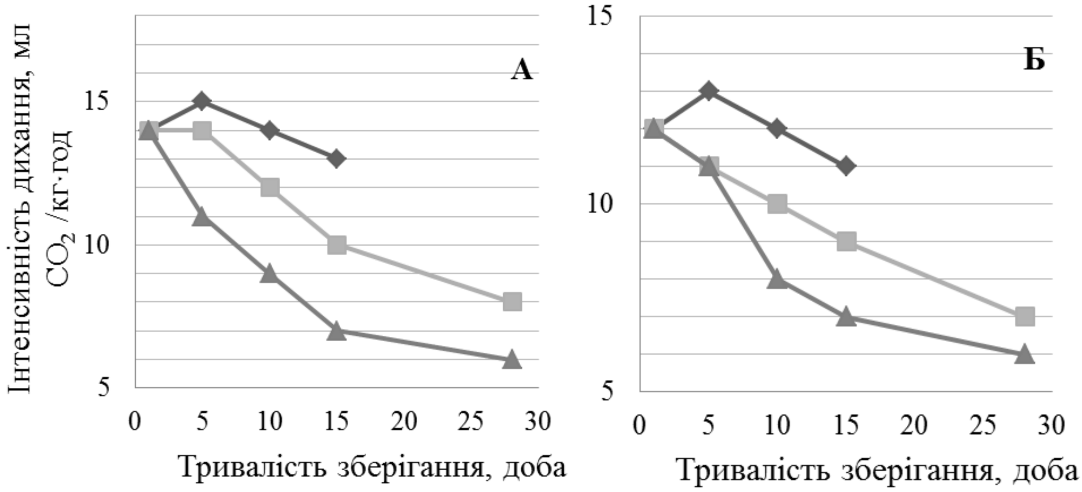


Рис. 5.43 **Зміна інтенсивності дихання в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 1,4)*, 2016–2018 рр.:

− без оброблення (контроль); − 3% розчин альгінату натрію;
− 5% розчин альгінату натрію.

Так, плоди, оброблені 3 і 5 % розчином альгінату натрію мали інтенсивність дихання нижчу на 18–36 % (сорт Альфа) і 23–46 % (сорт Пам'ять Артеменка), залежно від концентрації розчину. Після 15 добового періоду і до кінця зберігання інтенсивність дихання зберігалася на 14–25 % вищою у плодах вишні, оброблених 3 % розчином альгінату натрію, проти аналогічного показника плодів, оброблених 5 % розчином.

Тривалість встановлення оптимальної температури зберігання залежить від швидкості охолодження плодів (видалення фізичного тепла). Цей процес проходить повільніше за нагрівання через те, що охолодженню чинить опір фізіологічне тепло, яке виділяється в процесі дихання [41, 56, 61]. В табл. 5.7 і 5.8 показано інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні, попередньо оброблених розчинами альгінату натрію.

Таблиця 5.7

Інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні сорту Альфа

Тривалість зберігання, *діб*	Інтенсивність дихання, *мл CO_2 /кг·год*	Інтенсивність тепловиділення, *Кдж/т·добу*	Питома теплоємність, *Кдж/т·К*	Підвищення температури, *°С*	Продуктивність вентиляції, *$м^3$/т·год*
Без обробки (контроль)					
1	14	0,15	1,83	0,08	5,49
10	14	0,15	1,82	0,08	5,43
15	13	0,14	1,80	0,08	4,99
3 % розчин альгінату натрію					
1	14	0,15	1,83	0,08	5,49
10	12	0,13	1,83	0,07	4,69
15	10	0,13	1,82	0,07	4,67
30	8	0,11	1,81	0,06	3,87
5 % розчин альгінату натрію					
1	14	0,15	1,83	0,08	5,49
10	9	0,10	1,83	0,05	3,52
15	7	0,10	1,82	0,05	3,50
30	6	0,07	1,82	0,04	2,72

Як видно з наведених даних таблиць інтенсивність дихання плодів вишні змінювалась від 11–12 мл до 13–14 мл CO_2 /кг·год, залежно від сорту та концентрації розчину. При цьому, в плодах вишні, попередньо оброблених розчином альгінату натрію вона була нижчою на 2–7 мл CO_2/кг·год, що і сприяло зниженню температури в холодильнику до 0,04–0,08°С та продуктивності вентиляції з 2,71 до 5,49 $м^3$/т·год.

Таблиця 5.8

Інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка

Тривалість зберігання, *діб*	Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	Інтенсивність теплови-ділення, *кДж/т·добу*	Питома теплоєм-ність, *кДж/т·К*	Підви-щення темпера-тури, *°С*	Продуктив-ність вентиляції, *$м^3$/т·год*
Без обробки (контроль)					
1	12	0,13	1,83	0,07	4,71
10	12	0,13	1,81	0,07	4,65
15	11	0,13	1,79	0,07	4,59
3 % розчин альгінату натрію					
1	12	0,13	1,83	0,07	4,71
10	10	0,11	1,82	0,06	3,89
15	9	0,11	1,81	0,06	3,88
30	7	0,10	1,81	0,05	3,48
5 % розчин альгінату натрію					
1	12	0,13	1,83	0,07	4,71
10	8	0,09	1,82	0,05	3,12
15	7	0,09	1,82	0,05	3,11
30	6	0,07	1,81	0,04	2,71

Зміна компонентів хімічного складу. Вміст сухих розчинних речовин (рис. 5.44), у плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка впродовж всього періоду зберігання поступово знижувався. Їхні втрати в контролі склали 8,9 і 10 % відповідно.

Для оброблених плодів вишні 3 і 5 % розчинами альгінату натрію втрати сухих розчинних речовин були нижчі і складали 5,6 і 3,7–4,9 % відповідно, що в два рази менше, порівняно з контролем і зумовлено створенням на поверхні плодів напівпроникного бар'єру, який перешкоджає випаровуванні вологи, сприяє зниженню швидкості дихання та знижує втрати сухих розчинних речовин.

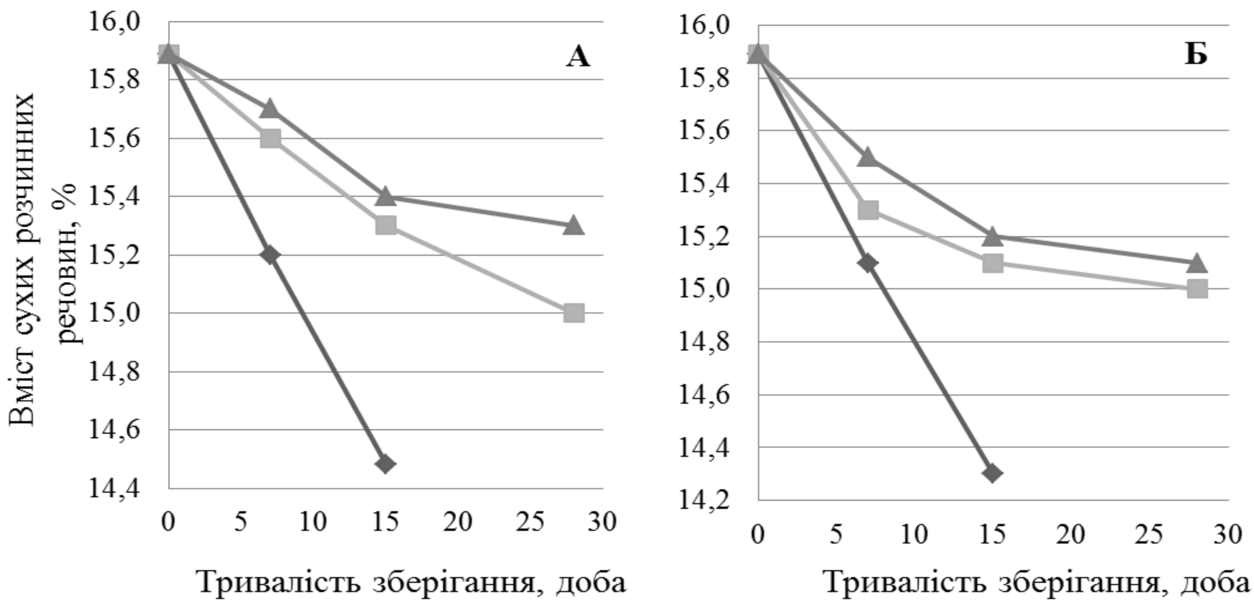


Рис. 5.44 **Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених альгінатом натрію перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,4)*, 2016–2018 рр.:

− без оброблення (контроль); − 3% розчин альгінату натрію; − 5% розчин альгінату натрію.

Вміст сухих розчинних речовин у плодах визначається наявністю цукрів, на які припадає 60–70 % від загального їхнього вмісту. Впродовж зберігання втрати цукрів у необроблених плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка склали 13,4 і 14,5 % відповідно (рис. 5.45).

Обробка плодів вишні розчином альгінату натрію сприяла зменшенню втрат цукрів. Так, за обробки 3 % розчином альгінату натрію їхні втрати в плодах були на рівні 4,89–6,38 %, а за використання 5 % розчину знижувалися до 3,0–4,8 %.

Вміст титрованих кислот у плодах знижувався впродовж зберігання через використання їх в процесі дихання. Так, за результатами проведених досліджень (рис. 5.46) їх вміст у плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка впродовж 15 діб зберігання знизився більш, ніж удвічі.

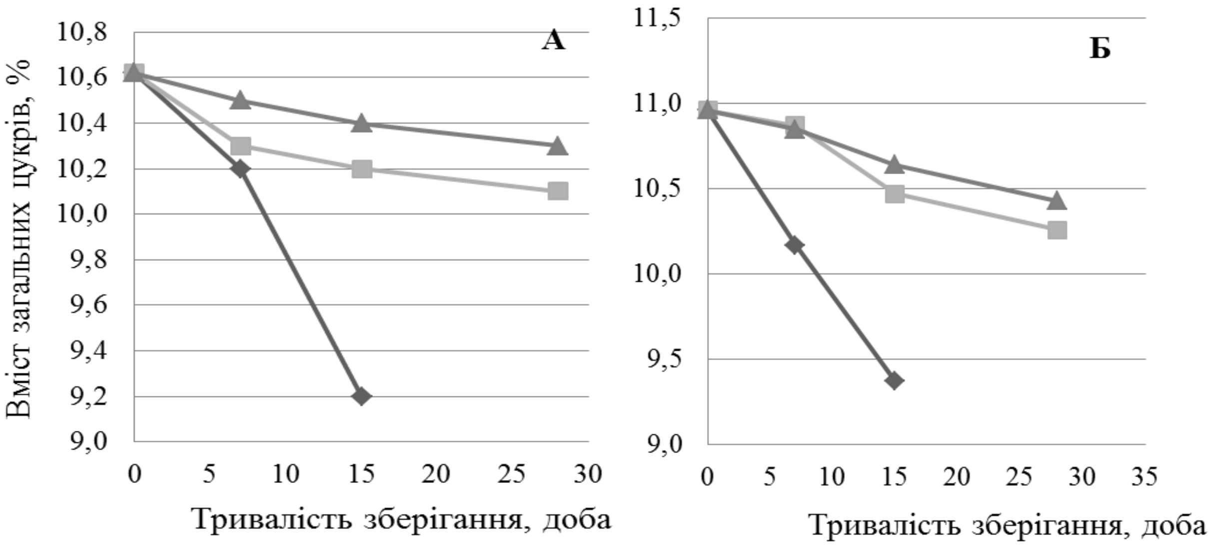


Рис. 5.45 **Динаміка вмісту цукрів у плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** (*НІР$_{05}$ = 2,0*), 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 3% розчин альгінату натрію;
– 5% розчин альгінату натрію.

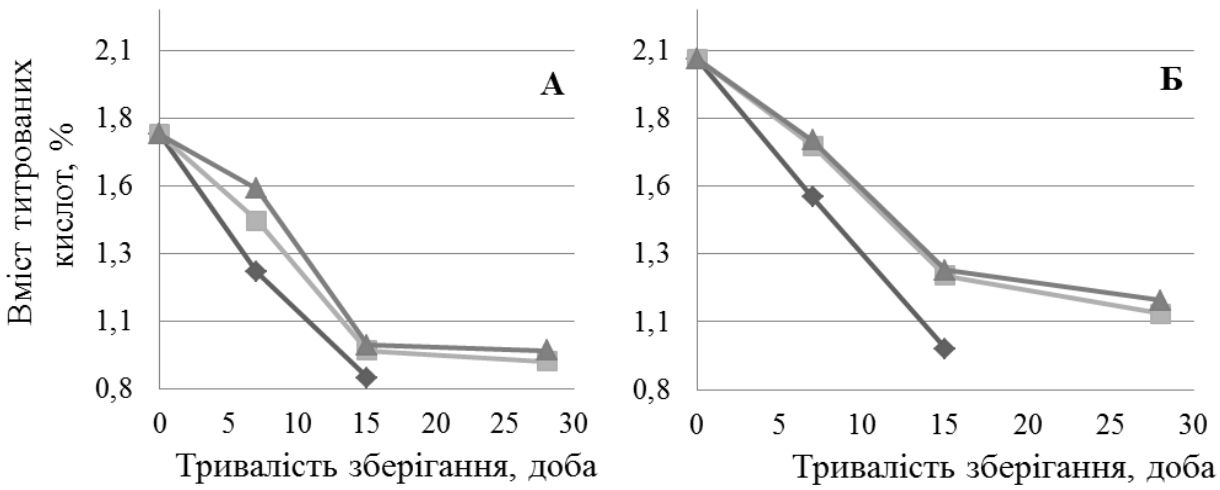


Рис. 5.46 **Динаміка вмісту титрованих кислот у плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,2)*, 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 3% розчин альгінату натрію;
– 5% розчин альгінату натрію.

На 28 добу зберігання втрати титрованих кислот у плодах вишні сортів

Пам’ять Артеменка і Альфа, оброблених 3 % розчином альгінату натрію склали 46,5 і 48,2 %, а за використання 5 % розчину зменшилися до 45,9 та 44,1 %, відповідно. Подібні зниження втрат титрованих кислот плодів черешні, сливи, агрусу, оброблених альгінатом натрію відмічено в працях H. M. Díaz-Mula [8], E.·Bal [4], C.P. Carvalho [6].

Аскорбінова кислота визначає біологічну цінність плодів. За отриманими даними (рис. 5.47) вміст аскорбінової кислоти у плодах вишні сортів Альфа і Пам’ять Артеменка на 15 добу зберігання знижувався на 35,9 і 37,3 % відповідно.

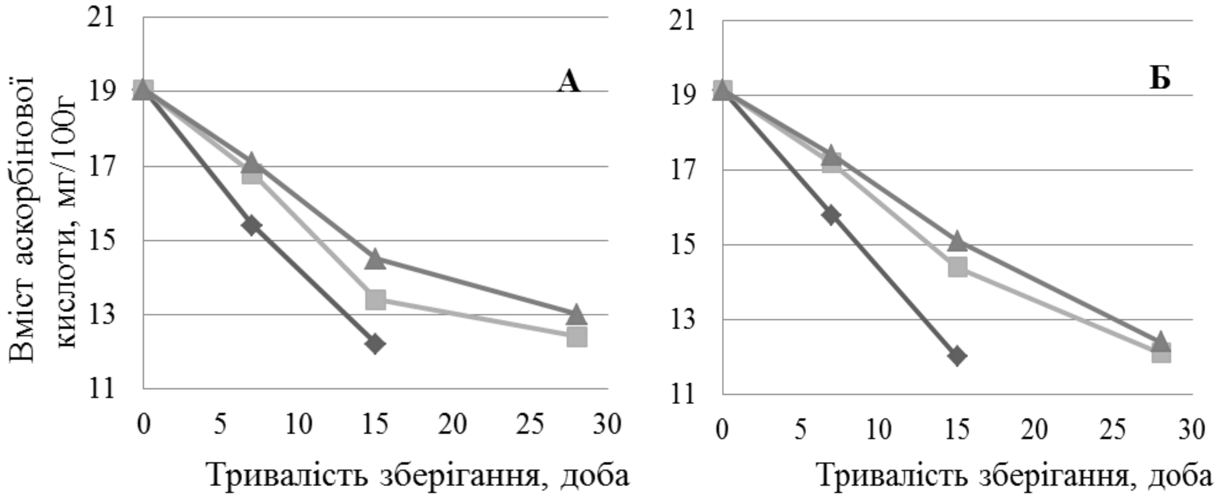


Рис. 5.47 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам’ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *(HIP_{05} = 2,0),* 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 3% розчин альгінату натрію;
– 5% розчин альгінату натрію.

На 28 добу зберігання втрати аскорбінової кислоти для плодів вишні, оброблених 3 % розчином альгінату натрію склали 34,9 та 36,8 % відповідно для сортів Альфа і Пам’ять Артеменка. Для плодів оброблених 5 % розчином втрати аскорбінової кислоти були менші – на 31,7 вишні сортів Альфа і 35,2 % Пам’ять Артеменка. Аналогічні результати збереження вмісту аскорбінової кислоти у плодах черешні відображено у дослідженнях H. M. Díaz-Mula [8]. Менші втрати аскорбінової кислоти у плодах вишні, оброблених розчином альгінату натрію, автори пов'язують із утворенням напівпроникної плівки на поверхні плодів, зниженням проникності кисню й активності ферментів, що запобігає окисненню аскорбінової кислоти.

Вміст вітаміну С разом із дубильними і барвними речовинами визначають біологічну цінність плодів вишні (рис. 5.48).

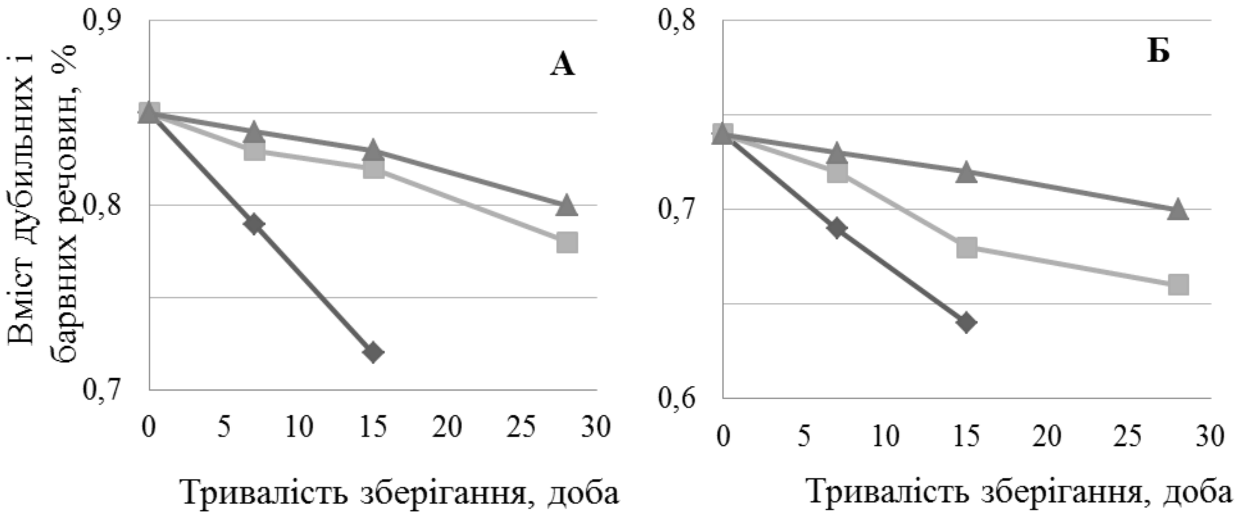


Рис. 5.48 **Динаміка вмісту дубильних і барвних речовин у плодах вишні сортів Альфа(А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** (*$НІР_{05}$ = 0,03*), 2016–2018 рр.:

− без оброблення (контроль); − 3% розчин альгінату натрію;
− 5% розчин альгінату натрію.

Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка і Альфа знаходився на рівні 0,74–0,85 % і за період зберігання знизився у контрольному варіанті на 13,5–15,3 %, залежно від сорту. У плодах оброблених 3 % розчином альгінату натрію, вміст дубильних і барвних речовин знизився на 8,2–10,8 %, а за 5 % концентрації втрати були найнижчі – 5,9–5,4 %.

Антиоксидантна активність. В свіжозібраних плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка антиоксидантна активність відповідно становила 28 і 27 ммоль/дм^3 (рис. 5.49).

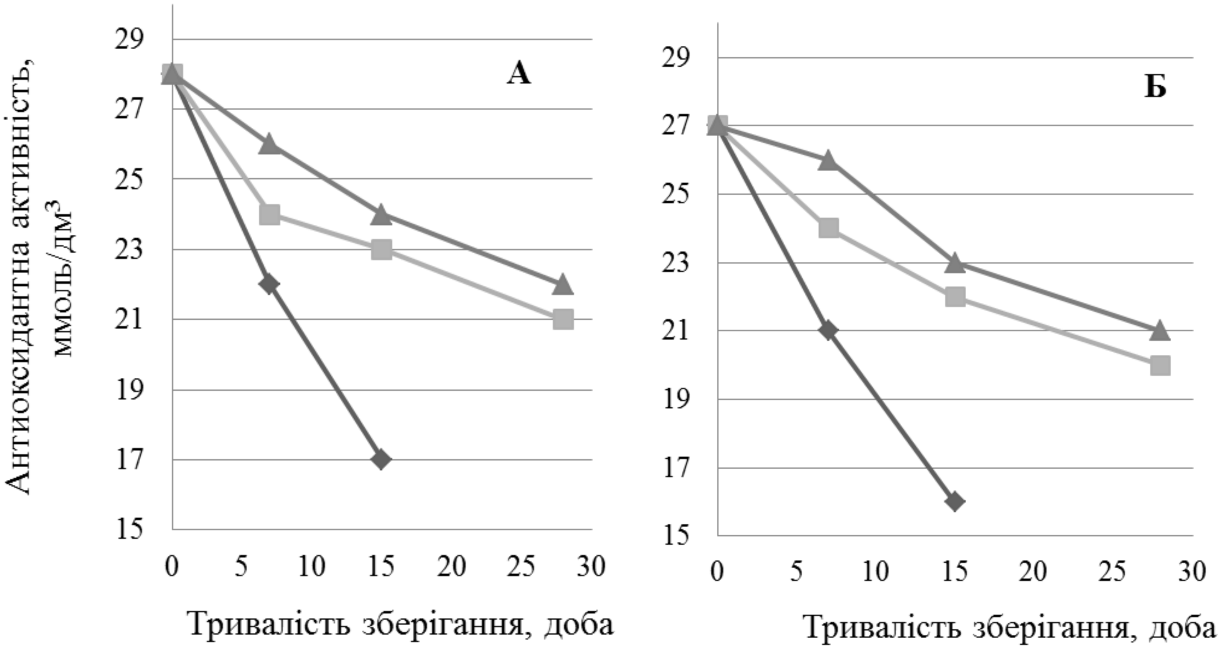


Рис. 5.49 **Зміна антиоксидантної активності плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** (*НІР$_{05}$ = 1,0*), 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 3% розчин альгінату натрію; – 5% розчин альгінату натрію.

Впродовж зберігання у контрольному варіанті вона знизилася на 39–40 % і залежала від концентрації розчину для обробки плодів.

Так, за попередньої обробки плодів вишні 3 % розчином альгінату натрію значення вказаного показника знизилося на 17,8–18,5 %, тоді як за використання 5 % розчину – на 14,3–14,8 %.

Головну роль у забезпеченні життєдіяльності клітин відіграють ферменти. Зі зміною інтенсивності дихання плодів впродовж зберігання їх активність змінюється. Серед ферментів, що попереджують окиснювальний стрес, виділяють аскорбатпероксидазу, каталазу [25, 27].

Як видно з даних рисунку 5.50 активність каталази в плодах вишні сорту Пам'ять Артеменка і Альфа впродовж зберігання знижувалась у всіх варіантах досліду. Зокрема, в контрольному варіанті зниження значення показника було найістотнішим – на 46–57 % від початкової.

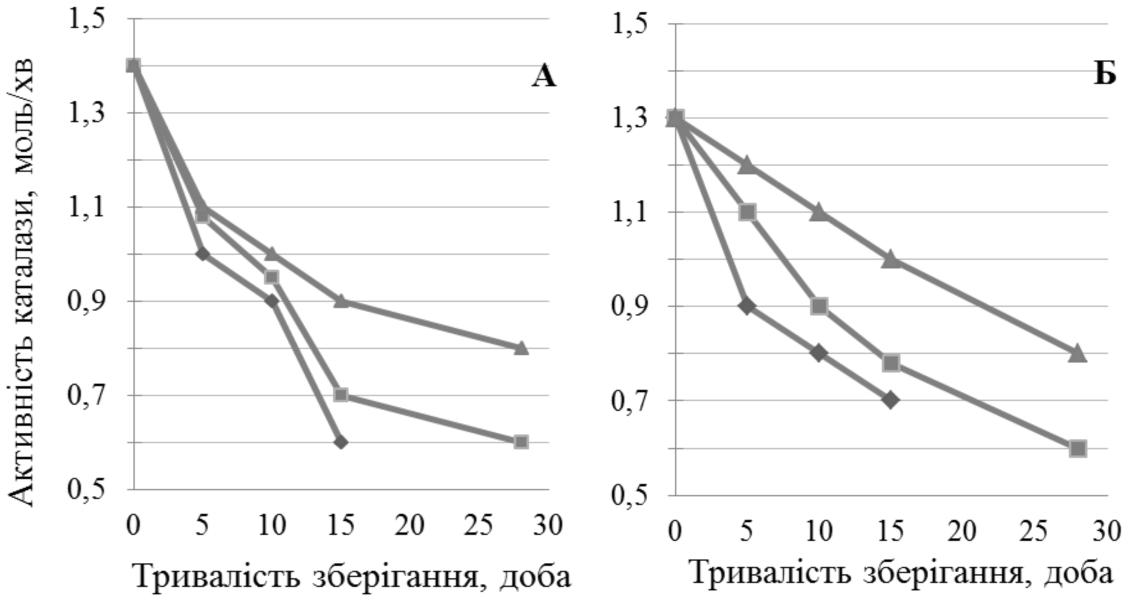


Рис. 5.50 **Зміна активності ферменту каталази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,2)*, 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 3% розчин альгінату натрію;

– 5% розчин альгінату натрію.

В плодах вишні оброблених 3 %-ним розчином альгінату натрію, зниження активності каталази складало 40–50 %, а за використання розчину 5 %-ної концентрації каталаза зберігала на 15–17 % активність вищу.

Фермент пероксидаза бере участь в процесі антиоксидантного стресу клітин [17]. Як видно з рисунка 5.51 активність цього ферменту впродовж всього періоду зберігання у контрольному варіанті досліду знизилася до рівня 56,3–84,4 %.

У плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка й Альфа, оброблених розчином альгінату натрію, пероксидазна активність знизилась на 50,0–56,3 % і 52,5–62,3 % відповідно.

Плоди, оброблені 5 %-ним розчином альгінату натрію зберігали активність пероксидази впродовж періоду зберігання на 6,3–9,8 % вищу. Подібні результати були отримані в дослідженнях E. Aryou, B. Sudabeh та ін. [2, 16].

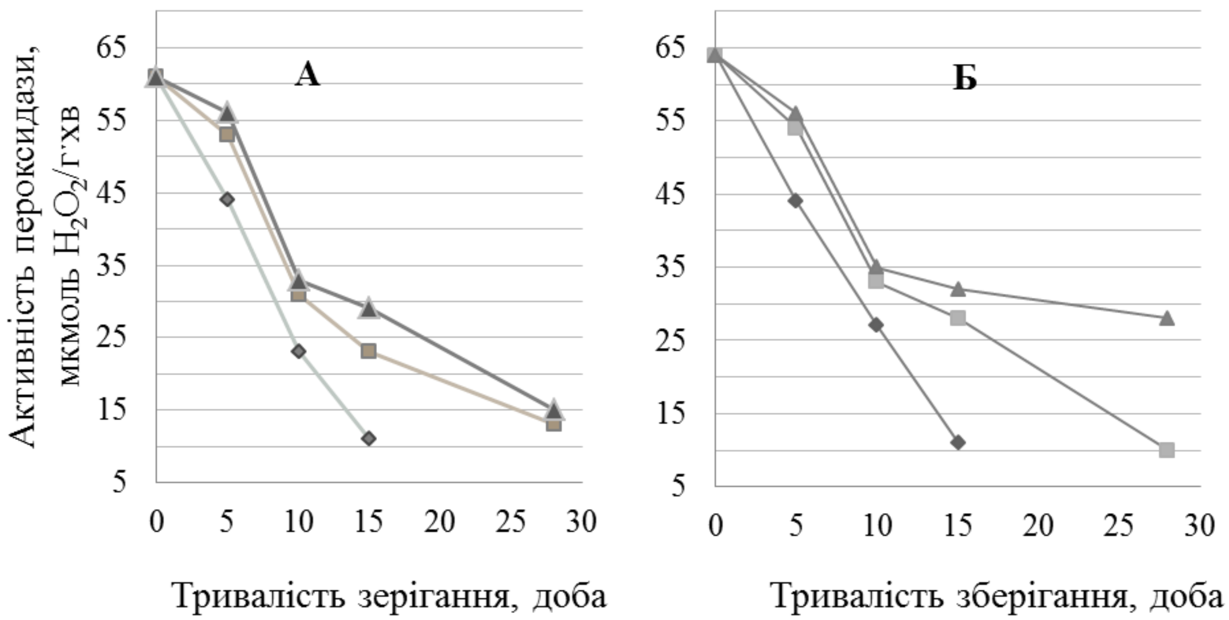


Рис. 5.51 **Зміна активності пероксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 1,3)*, 2016–2018 рр.:

— без оброблення (контроль); — 3% розчин альгінату натрію;

— 5% розчин альгінату натрію.

Отже, завдяки збереженню активності антиоксидантних ферментів, харчові покриття на основі полісахариду альгінату натрію сповільнюють окиснювальний стрес у плодах вишні.

Активність поліфенолоксидази в плодах вишні впродовж всього періоду зберігання також знижувалась, зокрема, у контрольному варіанті на 43,5–52,6 % (рис. 5.52). При чому, значне гальмування активності поліфенолоксидази за 15 діб зберігання спостерігали в плодах, попередньо оброблених 3 і 5 % розчином альгінату натрію – на 57,9–63,2 % та 60,9–69,6 %, залежно від сорту плодів та концентрації розчину. До кінця зберігання у вищезазначених варіантах досліду активність знизилась на 68,4–78,9 %.

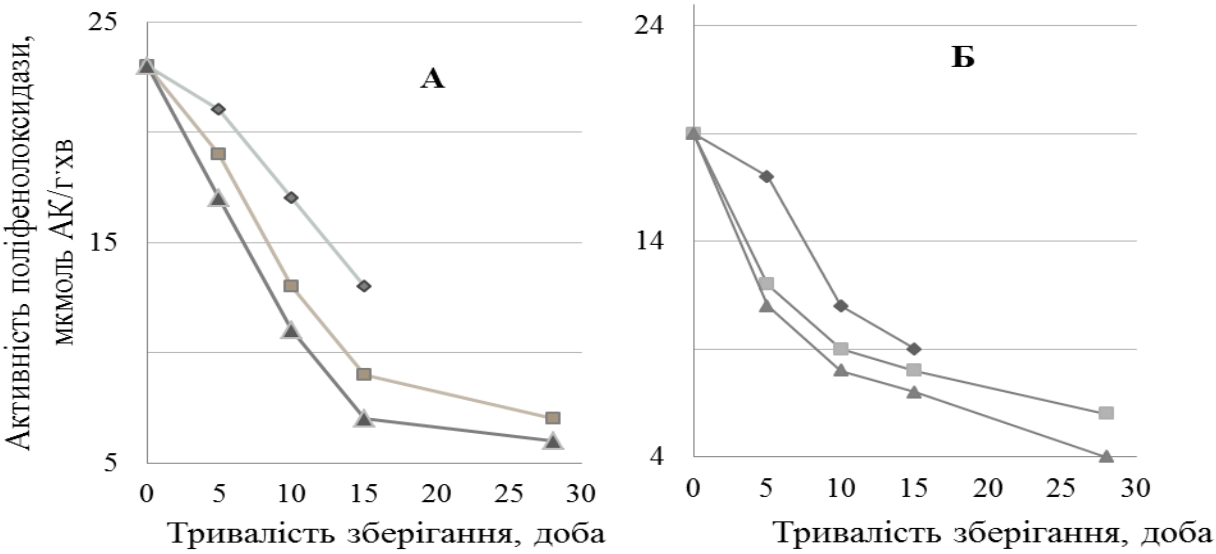


Рис. 5.52 **Зміна активності ферменту поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *(HIP_{05} = 0,4),* 2016–2018 рр.:

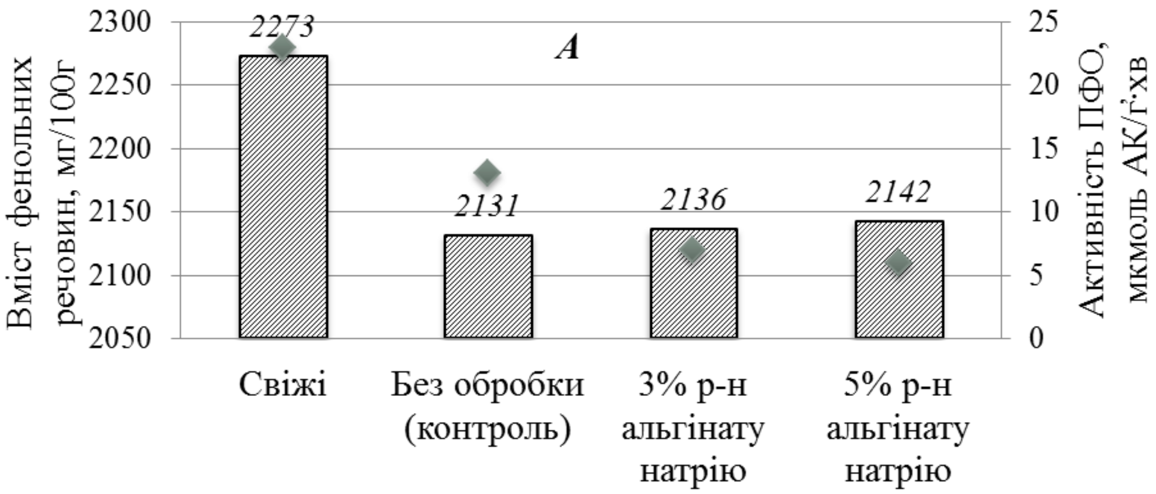
− без оброблення (контроль); − 3% розчин альгінату натрію;

− 5% розчин альгінату натрію.

Вміст фенольних речовин в плодах вишні оброблених перед зберіганням розчинами альгінату натрію різної концентрації знизився впродовж зберігання на 6,0–6,3 % і 5,8–6,2 % (рис. 5.53). Зокрема, за нижчої активності поліфенолоксидази зберігався вищий вміст фенольних речовин.

Одержані нами дані узгоджуються з результатами аналогічних досліджень впливу обробки розчинами альгінату натрію на активність поліфенолоксидази у плодах персика [36], що свідчать про нижчу активність цього ферменту порівняно із необробленим контролем.

Дослідженнями встановлено, що активність ферменту аскорбатпероксидази впродовж всього періоду зберігання плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка та Альфа поступово зростала, зокрема у контрольному варіанті – на 14,9–15,4 % (рис. 5.54).



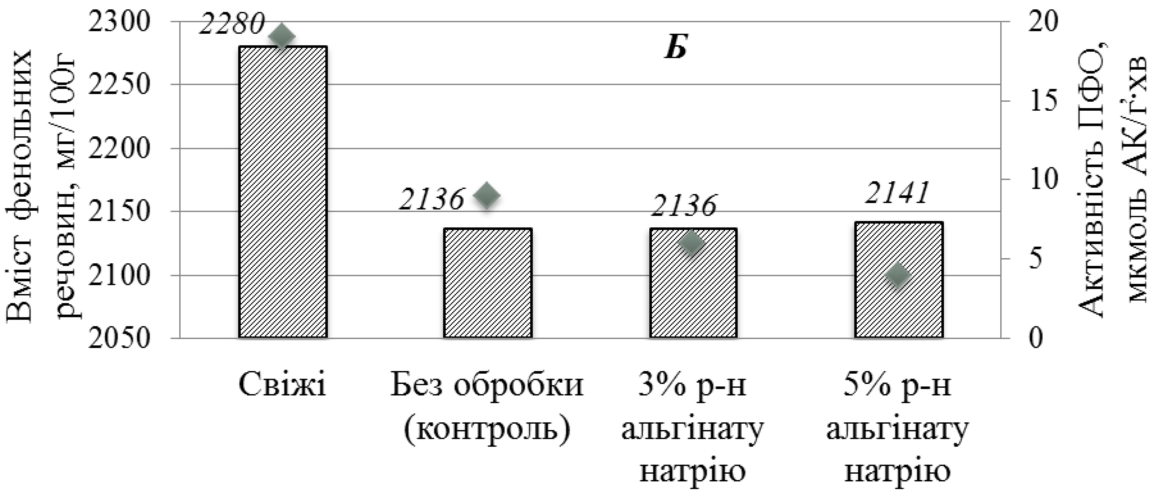


Рис. 5.53 **Зміна вмісту фенольних речовин та активності поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам᾽ять Артеменка (Б) на кінець зберігання** *(НІР$_{05}$ = 6,2),* 2016–2018 рр.

Тоді як її активність у плодах, попередньо оброблених 3 і 5 % розчином альгінату натрію зросла на 15 добу на 27,0–36,5 % і 17,9–25,6 % залежно від сорту та концентрації розчину, а до кінця зберігання поступово підвищилася на 40,5–54,1 %.

За результатами досліджень L. Li, J. Sun, H. Gao та ін.[17] плоди суниці, оброблені полісахаридним покриттям, зберігали значно вищу активність пероксидази, каталази, супероксиддисмутази і аскорбатпероксидази, порівняно з необробленим контролем при зберіганні за низьких температур, що узгоджується з отриманими нами даними.

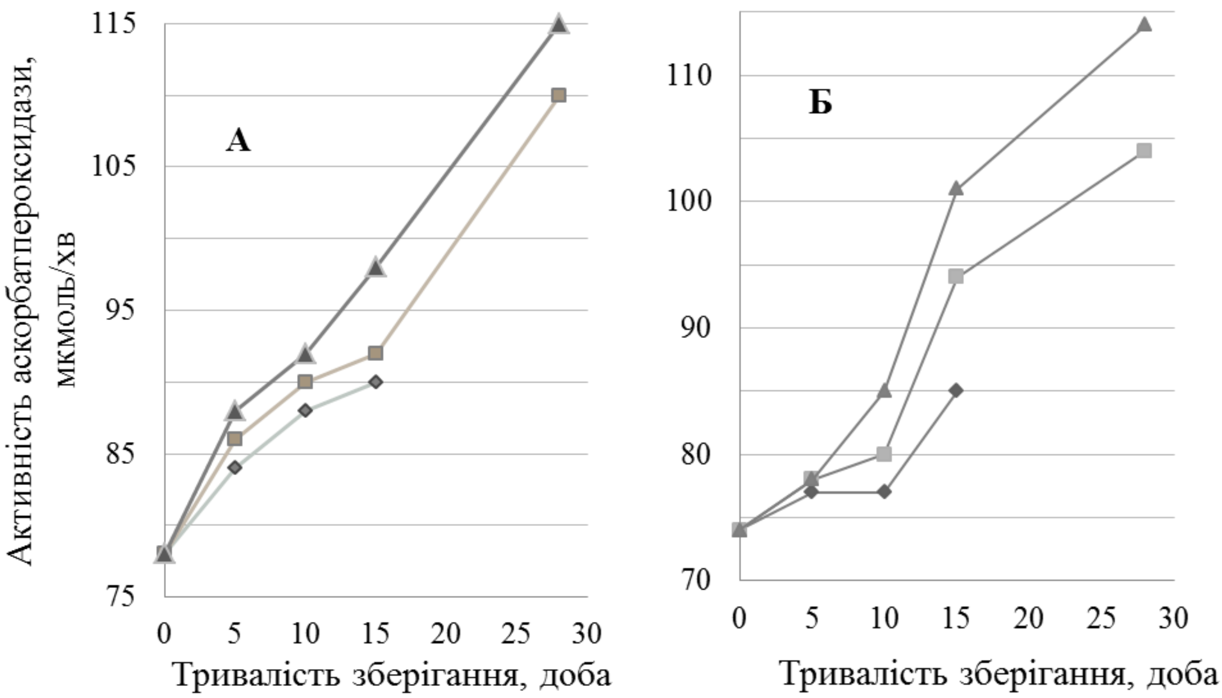


Рис. 5.54 **Зміна активності ферменту аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 2,0),* 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 3% розчин альгінату натрію; – 5% розчин альгінату натрію.

Як видно з рисунка 5.55, вміст аскорбінової кислоти в плодах інтенсивно зменшувався впродовж всього періоду зберігання.

Зниження вмісту аскорбінової кислоти каталізується реакцією за участі ферменту аскорбатпероксидази, активність якої зростала впродовж всього періоду зберігання.

Слід відмітити, що плоди вишні, оброблені в 5 %-ному розчині альгінату натрію зберігали вищу активність аскорбатпероксидази.

Антиоксидантні ферменти відіграють вирішальне значення в сповільненні окисного стресу. Коли кількість активних форм кисню (АФК) збільшується, розпочинаються ланцюгові реакції, в яких супероксиддисмутаза (СОД) каталізує перетворення супероксидного радикала в молекулярний кисень і перекис водню [17].

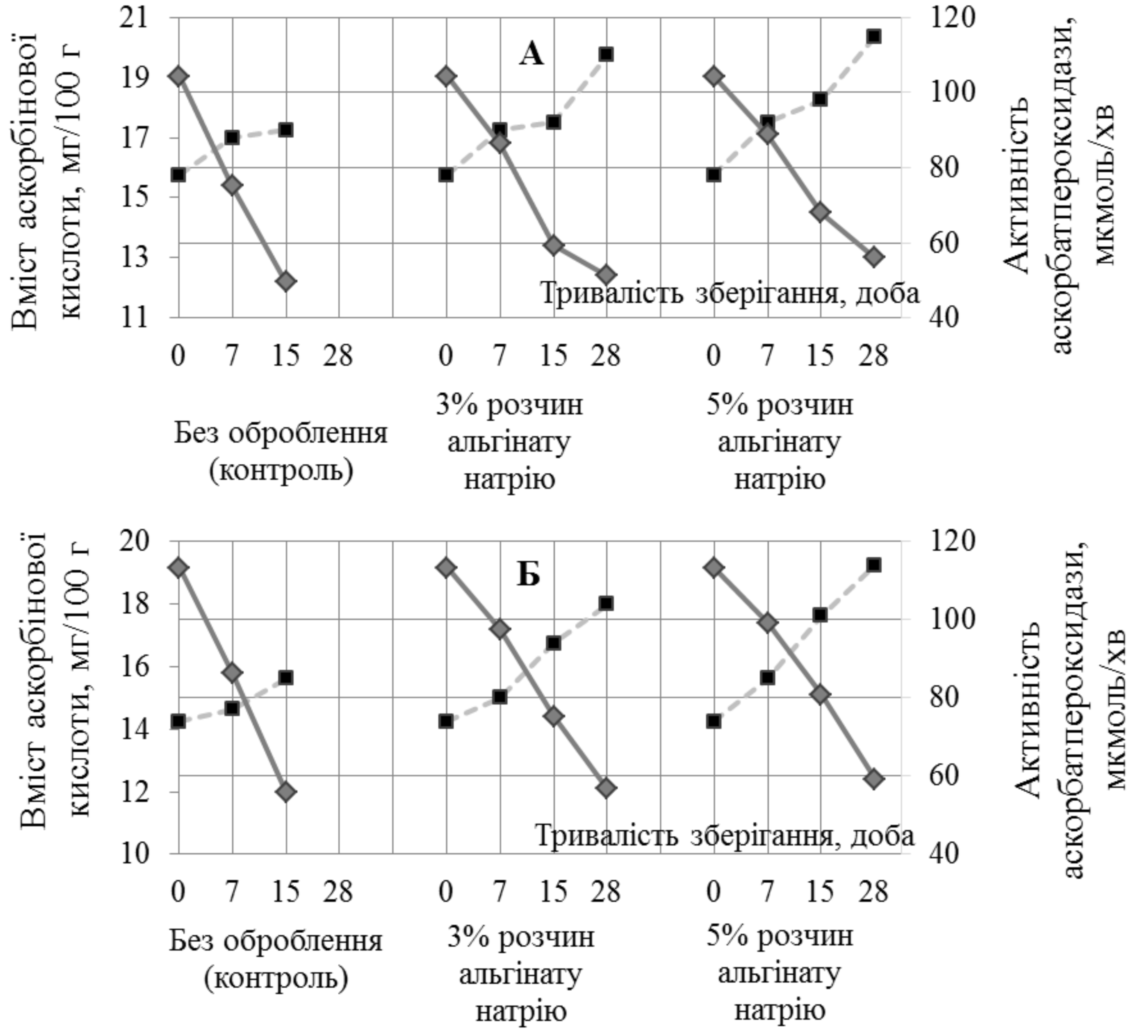


Рис. 5.55 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти та активності аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б) впродовж зберігання,** 2016–2018 рр.:

– Аскорбатпероксидаза; – аскорбінова кислота.

Як видно з рис. 5.56, активність ферменту супероксиддисмутази до 5 доби зберігання підвищилася на 2,4–9,3 %, а 15 доби вона знизилася у контрольному варіанті на 16,3–19,5 %, тоді як в оброблених розчином альгінату натрію плодах вишні цей показник зберігався вищим на 2,4–4,9 %.

В цілому активність супероксиддисмутази знизилася у плодів сорту Пам'ять Артеменка на 4,9–9,8 % і 2,3–11,6 % – сорту Альфа. Незначні зміни активності супероксиддисмутази виявлені в плодах вишні, попередньо оброблених 5 % розчином альгінату натрію.

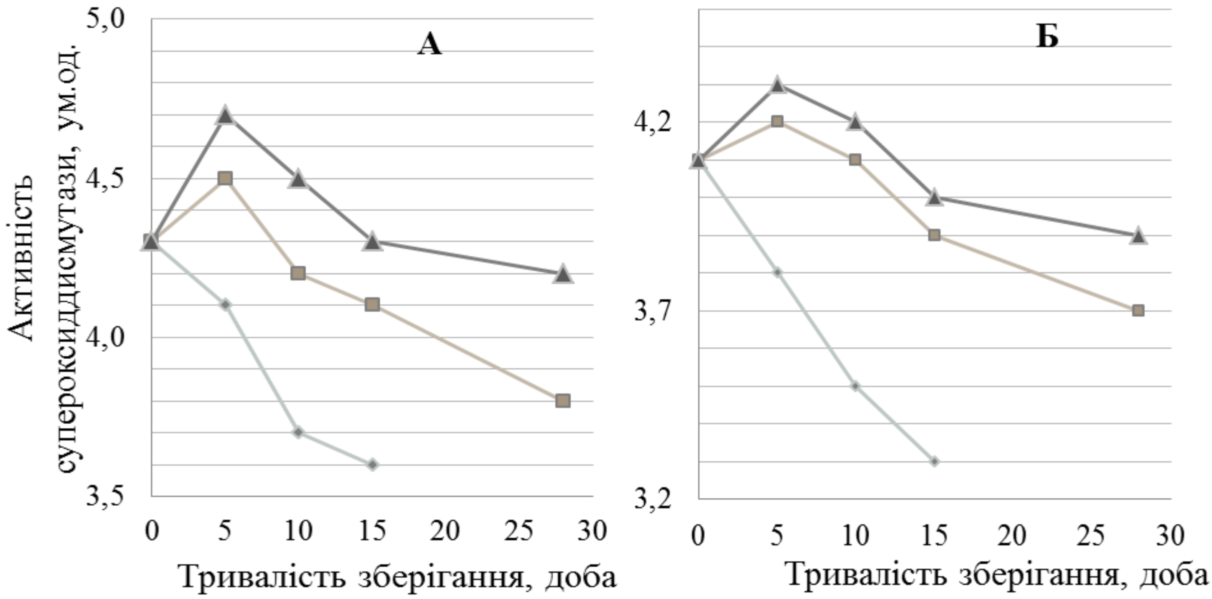


Рис. 5.56 **Зміна активності ферменту супероксиддисмутази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином альгінату натрію перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,2),* 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 3% розчин альгінату натрію;
– 5% розчин альгінату натрію.

Слід відмітити, що між активністю супероксиддисмутази та каталази, виявлено прямий сильний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції r = 0,82±0,00, що свідчить про взаємозв'язок діяльності ферментів впродовж зберігання плодів вишні.

Отже, доцільною є обробка плодів вишні перед зберіганням в 5 %-му розчині альгінату натрію, що 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, 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 %. В плодах зберігалася вища антиоксидантна активність, активність каталази, пероксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази.

5.5 Післязбиральна якість плодів вишні за комбінованих способів обробки розчинами хітозану з саліциловою кислотою

Щільність є основним параметром якості свіжих плодів. Оскільки плоди, що швидко псуються, зокрема суницю садову, вишню, малину збирають у споживній стадії стиглості, вони швидко втрачають щільність вже на етапі збирання та зберігання.

Щільність плодів залежить від тургору клітинних стінок. Втрата стійкості клітинних стінок пов'язана з переходом протопектину у розчинний пектин [18, 20, 24, 38, 40].

Текстура плодів є основним чинником, що визначає термін їх зберігання. Розм'якшення плодів є результатом активації ферментів, що руйнують клітинні стінки – пектиназа, метилестераза, полігалактуроназа, каталаза. За даними H. Zeraatgar та ін. [39] найвищу щільність мають плоди зизифусу, попередньо оброблені саліциловою кислотою 2 і 4 кг/см^2, тоді як найнижчий показник було зафіксовано в необробленому контролі – 3,6 кг/см^2.

Дані досліджень отриманих T. Nasrin [21] підтверджують тезу, що щільність суниці впродовж 9 діб зберігання знижується на 50 %, тоді як за обробки розчином хітозану щільність плодів знижується лише на 18,4 %.

За результатами наших досліджень (рис. 5.57) впродовж зберігання щільність плодів вишні залежала як від сортових особливостей так і від способу обробки. Залежно від сортових особливостей цей показник був на рівні 2,57 кг/см^2 (сорт Альфа) і 2,23 кг/см^2 (Пам'ять Артеменка). На кінець 15 доби зберігання щільність необроблених плодів (контроль) знижувалась на 40,8 % (сорт Альфа) та 45,3 % (сорт Пам'ять Артеменка), через деградацію клітинних стінок.

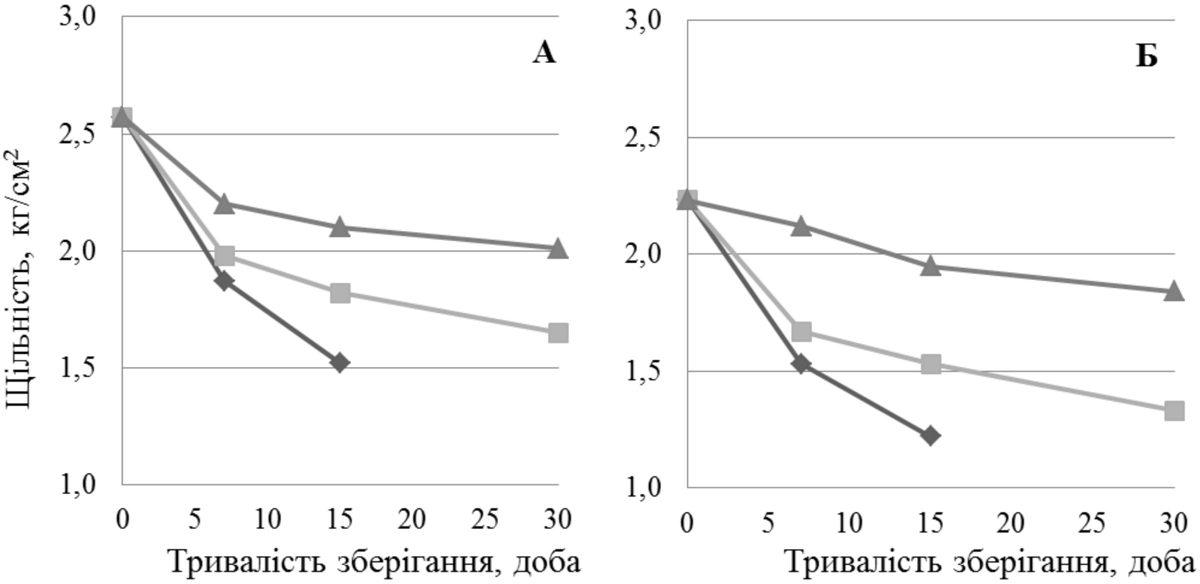


Рис. 5.57 **Динаміка щільності плодів вишні сортів Альфа(А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином саліцилової кислоти з хітозаном перед зберіганням** (*$НІР_{05}$ = 0,2*), 2016–2019 рр.:


− без оброблення (контроль);
− 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
− 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

За використання 100 мг/л розчину саліцилової кислоти після 15 діб зберігання щільність плодів вишні знижувалася на 29,2–31,4 %, тоді як обробка 1 % розчином хітозану з саліциловою кислотою зумовила зниження щільності на 12,6–18,3 %. Таким чином, післязбиральна обробка плодів вишні розчином хітозану із саліциловою кислотою сповільнювала розм'якшення плодів, що підтверджено результатами інших дослідників [29].

Дихання та тепловиділення. Як показали результати наших досліджень (рис. 5.58) інтенсивність дихання плодів вишні впродовж 15 діб зберігання знизилась з 12 до 11 мл CO_2/кг·год у плодів сорту Пам'ять Артеменка, а у плодів сорту Альфа з 14 до 13 мл CO_2/кг·год.

На 15 добу зберігання інтенсивність дихання плодів за обробки розчином саліцилової кислоти у плодів вишні досліджуваних сортів знизилась на 9–15,4 % порівняно з контролем. Обробка плодів вишні розчином саліцилової кислоти з хітозаном сприяла більш істотному зниженню інтенсивності дихання (на 15 добу на 27–38 %). До кінця періоду зберігання інтенсивність дихання зменшилась ще на 1–2 мл CO_2/кг·год порівняно з 15 добою.

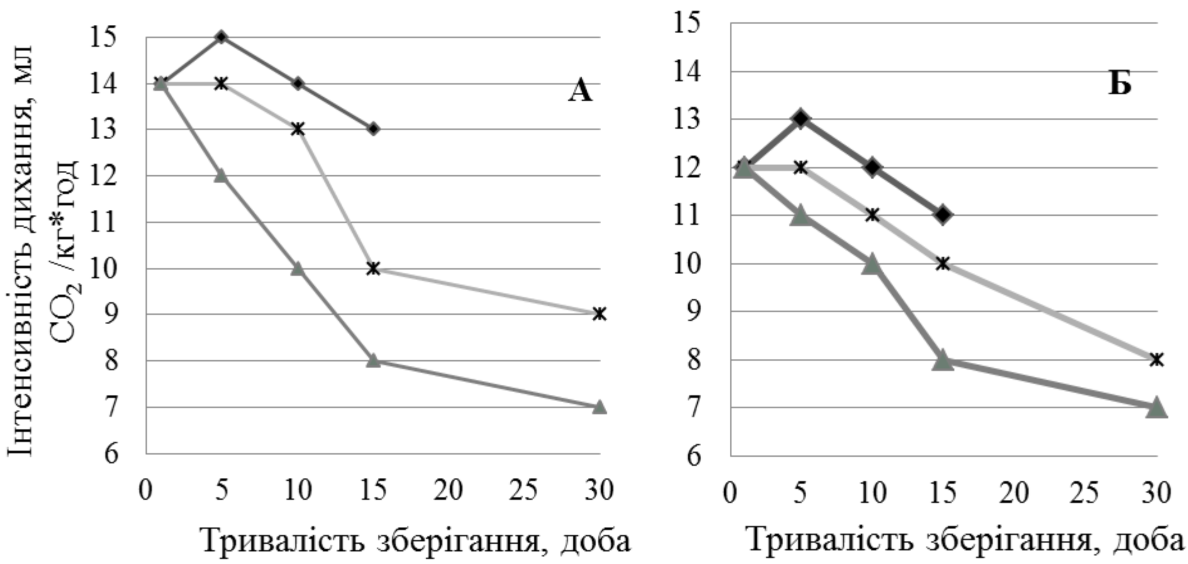


Рис. 5.58 **Зміна інтенсивності дихання в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 1,6),* 2016–2019 рр.:

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

Максимальний рівень інтенсивності дихання позначається на величині тепловиділення плодів. Між цими показниками було встановлено тісний зв'язок, згідно якого чим вища інтенсивність дихання плодів під час зберігання, тим більше тепла вони виділяють, а отже і вищим є додаткове навантаження на холодильне обладнання, і більшими є витрати на підтримання сталого температурного режиму в холодильній камері [62]. Тому визначення інтенсивності дихання та тепловиділення є важливим завданням впродовж зберігання свіжих плодів.

В таблицях 5.9 та 5.10 показано інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні. З наведених даних видно, що інтенсивність дихання плодів вишні знаходилась на рівні від 11 до 15 мл CO_2 /кг·год, залежно від сорту плодів.

Таблиця 5.9

Інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні сорту Альфа,

2016–2019 рр.

Тривалість зберігання, *діб*	Інтенсивність дихання, *мл CO_2 /кг·год*	Інтенсивність тепловиділення, *кДж/т·добу*	Питома теплоємність, *кДж/т·К*	Підвищення температури, *°С*	Продуктивність вентиляції, *$м^3$/т·год*
Без обробки (контроль)					
0	15	0,16	1,83	0,09	5,88
1	14	0,15	1,83	0,08	5,48
10	14	0,15	1,82	0,08	5,43
15	13	0,14	1,79	0,08	4,98
100 м г/л розчин саліцилової кислоти					
1	14	0,15	1,83	0,08	5,48
10	13	0,14	1,83	0,08	5,08
15	10	0,14	1,82	0,08	5,06
30	9	0,11	1,81	0,06	3,88
1 % розчин хітозану та 100 м г/л саліцилової кислоти					
1	14	0,15	1,83	0,08	5,48
10	10	0,11	1,83	0,06	3,91
15	8	0,11	1,83	0,06	3,91
30	7	0,09	1,82	0,05	3,12

За обробки плодів вишні розчином саліцилової кислоти вона була на 2–3 мл CO_2 /кг·год нижчою, тоді як плоди, попередньо оброблені розчином хітозану і саліцилової кислоти мали на 2–5 мл CO_2/кг·год нижчу інтенсивність дихання.

Таблиця 5.10

Інтенсивність дихання, тепловиділення та продуктивність вентиляції холодильника впродовж зберігання плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка, 2016–2019 рр.

Тривалість зберігання, *діб*	Інтенсивність дихання, *мл CO_2 /кг·год*	Інтенсивність тепловиділення, *кДж/т·добу*	Питома теплоємність, *кДж/т·К*	Підвищення температури, *°С*	Продуктивність вентиляції, *$м^3$/т·год*
Без обробки (контроль)					
1	12	0,13	1,84	0,07	4,71
10	12	0,13	1,81	0,07	4,65
15	11	0,12	1,79	0,07	4,21
100 м г/л розчин саліцилової кислоти					
1	12	0,13	1,84	0,07	4,71
10	10	0,11	1,83	0,06	3,91
15	9	0,11	1,82	0,06	3,90
30	7	0,10	1,82	0,05	3,50
1 % розчин хітозану та 100 м г/л саліцилової кислоти					
1	12	0,13	1,84	0,07	4,71
10	10	0,11	1,83	0,06	3,92
15	8	0,11	1,83	0,06	3,91
30	7	0,09	1,83	0,05	3,13

Інтенсивність тепловиділення плодів вишні знижувалась порівняно з контролем на 0,01–0,03 кДж/т·добу, що зумовило підвищення температури в холодильнику на 0,05–0,08°С та необхідної продуктивності вентиляції на 3,12–5,48 $м^3$/т·год.

Зміна компонентів хімічного складу. Вміст компонентів хімічного складу в тому числі сухих розчинних речовин впродовж зберігання плодів вишні істотно змінювався. За відсутності попередньої обробки їх вміст у плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка знизився на 8,9 і 10,1 % відповідно (рис. 5.59).

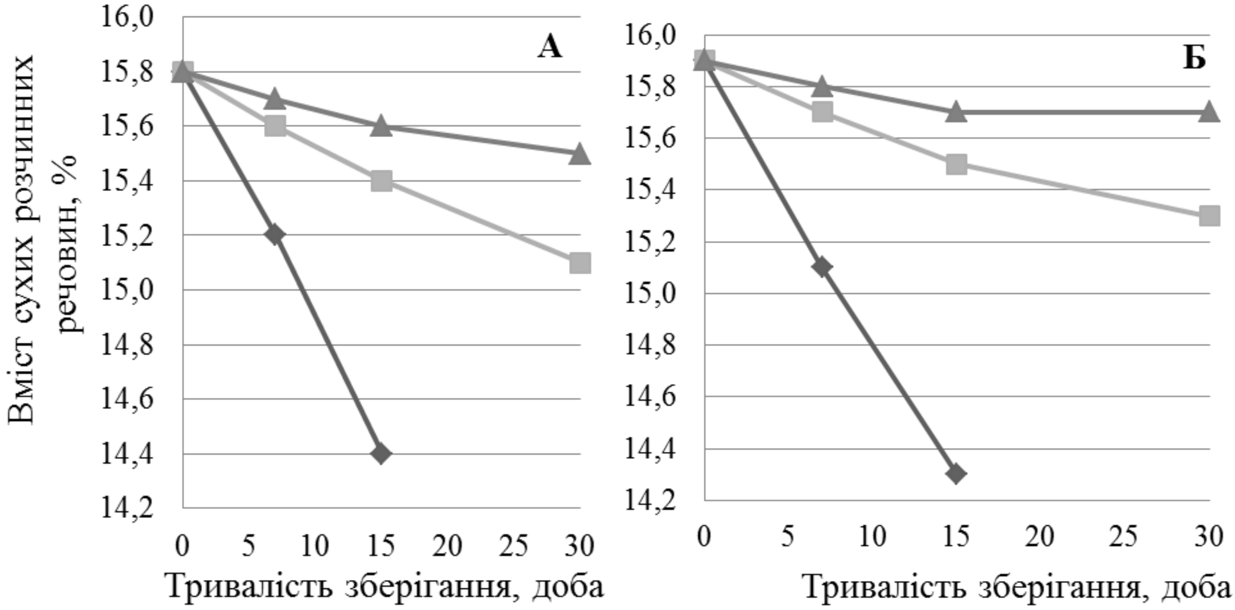


Рис. 5.59 **Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,4),* 2016–2019 рр.:

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

Обробка плодів вишні обох сортів розчином саліцилової кислоти сприяла зменшенню втрат на 3,8–4,4 %, тоді як використання 1 % розчину хітозану з саліциловою кислотою сприяло зниженню втрат на 1,3–1,9 %.

За результатами досліджень встановлено, що вміст цукрів у необроблених плодах вишні впродовж холодильного зберігання знижувався на 13,4 (Альфа) і 14,5 % (Пам'ять Артеменка) (рис. 5.60). За попередньої обробки плодів розчином саліцилової кислоти втрати цукрів зменшувалися до рівня 7,2–10,5 %, а за використання розчину саліцилової кислоти з хітозаном вони були мінімальні – 1,7–3,9 %. Очевидно, що попередня обробка плодів вишні розчинами саліцилової кислоти та хітозану сприяла зниженню інтенсивності дихання і сповільненню втрат цукрів.

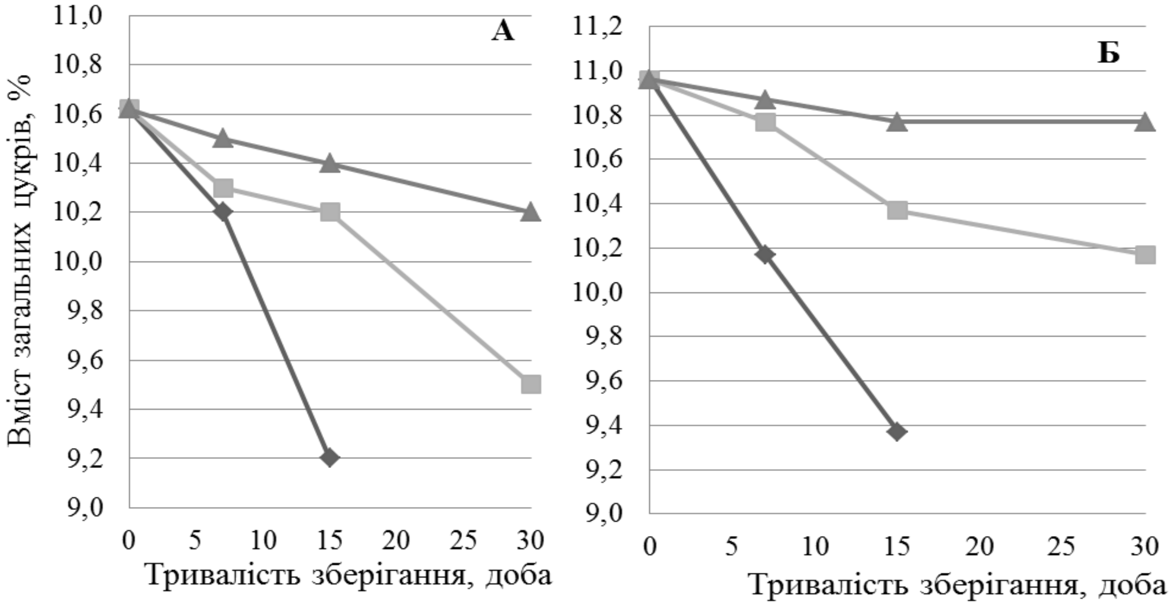


Рис. 5.60 **Динаміка вмісту цукрів у плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б)), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,4),* 2016–2019 рр.:

–◆– без оброблення (контроль);

–■– 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;

–▲– 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Плоди вишні мають значний вміст титрованих кислот. За результатами досліджень (рис. 5.61) їх вміст у плодах сортів Альфа і Пам'ять Артеменка перед закладанням на зберігання був на рівні 1,7–2,03 %.

Впродовж зберігання вміст титрованих кислот у контрольному варіанті зменшився в 2 рази. За обробки плодів вишні розчином саліцилової кислоти впродовж 30 діб зберігання в охолодженому стані спостерігалося зниження вмісту титрованих кислот на 41,8 і 48,0 % відповідно. Попередня обробка плодів вишні 1 % розчином хітозану з саліциловою кислотою дала змогу зменшити втрати титрованих кислот за 30 діб до рівня 24,6–44,0 %.

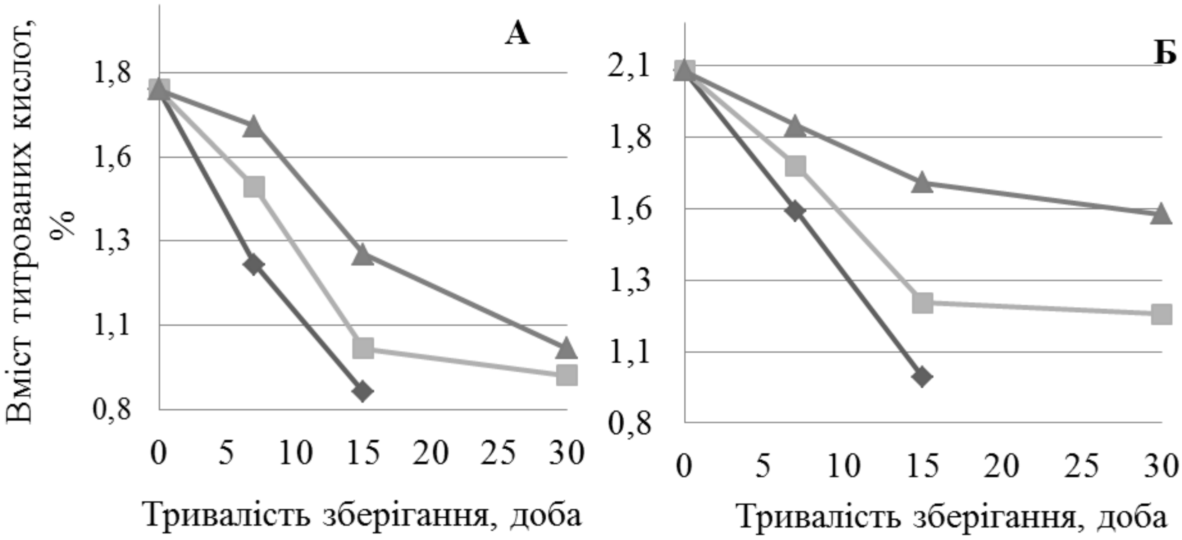


Рис. 5.61 **Динаміка вмісту титрованих кислот у плодах вишні сортів (А) Альфа і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,2)*, 2016–2019 рр.:

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

Вміст аскорбінової кислоти визначає біологічну цінність плодів і за результатами досліджень плодів складав 19,1–19,2 мг/100г, залежно від сорту (рис. 5.62). При цьому за 15 діб зберігання в плодах вишні обох сортів вміст аскорбінової кислоти знизився в 1,7–1,9 раза.

Впродовж 30 діб зберігання, плоди вишні оброблені розчином саліцилової кислоти, мали менші втрати – 36,1 (сорт Альфа) і 33,3 % (сорт Пам'ять Артеменка). Проте, мінімальними вони були за використання для обробки плодів 1 % розчином хітозану з саліциловою кислотою – 18,3–19,8 %. Отримані дані підтверджують дослідження Z. Youzuo, Z. Meiling, Y. Huqing [38].

У плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка вміст дубильних і барвних речовин знаходився на рівні 0,74–0,85 % і у необроблених плодів (контроль) на кінець зберігання знизився на 14,1–14,9 % (рис. 5.63).

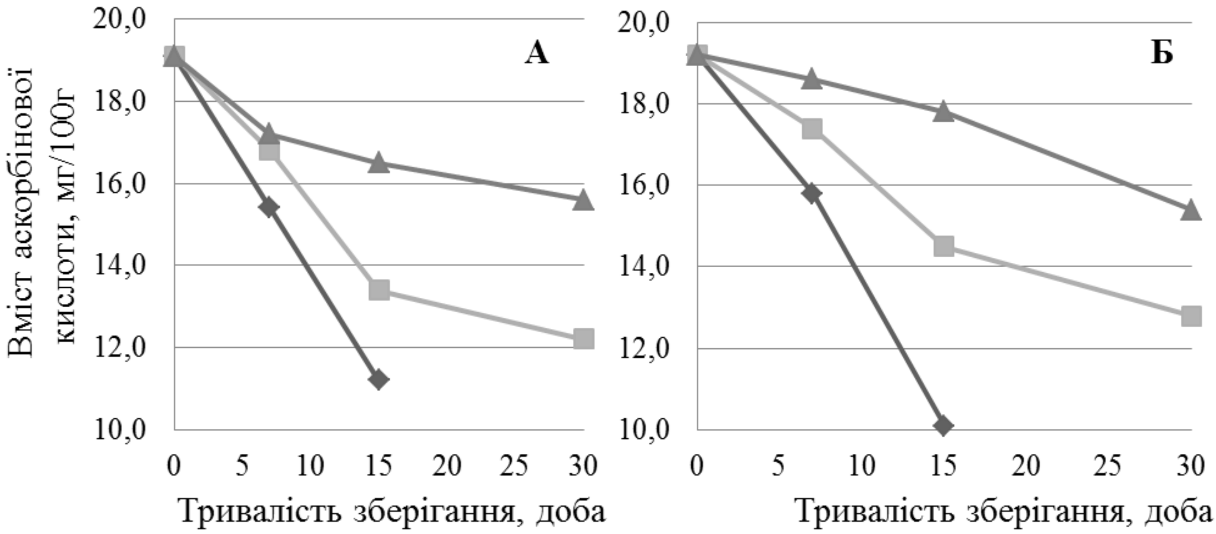


Рис. 5.62 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам’ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 1,6)*, 2016–2019 рр.:

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

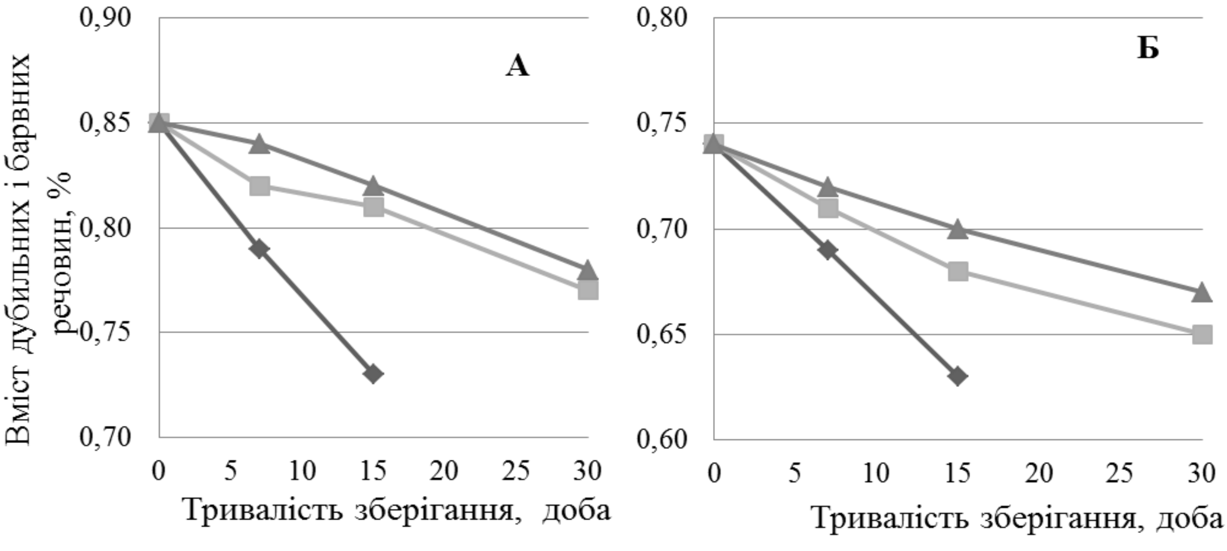


Рис. 5.63 **Динаміка вмісту дубильних і барвних речовин у плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам’ять Артеменка (Б) впродовж зберігання** *($НІР_{05}$ = 0,2)*, 2016–2019 рр.:

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

У плодах, оброблених розчином хітозану значення вказаного показника знизилося на 9,4–12,2 %, а за сумісного використання хітозану із саліциловою кислотою, втрати у вмісті були мінімальні – 8,2–9,5 %.

Антиоксидантна активність. Впродовж зберігання в охолодженому стані знижувалася їхня антиоксидантна активність, що залежала від сорту плодів та способу обробки (рис. 5.64). Так, у необробленому контрольному варіанті для сортів Альфа і Пам'ять Артеменка антиоксидантна активність перед закладанням на зберігання знаходилась на рівні 28 і 27 ммоль/дм^3, на кінець зберігання (15 доба) зменшувалась на 39 і 41 % відповідно.

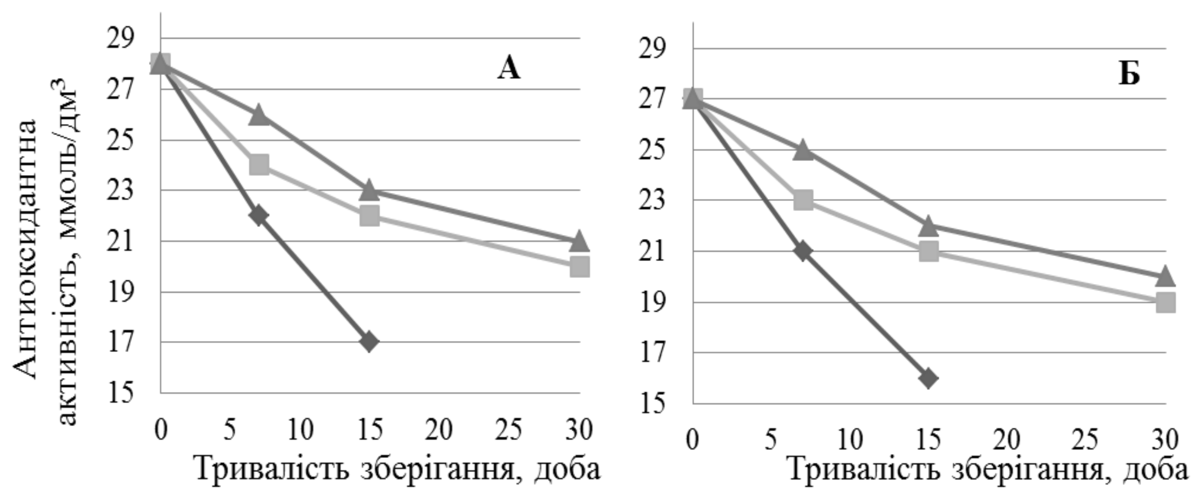


Рис. 5.64 **Зміна антиоксидантної активності плодів вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б) впродовж зберігання** ($HIP_{05} = 4{,}2$), 2016–2019 рр.:

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

Попередня обробка плодів вишні розчином хітозану сприяла істотному її збереженню – зниження активності на 28–30 %. Проте, краще збереження антиоксидантної активності в плодах вишні досягалося за оброблення їх розчином хітозану з саліциловою кислотою – зниження активності на рівні 25–26 %, що на 14,0−15,0% вище від контролю.

Подібне збереження антиоксидантної активності для плодів кісточкових за їх попередньої обробки саліциловою кислотою та хітозаном виявлено в роботах M. I. Gimenez та M. I. Serradilla та ін. [11, 28].

За результатами отриманих даних було встановлено, що антиоксидантна активність плодів вишні сильно прямо корелює з умістом дубильних і барвних речовин (r = 0,93±0,01) та аскорбінової кислоти (r = 0,98±0,02) (рис. 5.65).

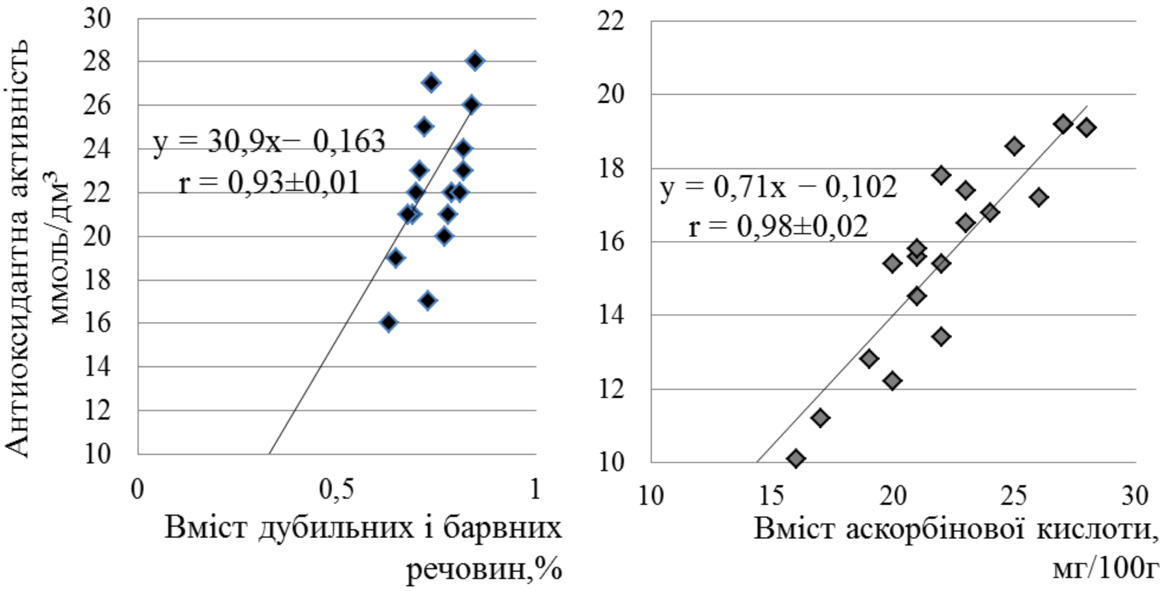


Рис. 5.65 **Кореляційна залежність антиоксидантної активності від вмісту дубильних і барвних речовин та аскорбінової кислоти у плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка,** 2016–2019 рр.

При цьому між показником антиоксидантної активності *(y)* та вмістом дубильних і барвних речовин *(x)* виведено рівняння регресії:

$$y = 30{,}9x - 0{,}163, \qquad (5.1),$$

де: x – вміст дубильних і барвних речовин, %;

y – антиоксидантна активність моль/дм^3.

Між антиоксидантною активністю *(y)* та аскорбіновою кислотою *(x)*:

$$y = 0{,}71x - 0{,}102, \qquad (5.2),$$

де: x – вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г;

y – антиоксидантна активність моль/дм^3.

Рівняння дають змогу за вмістом дубильних і барвних речовин чи аскорбінової кислоти, спрогнозувати антиоксидантну активність плодів вишні впродовж зберігання.

Інтенсивність дихання плодів вишні впродовж зберігання змінювалась разом із активністю ферментів, що запобігають окиснювальному стресу, зокрема каталази.

Активність ферменту каталаза в плодах впродовж зберігання значно знижувалася в усіх варіантах досліду (рис. 5.66). В контрольному варіанті, де зберігали необроблені плоди, значення вказаного показника знизилося в 1,8–2,0 рази. Обробка плодів вишні розчином хітозану з саліциловою кислотою сприяла зростанню каталазної активності, яка відіграє важливу роль в стійкості клітин до окиснення та видалення з них перекису водню, і сповільнює процес старіння під час зберігання [46].

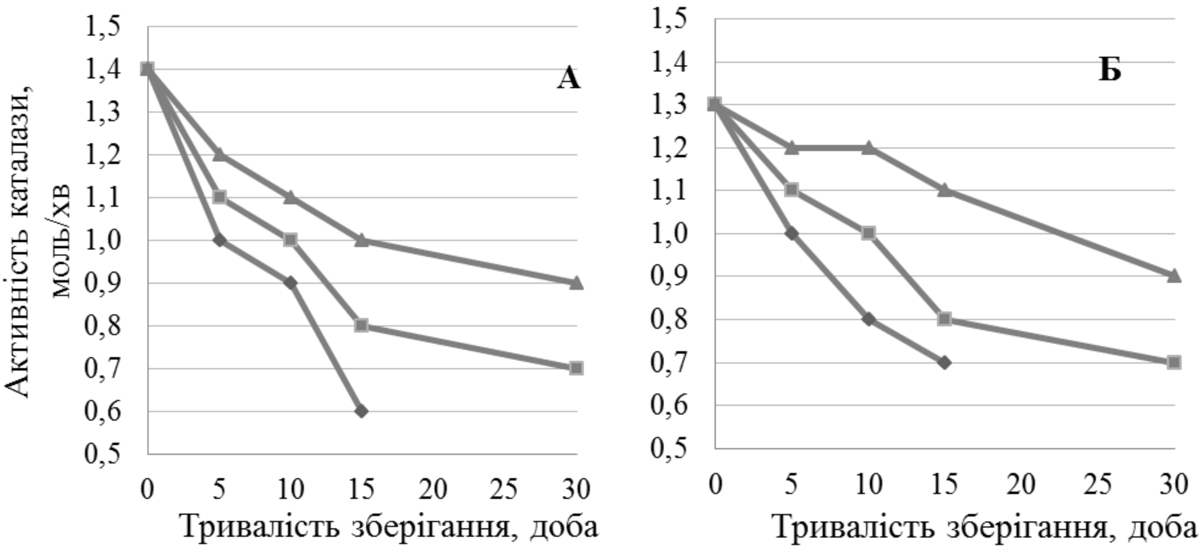


Рис. 5.66 **Зміна активності ферменту каталази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Памʼять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 0,2),*

2016–2019 рр.:

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

В плодах вишні сорту Пам’ять Артеменка і Альфа, оброблених розчином саліцилової кислоти, активність каталази на 30-ту добу зберігання була нижчою на 46–50 %. Поєднання саліцилової кислоти з хітозаном, сприяло збереженню активності каталази – зниження значення вказаного показника на 30,8–35,7 %.

Активність антиоксидантного ферменту пероксидази впродовж зберігання плодів вишні показано на рис. 5.67.

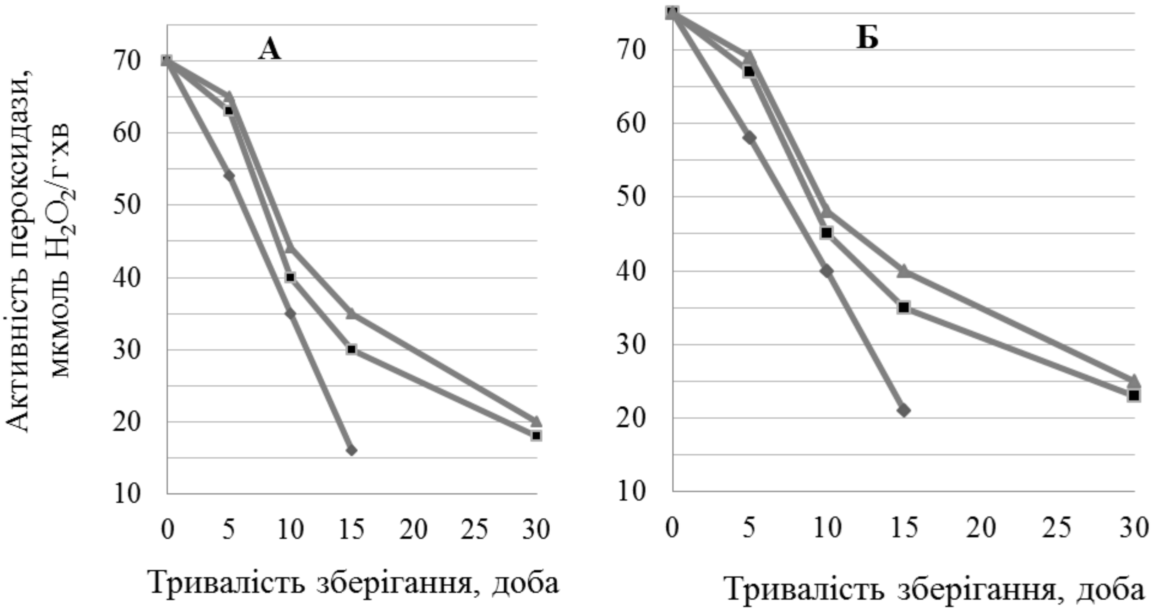


Рис. 5.67 **Зміна активності ферменту пероксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам’ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 1,1),* 2016–2018 рр.:

– без обробки (контроль);
– 1% розчин хітозану;
– 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Так, активність пероксидази в плодах вишні сортів Пам’ять Артеменка та Альфа знаходиться на рівні 70–75 мкмоль H_2O_2/г·хв і впродовж зберігання знижувалася. В плодах, оброблених розчином хітозану на 15 добу зберігання її активність зберігалася вищою в 1,6–1,9 рази (сорт Альфа) і 1,8–2,2 (сорт Пам’ять Артеменка), порівняно з контролем. Максимальні показники активності пероксидази, порівняно з початковим періодом, до кінця зберігання виявлені в плодах вишні, оброблених розчином хітозану та саліцилової кислоти (3,0–3,5 раз).

Фермент поліфенолоксидаза каталізує реакції, що беруть участь у ферментативному потемнінні плодів [59]. З рисунка 5.68 видно, що активність поліфенолоксидази впродовж всього періоду зберігання знижувалась і залежала від сорту та способу попередньої обробки плодів.

В контрольному варіанті її активність у плодах вишні на кінець зберігання була вищою на 6,6–13,3 % для плодів сорту Пам’ять Артеменка і 13,3–20,0 % – Альфа. У плодів оброблених хітозаном із саліциловою кислотою активність поліфенолоксидази до кінця зберігання знижувалась на 55,0–62,0 % та 60,7–71,4 %, відповідно для плодів сортів Пам’ять Артеменка і Альфа. Подібні до цього висновки щодо кісточкових робить M. S. Pasquariello та ін. [22].

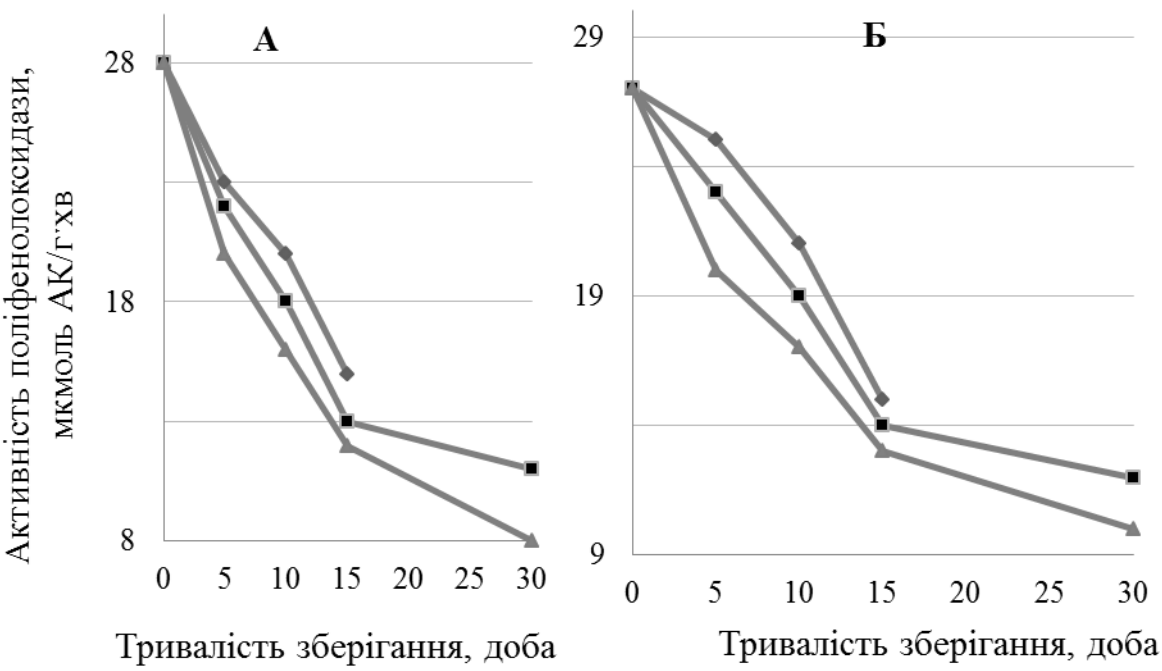


Рис. 5.68 **Зміна ферменту поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам’ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,9)*, 2016–2018 рр.:

– без обробки (контроль);
– 1% розчин хітозану;
– 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Впродовж холодильного зберігання плодів вишні активність аскорбатпероксидази значно зростала у всіх варіантах досліду (рис. 5.69). Так, у плодів контрольного варіанту активність цього ферменту зросла на 15 добу на 11–25 %. За попередньої обробки плодів вишні розчином саліцилової кислоти активність аскорбатпероксидази підвищувалась на 33–37,5 %, а за сумісного використання хітозану з саліциловою кислотою – на 44–50 %.

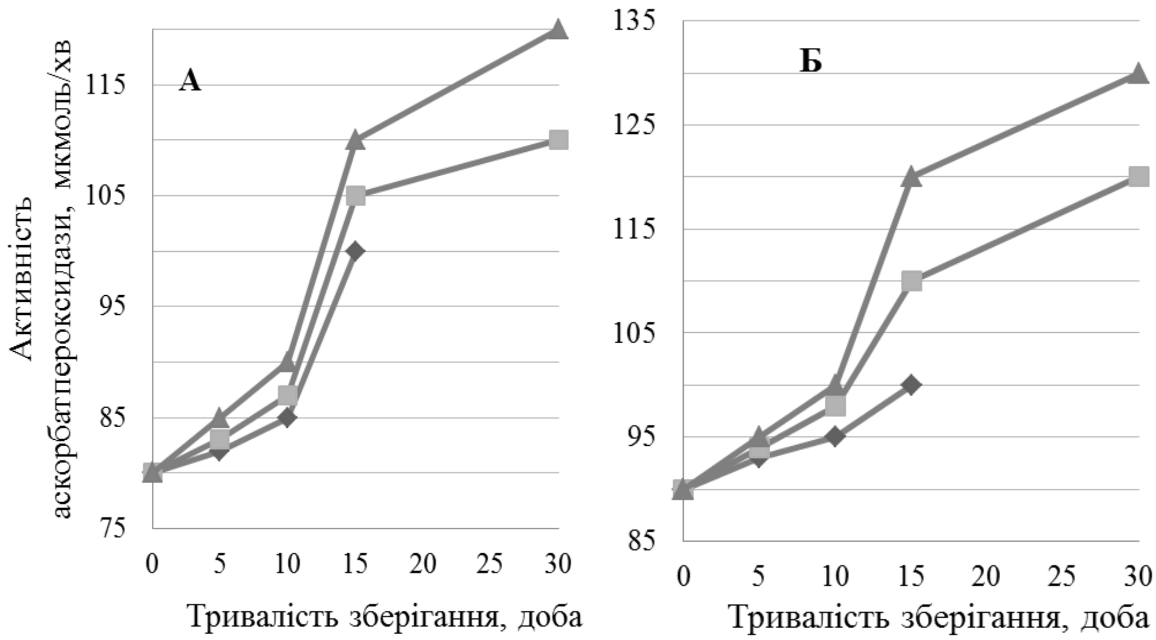
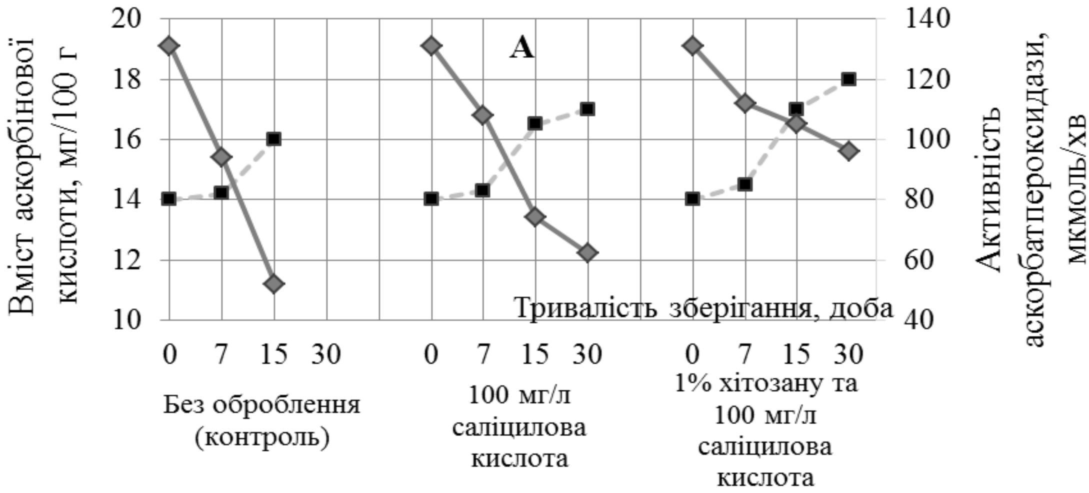


Рис. 5.69 **Зміна активності ферменту аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *(НІР$_{05}$ = 16),* 2016–2019рр.:

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

Як видно з даних рис. 5.70 вміст аскорбінової кислоти впродовж всього періоду зберігання знижувався з одночасним інтенсивним зростанням активності аскорбатпероксидази в плодах вишні впродовж семи діб в контрольному варіанті та впродовж 15 діб зберігання у варіантах з обробленням плодів зі стабілізацією її активності і до кінця зберігання.

Слід відмітити, що плоди вишні оброблені розчином хітозану зберігали вищий вміст аскорбінової кислоти наприкінці досліджень. Збільшення активності аскорбатпероксидази впродовж зберігання кісточкових плодів, зокрема черешні, оброблених розчином хітозану, пов'язане із попередженням окиснення та збереженням вищого вмісту аскорбінової кислоти в оброблених плодах впродовж зберігання про що також повідомляє M. Petriccione та ін. [25].



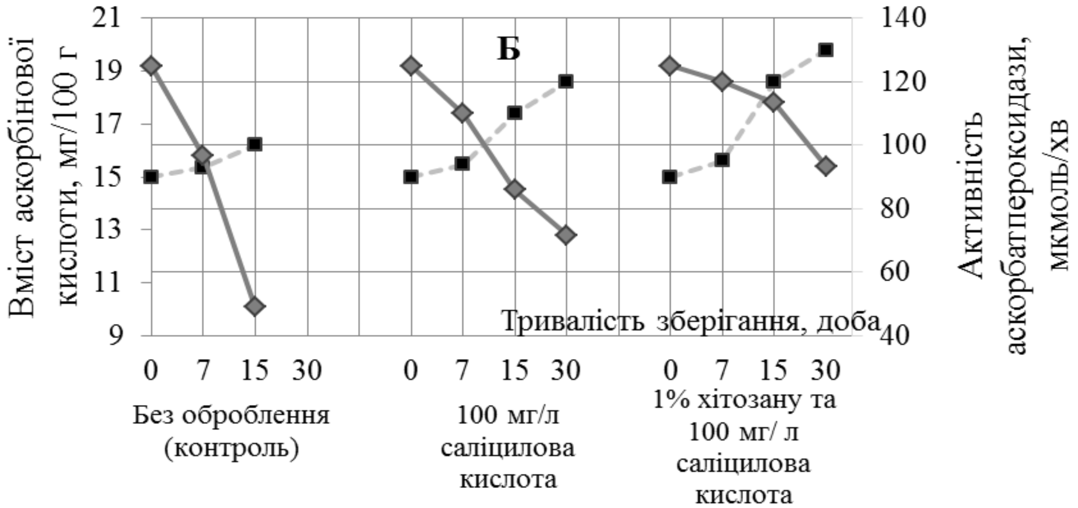


Рис. 5.70 **Динаміка вмісту аскорбінової кислоти та активності аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів Альфа А) і Пам'ять Артеменка (Б) впродовж зберігання,** 2016–2019 рр.:

– АПО; – Аскорбінова кислота.

Разом із пероксидазою фермент супероксиддисмутаза (СОД) виконує роль первинної ланки захисту клітин від активних форм кисню [59].

З рисунка 5.71 видно, що впродовж перших п'яти діб зберігання у необроблених плодів активність СОД залишається більш стабільною, тоді як після цього періоду та до кінця зберігання в контрольному варіанті вона знизилася на 9,6–11,7 %. Слід відмітити, що в контролі активність СОД знизилася швидше, ніж за використання попередньої обробки плодів (на 4,2–6,3 % (сорт Пам'ять Артеменка) та 6,7–11,1 % (сорт Альфа)). Максимальну активність СОД зберігали плоди вишні, оброблені хітозаном із саліциловою кислотою – на 6,3–11,1 % вище, порівняно з контролем.

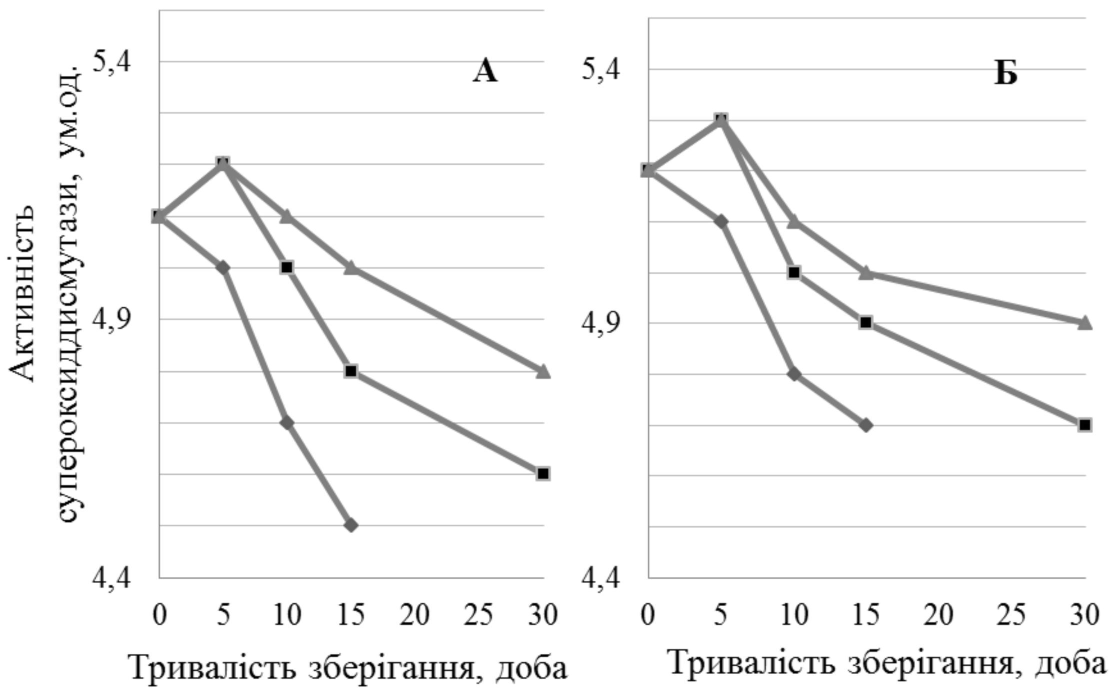


Рис. 5.71 **Зміна ферменту супероксиддисмутази в плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою перед зберіганням** *($НІР_{05}$ = 0,18)*, 2016–2018 рр.:

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

Отже, полісахаридні покриття сповільнюють окиснювальний стрес плодів вишні шляхом підтримання високої активності антиоксидантних ферментів та захищають структуру мембран від перекисного окиснення.

Зміна кольору плодів вишні впродовж зберігання. Вишня – популярна плодова культура, яка є джерелом антоціанів, пігментів, що зумовлюють червоний колір плодів [23]. Її якість визначається привабливим кольором і солодко-кислим смаком.

У вишні процес достигання пов’язаний з накопиченням поліфенольних сполук. Поліфеноли є вторинними метаболітами рослин, що беруть участь в антиоксидантних процесах захисту від біотичних та абіотичних стресів. Сучасні епідеміологічні дослідження вказують на роль поліфенолів у профілактиці серцево-судинних захворювань – раку, остеопорозу, нейрогенеративних захворюваннях, діабету, виразки шлунка, травної системи, екземи [5, 23]. Проціанідини, що містяться у вишні, посилюють синтез азоту, пригнічують активацію тромбоцитів, стимулюють протизапальні цитокініни. Вони обмежують утворення вільних радикалів, шляхом інгібування ферментів, що беруть участь у їх генеруванні [5].

Плоди вишні в своєму складі мають фенольну композицію, що складається з флавоноїдів (так званих фенольних антиоксидантів), що включають антоціани таких груп, як флавоноли, флаван-3-оли (проціанідини) і фенольні кислоти [10, 30].

Загальний вміст антоціанів відрізняється за сортами та коливається від 82 до 297 мг/100г у темнозабарвлених і від 2 до 41 мг/100г у світлозабарвлених плодах вишні [23]. Основними антоціанами плодів вишні є ціанідин-3-глюкозид, ціанідин-3-глюкозидрутинозид, ціанідин-3-софорозид [5, 23, 34].

Інформація щодо співвідношення між вмістом антоціанів і кольором шкірки у плодах вишні в літературі майже відсутня. Відомо, що коефіцієнт світлопропускання і кут відтінку негативно співвідносяться із загальним вмістом антоціану в плодах черешні і слабо корелюють у сливі [33].

Оскільки основним показником якості та свіжості плодів вишні є колір, метою нашого дослідження було вивчення його зміни впродовж зберігання. У дослідженнях із плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка вміст ціанідин-3-глюкорутинозиду сильно залежав від сортових особливостей і складав перед закладанням на зберігання відповідно 204,9 (сорт Альфа) і 103,5мг/100г (сорт Пам'ять Артеменка) (рис. 5.72 (а), додатки М.1 і М.2). Впродовж зберігання його вміст у необроблених плодах вишні зменшився в 1,6–1,7 раз порівняно зі свіжими плодами.

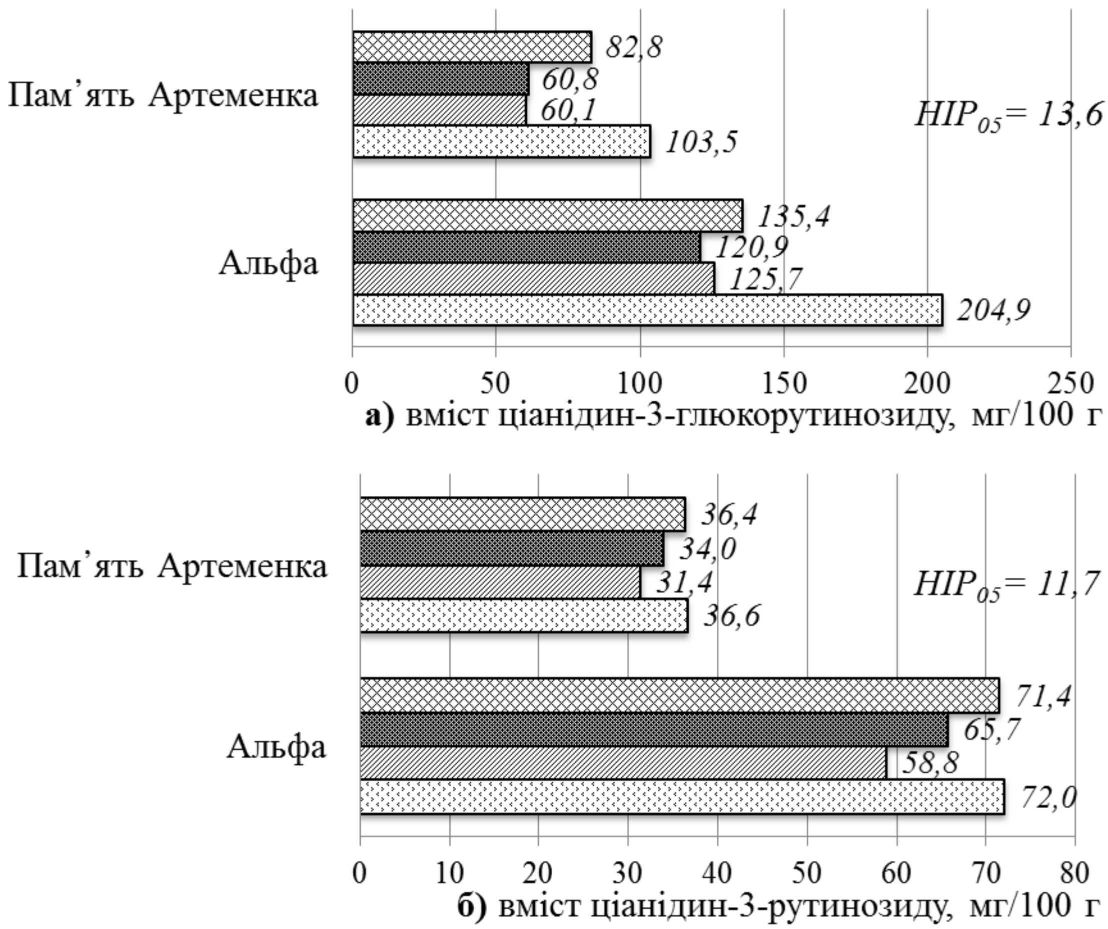


Рис. 5.72 **Зміна ціанідин-3-глюкорутинозиду (а) та ціанідин-3-рутинозиду (б) в плодах вишні на кінець зберігання** (2018 р.):

– 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 1% розчин хітозану;
– без обробки (контроль);
– свіжі плоди (до зберігання).

Вміст ціанідин-3-рутинозиду у плодах вишні коливався від 36,6 (сорт Пам'ять Артеменка) до 72 мг/100г (сорт Альфа) (рис. 5.72 (б). Впродовж зберігання його вміст залишався більш стабільним і зменшувався у контрольному варіанті в 1,16–1,2 раз, порівняно зі свіжими плодами вишні.

Обробка плодів вишні розчином хітозану сприяла зменшенню втрат ціанідин-3-рутинозиду на 7,6–8,7 %. Тоді як вміст ціанідин-3-глюкорутинозиду в плодах цього варіанту обробки зменшувався в 1,5–1,7 (сорт Альфа) і 1,3–1,7раз (сорт Пам'ять Артеменка).

На відміну до цього, плоди вишні, оброблені розчином хітозану з саліциловою кислотою мали менші втрати ціанідин-3-глюкорутинозиду в 1,25–1,5 раза (див. рис. 5.72, додаток М.4). Натомість, вміст ціанідин-3-рутинозиду зменшувався неістотно (на 0,5–0,83 %) і залишався практично на рівні свіжих плодів вишні.

Найбільш повно забарвлення плодів вишні характеризує коефіцієнт світлопропускання, який тісно пов'язаний із вмістом антоціанів.

Як видно з рис. 5.73 у плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка в кінці зберігання коефіцієнт світлопропускання знаходився на рівні 38,5 і 40,9 % відповідно. Плоди вишні, оброблені розчином хітозану мали менший на 10,9–16,6 % коефіцієнт світлопропускання, а попередня обробка плодів розчином хітозану та саліцилової кислоти сприяла збереженню коефіцієнта світлопропускання (зниження на 3,9–7,0 %).

За даними B. Goncalves та ін. [12, 13] колірність і відтінок плодів мають негативну кореляційну залежність із загальним вмістом антоціанів. Тому визначення кольору дає змогу оцінити зміни вмісту антоціанів у плодах вишні впродовж зберігання.

Нами було визначено кореляційну залежність між антиоксидантною активністю, коефіцієнтом світлопропускання та вмістом ціанідин-3-глюкорутинозиду та ціанідин-3-рутинозиду (табл. 5.11 і рис. 5.74).

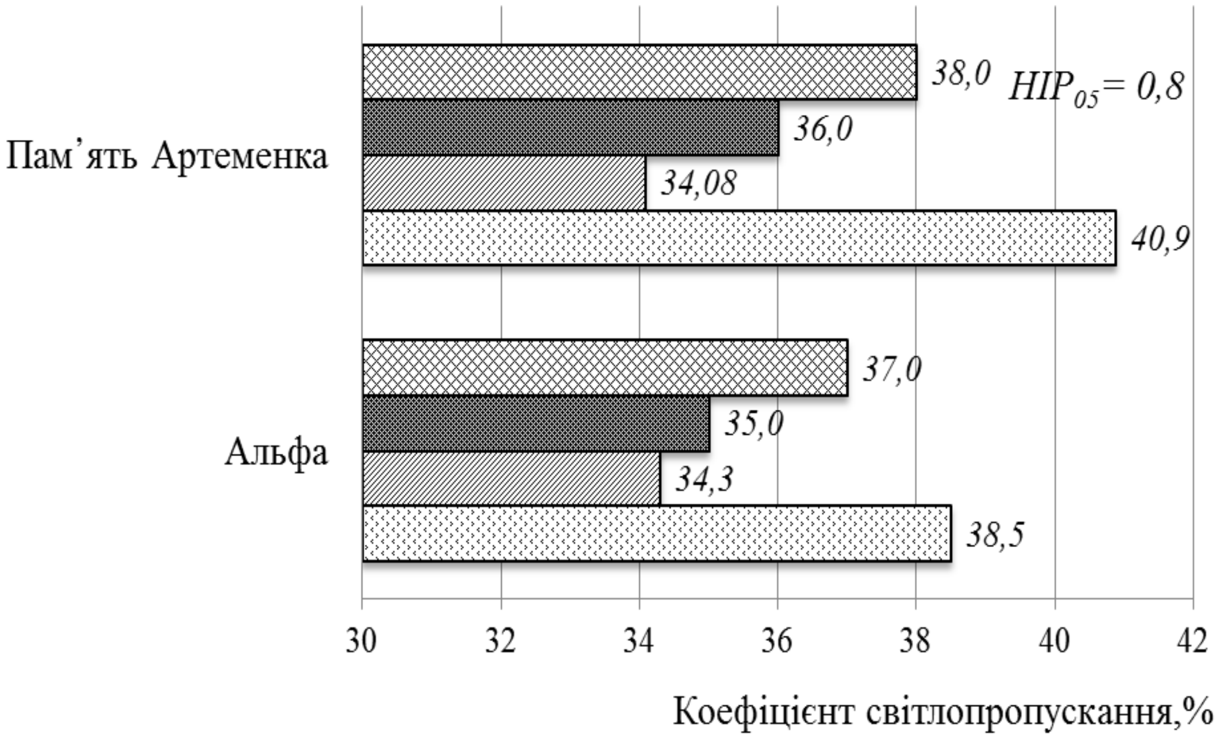


Рис. 5.73 **Зміна коефіцієнту світлопропускання в плодах вишні на кінець зберігання** (2018 р.):

– 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 1% розчин хітозану;
– без обробки (контроль);
– свіжі плоди (до зберігання).

З наведених даних видно, що між вмістом ціанідин-3-глюкорутинозиду та антиоксидантною активністю існує середньої сили пряма кореляційна залежність ($r = 0,64 \pm 0,08$), тоді як між антиоксидантною активністю та коефіцієнтом світлопропускання встановлена тісна кореляційна залежність ($r = 0,87 \pm 0,05$). Існує тісний кореляційний зв'язок між вмістом ціанідин-3-глюкорутинозиду та ціанідин-3-рутинозиду також ($r = 0,86 \pm 0,06$).

На підставі тісної кореляційної залежності виведено рівняння регресії, що дають змогу спрогнозувати антиоксидантну активність за вмістом ціанідин-3-глюкорутинозиду або коефіцієнтом світлопропускання (рис. 5.74).

Таблиця 5.11

Матриця парних кореляцій між вмістом антоціанів, антиоксидантною активністю та коефіцієнтом світлопропускання плодів вишні

Показник	Вміст ціанідин-3-глюкорутинозиду, *м г/100 г*, X_1	Вміст ціанідин-3-рутинозиду, *м г/100 г* X_2	Коефіцієнт світлопропускання, *%* X_3	Антиоксидантна активність, *ммоль/дм*^{3}, X_4
Вміст ціанідин -3-глюкорутинозиду, *м г/100 г* X_1	1,000	**0,863***	0,289	**0,644***
Вміст ціанідин-3-рутинозиду, *м г/100 г* X_2	**0,863***	1,000	-0,054	0,297
Коефіцієнт світлопропускання, *%* X_3	0,289	-0,054	1,000	**0,872***
Антиоксидантна активність, *ммоль/дм*^{3} X_4	0,644	0,297	**0,872***	1,000

Примітка: *Напівжирним виділено кореляційні зв’язки, достовірні на 5 % рівні значущості.

Поліфеноли – це велика група вторинних метаболітів рослини з широким спектром біологічної дії, що проявляють антиоксидантну активність. Дослідженнями встановлено, що вміст поліфенольних сполук та антиоксидантна активність кісточкових залежить від особливостей сорту [9].

Найбільш важливим компонентом плодів кісточкових, зокрема вишні є фенольні речовини, вміст яких, залежно від сортових особливостей і місця вирощування, істотно змінюється від 321 до 3370 мг/100 г. Близько третини від суми цих речовин припадає на антоціани, серед яких домінують ціанідин-3-глюкорутинозид, цианідин-3-рутинозид і цианідин-3-глюкозид. До 40 % від кількості фенолів становить вміст флаван-3-олів і близько 25 % – флавонолів і фенолокислот з перевагою відповідно кверцетин-3-рутинозиду і хлорогенової кислоти [53].

Зміна хлорогенової і кавової кислот. Впродовж зберігання вміст хлорогенової і кавової кислот змінюється. Так, після шести місяців зберігання, концентрація поліфенольних сполук моркви сорту Нант зменшилась – кавової кислоти на 64,6 %, хлорогенової – на 37,9 % [3].

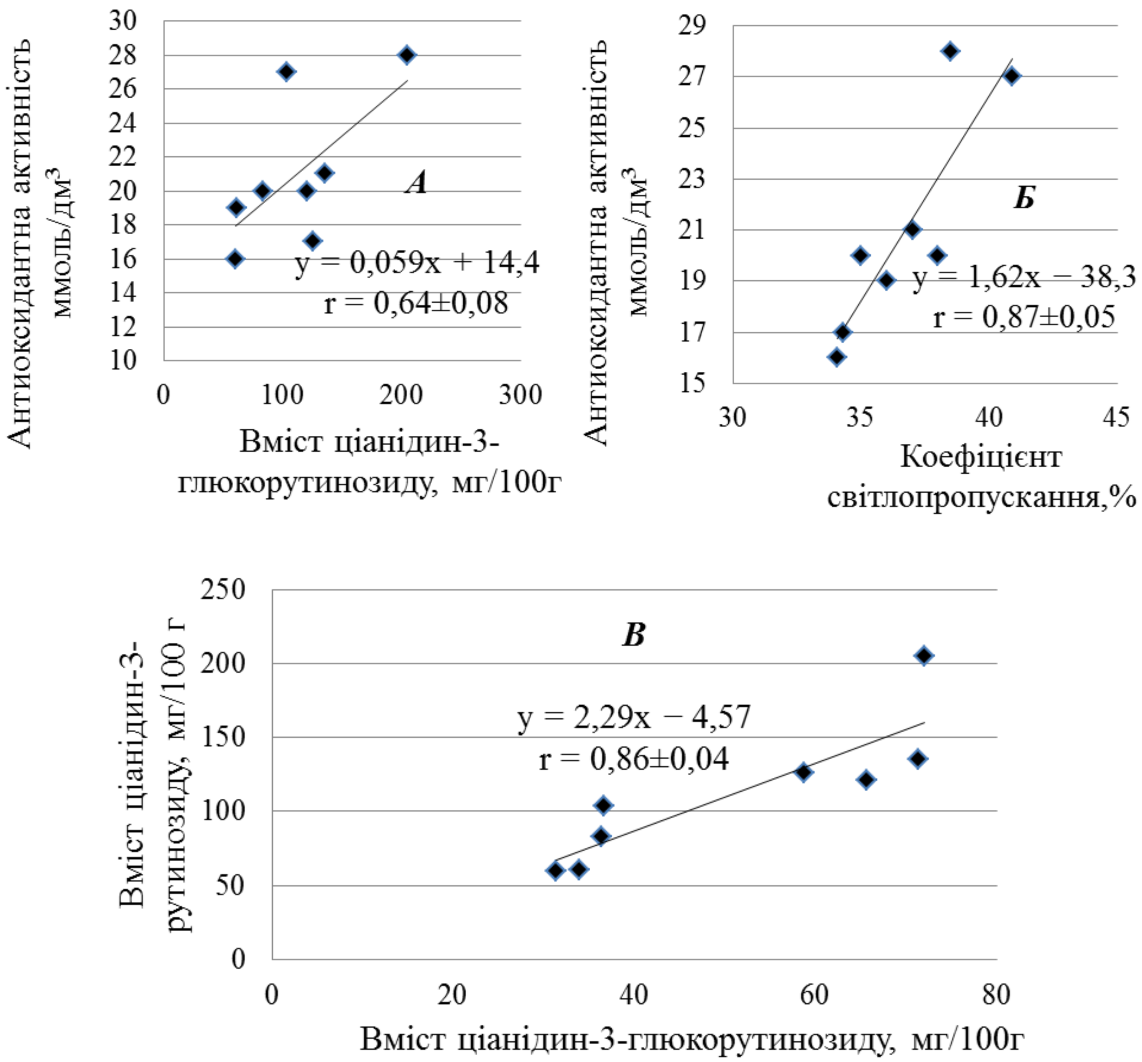


Рис. 5.74 **Точкові графіки та теоретичні лінії залежності антиоксидантної активності від,** 2016–2018 рр.:

А) вмісту ціанідин-3-глюкорутинозиду, Б) коефіцієнту світлопропускання та В) вмісту ціанідин-3-глюкорутинозиду від вмісту ціанідин-3-рутинозиду в плодах вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка впродовж зберігання.

Вміст кавової кислоти в плодах завдяки своїм фунгітоксичним властивостям прискорює процес суберинізації, а також сприяє їх збереженню при транспортуванні та зберіганні.

У відповідь на пошкодження в плодах підвищується вміст хлорогенової кислоти. Яка стимулює утворення раневої перидерми. На відміну до цього кавова кислота, пригнічує ці процеси. Дослідженнями [53] доведено, що на третю добу після пошкодження відбувається максимальне накопичення хлорогенової кислоти, після чого її вміст зменшується. На відміну до цього максимальне накопичення в прираневій зоні кавової кислоти відбувається через 14 діб.

Вважається, що хлорогенова кислота є хімічним бар'єром на шляху проходження мікроорганізмів і служить надійним захистом від ушкодження. Крім того, поява потемніння шкірочки (побуріння) і м'якуша плодів пояснюють ферментативним окисненням хлорогенової кислоти [49, 53, 59].

Між вмістом хлорогенової кислоти і ступенем побуріння плодів встановлений обернений кореляційний зв'язок. Більш стійкі до побуріння плоди характеризуються високим вмістом хлорогенової кислоти і економним її витрачанням.

Як видно з рис. 5.75 вміст фенольних речовин у свіжих плодах вишні був значним і знаходився на рівні 2270–2280 мг/100 г. Впродовж зберігання його вміст зменшувався на 5,9–6,1 %. У оброблених плодах вишні розчином хітозану втрати знизилися до рівня 5,6–5,7 %, а мінімальними вони були за попередньої обробки плодів в розчині хітозану із саліциловою кислотою – 5,0–5,5 %.

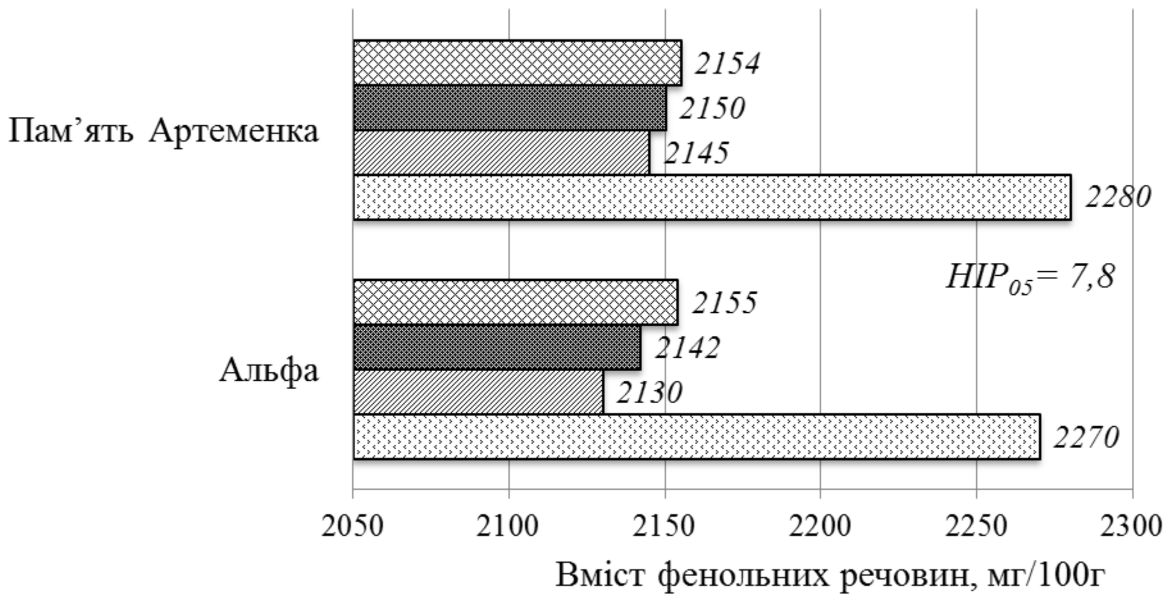


Рис. 5.75 **Зміна вмісту фенольних речовин плодів вишні впродовж зберігання** (2018 р.):

− 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;

− 1% розчин хітозану;

− без обробки (контроль);

− свіжі плоди (до зберігання).

Значна частина (25 %) вмісту фенольних речовин припадає на флавоноли і фенолокислоти з перевагою хлорогенової кислоти [53], вміст якої у свіжих плодах вишні сорту Пам'ять Артеменка і Альфа знаходився на рівні 301 і 308мг/100 г, відповідно (рис. 5.76). Після зберігання плодів вишні спостерігалися втрати хлорогенової кислоти у контрольному варіанті в 1,5 рази, а в попередньо оброблених плодах вишні втрати були на рівні 13,6–14,9 % (для хітозаногового покриття) та 10,1–11,0 % (поєднання хітозану та саліцилової кислоти).

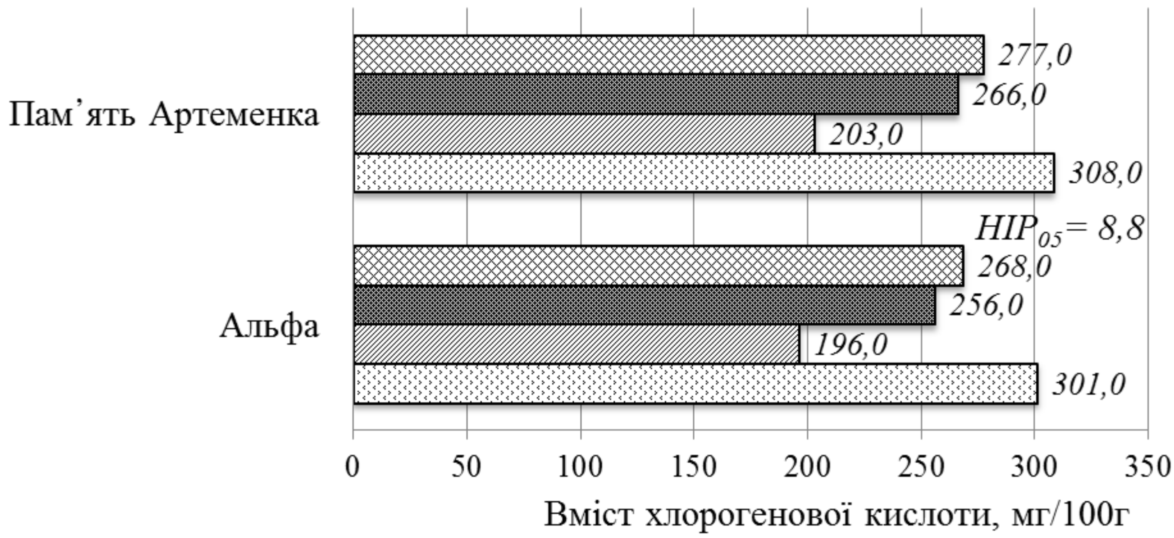


Рис.5.76 **Вміст хлорогенової кислоти у плодах вишні на кінець зберігання** (2018 р.):

– 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
– 1% розчин хітозану;
– без обробки (контроль);
– свіжі плоди (до зберігання).

Подібно до хлорогенової кислоти відбулися зміни кавової кислоти (рис. 5.77). Зокрема, її вміст у свіжих плодах вишні знаходився на рівні 30,4–35,2 мг/100 г. Впродовж зберігання вміст кавової кислоти в необроблених плодах вишні знизився в 1,9–2,0 рази, а плоди вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями мали втрати кавової кислоти в 1,6–1,7 рази (тобто на 36,8 −40,1%).

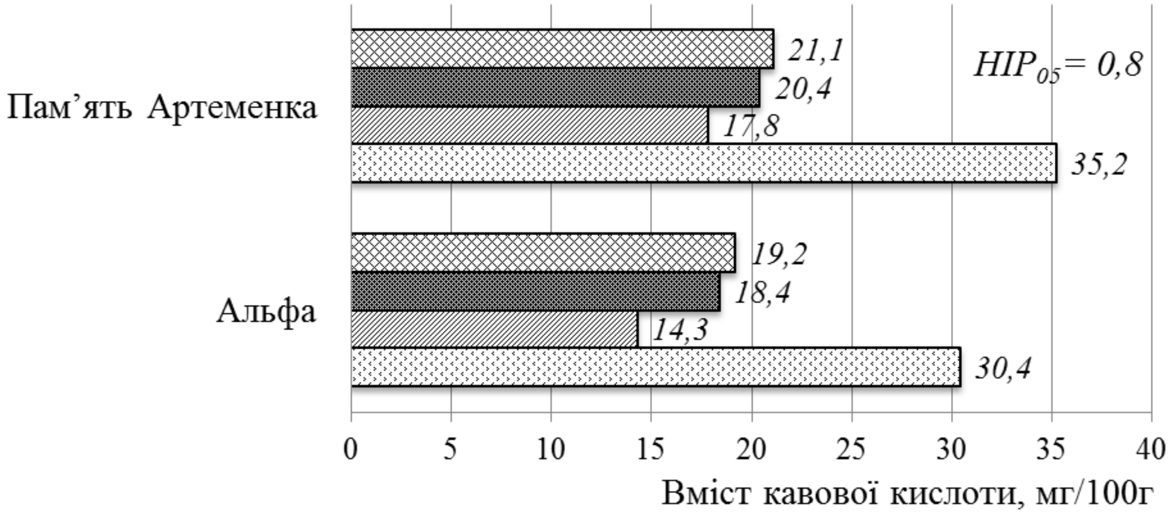


Рис. 5.77 **Вміст кавової кислоти у плодах вишні на кінець зберігання** (2018 р.):

− 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
− 1% розчин хітозану;
− без обробки (контроль);
− свіжі плоди (до зберігання).

Отримані нами дані подібні до результатів досліджень виконаних I. Augqpole, T. Kince, I. Cinkmanis [3], що свідчать про зменшення вмісту хлорогенової і кавової кислоти впродовж зберігання плодів кісточкових культур.

Отже, обробка плодів вишні перед зберіганням в 1 %-му розчині хітозану зі 100 мг/л саліцилової кислоти сприяє на 12,6–18,3 % зниженню щільності тканин, сповільнює інтенсивність дихання плодів.

За вказаного способу попередньої обробки 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 %.

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

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

Результати досліджень розділу 5 опубліковано у тринадцяти наукових працях [31, 32, 42–52].

Висновки до розділу 5

1. 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.

2. 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.

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

3. Доведено ефективність обробки плодів вишні 2 % розчином карагенану, що дало змогу зменшити втрати щільності на 15,2–17,1 %; зниження інтенсивності 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.

4. Обробка плодів вишні перед зберіганням в 5 %-му розчині альгінату

натрію дозволяє знизити втрати щільності до 7,8–7,6 %; сповільнити інтенсивність дихання плодів. При цьому зменшуючи більш, ніж удвічі втрати сухих розчинних речовин в плодах, 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 %. В плодах зберігалася вища антиоксидантна активність, активність каталази, пероксидази, аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази.

5. Обробка плодів вишні перед зберіганням в 1 %-му розчині хітозану зі 100 мг/л саліцилової кислоти знижує на 12,6–18,3 % щільність тканин, сповільнює інтенсивність дихання плодів. За вказаного способу попередньої обробки 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 %. Вміст ціанідин-3-глюкорутинозиду та ціанідин-3-рутинозиду практично залишається на рівні свіжих плодів, на 10,1–11,0 % зменшується вміст хлорогенової кислоти та на 36,8–40,1 % кавової кислоти.

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

6. Між антиоксидантною активністю *(y)*, вмістом дубильних і барвних речовин *(x)* плодів вишні встановлено сильну кореляційну залежність ($r = 0{,}93 \pm 0{,}01$), 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: $y = 1{,}62x - 38{,}3$.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 5

1. Adiletta G., Zampella L., Coletta C., Petriccione M. Chitosan coating to preserve the qualitative traits and improve antioxidant system in fresh figs (*Ficus carica* L.). Agriculture. 2019. Vol. 9. P. 84–96.

2. Aryou E., Sudabeh B. Nanocomposite coating based on sodium alginate and nano-ZnO for extending the storage life of fresh strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). Journal of Food Measurement and Characterization. 2020. Vol. 14(7). P. 1012–1024.

3. Augqpole I., Kince T., Cinkmanis I. Changes of polyphenol compound concentrations in hybrids of nante type carrots during storage. Procedeengs. Latvian Academy of Sciences. 2017. Vol. 71(6). P. 492–495.

4. Bal E. Effects of alginate edible coating with salicylic and oxalic acid on preserving plum fruit (*Prunus salicina* L. cv. 'BLACK AMBER') quality during postharvest storage. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2019. Vol.18(4). P. 35–46.

5. Capanoglua E., Boyacioglua D., Vosb R. C. H., Hallb R. D., Beekwilder J. Procyanidins in fruit from sour cherry (*Prunus cerasus*) differ strongly in chainlength from those in Laurel cherry (*Prunus lauracerasus*) and Cornelian cherry (*Cornus mas*). Journal of berry research. 2011. Vol.1. P. 137–146.

6. Carvalho C. P., Villaño D., Moreno D.A., Serrano M., Valero D. Alginate edible coating and cold storage for improving the physicochemical quality of cape gooseberry (*Physalis Peruviana* L.). Journal of Food Science and Nutrition. 2015. Vol.1. P. 002.

7. Chen C., Nie Z., Wan C., Chen J. Preservation of xinyu tangerines with an edible coating using ficus hirta vahl. Fruits extract-incorporated chitosan. Biomolecules. 2019. Vol. 9. P. 6.

8. Díaz-Mula H. M., Serrano M., Valero D. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food and Bioprocess Technology. 2012. Vol. 5(8). P. 2990–2997.

9. Dziadek K., Kopec A., Tabaszewska M. Potential of sweet cherry (*Prunus

avium L.) by-products: bioactive compounds and antioxidant activity of leaves and petioles. European Food Research and Technology. 2019. Vol. 245. P. 763–772.

10. Ferretti G., Neri D., Bacchetti T. Effect of Italian sour cherry (*Prunus cerasus* L.) on the formation of advanced glycation end products and lipid peroxidation. Food and nutrition sciences. 2014. Vol. 5. P. 1568–1576.

11. Giméneza M.J., Valverdea J.M., Valero D., Zapata P.J., Castillo S., Serrano M. Postharvest methyl salicylate treatments delay ripening and maintain quality attributes and antioxidant compounds of ‘Early Lory’ sweet cherry. Postharvest Biology and Technology. 2016. Vol.117. P. 102–109.

12. Goncalves B., Landbo A. – K., Knudsen D., Silva A. P., Moutinho-Pereira J., Rosa E. Effect of ripeness and postharvest storage on the phenolic profiles of cherries (*Prunus avium* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2004. Vol. 52(3). P. 523–530.

13. Goncalves B., Silva A. P., Moutinho-Pereira J., Bacelar E., Rosa E., Meyer A. S. Effect of ripeness and postharvest storage on the evolution of colour and anthocyanins in cherries (*Prunus avium* L.). Food Chemistry. 2007. Vol. 103. P.976–984.

14. Habibi F., Ramezanian A., Rahemi M., Eshghi S., Guillin F, Serrano M., Valerob D. Postharvest treatments with γ- aminobutyric acid, methyl jasmonate or methyl salicylate enhance chilling tolerance of blood orange fruit at prolonged cold storage. Journal of the Science Food and Agriculture. 2019. Vol. 99(14). P. 6408–6417.

15. Huertas M., Mula D., SerranoM., Valero D. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food Bioprocess Technology. 2012. Vol. 5. P. 2990–2997.

16. Krasniewska K., Scibisz I., Gniewosz M., Mitek M., Pobiega K., Cendrowski A. Effect of pullulan coating on postharvest quality and shelf-life of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). Materials. 2017. Vol. 10(8). P. 965–970.

17. Li L., Sun J., Gao H., Shen Y., Li C., Yi P., He X., Ling D., Sheng J., Li J., Liu G., Zheng F., Xin M., Li Z., Tang Y. Effects of polysaccharide-based edible coatings on quality and antioxidant enzyme system of strawberry during cold. International Journal of Polymer Science. 2017. Vol.1(8). P. 10.

18. Lin M. G., Lasekan O., Saari N., Khairunniza-Bejo S. Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (Dimocarpus longan) fruits CyTA. Journal of Food. 2018. Vol. 16(1). P. 490–497.

19. Martinez-Espla A., Serrano M., Valero D., Martinez-Romero D., Castillo S., Zapata P. J. Enhancement of antioxidant systems and storability of two plum cultivars by prexarvest treatments with salicylates. International journal of molecular sciences. 2017. Vol.18(9). P. 1911.

20. Medina-Jaramillo C., Quintero-Pimiento C., Gómez-Hoyos C., Zuluaga-Gallego R., López-Córdoba A. Alginate-edible coatings for application on wild andean blueberries (*Vaccinium meridionale* Swartz): Efect of the addition of nanofibrils isolated from cocoa by-products. Polymers 2020. Vol.12. P. 824.

21. Nasrin T., Rahman Md. M., Islam M., Arfin M.. Postharvest quality response of strawberry with novel aloe vera gel coating during refrigerated storage. Journal of horticultural science and biotechnology. 2017. Vol. 92 (6). P. 598–605.

22. Pasquariello M. S., Patre D. D., Mastrobuoni F., Zampella L., Scortichini M., Petriccione M. Influence of postharvest chitosan treatment on enzymatic browning and antioxidant enzyme activity in sweet cherry fruit. Postharvest Biology and Technology. 2015. Vol. 109. P. 45–56.

23. Pedisic S., Levaj B., Dragovic-Uzelac V., Skevin D., Skendrovic M. Color parameters and total anthocyanins of sour cherries (*Prunus cerasus* L.*)* during ripening. Agriculturae Conspectus Scientificus. 2009. Vol. 74 No. 3. P. 259–262.

24. Petriccione M., De Sanctis F., Pasquariello M.S., Mastrobuoni F., Rega P., Scortichini P., Mencarelli F. The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. Food Bioprocess Technol. 2015. Vol. 8. P. 394–408.

25. Petriccione M., Mastrobuoni F. Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold

storage. Foods. 2015. 4(4). P. 521–523.

26. Romanazzi G., Feliziani E., Santini M. Landi effectiveness of postharvest treatment with chitosan and other resistance inducers in the control of storage decay of strawberry. Postharvest Biology and Technology. 2013. Vol. 75. P. 24–27.

27. Samra N. R., Ameer M. S., Basma T. E. Maintaining storability of brahee date palm fruits with postharvest edible coating by using alginate salts. Journal of Plant Production. 2019. Vol. 10 (12). P. 983–993.

28. Serradilla M. J., Aksicr M. F., Manganaris G. A., Ercisli S., Gonzblez-Gymez, Valero D. Fruit chemistry, nutritional benefits and social aspects of cherries. Cherries: Botany, Production and Uses. 2017. P. 420–441.

29. Seymour G. B., Taylor J. E., Tucker G. A. Biochemistry of Fruit Ripening. 1993. Chapman and Hall: London. 347–373 P.

30. Toydemira G., Capanoglua E., Kamiloglua S., Boyacioglua D., Vosb R. C. H., Hallb R. D., Jules beekwilderb changes in sour cherry (*Prunus cerasus* L.) antioxidants during nectar processing and in vitro gastrointestinal digestion. Journal of functional foods. 2013. Vol. 5. P. 1402–1413.

31. 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.

32. 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.

33. Viljevac M., Dugalic K., Jurkovic V., Mihaljevic I., Tomas V., Puskar B., Lepedus H., Sudar R., Jurkovic Z. Relation between polyphenols content and skin colour in sour cherry fruits**.** Journal of agricultural sciences. 2012. Vol. 57. No. 2. P.57–67.

34. Wojdyło A., Nowicka P, Laskowski P., Oszmiański J. Evaluation of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) fruits for their polyphenol content, antioxidant properties, and nutritional components. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2014. Vol. 62. P. 12332–12345.

35. Xianghong M., Guo-Zheng Q., Shiping T. Influences of preharvest spraying Cryptococcus laurentii combined with postharvest chitosan coating on postharvest diseases and quality of table grapes in storage. Lwt – Food Science and Technology. 2010. Vol. 43. P. 596–601.

36. Xiao-yu L., Xiao-long D., Ying L., Lin-jing T., Qian W., Jian-long L. Rhubarb extract incorporated into an alginate-based edible coating for peach preservation. Scientia Horticulturae. 2019. Vol. 257. P. 108685.

37. Xu X., Tian S. Salicylic acid alleviated pathogen-induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. Postharvest biology and technology. 2008. Vol. 49. P.379–385.

38. Youzuo Z., Meiling Z., Huqing Y. Postharvest chitosan-g-salicylic acid application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. Food chemistry. 2015. Vol. 174. P. 558–563.

39. Zeraatgar H., Davarynejad G. H., Moradinezhad F., Abedi B. Effect of salicylic acid and calcium nitrate spraying on qualitative properties and storability of fresh jujube fruit (*Ziziphus jujube* Mill.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici. 2018. Vol. 46(1). P. 138–147.

40. Zheng X., Tian S., Meng X., Li B. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. Food Chemistry. 2007. Vol.104 (1). P. 156–162.

41. Белінська Є.В. Фізичні і теплофізичні властивості коренеплодів редису. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2010. № 1. С. 414–419.

42. Василишина О. В. Вплив обробки полісахаридними композиціями на антиоксидантні ферменти плодів вишні під час зберігання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 1. С. 67–73.

43. Василишина О. В. Вплив обробки розчином альгінату натрію на плоди вишні під час зберігання. Наукові горизонти. 2019. №10(83). С. 35–40. (Scopus).

44. Василишина О. В. Вплив обробки розчином саліцилової кислоти на вміст ферментів в плодах вишні впродовж зберігання. Рослинництво та

грунтознавство. 2019. №10(3). С. 49–54.

45. Василишина О. В. Вплив обробки розчином саліцилової кислоти на якість плодів вишні після зберігання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. №4. С. 57–61.

46. Василишина О. В. Вплив післязбиральної обробки композицією хітозану та саліцилової кислоти на плоди вишні після зберігання. Агробіологія. 2020. Вип. 1(157). С. 13–20.

47. Василишина О. В. Зміна біологічно активних речовин плодів вишні впродовж зберігання за попередньої обробки полісахаридними композиціями. Наукові горизонти. 2020. №. 05(90). С. 59–64. *(Scopus)*.

48. Василишина О. В. Зміна якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 3. С. 13–20.

49. Василишина О. В. Зміни біологічно активних речовин, хлорогенової та кавової кислот в плодах вишні під час зберігання за їх обробки речовинами антимікробної дії. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань, 2016. № 2. С. 35–38.

50. Василишина О. В. Оптимізація зберігання плодів вишні з попередньою обробкою розчином хітозану. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2019. №3(103). С. 80–87.

51. Василишина 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.

52. Василишина О.В. Зміна фізичних показників плодів вишні залежно від обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання. Наукові доповіді НУБіП. 2021. №1(89). URL:http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14724/13008/.

53. Єжов В. М., Гриник І. В. Біохімічні аспекти селекції плодових культур роду Prunus L. Садівництво. 2019. Вип. 74. С. 5–15.

54. Кавулич Я., Кобилецька М., Терек О. Флавоноїди як ефективні стреспротектори за дії саліцилової кислоти та абіотичного стресу спричиненого кадмій хлоридом у рослин пшениці та гречки. Збірник тез ІІІ Міжнародної наукової конференції: Актуальні проблеми сучасної біохімії та клітинної біології. Дніпро. 2015. С. 167–168.

55. Колтунов В., Мар'яна Б. Інтенсивність дихання плодів гарбуза при зберіганні. Товари і ринки. 2015. № 1. С. 162–169.

56. Найченко В. М., Заморська І. Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів. Умань: Сочінський, 2010. 328 с.

57. Прісс О. П., Загорко Н. П. Вплив теплової обробки біологічно активними речовинами на функціонування системи низькомолекулярних антиоксидантів під час зберігання плодів перцю. Вісник НТУ "ХПІ". 2016. №12. С. 169–175.

58. Сердюк М. Є., Степаненко Д. С., Байбєрова С. С., Гапріндашвілі Н. А., Кулік А. С. Обгрунтування вибору способу попереднього охолодження плодів. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2016. №11(82). С. 62–68.

59. Сердюк М. Є. Окисний стрес і антиоксидантна система захисту плодів яблуні. Харчова наука і технологія. 2015. №2. С. 79–85.

60. Сердюк М. Є., Байбєрова С. С. Вплив абіотичних факторів на розвиток фізіологічних розладів та мікробіологічних захворювань під час холодильного зберігання плодів яблуні. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2016. Вип.16 (1). С. 192–203.

61. Сердюк М. Є., Гапріндашвілі Н. А., Байбєрова С. С. Кінетика інтенсивності дихання плодів яблуні за обробки антиоксидантними композиціями. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2017. Вип. 17.Т.1. С. 150–157.

62. Сердюк М. Є., Кюрчева Л. М., Андрущенко М. В., Жукова В. Ф. Вплив розчинів нанометалів на інтенсивність окисно-відновних процесів при зберіганні плодів груші. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2019. №9 (1). 17 с.

РОЗДІЛ 6
ОПТИМІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ВИШНІ ЗА ОБРОБКИ ПОЛІСАХАРИДНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

6.1 Оцінка якості плодів вишні впродовж зберігання методом Харрінгтона

З метою виявлення переваг одних споживних властивостей товару над іншими і встановлення ефективних способів зберігання проводять експериментальні товарознавчі дослідження. Однак, аналізуючи різнопланові чинники й показники якості, важко встановити такі переваги саме для плодоовочевої продукції. Вирішення цього питання можливе за використання закону адитивності із застосуванням функції бажаності Харрінгтона. Суть функції полягає в тому, що всі визначені показники прирівнюються до єдиного безрозмірного, що уможливлює отримання комплексної оцінки з урахуванням впливу всіх чинників [2, 9].

В основі побудови функції лежить ідея перетворення натуральних значень окремих показників (відгуків) у безрозмірну шкалу бажаності або переваги. Для цього обирають властивості об’єкта досліджень; визначають базові відмітки шкали бажаності; розраховують одиничні функції бажаності; будують узагальнену функцію бажаності; розраховують узагальнений показник якості та проводять аналіз одержаних результатів [9].

Шкала бажаності належить до психофізичних шкал. Її призначення – встановити відповідність між фізичними і психологічними параметрами. Вона має зручні властивості для аналізу – неперервність, монотонність, гладкість. В області близькій до 0 та 1 її відчутність стає нижчою, ніж у середній зоні [9, 14].

Для побудови шкали в таблицях 6.1 і 6.2 відображено зміну якості плодів вишні сортів Альфа і Пам’ять Артеменка за хімічними показниками, виходом товарної продукції та дегустаційною оцінкою.

Таблиця 6.1

Зміна якості плодів вишні сорту Альфа, попередньо оброблених розчином саліцилової кислоти впродовж зберігання, 2016–2019 рр.

Показник	Вид обробки		
	Без обробки (*контроль*)	100 мг/л саліцилова кислота	100 мг/л саліцилова кислота і 1 % хітозан
Сухі розчинні речовини (%): до зберігання	15,8	15,8	15,8
після зберігання	14,4	15,1	15,5
втрати	1,4	0,7	0,3
Титровані кислоти (%): до зберігання	1,75	1,75	1,75
після зберігання	0,85	0,90	0,98
втрати	0,90	0,85	0,77
Вітамін С (*м г/100 г*): до зберігання	19,1	19,1	19,1
після зберігання	11,2	12,2	15,6
втрати	7,9	6,9	3,5
Дубильні і барвні речовини (%): до зберігання	0,85	0,85	0,85
після зберігання	0,73	0,77	0,78
втрати	0,12	0,08	0,07
Антиоксидантна активність (*ммоль/ дм^3*): до зберігання	28	28	28
після зберігання	17	20	21
втрати	11	8	7
Вихід товарної продукції (%)	85,2	87,4	93
Втрати маси (%)	5,4	3,5	2,7
Дегустаційна оцінка (*бал*): до зберігання	4,8	4,8	4,8
після зберігання	3,8	4,4	5,0
втрати	1	0,4	0,2

Таблиця 6.2

Зміна якості плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка, попередньо оброблених розчином саліцилової кислоти впродовж зберігання, 2016–2019 рр.

Показник	Вид обробки		
	Без обробки (контроль)	100 мг/л саліцилова кислота	100 мг/л саліцилова кислота і 1 % хітозан
Сухі розчинні речовини (%): до зберігання	15,9	15,9	15,9
після зберігання	14,3	15,3	15,7
втрати	1,6	0,6	0,2
Титровані кислоти (%): до зберігання	2,03	2,03	2,03
після зберігання	0,96	1,18	1,53
втрати	1,07	0,85	0,50
Вітамін С (*м г/100 г*): до зберігання	19,2	19,2	19,2
після зберігання	10,1	12,8	15,4
втрати	9,1	6,4	3,8
Дубильні і барвні речовини (%): до зберігання	0,74	0,74	0,74
після зберігання	0,63	0,65	0,67
втрати	0,11	0,09	0,07
Антиоксидантна активність (*ммоль/ дм*^{3}): до зберігання	27	27	27
після зберігання	16	19	20
втрати	11	8	7
Вихід товарної продукції (%)	83,6	86,0	92,2
Втрати маси (%)	5,7	3,4	3,0
Дегустаційна оцінка (*бал*): до зберігання	4,8	4,8	4,8
після зберігання	3,4	4,4	5,0
втрати	1,4	0,4	0,2

В додатку Н.1 граничні значення натуральних відгуків, відображені в кодованій шкалі. При цьому, значення вектора границі кодування натуральних відгуків приймаємо від 0 до 3 та від 0 до –1,5. За цими значеннями складаємо матрицю кодування (додаток Н.2).

Тобто, кодуємо інтуїтивно різницю показників з додатку Н.1, враховуючи шкалу бажаності Харрінгтона та переносимо отримані значення до додатку Н.2. Для того, щоб отримати значення відгуків перетворення, необхідно провести відповідні розрахунки.

Для прикладу розглянемо розрахунок узагальненого окремого відгуку зберігання плодів вишні сорту Альфа, попередньо оброблених розчином саліцилової кислоти (1 відгук – сухі розчинні речовини):

$$y = 2+ [(1–2)/(0{,}56–0{,}73)]\ (0{,}7–0{,}73) = 2{,}0754 \qquad \textit{(6.1)}$$

Знаючи, що $d_i = (\exp(-\exp(-y_i'))$ знаходимо відгуки перетворення по шкалі бажаності 0,9759 та 0,9070 (Додатки Н.1 і Н.2). Отримані перетворені відгуки *d*, дають змогу розрахувати узагальнений відгук *D*. Показник узагальненого відгуку дає оцінку шкали бажаності.

З Додатку Н.1 видно, що граничні значення натуральних відгуків за показником вектора границі кодування натуральних відгуків від 1,5 до 3 визначається як “дуже добре”, від 0,77 до 1,5 – “добре”, від 0 до –1,5 – “погано”.

Отже, втрати сухих розчинних речовин для плодів вишні сортів Альфа і Пам’ять Артеменка повинні знаходитись в межах 0,56–0,97; титрованих кислот – 0,46–0,86; вітаміну С – 5,4–6,8; дубильних і барвних речовин – 0,09–0,91; антиоксидантної активності – 4,0–8,3; вихід товарної продукції – 87,9–92,3, втрати маси – 1,5–3,8; зміна дегустаційної оцінки – на 0,2–0,4 бали.

За показником узагальненого відгуку *(D)* (рис. 6.1) можна зробити висновок, що плоди вишні сортів Альфа і Пам’ять Артеменка краще зберігаються за попередньої обробки розчином саліцилової кислоти з хітозаном (*D = 0,95 і 0,97).*

Дещо поступалися їм плоди вишні, оброблені розчином саліцилової кислоти з показником узагальненого відгуку 0,86 і 0,77.

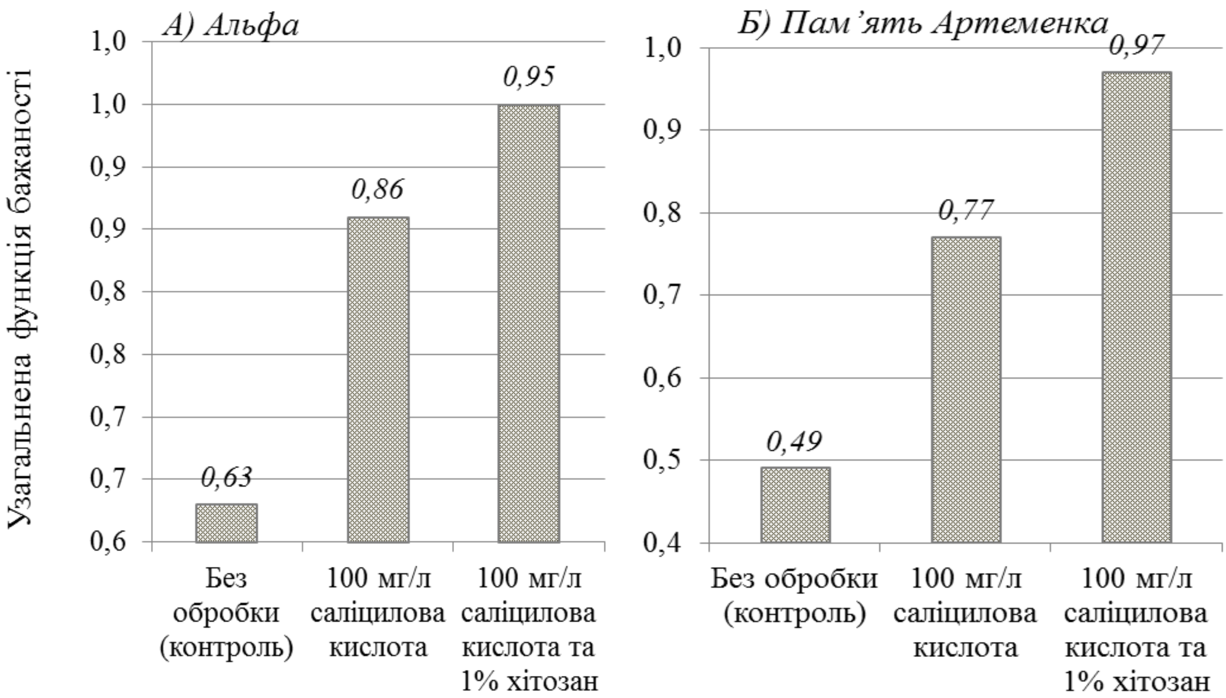


Рис. 6.1 **Ранжування попередньої обробки плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка та Альфа в порядку збільшення значення відгуку узагальненої функції бажаності**

Плоди вишні за попередньої обробки розчином саліцилової кислоти з хітозаном зберігають до 30 діб. Плоди вишні без обробки (контроль) без втрати якості можна зберігати лише 15 діб (D = 0,63 і 0,49*)*.

Показники узагальненого відгуку були вищими у плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка та Альфа, оброблених розчином саліцилової кислоти з хітозаном тому їх можна вважати більш придатними для зберігання.

Таким чином, 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.

6.2 Вибір концентрації розчину альгінату натрію для попередньої обробки плодів вишні перед зберіганням методом Харрінгтона

В таблиці 6.3 та 6.4 наведено існуючі значення плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка до та після зберігання. В Додатку Н.4 відображено значення кодованої шкали, яке приймали від 3 до 6 та від 0 до –0,5, яким відповідають певні значення за вмістом сухих розчинних речовин і т.д., які встановлені інтуїтивно. Наприклад, на кодованій шкалі значенню 0,89 за вмістом сухих розчинних речовин відповідає 0,94.

За складеною матрицею кодування (додаток Н.4), встановлюємо натуральні відгуки на кодовану шкалу і за нею обраховуємо функції бажаності. Наприклад: для плодів вишні сорту Альфа, за обробки 3 % розчином альгінату натрію (перший відгук – вміст сухих розчинних речовин знаходимо, що:

$$y = 1+[(1–1)/((0,82–0,94)]•(0,89–0,94)) \qquad (6.2).$$

Звідси за формулою $d_i = (\exp(-\exp(-y_i'))$ відгуки перетворення по шкалі бажаності будуть рівними 0,351 і 0,704 (Додатки Н.5 і Н.6). Знаходимо узагальнений відгук *D* який дає оцінку шкали бажаності.

Оскільки за шкалою кодування: від 0 до –1,5 – "погано"; від 0,77 до 1,5 – "добре"; від 1,5 до 3 – "дуже добре".

За вмістом сухих розчинних речовин ці значення знаходяться в межах 0,56–0,97; титрованих кислот – 0,46–0,89; вітаміну С – 5,4–6,8; дубильних і барвних речовин – 0,09–0,91; антиоксидантної активності – 4,0–8,3; вихід товарної продукції – 87,9–92,3, втрати маси – 1,5–3,8; зміна дегустаційної оцінки – на 0,2–0,4 бали.

За отриманими розрахунками знаходимо, що найефективнішим для плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка виявилась обробка 5 % розчином альгінату натрію. Зменшення концентрації альгінату натрію до 3 % або повна відсутність обробки виявились менш ефективними – відповідно добре і задовільно.

Таблиця 6.3

Зміна якості плодів вишні сорту Альфа, попередньо оброблених розчином альгінату натрію впродовж зберігання, 2016–2018 **рр**.

Показник	Вид обробки		
	Без обробки (*контроль*)	3 % розчин альгінату натрію	5 % розчин альгінату натрію
Сухі розчинні речовини (%): до зберігання	15,89	15,89	15,89
після зберігання	14,48	15,0	15,30
втрати	1,41	0,89	0,59
Титровані кислоти (%): до зберігання	1,74	1,74	1,74
після зберігання	0,84	0,90	0,94
втрати	0,90	0,84	0,80
Вітамін С (*м г/100 г*): до зберігання	19,05	19,05	19,05
після зберігання	12,2	12,4	13,0
втрати	6,85	6,65	6,05
Дубильні і барвні речовини (%): до зберігання	0,85	0,85	0,85
після зберігання	0,72	0,78	0,8
втрати	0,13	0,07	0,05
Антиоксидантна активність (*ммоль/ дм*^{3}): до зберігання	28	28	28
після зберігання	17	21	22
втрати	11	7	6
Вихід товарної продукції (%)	85,7	87,8	91,3
Втрати маси (%)	4,2	3,8	3,4
Дегустаційна оцінка (*бал*): до зберігання	4,8	4,8	4,8
після зберігання	3,8	4,5	5,0
втрати	1,0	0,3	0,2

Таблиця 6.4

Зміна якості плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка, попередньо оброблених розчином альгінату натрію впродовж зберігання 2016–2018рр.

Показник	Вид обробки		
	Без обробки (*контроль*)	3 % розчин альгінату натрію	5 % розчин альгінату натрію
Сухі розчинні речовини (%): до зберігання	15,89	15,89	15,89
після зберігання	14,3	15,0	15,1
втрати	1,59	0,89	0,79
Титровані кислоти (%): до зберігання	2,02	2,02	2,02
після зберігання	0,95	1,08	1,13
втрати	1,07	0,94	0,89
Вітамін С (*м г/100 г*): до зберігання	19,15	19,15	19,15
після зберігання	12,0	12,1	12,4
втрати	7,15	7,05	6,75
Дубильні і барвні речовини (%): до зберігання	0,74	0,74	0,74
після зберігання	0,64	0,66	0,7
втрати	0,10	0,08	0,04
Антиоксидантна активність (*ммоль/ дм*^{3}): до зберігання	27	27	27
після зберігання	16	20	21
втрати	11	7	6
Вихід товарної продукції (%)	85,6	88,2	92,4
Втрати маси (%)	4,1	4,0	3,2
Дегустаційна оцінка (*бал*): до зберігання	4,8	4,8	4,8
після зберігання	3,8	4,4	5,0
втрати	1,0	0,4	0,2

Ранжування зразків в порядку збільшення значення узагальненої функції представлено на рис. 6.2.

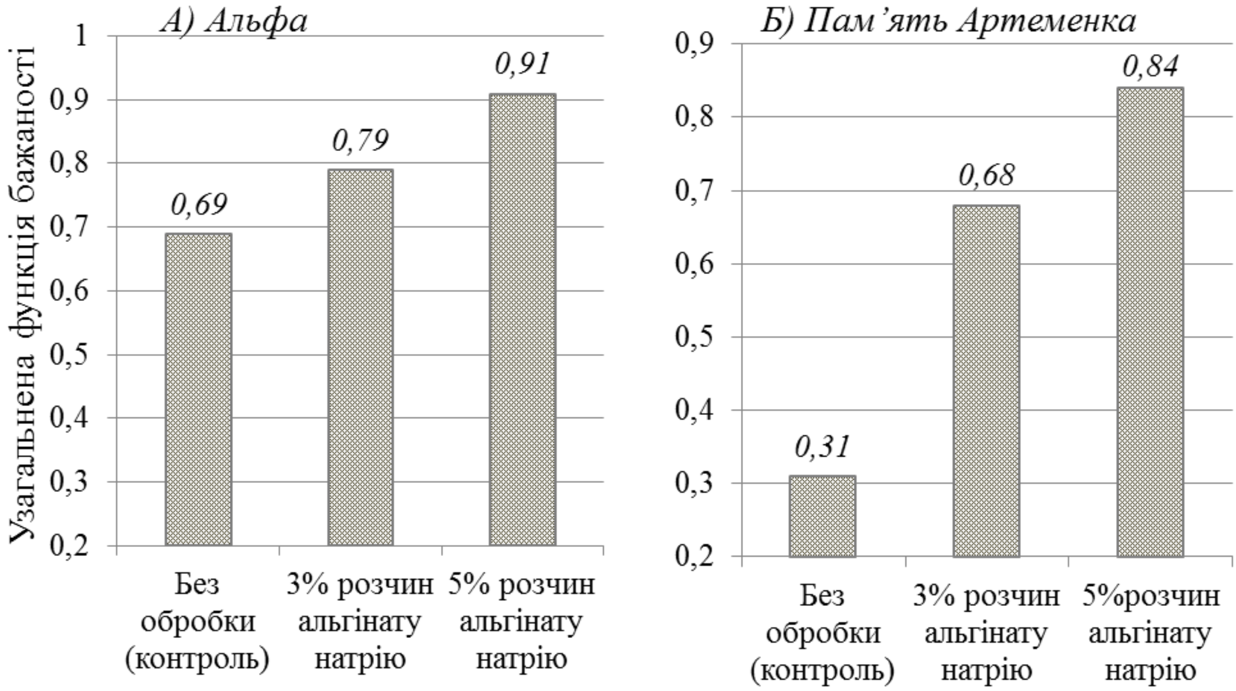


Рис. 6.2 **Ранжування попередньої обробки альгінатом натрію на плоди вишні сорту Пам'ять Артеменка та Альфа в порядку збільшення значення відгуку узагальненої функції бажаності**

Таким чином, за ранжуванням найбільш придатними до зберігання були плоди вишні сорту Альфа оброблені 5 % розчином альгінату натрію.

6.3 Обґрунтування ефективності зберігання плодів вишні методом кореляційних плеяд

6.3.1 Обґрунтування ефективності зберігання плодів вишні, оброблених розчином хітозану із саліциловою кислотою. Важливою умовою зберігання плодів є встановлення зміни та зв'язку компонентів фізико-хімічного складу. Для встановлення взаємозв'язку між показниками якості плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями, перед зберіганням, використовували метод кореляційних плеяд [1, 2, 3].

Метод кореляційних плеяд дає змогу об'єктивно виокремити істотні зв'язки, встановити їх розміщення, структуру взаємозв'язку за комплексом дослідних ознак. Кореляційні плеяди будували за знайденими коефіцієнтами кореляцій між ознаками, виділяли достовірні коефіцієнти кореляції ($p>5$ %); визначали первинні центри зв'язків та складали кореляційні залежності [1, 3, 9, 14].

Було виокремлено десять показників (Додатки П.1 і П.2, рис. 6.3) та дві ознаки індикатори – інтенсивність дихання (ІД) і вміст сухих розчинних речовин (СРР). Аналіз проведених досліджень показує, що вони тісно і обернено пов'язані між собою ($r =$ *–0,82–0,90*).

Як видно з даних (додаток П.1) інтенсивність дихання плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка тісно обернено корелювала з умістом сухих розчинних речовин ($r =$ *–0,99*). І це очевидно, оскільки хімічні компоненти під час зберігання плодів вишні витрачалися на дихання.

Уміст сухих розчинних речовин плодів вишні оброблених розчином хітозану із саліциловою кислотою і окремі компоненти хімічного складу тісно корелювали між собою – з аскорбіновою кислотою ($r =$ *0,98*), титрованими кислотами ($r =$ *0,92–0,96*), дубильними і барвними речовинами ($r =$ *0,84–0,94*), загальним цукром ($r =$ *0,77–94*), ферментом аскорбатпероксидази ($r =$ *0,85–0,95*) і залежали від активності ферменту каталази ($r =$ *0,91*).

Обробка плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка розчином хітозану із саліциловою кислотою значно вплинула на проходження основного фізіологічного процесу – дихання в плодах вишні впродовж зберігання (Додатки П.1 і П.2, рис. 6.3). Активну участь в процесі дихання брали сухі розчинні речовини ($r =$ *–0,82…–0,90*), в тому числі цукри ($r =$ *–0,59… –0,69*) та органічні кислоти ($r =$ *–0,76…–0,77*).

Із зміною інтенсивності дихання плодів вишні значно змінювались і втрати маси ($r =$ *–0,72*), на які крім хімічного складу (сухі розчинні речовини, аскорбінова кислота, загальний цукор) значно впливала активність ферменту аскорбатпероксидази ($r =$ *0,92–0,99*). Також на інтенсивність дихання впливала й активність ферментів антиоксидантного комплексу каталази ($r =$ *0,93…0,95*) та аскорбатпероксидази ($r =$ *–0,64…–0,79*). При чому активність ферменту каталази впливала сильніше.

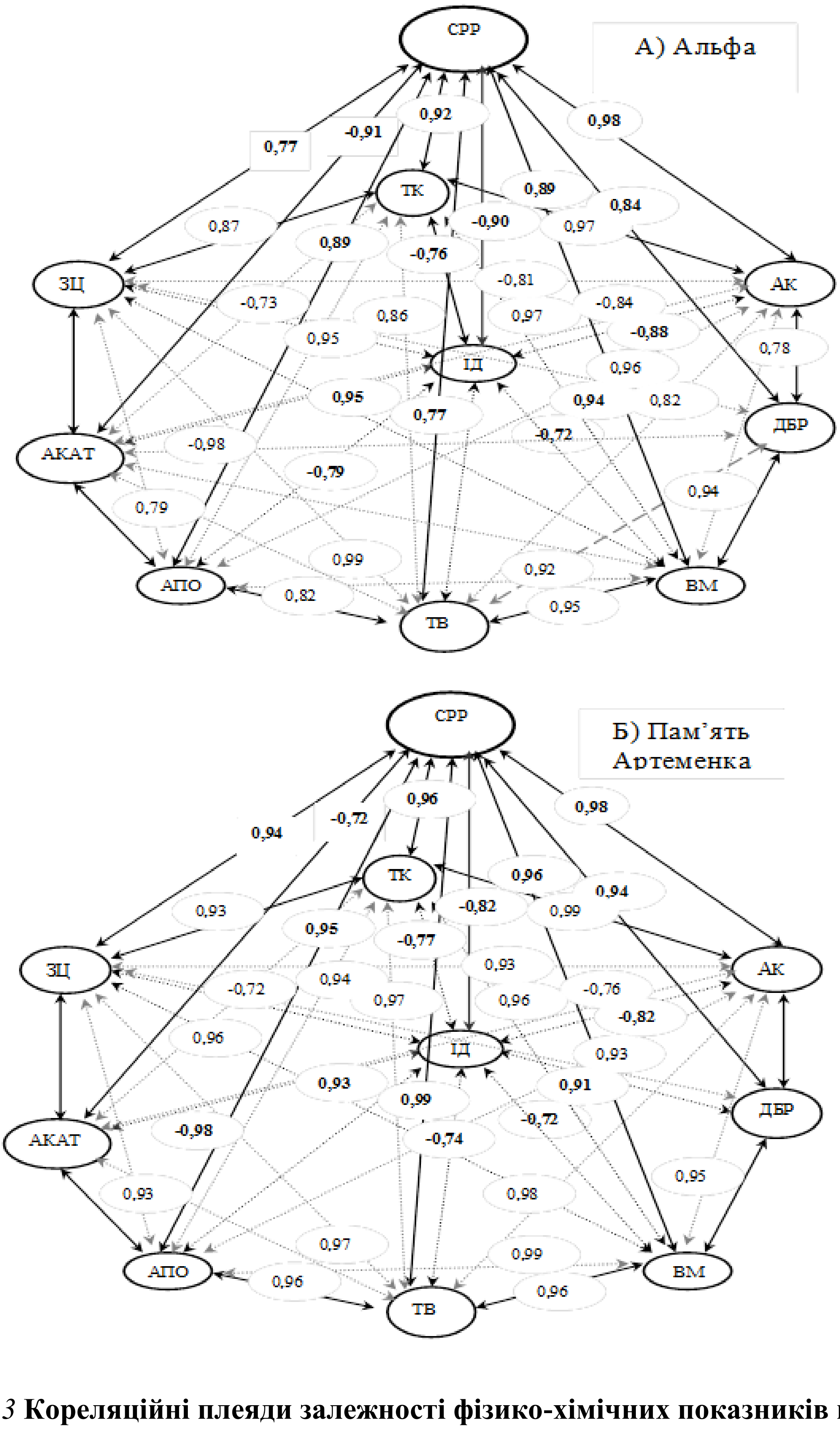


Рис. 6.3 **Кореляційні плеяди залежності фізико-хімічних показників плодів вишні, попередньо оброблених хітозаном із саліциловою кислотою, впродовж зберігання,** 2016–2019 рр.

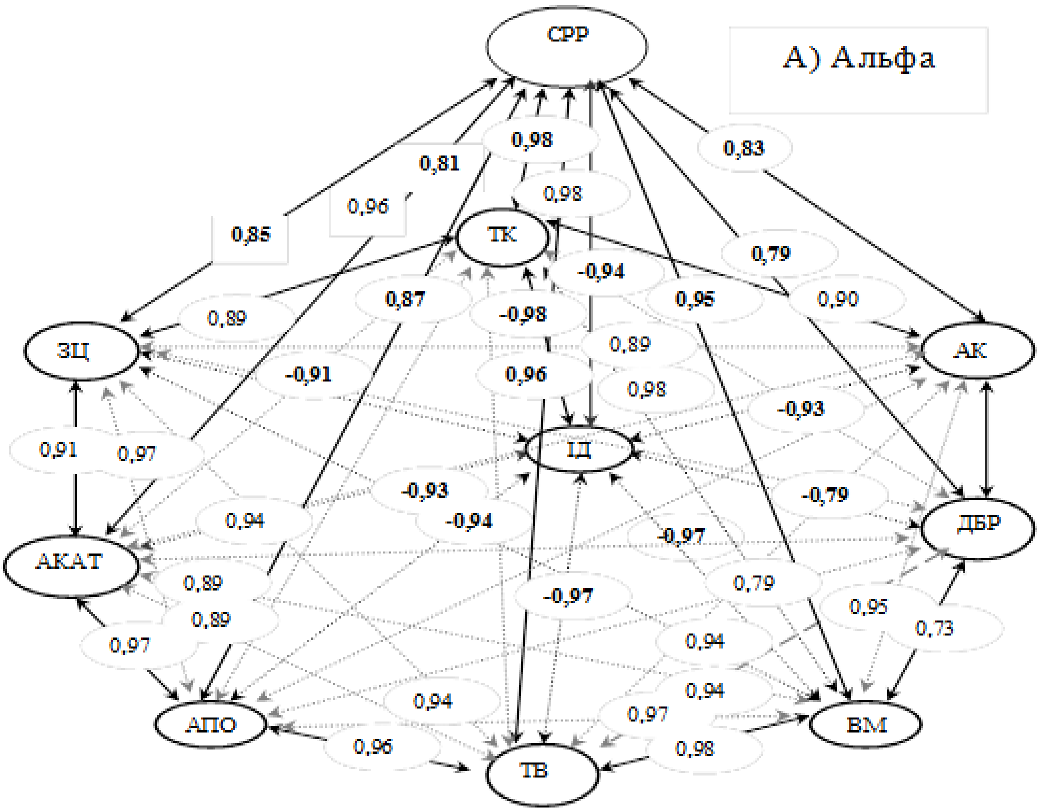
Отже, фізико-хімічні показники плодів вишні впродовж зберігання залежать від інтенсивності дихання. Попередня обробка плодів вишні розчином саліцилової кислоти з хітозаном дала змогу вплинути на перебіг фізико-хімічних процесів впродовж зберігання. Значні зміни впродовж зберігання плодів вишні відбулись за обробки плодів хітозану із саліциловою кислотою за активності ферменту каталази ($r = 0,93…0,95$).

6.3.2 Обгрунтування ефективності зберігання плодів вишні, оброблених альгінатом натрію. Фізико-хімічні показники плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка змінювалися впродовж всього періоду зберігання (Додатки П.3 і П.4, рис. 6.4). Вміст сухих розчинних речовин оброблених плодів вишні впродовж зберігання прямо та тісно залежав від вмісту деяких компонентів хімічного складу та обернено від інтенсивності дихання.

При чому вміст окремих компонентів хімічного складу плодів залежав від інтенсивності дихання. Встановлено, що з її зміною змінювався й вміст сухих розчинних речовин, кислот, цукрів.

В дослідних плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, оброблених розчином альгінату натрію, інтенсивність дихання обернено і сильно корелювала із фізико-хімічними показниками. При чому, обробка плодів вишні альгінатом натрію значно вплинула на втрати маси ($r = –0,95…–0,97$), і на щільність плодів вишні ($r = –0,96… –0,97$). Також за попередньої обробки плодів значно змінився вміст титрованих кислот ($r = –0,98$) та активність ферменту каталази ($r = –0,93…–0,97$).

Отже, обробка плодів вишні розчином альгінату натрію вплинула на інтенсивність дихання та перебіг фізико-хімічних процесів плодів вишні. За обробки плодів вишні розчином альгінату натрію значно змінилися втрати маси та щільність плодів. Також попередня обробка плодів вплинула на вміст титрованих кислот та активність каталази.



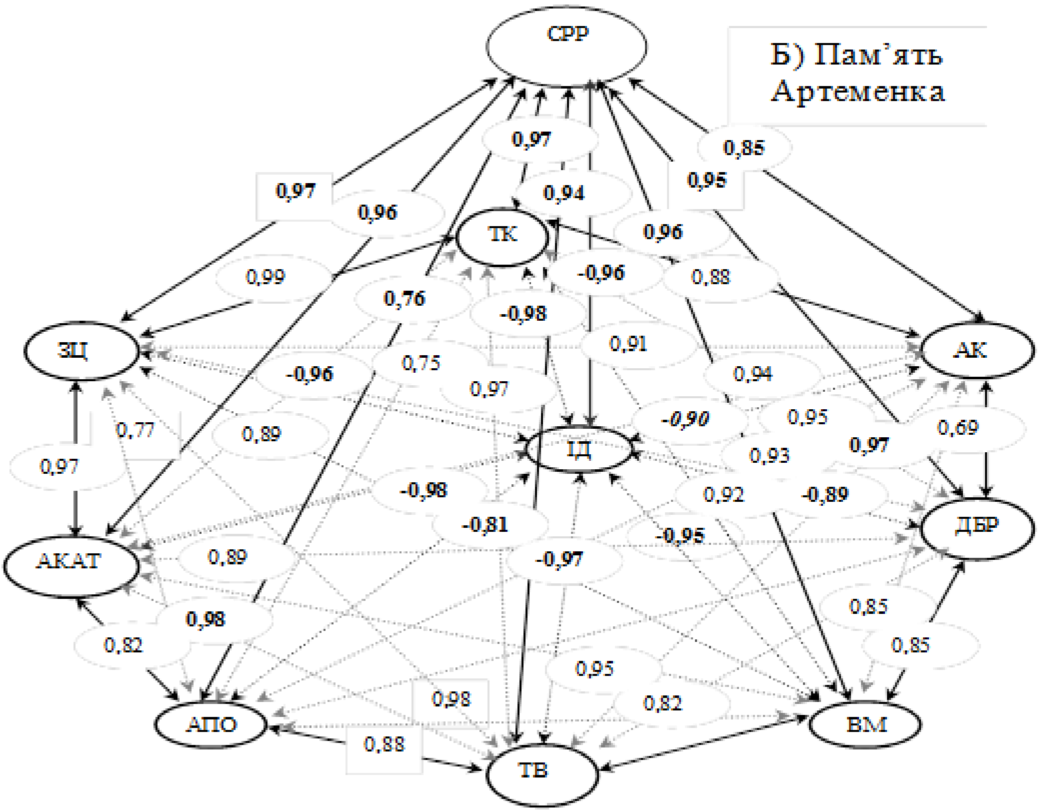


Рис. 6.4 **Кореляційні плеяди залежності фізико-хімічних показників плодів вишні, попередньо оброблених альгінатом натрію, впродовж зберігання,** 2016–2018 рр.

6.4. Вплив післязбиральної обробки полісахаридними композиціями на особливості технології зберігання плодів вишні

Плоди вишні за попередньої обробки розчином хітозану з саліциловою кислотою після зберігання мають кращі показники товарної якості, характеризуються меншими втратами маси, вищим умістом сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот, аскорбінової кислоти, дубильних і барвних речовин. Вони мають більшу щільність, антиоксидантну активність та нижчу інтенсивність дихання, тому проходження фізіолого-біохімічних процесів під час зберігання сповільнюється разом із зміною активності ферментів.

Для технологічного процесу зберігання плоди вишні обприскують за дві-три доби до настання споживної стадії стиглості препаратом, який складається з 1 % хітозану розчиненому у 3 %-ій оцтовій кислоті, сюди ж додають 100 мг саліцилової кислоти та суміш розчиняють в 1 л води.

Після висихання, плоди споживного ступеня стиглості, одного товарного і помологічного сорту, розвинуті, цілі, свіжі, чисті, без надлишкової зовнішньої вологи та стороннього запаху (ДСТУ 8325:2015) за розміром по найбільшому поперечному діаметру не менше 16 мм для 1 сорту закладають в ящики №5 вагою не більше 5 кг із полімерних матеріалів (ДСТУ 4971:2008) (рис. 6.5, додатки С.1, Т.3).

Попередньо підготовлена тара повинна бути суха, чиста, міцна, без сторонніх запахів. Здійснюють пакування та маркування з наклеюванням етикетки, що містить відомості про назву й адресу відправника, дату збирання, пакування, відвантаження, маси плодів нетто. Після цього плоди транспортують до пункту зберігання. Розвантажують сировину. Приймання здійснюють згідно встановлених правил, перевіряючи необхідні супровідні документи.

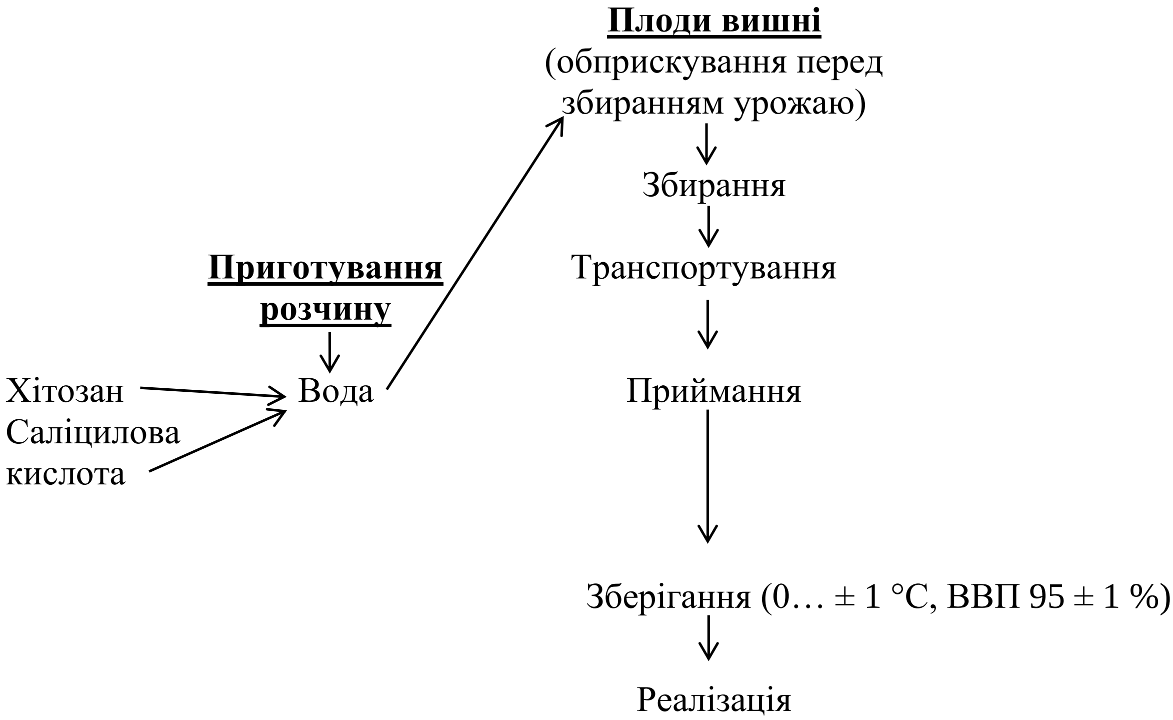


Рис 6.5 **Технологічна схема зберігання плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою**

Визначення якості плодів проводять за масою шляхом зважування згідно вимог інструкції. Визначають залишкову кількість токсичних елементів і пестицидів (ДСАНПін 8.8.1.2.3.4. – 000–2001). Після приймання ящики з плодами закладають на зберігання при температурі 0 … ±1°С і вологості повітря 95 ± 1 % не довше 30 діб.

За попередньої обробки плодів вишні розчином альгінату натрію (рис. 6.6, додаток Т.8), після розвантажування та приймання сировини, сортування за якістю, видалення зім'ятих, пошкоджених сільськогосподарськими шкідниками, недозрілих та перезрілих, плоди інспектують, миють і наносять розчин альгінату натрію.

Для приготування 5 % розчину, альгінат натрію розчиняють у воді і подають в ємність для обробки плодів вишні, після чого їх виймають, обсушують, упаковують у ящики і закладають на зберігання за температури 0…±1°С і вологості повітря 95±1 % тривалістю до 30 діб.

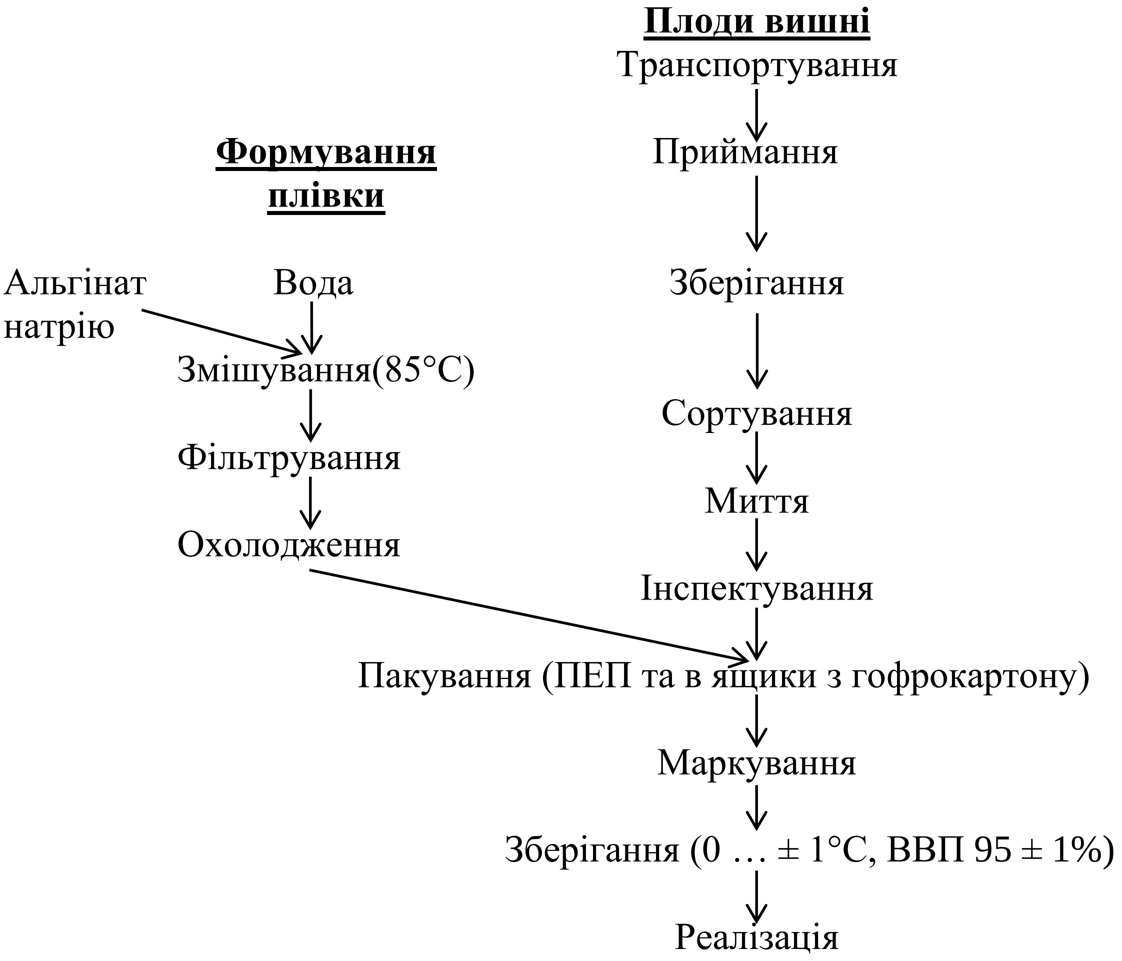


Рис. 6.6 **Технологічна схема зберігання плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію**

Висновки до розділу 6

1. Використання узагальненої функції бажаності Харрінгтона дає змогу об'єктивно оцінити плоди вишні на придатність до зберігання. Кращою для обробки плодів вишні перед зберіганням є обробка розчином 100 мг/л саліцилової кислоти з 1 % хітозаном. 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.

2. За розрахунками узагальненої функції бажаності Харрінгтона для плодів вишні сорту Альфа і Пам'ять Артеменка найефективнішою є обробка 5 % розчином альгінату натрію. Найбільш придатними до зберігання є плоди вишні сорту Альфа.

3. Фізико-хімічні показники плодів вишні впродовж зберігання взаємопов'язані між собою і складають одну кореляційну плеяду в якій показником індикатором є інтенсивність дихання. Попередня обробка розчином 100 мг/л саліцилової кислоти з 1 % хітозаном або альгінатом натрію позитивно впливає на збереження якості плодів вишні.

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

Результати досліджень розділу 6 опубліковані в чотирьох патентах на корисну модель [10, 11, 12, 13], двох статтях [5, 8] та трьох тезах [4, 6, 7].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 6

1. Callahan Hilary S., Donald M. Waller. Phenotypic integration and the plasticity of integration in an amphicarpic annual. International journal of plant sciences. Vol. 161, no. 1, 2000. P. 89–98.

2. Harrington E. C. The desirable function. Industrial Quality Control. 1965. Vol. 21. № 10. P. 124–131.

3. Steppan S. J. Phylogenetic analysis of phenotypic covariance structure. I. Contasting results from matrix correlations and common principal components analysis. Evolution. 1997. Vol. 51(2). P. 571–586.

4. Василишина О. В. Вплив післязбиральної обробки полісахаридними композиціями на особливості технології зберігання плодів вишні. ІІ Міжнародна науково-практична конференція «Перспективи еко-інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва». Полтава, 2020. С. 48.

5. Василишина О. В. Встановлення взаємозв'язку між фізико-хімічними

показниками плодів вишні впродовж зберігання методом кореляційних плеяд. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2020. №.2.С. 72–78.

6. Василишина О. В. Застосування методу Харрінгтона для оцінки якості плодів вишні впродовж зберігання. Міжнародна науково-практична конференція «Харчова хімія. Сучасні методи виробництва продуктів харчування, харчові добавки, пакувальні матеріали». Львів. 2020. С. 89.

7. Василишина О. В. Застосування харчових плівок і покриттів для збереження якості плодовоягідної продукції. IV Спеціалазований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко-Форум –2020». Запоріжжя, 2020. С. 27.

8. Василишина О. В. Оцінка якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання методом Харрінгтона. Агробіологія. 2020. №.2. С. 27–35.

9. Колтунов В., Белінська Є. Обгрунтування ефективності збереженості редису методом Харрінгтона. Товари і ринки. 2010. №2. С. 62–68.

10. Патент на корисну модель № 119156 Україна, МПК (2017) A01G 7/06. Спосіб застосування водного розчину хітозану для обробки плодів вишні перед зберіганням / Василишина О. В. Заморська І. Л. №U2017 03674; Заявл. 14.04.2017; Опубл. 11.09.2017. Бюл. № 17. 4 с.

11. 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.

12. Патент на корисну модель № 135992 Україна, МПК (2019) A23B 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.

13. 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.

14. Пузік Л. М., Колтунов В. А., Романов О.В., Бондаренко В. А., Гайова Л. О., Щербина Є. В. Капустяні овочі. Технологія вирощування і зберігання: колект. монографія. Харків: Видавець Іванченко І.С., 2015. 374 с.

РОЗДІЛ 7
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗАМОРОЖЕНИХ ПЛОДІВ ВИШНІ

7.1 Обґрунтування оптимальної температури зберігання заморожених плодів вишні

Плоди кісточкових культур за зберігання, зазвичай, мають слабку властивість післязбирального дозрівання, тобто їх якість при цьому суттєво не поліпшується, і продукція досить швидко втрачає товарні властивості. Тому для продовження строків зберігання і споживання кісточкових, зокрема вишні, необхідно застосувати “жорсткий” температурний режим – наближений до точки замерзання клітинного соку [43, 45].

Сучасні технології заморожування плодів спрямовані на створення таких умов низькотемпературного оброблення й зберігання, за яких споживні властивості продуктів будуть максимально наближеними до свіжих і не змінюватися впродовж тривалого терміну холодильного зберігання. Сутністю процесу заморожування є фазове перетворення води плодів із рідкого стану в кристалічний. Саме кристалізацією рідкої фракції зумовлена здатність швидкозаморожених плодів до тривалого зберігання, оскільки перетворення води у лід перешкоджає живленню мікроорганізмів, створюючи несприятливі осмотичні умови, уповільнює швидкість протікання хімічних і фізіологічних процесів [25]. Збільшенню терміну сприяє зниження температури зберігання. Межею охолодження для зберігання в свіжому вигляді плодів є кріоскопічна температура – початку кристалізації води.

Кріоскопічна температура – це необхідний параметр при розрахунках режимів низькотемпературної обробки для отримання свіжозамороженого продукту. Температури, близькі до кріоскопічних, сприяють продовженню терміну зберігання плодів без фазових змін води, а швидке проходження зони кристалізації під час заморожування сприяє утворенню дрібних кристалів льоду, що позитивно впливає на збереження структури рослинної сировини після її дефростації. Тому, визначення кріоскопічної температури плодів має важливе практичне значення [25, 26].

У науковій літературі існують суперечливі дані щодо оптимальної кріоскопічної температури різних видів плодів. На цей показник впливають як морфологічні і сортові ознаки, так і агроекологічні умови вирощування. За даними А. Г. Мазуренка зі співавторами, кріоскопічна температура ягід перебуває в діапазоні температур від –0,8 до –1,2°С. У той же час Н. А. Головкін стверджує, що для вишні вона наближається до –3,5 ºС, а окремих сортів винограду – до –5 ºС [25].

Плоди абрикоса та нектарина зберігають свої фізіологічні та споживні властивості за температур близьких до заморожування. Для плодів черешні оптимальною є температура мінус 3°С. Встановлено [23], що зберігання близької до заморожування температури сповільнює старіння, швидкість дихання, розм’якшення, накопичення малонового діальдегіду плодів черешні.

Зберігання плодів абрикоса впродовж 60 діб при температурі близькій до нуля (–1,7 ± 0,2 °С) сприяло збереженню їхньої щільності, антиоксидантної активності та вмісту біологічно активних речовин [12].

В результаті проведених нами досліджень з плодами вишні виявлені фазові перетворення. Проведено реєстрацію динаміки виділення теплоти у процесі безперервного рівномірного охолодження зразка в діапазоні температур від 0 до –35°С, визначено амплітудні й температурні параметри екзотерм льодоутворення.

Діапазон спостереження екзотермічного процесу (рис.7.1 і 7.2) розділили на три ділянки, що відрізнялися нахилом ліній.

Наявність на ізотермах декількох піків, їхня амплітуда й положення на температурній шкалі зумовлено загальним вмістом води, різного температурного замерзання переохолоджених водних розчинів, формами зв’язку із сухою речовиною та особливостями тканинної будови [25].

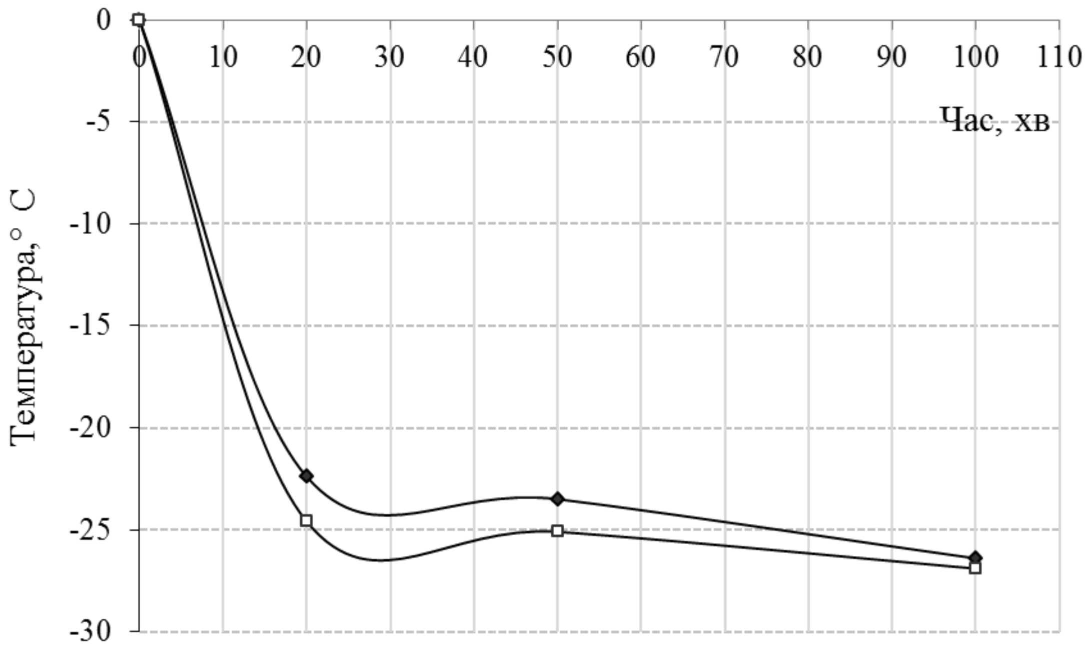


Рис. 7.1 **Зміна температури плодів вишні сортів Гріот Подбєльський і Альфа залежно від тривалості заморожування,** 2012–2013 **рр**.

– Гріот Подбєльський; – Альфа.

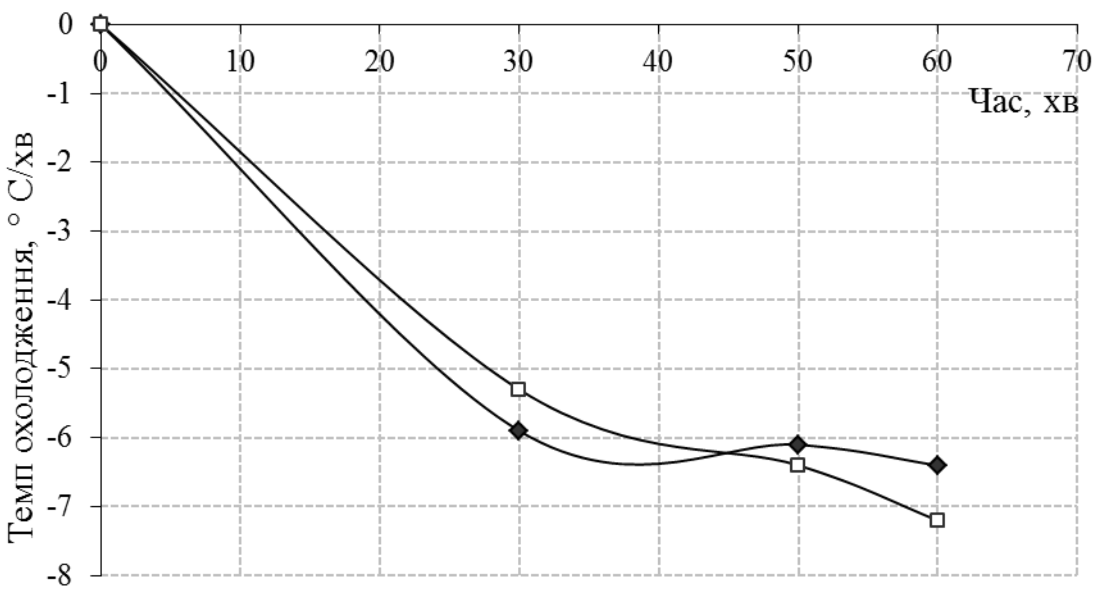


Рис. 7.2 **Зміна швидкості охолодження плодів вишні сортів Гріот Подбєльський і Альфа залежно від тривалості заморожування**

– Гріот Подбєльський; – Альфа.

З рисунків видно, що в процесі заморожування спочатку відбувалося охолодження і переохолодження досліджуваних плодів, потім проходить незначне зниження температури до рівня (–4,2...–5,9°С), ордината якого на графіку відповідає кріоскопічній температурі.

Максимальна амплітуда екзотермічного процесу (рис. 7.1, 7.2) для плодів вишні сортів Гріот Подбєльський становить –6,4, а Альфа –7,2°С. При аналізі термограм встановлено високо- –22,4 і –24,6°С та низькотемпературних екзотерм – –23,5 і –25,1°С, та –26,4 і –26,9°С (через 100 хв.) наявність яких під час заморожування зумовлена особливостями міжклітинного та внутріклітинного льодоутворення.

В подальшому температура плоду починала знижуватись, що означало закінчення фази заморожування. Наступне зниження температури вказувало на те, що відбувалось заморожування охолоджених плодів вишні.

Для більш детального аналізу процесу заморожування використовували залежність швидкості охолодження плодів вишні від її тривалості (рис. 7.2). Із аналізу рисунка можна визначити точку закінчення процесу кристалізації води.

Вона відповідає мінімуму на кривій швидкості охолодження. Для проведених термограми і діаграми швидкість охолодження плодів вишні сортів Гріот Подбєльський і Альфа точка закінчення процесу кристалізації відповідає температурі –6,1 і –6,4°С, а кріоскопічна температура –5,3 і мінус 5,9°С відповідно. Застосування методу диференційного термічного аналізу дає змогу встановити особливості кристалоутворення та визначити температурні діапазони на всіх етапах заморожування: температуру плоду і температуру ініціації льодоутворення; максимально низьку температуру кристалізації (осмотично- і колоїдно-зв’язаної вологи), температуру заморожування.

Отже, аналізування екзотермічних процесів свідчить, що оптимальною температурою зберігання заморожених плодів вишні є температура –26,4…–26,9 °С.

7.2 Формування і збереження якості заморожених плодів вишні залежно від сортових особливостей і обробки речовинами кріопротекторної дії

Для подовження періоду споживання плодів та вишні одним із найкращих способів збереження їх харчової та біологічної цінності є заморожування [42, 46, 50, 51, 53, 54]. Для захисту клітинних структур при заморожуванні від ушкоджень використовують кріопротектори (цукри, спирти), що дасть змогу зберегти тканини від зовнішньо- і внутріклітинного льодоутворення та зневоднення без погіршення якості сировини [52].

Одним із показників якості заморожених плодів є їх сокоутримуюча здатність після заморожування (рис. 7.3).

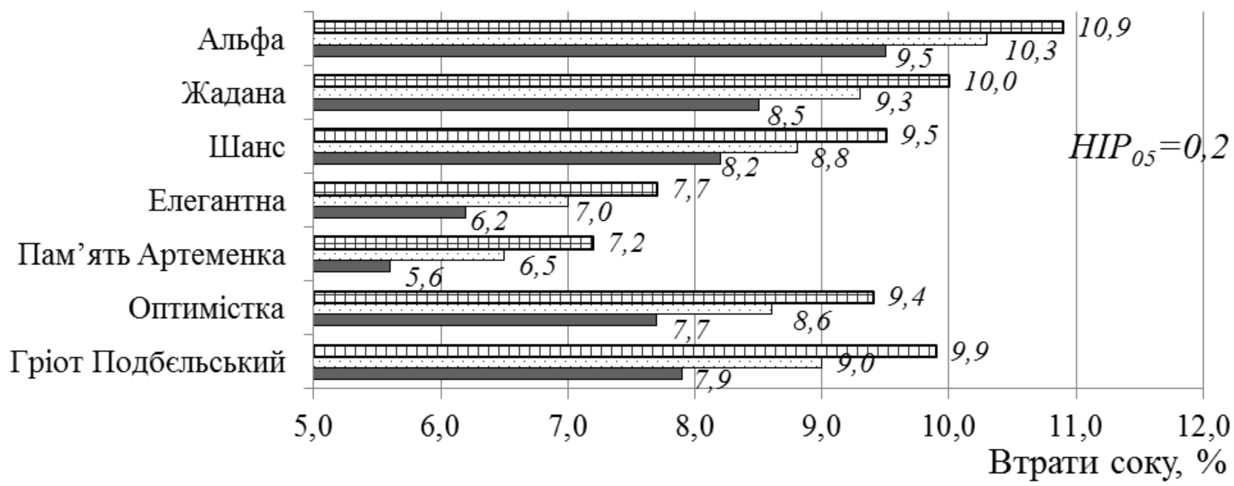


Рис. 7.3 **Втрати соку плодами вишні після заморожування та зберігання,** 2016–2018 рр.:

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

У плодах вишні після заморожування сокоутримуюча здатність змінювалася і залежала від сортових особливостей. Максимальні втрати соку після 6 місяців зберігання спостерігались у плодів вишні сорту Альфа (10,9 %), а мінімальні – у плодів сорту Пам'ять Артеменка (7,2 %). Для плодів вишні сортів Жадана, Шанс, Оптимістка та Гріот Подбєльський вони залишалась на рівні 9,4–10,0 %. На думку І. Є. Іванової [41] неоднакова сокоутримуюча здатність залежить від будови м'якуша та шкірочки плодів різних сортів вишні.

Одним із важливих показників, що характеризують якість плодів вишні є схильність до розтріскування, що залежить від розміру і форми плодів, їхньої щільності, розвитку, морфології шкірочки, вмісту компонентів хімічного складу та вологи, генетичних та факторів агротехніки.

Дослідження здатності до розтріскування внаслідок заморожування свідчать про достатньо низьку схильність плодів вишні до проявів цього дефекту (рис. 7.4). Максимальну схильність до розтріскування мали плоди вишні сортів Альфа, що в 5 разів перевищувало мінімальний показник виявлений у плодів сорту Пам'ять Артеменка.

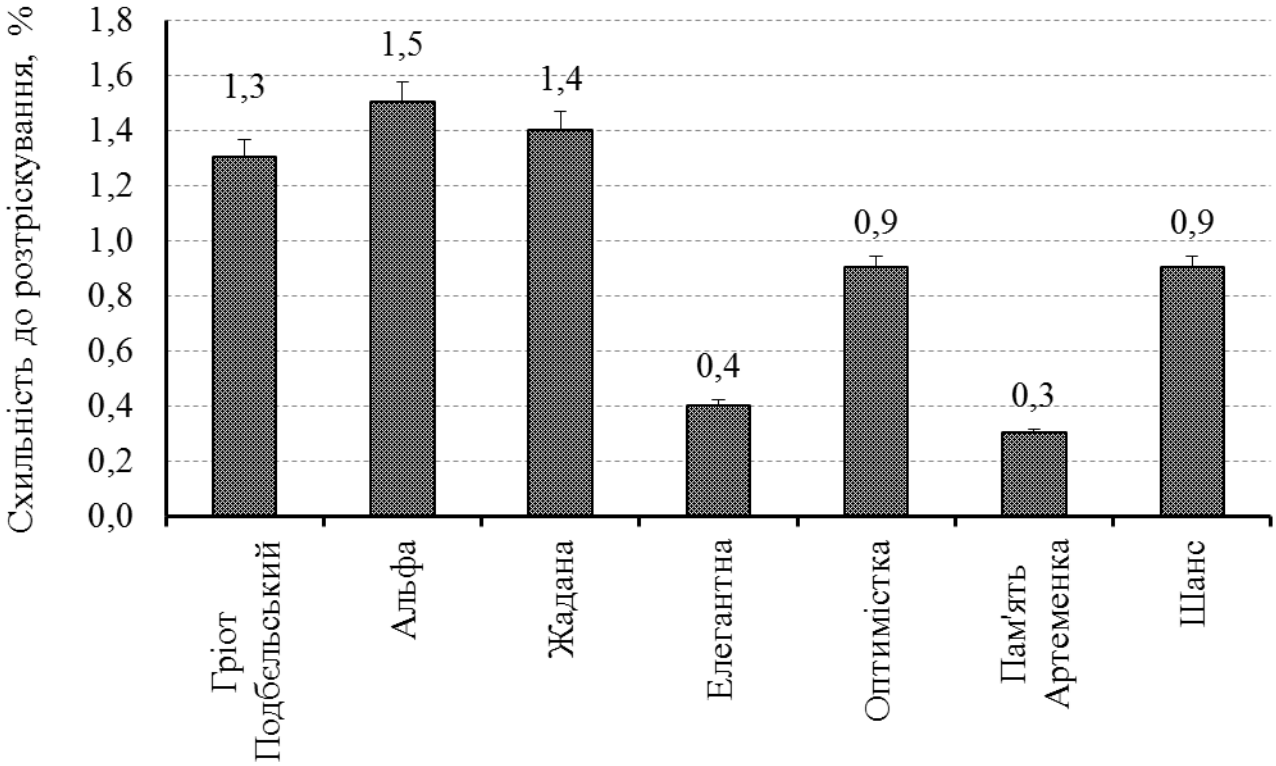


Рис. 7.4 **Схильність до розтріскування заморожених плодів вишні**

($НІР_{05}$ = 0,4), 2016–2018 рр.

Якість плодів вишні визначається вмістом сухих розчинних речовин до яких відносять вуглеводи, азотисті речовини, кислоти, та ін. Як видно з даних рис. 7.5 вміст сухих розчинних речовин у плодах вишні змінювався залежно від сорту в середньому від 15,3 % у сорту Гріот Подбєльський до 15,9 % Пам'ять Артеменка.

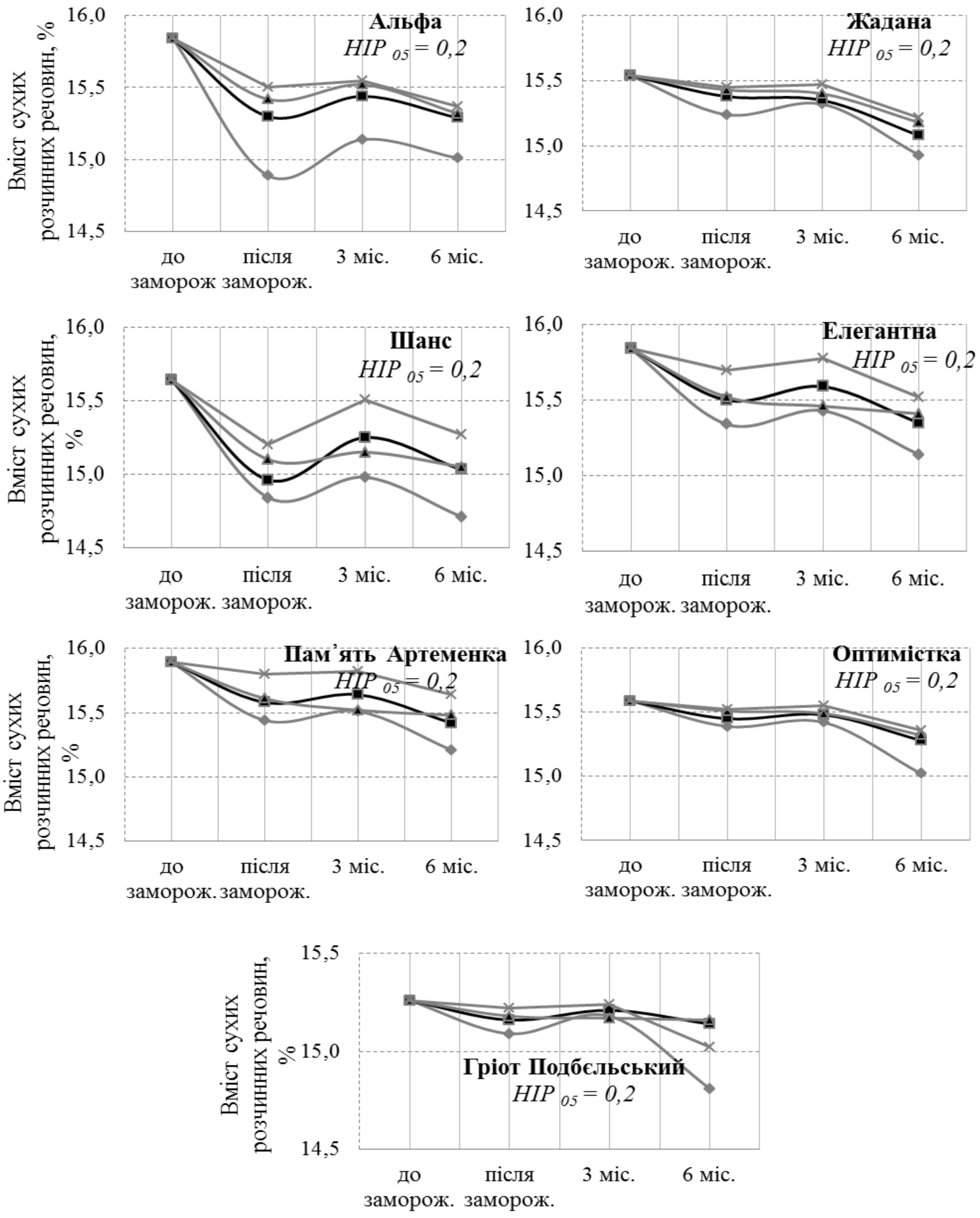


Рис. 7.5 **Зміна вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні під час заморожування у розчинах цукру та зберігання**, 2016–2018 рр.

− без обробки (контроль); − 25% розчин цукру;
− 20% розчин цукру + 4% аскорутину; − 45% розчин цукру.

Після заморожування вміст сухих розчинних речовин плодів вишні знижувався на 1,1–5,9 % порівняно зі свіжими плодами. Найвищі втрати сухих розчинних речовин спостерігали у плодах сортів Альфа (5,9 %) і Шанс (5,1 %), а істотно нижчими вони були у плодів сортів Жадана (1,9 %), Оптимістка (1,3 %) і Гріот Подбєльський (1,1 %).

При заморожуванні плодів вишні у 25 % цукровому сиропі вміст сухих розчинних речовин знижувався на 0,65–4,30 % порівняно зі свіжими плодами, що на 0,45–1,60 % нижче від контрольного варіанту. При цьому, позитивно за показником втрат сухих розчинних речовин виділялися сорти Жадана (1,00 %), Оптимістка (0,90 %) і Гріот Подбєльський (0,65 %). Істотно гірші у цьому відношенні були показники у сортів Альфа (3,4 %) і Шанс (4,3 %).

Після заморожування плодів вишні у 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину зниження вмісту сухих розчинних речовин було на рівні 0,50–3,40 %. Проте, за використання для заморожування 45 % цукрового сиропу втрати сухих розчинних речовин, порівняно із свіжими плодами, були мінімальними – 0,26–2,80 %.

Впродовж шести місяців зберігання необроблених заморожених плодів вишні у контрольному варіанті втрати сухих розчинних речовин відповідно склали 2,9–5,9 %. При цьому, істотно вищі втрати спостерігалися у плодах вишні сортів Шанс (5,9 %) і Оптимістка (5,5 %). Дещо меншими вони були у сортів Жадана (3,9 %) і Гріот Подбєльський (2,9 %).

Заморожування плодів вишні у цукрових сиропах сприяло збереженню вмісту сухих розчинних речовин. Так, використання для цього 25 % цукрового сиропу сприяло зменшенню втрат сухих розчинних речовин через 6 місяців зберігання, порівняно зі свіжими плодами, до рівня 0,78–3,9 %. При цьому, найменшими втратами характеризувалися плоди сорту Гріот Подбєльський (0,78 %), а найбільшими – сорт Шанс (3,98 %).

Для плодів вишні, заморожених у 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину вміст сухих розчинних речовин на кінець зберігання знизився на 0,65 % у сорту Гріот Подбєльський і на 3,28 % у сорту Альфа, що було на рівні заморожених плодів вишні у 25 % цукровому сиропі. Після заморожування плодів вишні в 45 % цукровому сиропі втрати сухих розчинних речовин знижувалися до рівня 1,02–2,96 %. При цьому, максимальними вони були у плодів сорту Альфа (2,96 %), а мінімальними – Гріот Подбєльський (1,02 %).

З рис. 7.6 видно, що на вміст сухих розчинних речовин плодів вишні впливають чинники: найбільш вагомо А (сорт) – 40 % та С (спосіб заморожування) – 29 %, взаємодія факторів – 16 %, а вплив тривалості зберігання – всього 10 %.

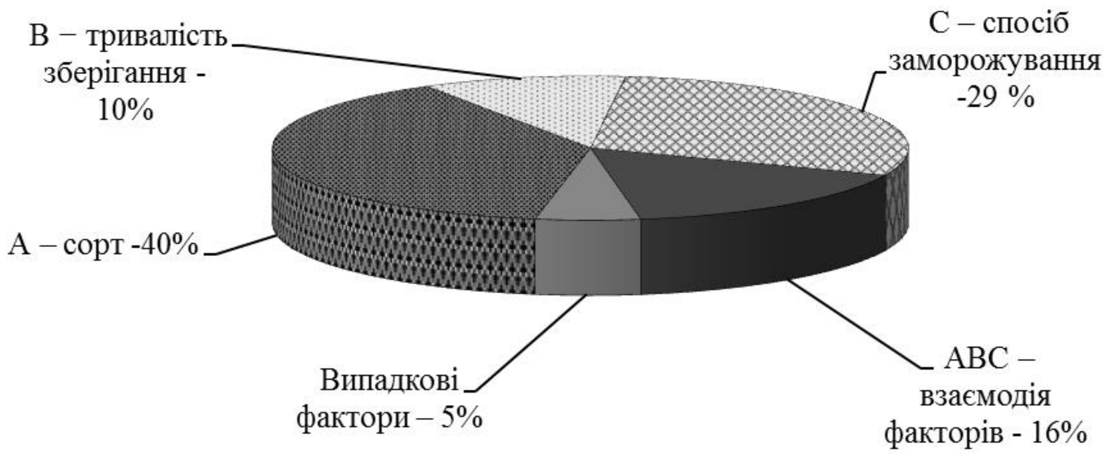


Рис. 7.6 **Частка впливу досліджуваних чинників на вміст сухих розчинних речовин в заморожених плодах вишні,** 2016–2018 рр.

Як показують результати досліджень (рис. 7.7) вміст цукру в плодах вишні змінювався впродовж заморожування і залежав від сорту плодів та способу заморожування.

Зокрема, в свіжих плодах вишні він був на рівні 10,1–11,0 %. Після заморожування вміст цукрів знизився у контрольному варіанті на 0,2–11,4 %. Причому, втрати цукрів у плодів вишні сорту Альфа були незначні (0,2–1,9 %), тоді як для сортів Жадана та Оптимістка суттєво вищі (2,1–5,9 %). У плодів вишні сортів Пам’ять Артеменка, Шанс, Елегантна та Гріот Подбєльський втрати цукрів були на рівні 4,84–11,00 %.

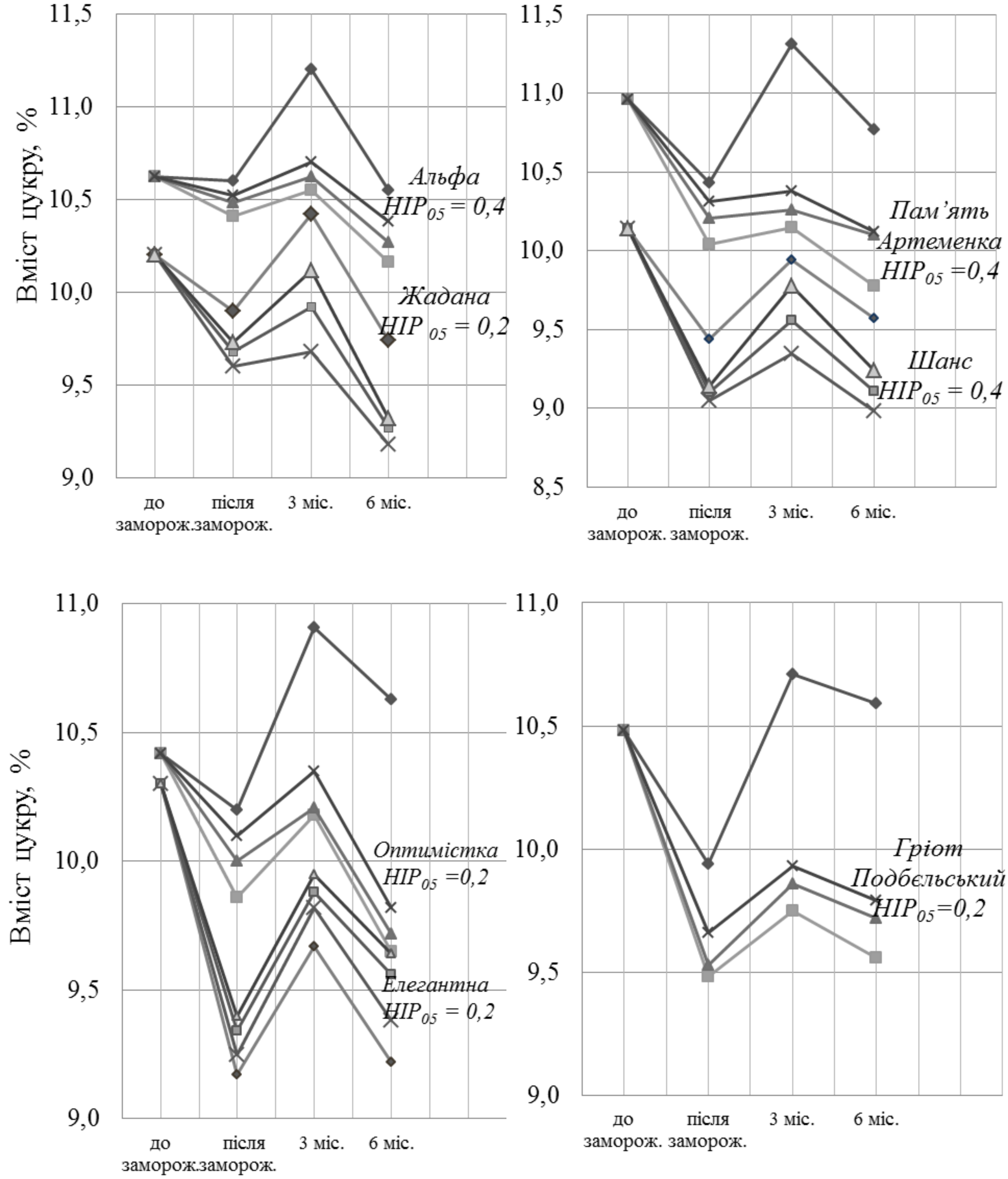


Рис. 7.7 **Зміна вмісту цукрів в плодах вишні під час заморожування та зберігання** *(НІР$_{05}$ = 0,2)*, 2016–2018 рр.:

– без обробки (контроль);
– 25% розчин цукру;
– 20% розчин цукру та 4% аскорутину;
– 45% розчин цукру.

Спосіб заморожування також впливав на зміну вмісту цукрів у плодах вишні після зберігання. Найменші їх втрати, залежно від сорту, спостерігалися у плодах вишні, заморожених у 45 % цукровому сиропі, порівняно з свіжими плодами (0,94–9,86 %), тоді як у плодах, заморожених в 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину втрати цукрів були вищими на 0,4 %.

Після трьох місяців зберігання заморожених плодів відбулося незначне підвищення вмісту цукрів у плодах, зокрема у контрольному варіанті, порівняно зі свіжими плодами на 2,15–5,46 %.

У решти варіантів їх вміст дещо перевищував такі показники після заморожування плодів вишні. Незначне підвищення вмісту цукрів у заморожених з використанням цукрових сиропів плодах вишні було пов'язане з дифузією сахарози після розморожування плодів і проходженням окисно-відновних реакцій, на що вказують також результати досліджень Н. В. Доценко [39].

На кінець зберігання заморожених плодів вишні вміст цукрів зменшувався на 0,66–11,44 % і залежав від сорту та способу обробки. Зокрема, найменші втрати вмісту цукрів на кінець зберігання були у плодах вишні сорту Альфа (0,66–2,26 %), тоді як максимальні – спостерігалися у плодів сорту Елегантна (6,41–10,49 %) та Шанс (5,62–11,44 %).

Залежно від способу заморожування найменші втрати цукрів через 6 місяців зберігання забезпечувало заморожування плодів вишні у цукрових сиропах 45 % (2,26–8,88 %) і 20 %-ї концентрації з додаванням 4 % аскорутину (3,3–10,16 %), що підтверджено результатами отриманими Є. П. Постоленком [50].

Крім цукрів, смак плодів вишні зумовлюють кислоти, вміст яких в середньому складав 1,67–2,02 % (рис. 7.8), за найнижчого рівня у плодів сорту Елегантна, що на 0,35 % вище проти максимального вмісту, виявленого у плодів сорту Пам'ять Артеменка (2,02 %).

Після заморожування у необроблених плодів вишні, порівняно із свіжими плодами, вміст титрованих кислот зменшився на 0,55–9,84 %. Істотне зниження вмісту кислот в плодах вишні, заморожених у цукрових сиропах, пов'язано з проходженням осмотичних процесів і дифузією цукру.

Після трьох місяців зберігання відбулось подальше зниження вмісту титрованих кислот у всіх варіантах досліду на 2,19–11,9 %. Через 6 місяців зберігання спостерігалося незначне підвищення їхнього вмісту на 0,5–3,47 %, на що також вказують результати досліджень A. Stan та M. E. Popa [14].

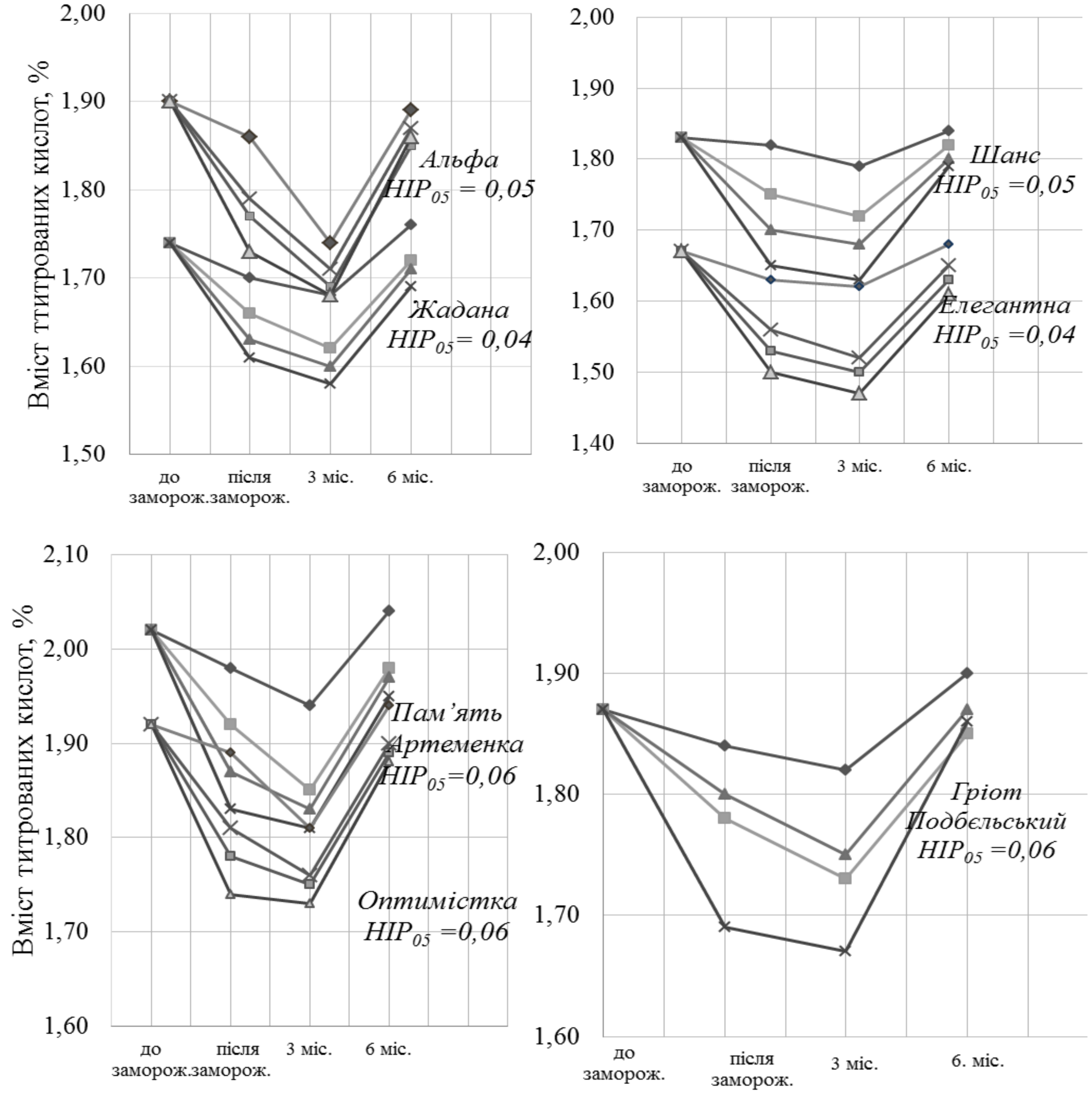


Рис. 7.8 **Зміна вмісту титрованих кислот у плодах вишні під час заморожування та зберігання** (*HIP_{05} = 0,05*), 2016–2018 рр.:

– без обробки (контроль);
– 25% розчин цукру;
– 20% розчин цукру та 4% аскорутину;
– 45% розчин цукру.

Відношення вмісту цукрів до кислот визначає цукрово-кислотний індекс, який характеризує смак продукції. На рис. 7.9 показано цукрово-кислотний індекс плодів вишні впродовж заморожування та 6 місячного зберігання.

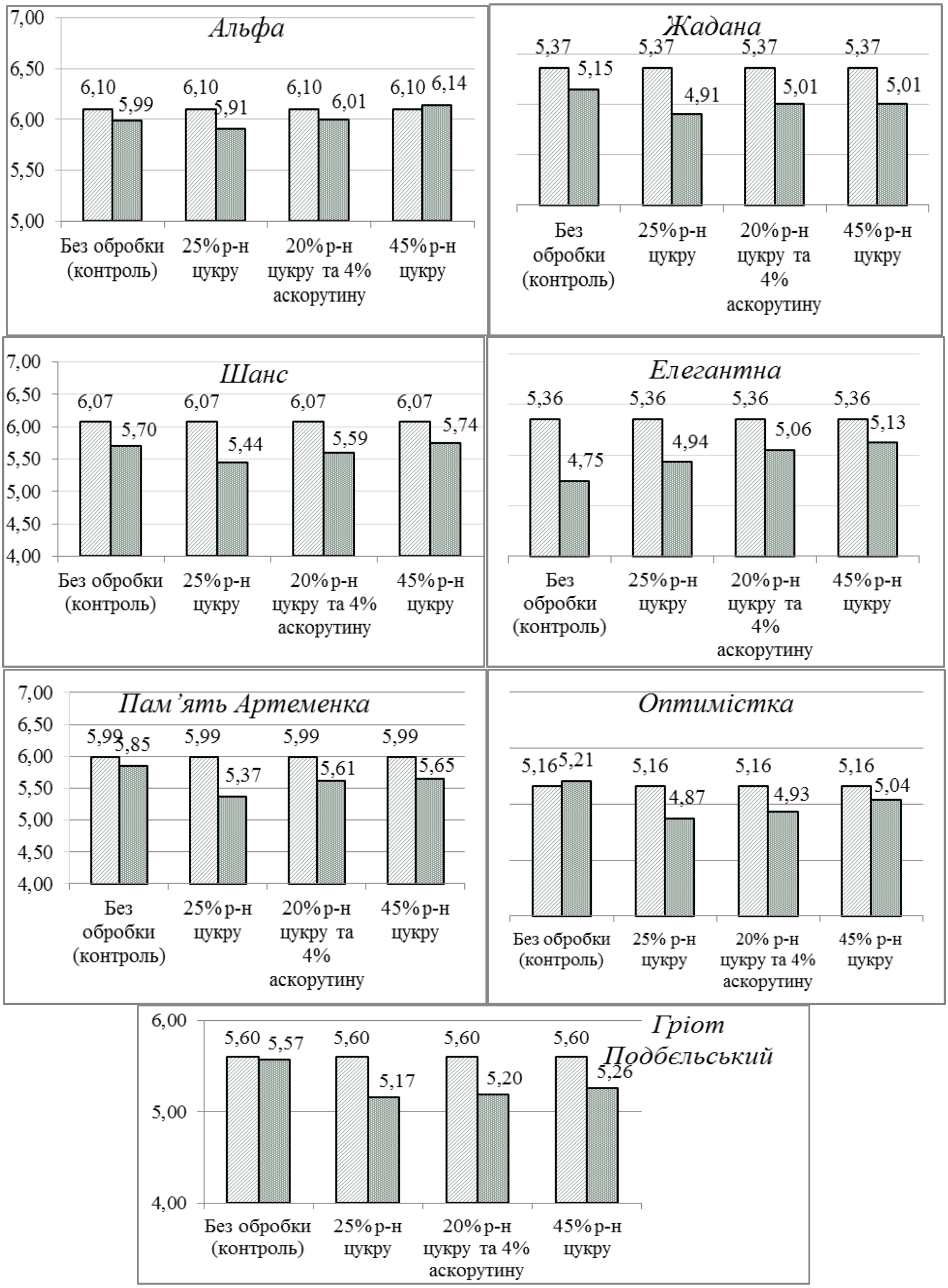


Рис. 7.9 **Зміна цукрово-кислотного індексу плодів вишні залежно від сортових особливостей і способу заморожування після зберігання** *($НІР_{05}$ = 0,2),* 2016–2018 рр.*:*

▨ – до заморожування; ▩ – після заморожування.

В свіжих плодах вишні цукрово-кислотний індекс залежно від сорту складав 5,2–6,1. Найбільш приємним смаком відрізнялися плоди вишні з цукрово-кислотним індексом 6, зокрема сортів Альфа (6,1), Пам’ять Артеменка (5,9) та Шанс (6,07). Після заморожування плодів вишні значення цього показника знижувалося на 0,03–0,46. Слід відзначити, що порівняно із свіжими плодами, найменше зниження цукрово-кислотного індексу було в плодах вишні заморожених у 45 % цукровому сиропі – до 5,01–6,14, за близьких до цього значень у плодах, заморожених у 20 % -ному розчині цукру з додаванням 4 % аскорутину (4,9–6,01).

Як видно з даних рисунку 7.10 плоди вишні всіх досліджуваних сортів відрізнялися за вмістом аскорбінової кислоти.

Вміст її в свіжих плодах вишні коливався в межах 16,3–19,2 мг/100г. Причому, менший її вміст (16–17 м г/100 г) був у плодах сортів Оптимістка (16,3 мг/100г), Елегантна (16,8 мг/100 г) і Шанс (17,3 мг/100 г). На 0,7–2,7 мг/100 г вищим вказаний показник був у плодах вишні сортів Пам’ять Артеменка (19,2 мг/100 г), Альфа (19,1 мг/100г) і Гріот Подбєльський (18,35 мг/100 г).

Внаслідок заморожування вміст аскорбінової кислоти в плодах зменшився на 1,8–4,3 мг/100г. Після трьох місяців зберігання відбулося подальше зниження вмісту аскорбінової кислоти на 5,15–6,85 мг/100г, що склало 27–42 %, залежно від сорту та способу заморожування. Найменші втрати аскорбінової кислоти були в плодах сорту Гріот Подбєльський (26–29 %), тоді як максимальні – у плодів сорту Оптимістка (35–42 %).

Найкраще зберігалася С-вітамінність у плодах вишні, заморожених в 45 % цукровому сиропі, з втратами на рівні 26–35 %, та за використання 20 %-го цукрового сиропу з додаванням 4 % аскорутину – 28–36 % (порівняно зі свіжими плодами).

Після шести місяців зберігання відбулось подальше зниження вмісту аскорбінової кислоти на 7,0–8,85 мг/100 г, що склало 38–51 %, порівняно із свіжими плодами.

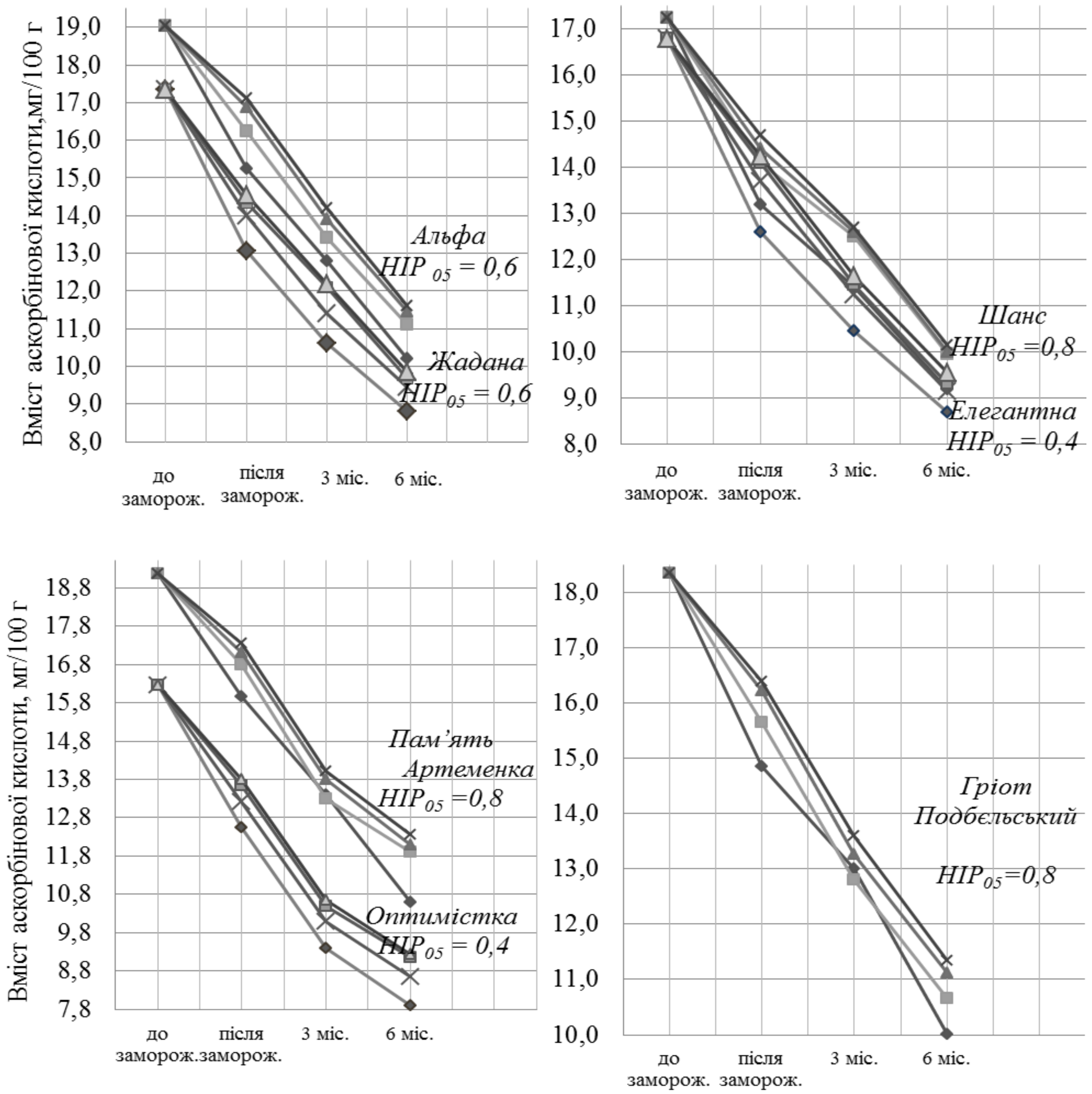


Рис. 7.10 **Вміст аскорбінової кислоти у плодах вишні залежно від сортових особливостей і способу заморожування та тривалості зберігання** *($НІР_{05}$ = 0,6)*, 2016–2018 рр.:

– без обробки (контроль);
– 25% розчин цукру;
– 20% розчин цукру та 4% аскорутину;
– 45% розчин цукру.

Як і за попереднього терміну зберігання найменші втрати були у плодах вишні, заморожених у 45 %-му цукровому сиропі (35,5–43,2 %), за дещо вищих – у заморожених з використанням 20 %-го цукрового сиропу з додаванням 4 %

аскорутину (36,8–44,3 %). Одержані результати підтверджують висновки інших дослідників [39] про збереження вмісту аскорбінової кислоти в плодах заморожених у цукрових сиропах.

Збереженість вмісту аскорбінової кислоти на кінець зберігання в контролі становила 49–55 %, а в плодах вишні, заморожених у цукрових сиропах, вона була вищою на 4–10 %. Значний вміст аскорбінової кислоти зберігали плоди вишні заморожені у 45 %-му (57–65 %) і 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину (55–63 %).

Отже, втрати соку заморожених плодів вишні за обробки розчинами кріопротекторної дії складають 5,6–9,5 %, за максимальних втрат у плодів сортів Жадана та Альфа, збільшуючись на 1,3–2,0 %, за 6 місяців зберігання; схильність до розтріскування не перевищувала 1,5 %, за максимуму 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 %.

7.3 Формування і збереження якості заморожених плодів вишні за обробки кріопротекторами і полісахаридними композиціями

Попередня обробка вишні перед заморожуванням впливала на фізико-хімічні показники плодів впродовж заморожування. За результатами досліджень у сорту Лутовка містилося 15% сухих розчинених речовин, у тому числі − 8% інвертних цукрів, 1,5% титрованих кислот, 1,5% дубильних і барвних речовин та 20 мг/100 г аскорбінової кислоти (рис. 7.11−7.14).

Протягом низькотемпературного заморожування та зберігання плодів вишні в поліетиленових пакетах та стаканах вміст сухих розчинних речовин зменшувався на 7−17% (рис. 7.11), у тому числі, інвертних цукрів на 4−5%.

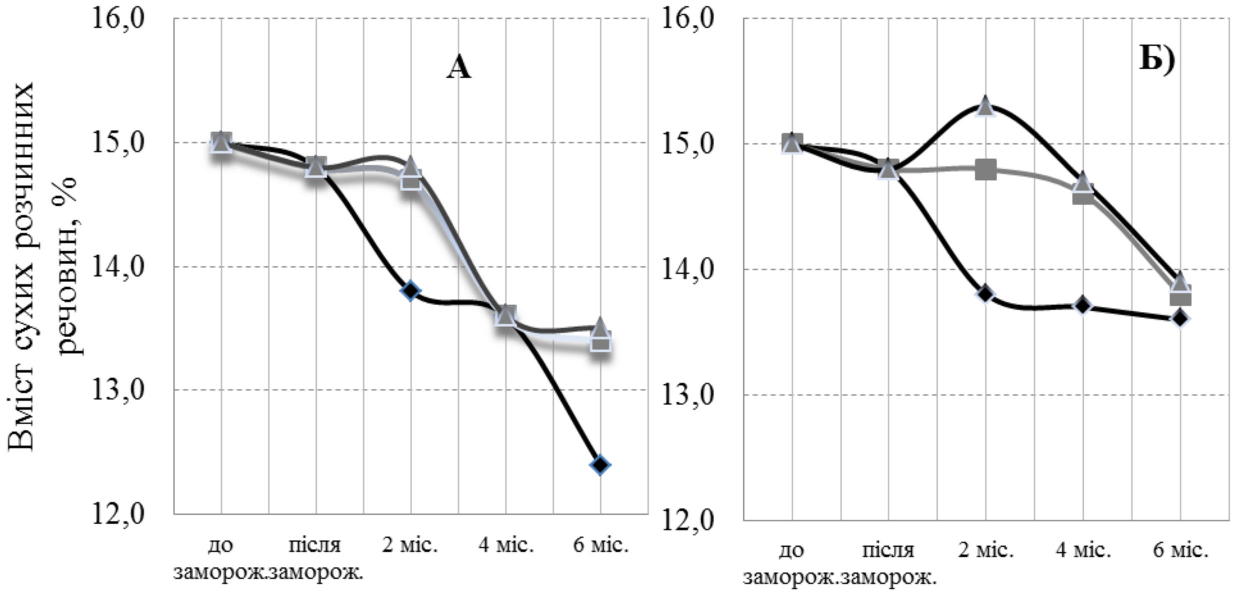


Рис. 7.11 **Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні сорту Лутовка під час заморожування та зберігання,** *НІР$_{05}$ = 0,42*, 2012–2013 рр.: А) поліетиленовий пакет; Б) пластиковий стакан;

– без оброблення (контроль);
– 20% розчин цукру;
– 20% розчин цукру 4% аскорутину.

Внаслідок протікання осмотично-дифузійних процесів у плодах вишні заморожених у розчинах цукру відмічено підвищення вмісту в них сухих розчинних речовин на 2%.

Кислотність заморожених плодів вишні протягом всього періоду зберігання у контрольному варіанті зменшувалася на 12–20% (рис. 7.12). При чому, найменші витрати органічних кислот спостерігали у плодах вишні, витриманих в 20% розчині цукру із додаванням 4% аскорутину, що пов’язано з гальмуванням процесів перекисного окиснення.

Якість продукції характеризує також вміст дубильних і барвних речовин. Плоди вишні особливо цінні завдяки цим речовинам, вміст яких складав 1,5% (рис. 7.13). Протягом всього періоду зберігання заморожених плодів вишні розсипом і фасованих у поліетиленові пакети зафіксовано зменшення вмісту дубильних і барвних речовин на 30–39%.

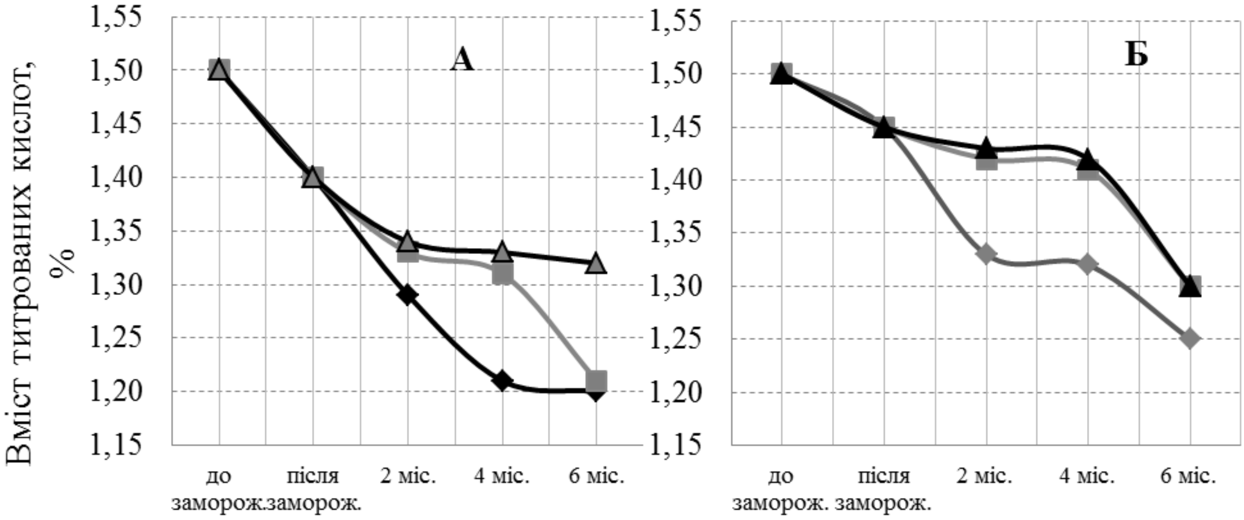


Рис. 7.12 **Динаміка вмісту титрованих кислот у плодах вишні сорту Лутовка під час заморожування та зберігання** (*НІР$_{05}$ =1,14)*, 2012−2013 рр.: А) поліетиленовий пакет; Б) пластиковий стакан;

− без оброблення (контроль);
− 20% розчин цукру;
− 20% розчин цукру 4% аскорутину.

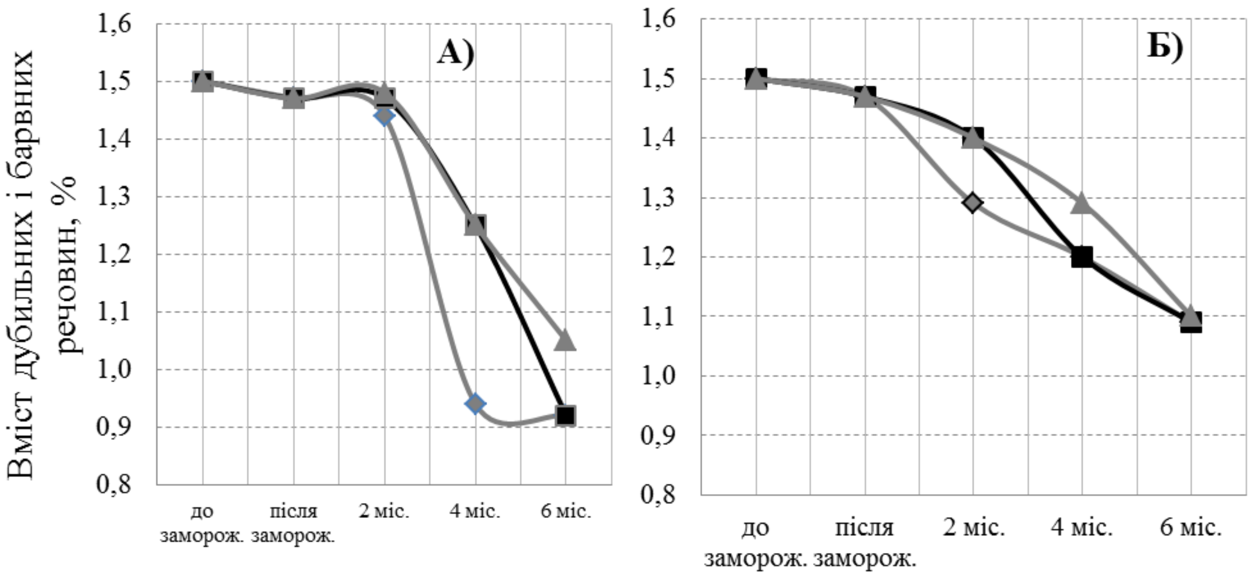


Рис. 7.13 **Зміна вмісту дубильних і барвних речовин у плодах вишні сорту Лутовка під час заморожування та зберігання** (*НІР$_{05}$= 0,2*), 2012−2013рр.: А) поліетиленовий пакет; Б) пластиковий стакан;

− без оброблення (контроль);
− 20% розчин цукру;
− 20% розчин цукру 4% аскорутину.

Було встановлено, що у плодах заморожених у цукровому сиропі та з додаванням аскорутину в пластикових стаканах це зменшення сягало 27%. В цілому вміст дубильних і барвних речовин у заморожених плодах залишався на рівні 0,92−1,1%. Зміна вмісту цих речовин під час зберігання заморожених плодів вишні зумовлена особливостями поведінки найбільш легко окиснюваних лейкоантоціанів і катехінів.

Обмін речовин у плодах вишні залежить від активності ферментів. При заморожуванні, внаслідок руйнування ферментів, порушується збалансованість і координація окремих реакцій, їх синхронність, накопичуються продукти неповного окиснення енергетичних субстратів, при цьому погіршується якість плодів [10, 11].

Якість плодів вишні в процесі та після розморожування визначається активністю окиснювально-відновних ферментів, до яких відносять і каталазу. За результатами досліджень 2012−2013 рр. встановлено, що активність фермента каталази у свіжих плодах вишні становить 2,5 моль/хв. Після шести місяців зберігання вона знизилася у плодах усіх досліджуваних варіантів у 2 рази. Це вказує на перебіг окиснювально-відновних реакцій у плодах після розморожування продукції, що впливає на їхні якісні зміни.

За 6 місяців зберігання заморожених плодів вміст аскорбінової кислоти в них знизився у необробленому контролі на 56%, тоді як у попередньо витриманих плодах вишні у цукрових сиропах та з додаванням 4% аскорутину, заморожених у стаканах − на 35% (рис. 7.14).

На рис. 7.15 наведено графічне зображення тісної прямої функціональної залежності згідно якої концентрація аскорбінової кислоти у плодах вишні під час заморожування і зберігання на 72% пов’язана з вмістом дубильних і барвних речовин і описується відповідним рівнянням прямої:

$$y = 19{,}2x - 9{,}1 \qquad \textit{(7.1)},$$

де x – вміст дубильних і барвних речовин, %;

y – вміст аскорбінової кислоти мг/100 г.

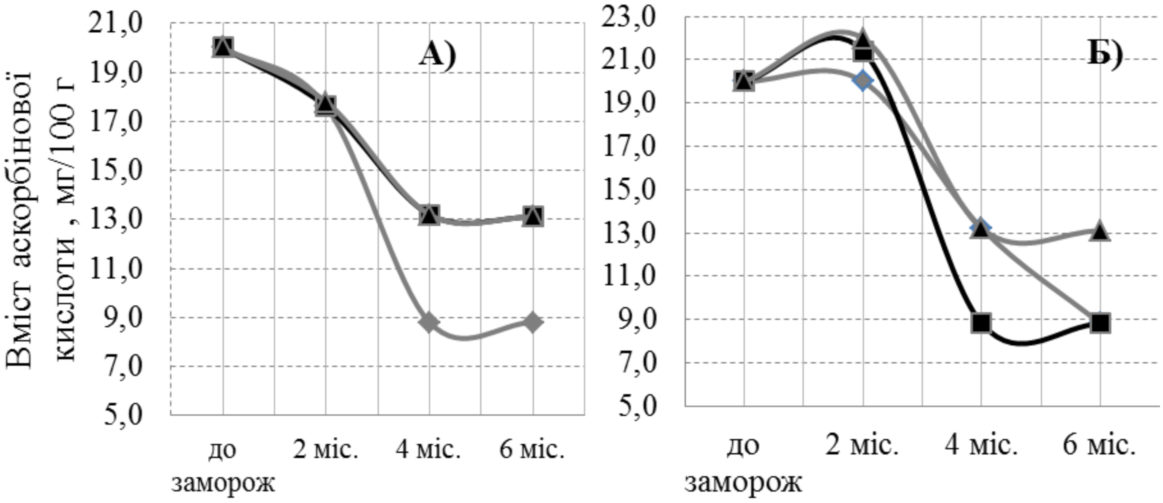


Рис. 7.14 **Зміна вмісту аскорбінової кислоти в плодах сорту Лутовка під час заморожування та зберігання**, *(НІР$_{05}$ = 16,2)*, 2012−2013 рр.:

А) поліетиленовий пакет; Б) пластиковий стакан;

− без оброблення (контроль);
− 20% розчин цукру;
− 20% розчин цукру 4% аскорутину.

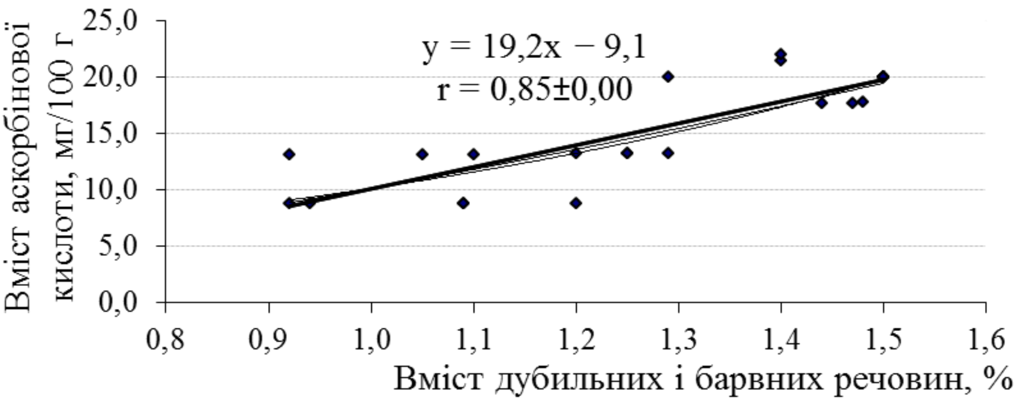


Рис. 7.15 **Точковий графік і теоретична лінія регресії прямолінійної залежності між вмістом аскорбінової кислоти та дубильних і барвних речовин,** 2012−2013 рр.

Втрати соку плодів вишні після попередньої обробки розчинами кріопротекторів і полісахаридними композиціями та шестимісячного зберігання в замороженому стані змінювались в межах 8,4–13,2 % за максимальних у сорту Лутовка – 13,2 % (табл. 7.1). Найнижчі втрати соку були у обох сортів вишні, попередньо оброблених 20 % розчином цукру з 1 % хітозану та заморожених у поліетиленових пакетах – 8,4–9,3 %, залежно від сорту.

Таблиця 7.1

Фізико-хімічні показники плодів вишні після заморожування і шестимісячного зберігання, 2015–2016 рр.

Вид обробки	Сухі розчинні речовини, %	Титровані кислоти (в перерахунку на яблучну),%	Дубильні і барвні речовини,%	Аскорбінова кислота, мг/100 г	Антиоксидантна активність, ммоль/дм^3	Волого-утримуюча здатність, %
Шпанка						
До заморожування:	16,1±0,2	0,87±0,02	0,67±0,02	17,6±0,2	27±2	–
Без обробки (контроль)	16,1±0,3	0,86±0,03	0,51±0,03	11,0±0,2	23±3	12,2±1,1
20% розчин цукру з додаванням 4% аскорутину	16,4±0,3	0,80±0,02	0,60±0,02	11,0±0,3	24±2	11,4±1,2
20% розчин цукру з додаванням 1% хітозану	20,0±0,2	0,75±0,02	0,65±0,01	17,6±0,2	27±1	8,4±1,2
Лутовка						
До заморожування:	15,0±0,2	1,15±0,02	1,04±0,02	20,0±0,2	18±2	–
Без обробки (контроль)	15,0±0,1	1,14±0,02	0,88±0,01	13,3±0,2	14±1	13,2±1,2
20% розчин цукру з додаванням 4% аскорутину	15,4±0,2	1,08±0,02	0,96±0,02	13,4±0,3	15±2	12,6±1,1
20% розчин цукру з додаванням 1% хітозану	19,2±0,1	1,00±0,03	1,03±0,03	20,0±0,1	18±1	9,3±1,3
$НІР_{05}$	*0,6*	*0,20*	*0,02*	*0,7*	*3,4*	*0,4*

В середньому за роки досліджень вміст розчинних сухих речовин у свіжих плодах вишні Шпанка і Лутовка відповідно становить 16,1 і 15,0 %, титрованих кислот – 0,87 і 1,15 %, дубильних і барвних речовин – 0,67 і 1,04 %, аскорбінової кислоти – 17,6 і 20,0 мг/100г.

Після шестимісячного зберігання заморожених плодів вміст сухих розчинних речовин в оброблених у 20 % розчині цукру з додаванням 1 % хітозану плодах вишні збільшився на 24,2–28 % ($НІР_{05} = 0,6$), що зумовлено їх витримуванням у цукровому розчині з додаванням хітозану і проходженням дифузійного процесу.

На відміну до цього, в необроблених плодах вміст сухих розчинних речовин залишався практично незмінним. Обробка плодів вишні в 20 % розчині цукру з додаванням 4 % аскорутину істотно не вплинула на вміст сухих розчинних речовин.

Вміст титрованих кислот в необроблених плодах залишився на рівні свіжих, тоді як у оброблених в розчинах цукру за додавання хітозану або аскорутину знизився на 8,0–13,8 % у плодів сорту Шпанка та на 6,1–13,0 % – у сорту Лутовка.

Після шестимісячного зберігання заморожених плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка вміст дубильних і барвних речовин в контрольному варіанті знизився на 23 і 15 %, у той час як в оброблених, порівняно зі свіжими, він зменшився на 3 і 10 % відповідно. Очевидно, що збереженню вмісту дубильних і барвних речовин у плодах сприяла попередня обробка перед заморожуванням, що підтверджують аналогічні висновки I. Scibisz і ін. [13], про втрати 20–50 % фенольних речовин у плодах черешні після шести місяців заморожування.

Вміст аскорбінової кислоти у необроблених плодів вишні зменшився на 37,5 і 37,9 %, тоді як за використання 20 % розчину цукру з додаванням 1 % хітозану її вміст через 6 місяців зберігання залишався на рівні свіжих. Подібні результати були одержані в дослідженнях B. Ancos [1], що свідчать про зниження вмісту аскорбінової кислоти в плодах на 33–55 %.

Антиоксидантна активність плодів вишні зумовлена наявністю дубильних і барвних речовин та аскорбінової кислоти в плодах. Як видно з даних таблиці, вона залежала від сортових особливостей і для плодів вишні сорту Шпанка становила 27 ммоль/дм^3, а Лутовка – 18 ммоль/дм^3, а після шести місяців заморожування вона знижувалась на 14 і 22 % відповідно. За обробки плодів 20 % розчином цукру з додаванням 4 % аскорутину зниження активності склало лише 11 % (сорт Шпанка) і 17 % (Лутовка). Проте найоптимальнішим було використання для обробки 20 % розчину цукру з додаванням 1 % хітозану, що також підтверджують результати досліджень I. Scibisz [13], що вказують на відсутність суттєвого зниження антиоксидантної активності ягід чорниці під впливом заморожування.

На малюнку 7.16 показано вплив різних способів попередньої обробки і сортових особливостей на зміну хімічного складу плодів вишні після заморожування.

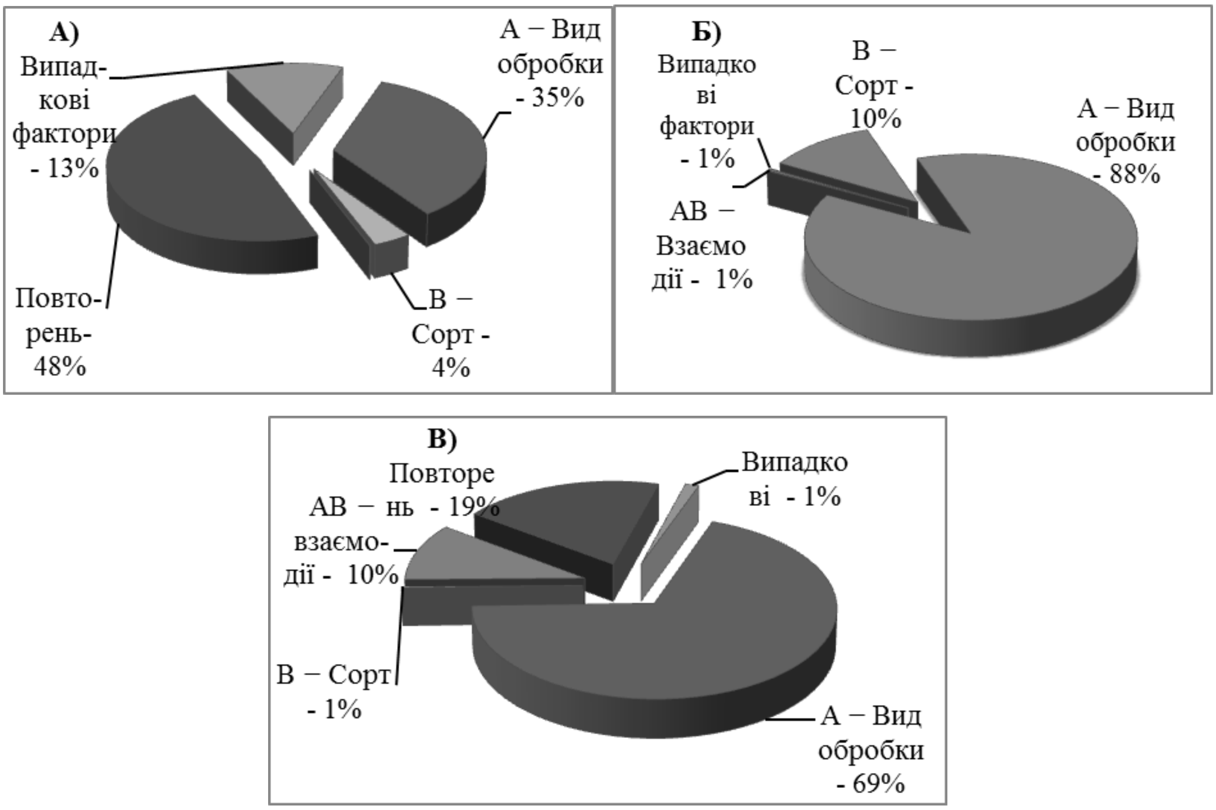


Рис. 7.16 **Частка впливу досліджуваних чинників на вміст дубильних і барвних речовин (А), аскорбінової кислоти (Б) й антиоксидантної активності плодів вишні (В),** 2015–2016 рр.

Дисперсійним аналізом встановлено, що на вміст дубильних і барвних речовин достовірно впливав вид попередньої обробки (А) – сила впливу фактора 35 %. Значною мірою на вміст аскорбінової кислоти в плодах вишні впливав вид попередньої обробки (А) – сила впливу фактора 88 %. Істотний вплив на антиоксидантну активність справив фактор «вид попередньої обробки» (А) з силою впливу 69 %. Вплив сорту на рівень вказаних показників не перевищував 10 %.

Для вивчення взаємозв’язку між компонентами хімічного складу після заморожування плодів вишні будували кореляційну плеяду [3, 4, 15] (рис. 7.17).

На рисунку видно закономірності зв’язку хімічних показників плодів вишні. Вміст сухих розчинних речовин мав зв’язок середньої сили з вмістом титрованих кислот (r = 0,51±0,20), а також дубильних і барвних речовин (r = 0,63±0,09). І це природно, оскільки у формуванні хімічного складу плодів беруть участь як кислоти, так і дубильні і барвні речовини.

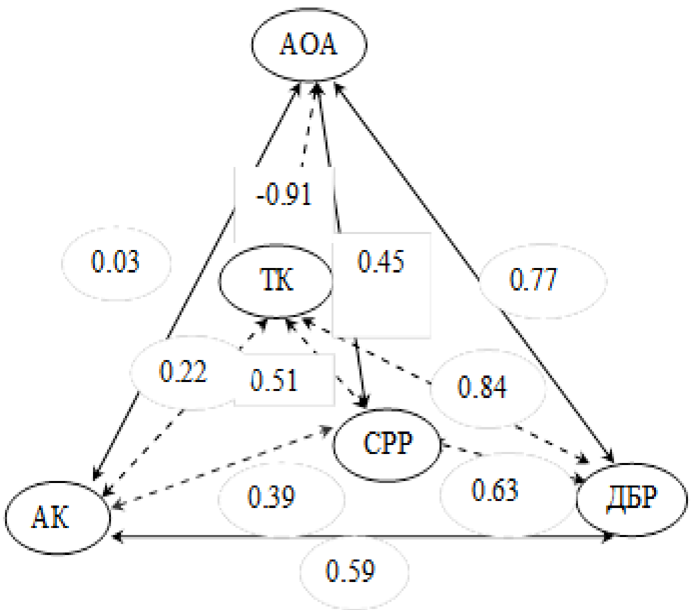


Рис. 7.17 **Кореляційна плеяда взаємозв’язків вмісту сухих розчинних речовин (СРВ), титрованих кислот (ТК), дубильних і барвних речовин (ДБР), аскорбінової кислоти (АК) і антиоксидантної активності (АОА) заморожених плодів вишні**, 2015–2016 **рр**.

Крім вмісту сухих розчинних речовин показником індикатором є антиоксидантна активність. Встановлено тісну кореляційну залежність між антиоксидантною активністю плодів вишні та вмістом дубильних і барвних речовин ($r = 0{,}77 \pm 0{,}03$), титрованих кислот ($r = -0{,}91 \pm 0{,}00$) та середню для сухих розчинних речовин ($r = 0{,}55 \pm 0{,}16$). Встановлені залежності пояснюються процесами пов'язані з розпадом і трансформацією хімічних речовин в плодах вишні при заморожуванні і зберіганні.

В середньому за 2016–2017 рр. вміст сухих розчинних речовин в свіжих плодах вишні сорту Шпанка складав 16,9 %, тоді у плодів сорту Лутовка він був нижчим на 1,7 % (рис. 7.18). Після шести місяців зберігання заморожених плодів, попередньо оброблених плодів вишні в поліетиленових пакетах, вміст сухих розчинних речовин підвищився на 11–12 %, що зумовлено дифузією сахарози з розчину для попередньої обробки в плоди. Вміст дубильних і барвних речовин в свіжих плодах вишні знаходився на рівні 0,36–0,52 %, залежно від сорту і впродовж зберігання в замороженому стані зазнав неістотних змін.

Вміст аскорбінової кислоти в свіжих плодах вишні сорту Шпанка складав 19,8 мг/100г, тоді як у Лутовки був вищим на 18,2 %. Після шести місяців зберігання плодів вишні в замороженому стані вміст аскорбінової кислоти в них знизився на 23 і 38 % відповідно. Подібні результати стосовно ягід малини та суниці отримано B. Ancos [1] та T. Ngo [9], що вказують на зменшення вмісту аскорбінової кислоти після заморожування на 55 %.

Антиоксидантна активність свіжих плодів вишні сорту Шпанка складала 38, а Лутовка – 22 ммоль/дм^3. Впродовж шести місяців зберігання плодів в замороженому стані вона знизилась на 15 і 18 % відповідно, тоді як у оброблених плодах розчинами цукру з додаванням аскорутину або хітозану вона практично залишалась на тому ж рівні. Отримані дані підтверджено результатами досліджень I. Scibisz [13] та T. Ngo [9], що свідчать про збереження антиоксидантної активності плодів внаслідок заморожування.

Оскільки колір є одним із найбільш важливих показників стиглості та якості плодів [5, 10] нами було досліджено зміну оптичної густини та коефіцієнту світлопропускання плодів вишні (рис. 7.18).

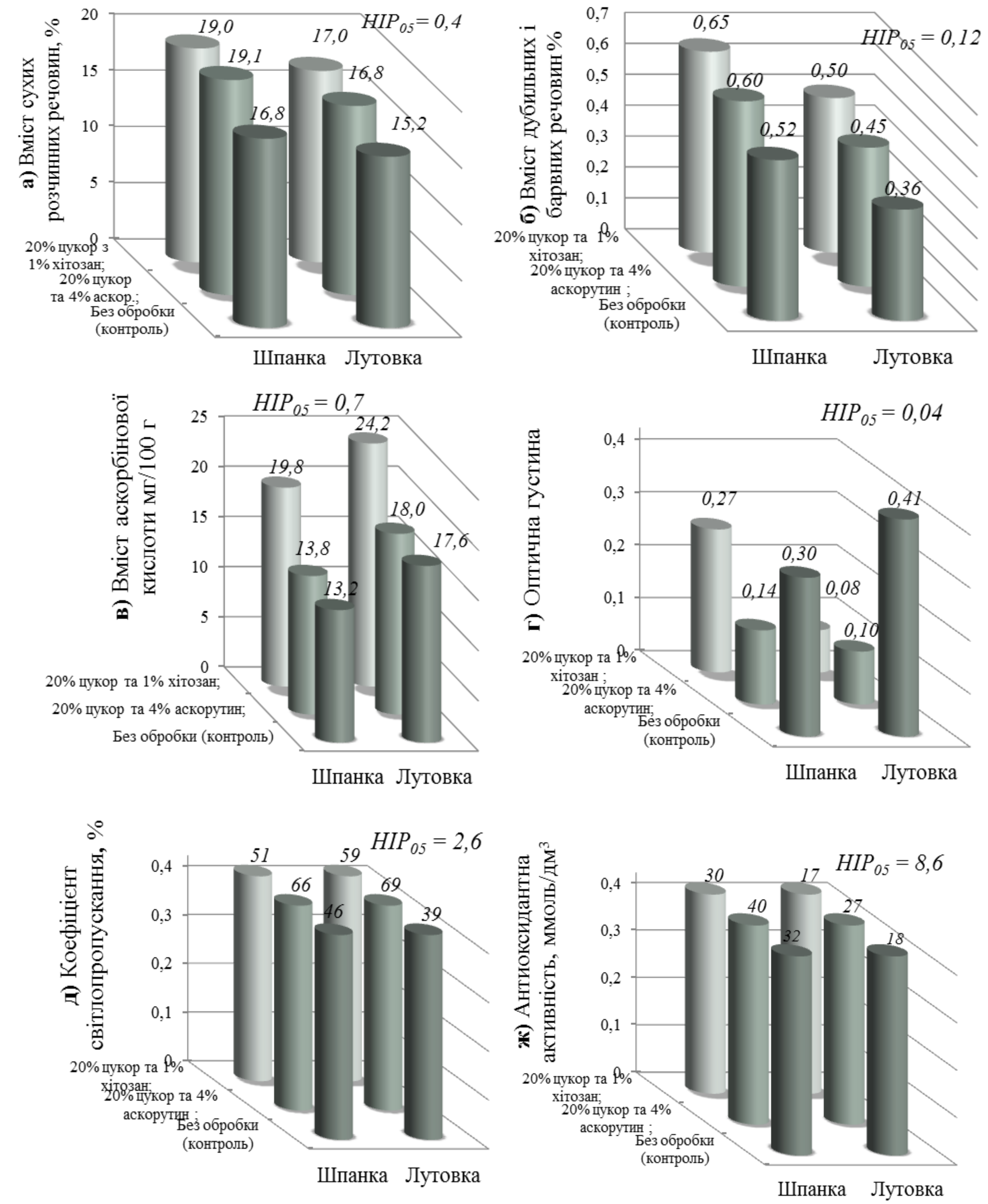


Рис. 7.18 **Вплив способу обробки на фізико-хімічні показники якості заморожених плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка** (2016–2017 рр.): а) сухих розчинних речовин; б) дубильних і барвних речовин; в) аскорбінової кислоти; г) оптичної густини; д) коефіцієнту світлопропускання; ж) антиоксидантної активності

З рисунку видно, що показник оптичної густини свіжих плодів вишні сорту Шпанка складає 0,58, а Лутовка – 0,48. Після заморожування та зберігання в замороженому стані плодів вишні, оброблених розчином цукру з додаванням аскорутину або хітозану цей показник зазнав істотних змін у бік зниження: оптична густина для плодів вишні сорту Шпанка знизилась на 53 і 75 %, а для сорту Лутовка на 83 та 79 % відповідно, що, очевидно, свідчить про тривалий вплив від'ємних температур на значення вказаного показника, а також про сортові відмінності між плодами. Подібні результати були отримані в дослідженнях B. Goncalves [5] з плодами черешні.

Коефіцієнт світлопропускання в свіжих плодах вишні сорту Лутовка складав 28 %, а Шпанка – 35 %. Після заморожування плодів значення досліджуваного показника необроблених плодів зросло на 11 і 46 %, а в оброблених – в 1,8 та 2,6 рази, що очевидно пов'язано з переходом антоціанів в клітинний сік плодів, набуття ним більш інтенсивного забарвлення. За даними B. Goncalves [5], колір плодів негативно корелює з загальним вмістом в них антоціанів. За отриманими даними нами встановлено кореляційні зв'язки між досліджуваними показниками (табл.7.2, рис. 7.19).

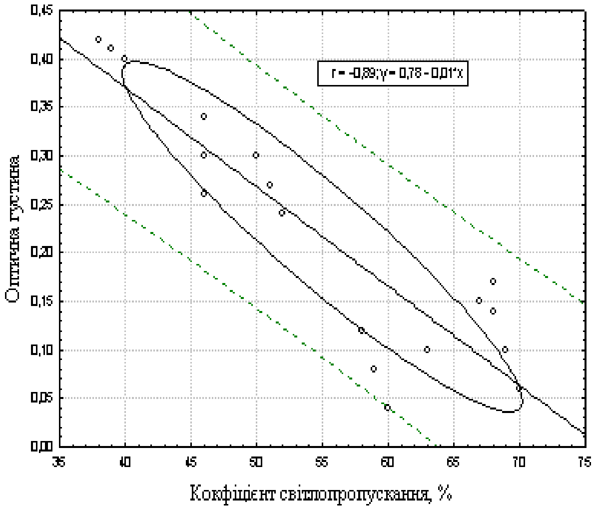
Таблиця 7.2

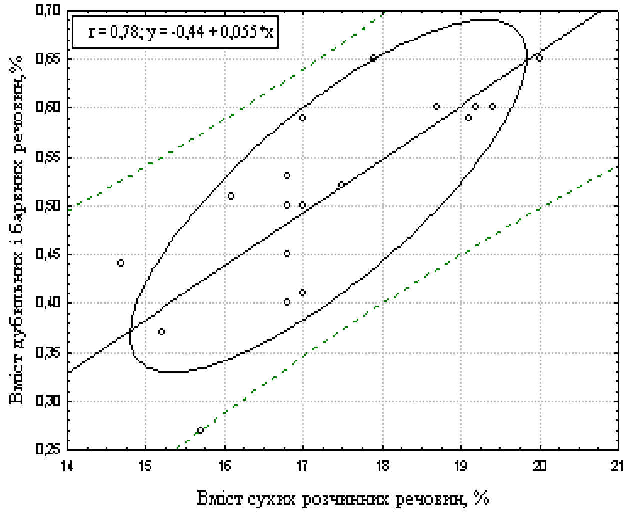
Кореляційна матриця окремих показників фізико-хімічного складу заморожених плодів вишні

Показник	Сухі розчинні речовини	Дубильні і барвні речовини	Аскор-бінова кислота	Коефіцієнт світло-пропус-кання	Оп-тична гус-тина	Антиокси-дантна активність
Сухі розчинні речовини	1,00					
Дубильні і барвні речовини	**0,78***	1,00				
Аскорбінова кислота	0,10	–0,22	1,00			
Коефіцієнт світлопропускання	0,46	0,27	0,08	1,00		
Оптична густина	–0,37	–0,22	–0,39	**–0,89***	1,00	
Антиоксидантна активність	0,61	**0,54***	**0,72**	0,46	-0,17	1,00

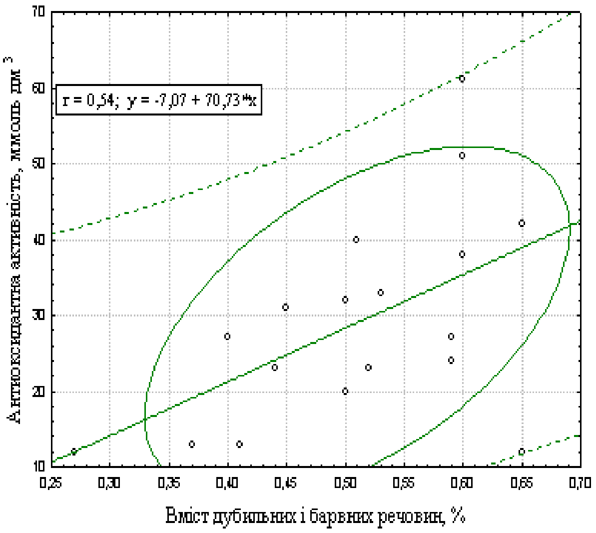
Примітка. Напівжирним виділено коефіцієнти кореляції, достовірні на 5 % рівні значущості.

Так, виявлено кореляційний зв'язок середньої сили між антиоксидантною активністю і вмістом дубильних і барвних речовин в плодах (r = 0,54±0,02); тісний прямий між антиоксидантною активністю і вмістом аскорбінової кислоти (r = –0,72±0,00), тісний обернений – між оптичною густиною та коефіцієнтом світлопропускання (r = –0,89±0,00); тісний прямий – між вмістом сухих розчинних та дубильних і барвних речовин (r = 0,78±0,00) з виведеними рівняннями регресії (рис. 7.19).





А) **Б)**



В)

Рис. 7.19 **Рівняння регресії та кореляційні залежності між фізико-хімічними показниками плодів вишні** (2016–2017 рр.)

Отже, 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 впродовж заморожування змінюється неістотно і корелює з вмістом аскорбінової кислоти та дубильних і барвних речовин.

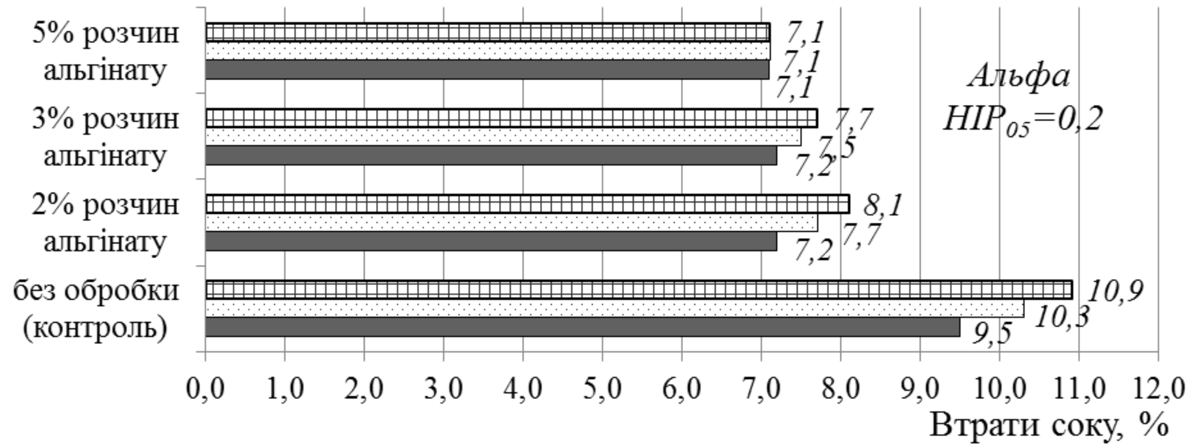
7.4 Фізико-хімічні зміни у заморожених плодах вишні під впливом покриття із альгінату натрію

Результати досліджень показали (рис. 7.20), що попередня обробка плодів вишні розчином альгінату натрію перед заморожуванням істотно впливала на втрати соку і залежала від особливостей сорту.

Так, у необроблених плодів вишні після заморожування сорту Пам’ять Артеменка втрати соку були на рівні 5,6 %, в сорту Альфа – 9,5 %, що в свою чергу у 1,3–1,8 рази перевищувало значення цього показника у плодів оброблених розчином альгінату натрію.

Втрати соку у дослідних варіантах зросли через 3 місяці зберігання в замороженому стані на 8,4–16 %, а через 6 місяців – на 14,7–28,6 %. У плодах вишні оброблених розчинами альгінату натрію з концентрацією 2 і 3 % відмічалися значно менші втрати соку після 3 і 6 місяців зберігання заморожених плодів. А за обробки 5 % розчином альгінату натрію втрати соку заморожених плодів впродовж 6 місяців зберігання не змінювалась.

Нами досліджено схильність до розтріскування заморожених плодів вишні під впливом покриття із альгінату натрію. Згідно отриманих результатів схильність до розтріскування необроблених плодів вишні не перевищувала 1,5 % для обох досліджуваних сортів вишні, тоді як серед інших варіантів досліду розтріснутих плодів не виявлено, що зумовлено нанесенням на поверхню плодів плівки з альгінату натрію різної товщини, що запобігала розтріскуванню.



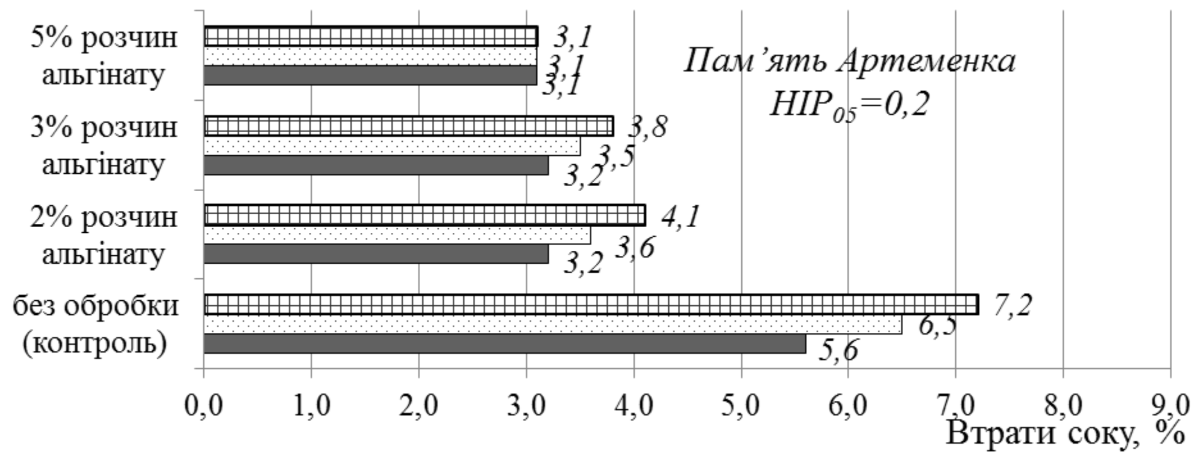


Рис.7.20 **Втрати соку плодами вишні впродовж заморожування та зберігання,** 2016–2018 рр.:

− відразу після заморожування; − 3 місяці; − 6 місяців.

Якість плодів впродовж заморожування залежить від вмісту сухих розчинних речовин, масова частка яких до заморожування у плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка і Альфа складала 15,9 % і 15,8 % відповідно (рис. 7.21).

Внаслідок заморожування цей показник знижувався на 4,2–5,2 %. При цьому, в оброблених плодах зниження було дещо меншим (0,6–1,9 %), а в оброблених 5 % розчином альгінату натрію спостерігалося підвищення вмісту

(8,9–9,6 %).

Очевидно цьому сприяло покриття плодів альгінатом натрію, що сприяло підвищенню сухих розчинних речовин в продукції. Однак, у плодів без покриття спостерігалися втрати сухих розчинних речовин.

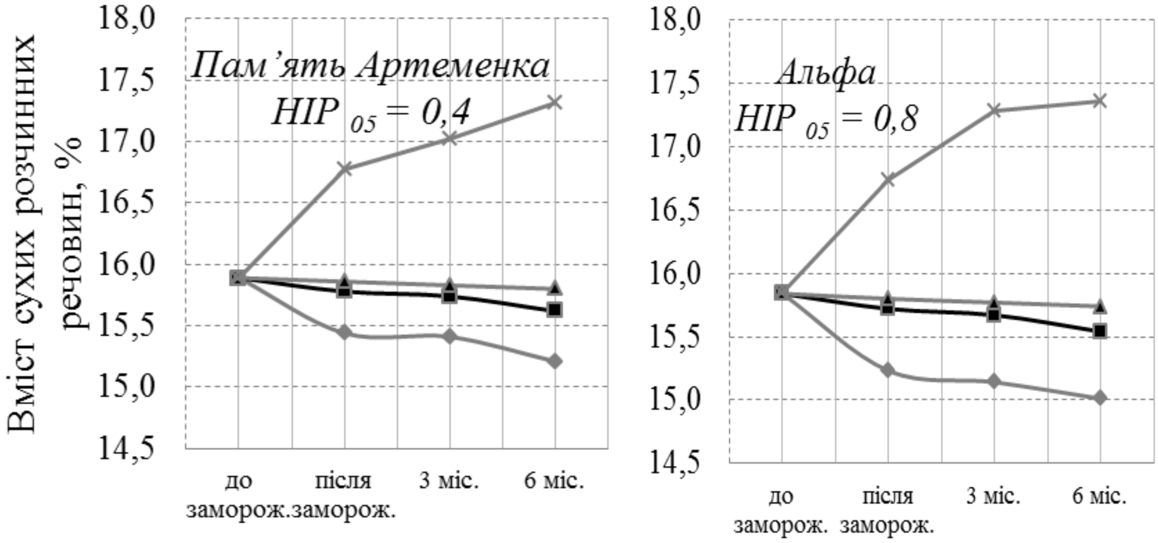


Рис. 7.21 **Зміна вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні після заморожування та зберігання**, 2016–2018 рр.:

− без оброблення (контроль); − 2% розчин альгінату натрію;
− 3% розчин альгінату натрію; − 5% розчин альгінату натрію.

Вміст титрованих кислот у плодах вишні значний. Разом з цукрами вони визначають смак плодів. Основною кислотою, що переважає в плодах вишні є яблучна. Вміст титрованих кислот в плодах вишні сорту Пам'ять Артеменка і Альфа складав 1,74 та 2,02 % відповідно (рис. 7.22).

Під час заморожування вміст титрованих кислот у плодах необробленого контролю зменшувався на 18,8–19,0 %, в той час як оброблені зразки мали вищий вміст та менші втрати – на 9–16 %. Під час заморожування титрована кислотність залишалась стабільною для плодів вишні попередньо оброблених 5 % розчином альгінату натрію. Однак, під час зберігання впродовж 3 місяців зниження сягало – 1,7–5,2 %, а 6 місяців – 8,9–15,8 %.

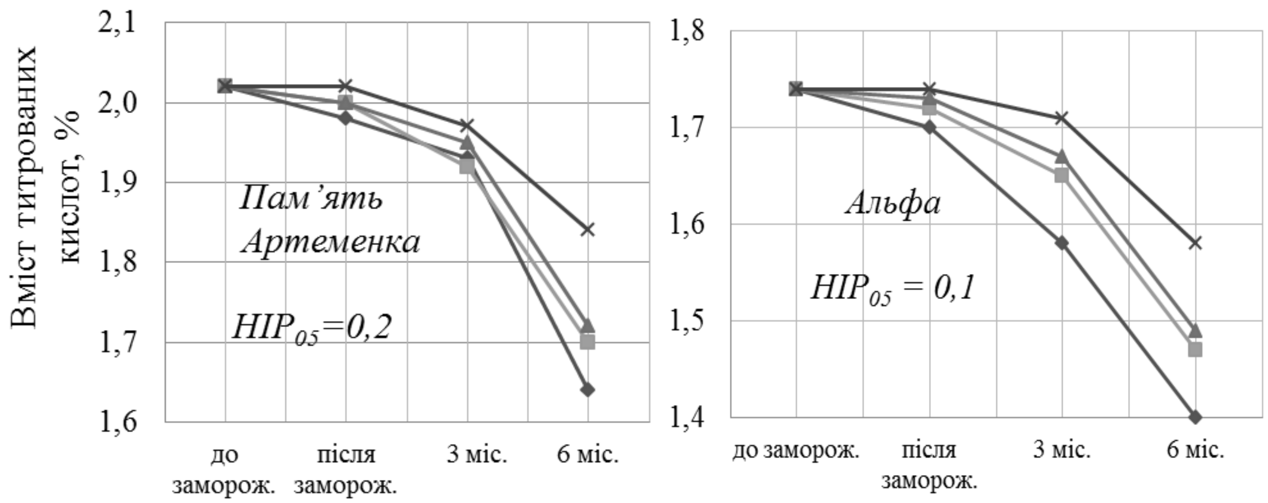


Рис. 7.22 **Зміна вмісту титрованих кислот у плодах вишні впродовж заморожування і зберігання**, 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 2% розчин альгінату натрію;
– 3% розчин альгінату натрію; – 5% розчин альгінату натрію.

На рис. 7.23 наведено результати досліджень щодо динаміки вмісту аскорбінової кислоти в плодах вишні під час заморожування та зберігання.

Так, у свіжих плодах вишні сорту Альфа та Пам'ять Артеменка її вміст знаходився на рівні 19,05 та 19,15 мг/100 г. Під час заморожування він знижувався на 33 та 35 %. Плоди вишні, оброблені 2 і 3 % розчином альгінату натрію під час зберігання, мали менші втрати вмісту аскорбінової кислоти – у сорту Альфа 16,3 і 12,6 %, а Пам'ять Артеменка 17,4 і 15,4 % відповідно.

Слід відмітити тенденцію до зменшення втрат аскорбінової кислоти в плодах з підвищенням концентрації розчину альгінату натрію.

Проте, найменші втрати її вмісту у плодах вишні під час 6 місяців зберігання були за використання 5 % розчину альгінату натрію – 8,1 (Альфа) і 9,6 % (Пам'ять Артеменка). Отримані дослідження підтверджують результати досліджень S. Jansrimanee, N. Tabassum та ін. [7, 16] про позитивний вплив попередньої обробки розчином альгінату натрію перед заморожуванням, що запобігає втраті вологи, витіканню соку та сприяє збереженню якості плодів після заморожування.

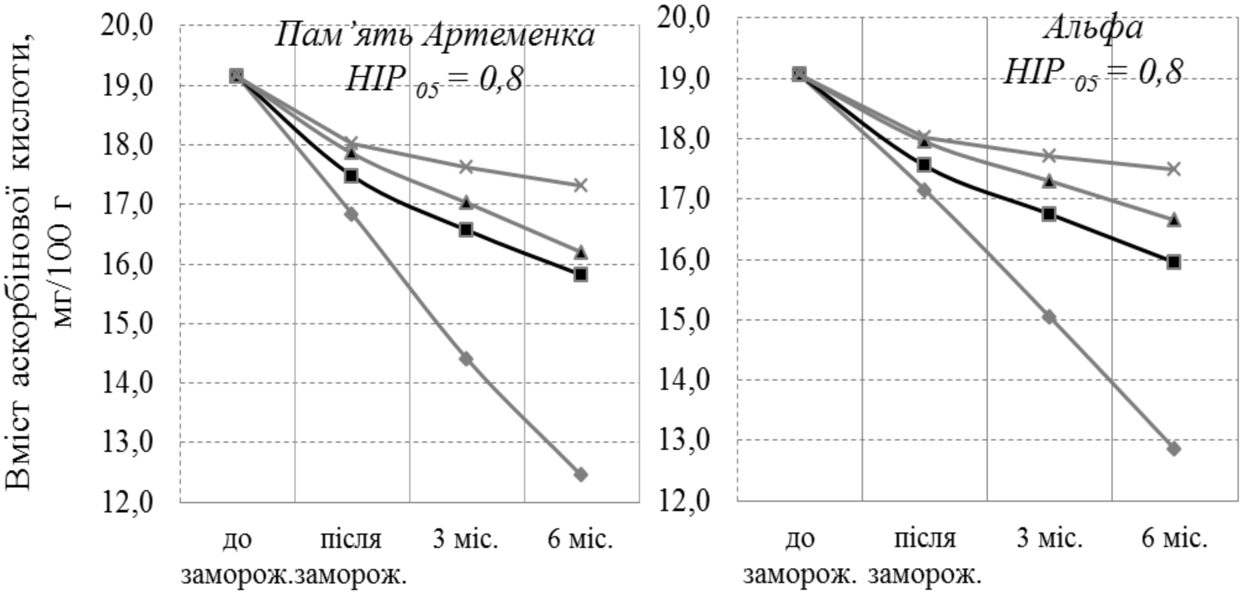


Рис. 7.23 **Зміна вмісту аскорбінової кислоти у плодах вишні під час заморожування та зберігання,** 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 2% розчин альгінату натрію;
– 3% розчин альгінату натрію; – 5% розчин альгінату натрію.

Отже, 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.

7.5 Мікроструктура плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями

Заморожування плодово-ягідної продукції супроводжується рядом змін, зокрема, забарвлення, форми та консистенції плодів тощо, що зумовлено формуванням кристалів льоду в клітинах та міжклітинному просторі, підвищенням концентрації сухих речовин тощо.

Структурна міцність замороженої соковитої продукції зумовлена тургором клітин і особливостями клітинних стінок.

Проведені нами дослідження методом мікроскопії заморожених плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями показали (таблиця 7.3 та рис. 7.24), що у плодах без проведення обробки як на поверхні, так і в паренхімі плоду утворювались порівняно великі (до 0,192 мм, рис. 7.25) кристали льоду.

Таблиця 7.3

Розміри анатомічних складових поперечного перерізу заморожених ягід вишні залежно від попередньої обробки полісахаридними композиціями

Сорт/композиція	Товщина, *мм*	
	полісахаридної плівки	структурованої паренхіми
Лутовка (контроль)	0,000	0,230
Лутовка (альгінат натрію 2 %)	0,136	0,234
Лутовка (альгінат натрію 3 %)	0,260	0,766
Лутовка (альгінат натрію 5 %)	0,298	0,822
$НІР_{05}$	*0,009*	*0,029*
Шпанка (контроль)	0,000	0,727
Шпанка (альгінат натрію 2 %)	0,164	0,982
Шпанка (альгінат натрію 3 %)	0,180	0,597
Шпанка (альгінат натрію 5 %)	0,199	0,391
Шпанка (хітозан 1 %)	0,237	0,356
$НІР_{05}$	*0,012*	*0,031*

За проведення обробки полісахаридними композиціями кристали льоду мали суттєво менші розміри, особливо у помологічного сорту Шпанка.

Важливою ознакою за попередньої обробки полісахаридними композиціями є товщина плівки, яку вони утворюють на поверхні плоду. Аналіз отриманих результатів показує, що найбільша товщина на ягодах обох досліджуваних сортів утворюється за застосування альгінату натрію в концентрації 5 % та хітозану (рис. 7.24, 7.25).

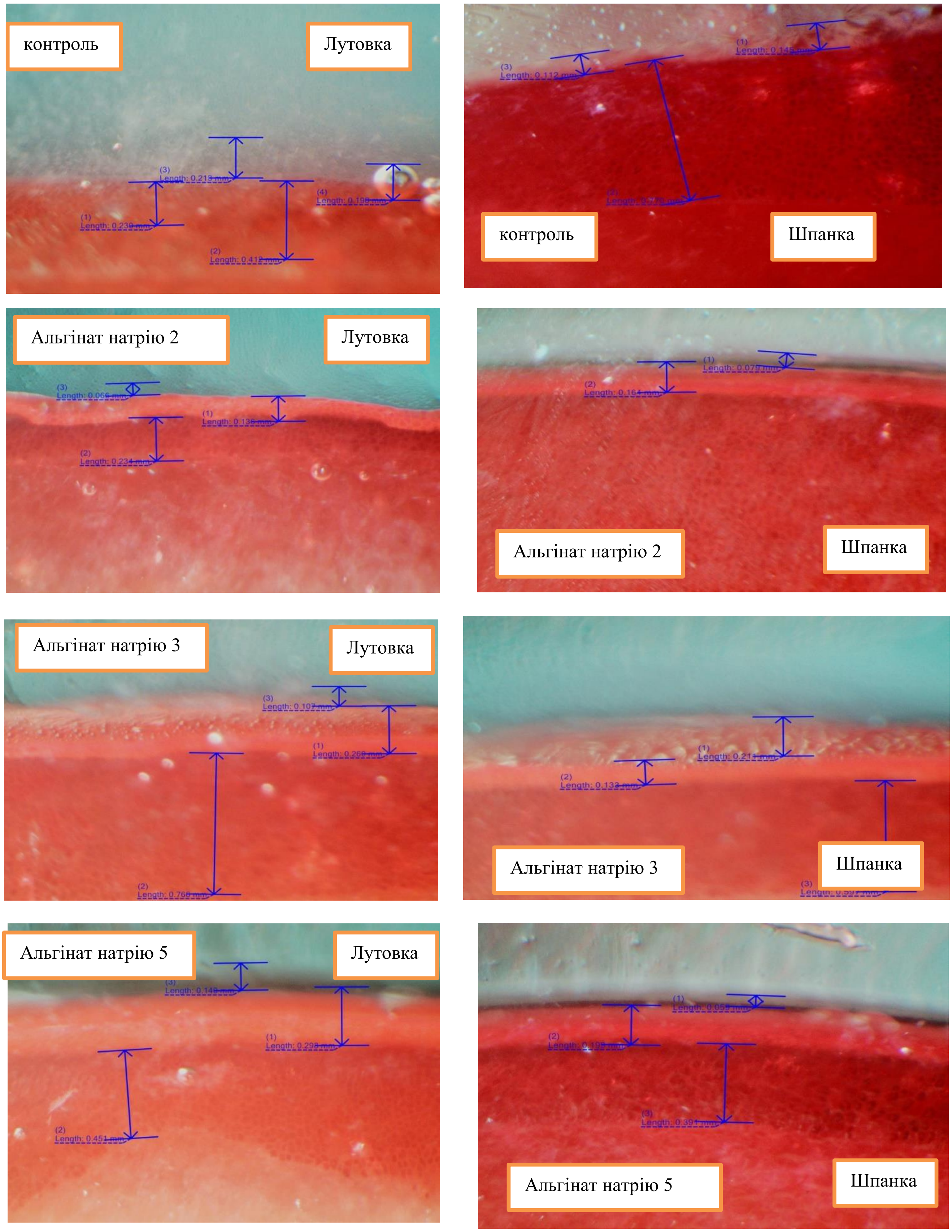


Рис. 7.24 **Переріз плоду заморожених ягід вишні оброблених розчином альгінату натрію**

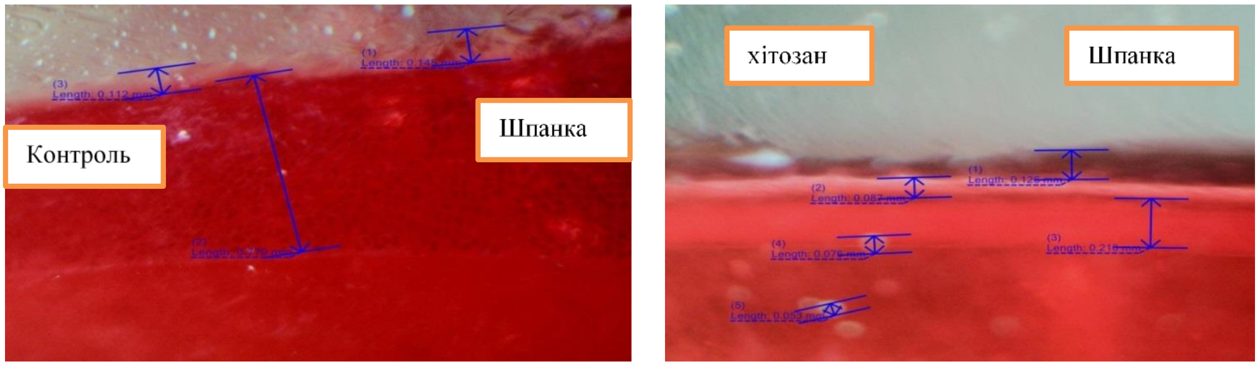


Рис. 7.25 **Переріз плоду заморожених плодів вишні оброблених розчином хітозану**

При виконанні зрізів заморожених ягід вишні нами встановлено структуризацію частини паренхіми. Шари структурованих клітин паренхіми коливались за розмірами від 0,230 мм (сорт Лутовка без обробки композиціями) до 0,982 мм (сорт Шпанка за проведення обробітку альгінатом натрію в концентрації 2 %). Таким чином, на поверхні плодів формується захисний шар товщиною від 0,136 до 0,298 мм, що сприяє утворенню кристалів льоду меншого розміру та збереженню споживних властивостей плодів вишні.

Плід вишні є соковитим однонасінним плодом із трьома шарами оплодня: зовнішнім (шкірочка), середнім (соковита м’якоть) та внутрішнім – кісточка, всередині якої знаходиться насінина.

Харчову цінність забезпечує середній шар, який складається з різних за розмірами паренхімних клітин, розмежованих клітинними стінками та виповнених клітинним соком.

Детальний аналіз наведеної на рис. 7.26 мікроструктури м’якоті показує, що в середній частині плодів вишні, які були попередньо оброблені полісахаридними композиціями відбулися візуальні зміни.

Основні зміни стосуються міжклітинного простору, який порівняно з контролем збільшився в розмірах. Найбільші потовщення міжклітинного простору відбулися за використання в якості полісахаридної композиції 20 % розчину цукру та 1 % хітозану. Також досить суттєві збільшення міжклітинного простору зафіксовано за використання 5 % розчину альгінату натрію.

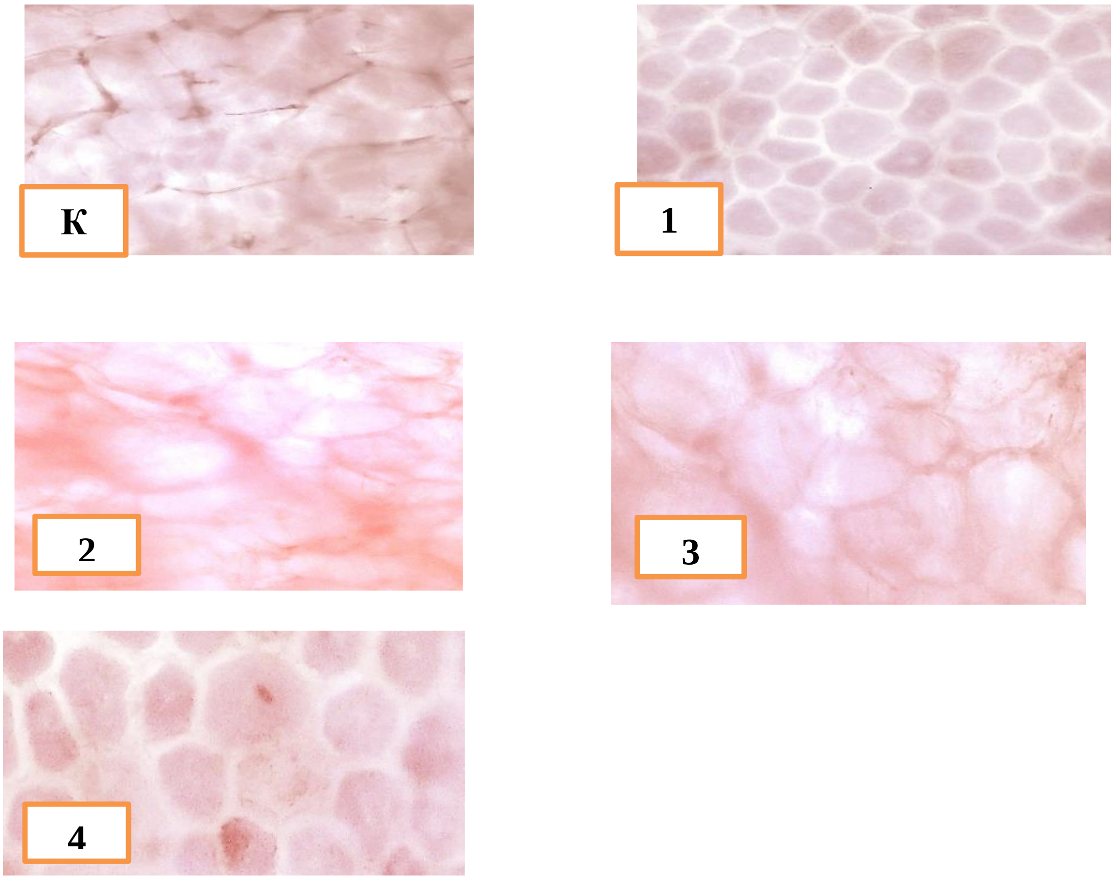


Рис. 7.26 **Мікроструктура м’якоті плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями перед заморожуванням**:
к – без обробки (*контроль*); 1–20 % розчин цукру та 1 % хітозану;
2–2 % розчин альгінату натрію; 3–3 % розчин альгінату натрію;
4–5 % розчин альгінату натрію

Таким чином, дослідження методом мікроскопії заморожених плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями показали, що застосовані концентрації полісахаридів 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.

7.6 Органолептична оцінка якості заморожених плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями

Як показали результати досліджень, органолептична оцінка плодів вишні сортів Лутовка і Шпанка після заморожування відрізнялася та залежала від виду їхньої попередньої обробки перед заморожуванням (рис. 7.27).

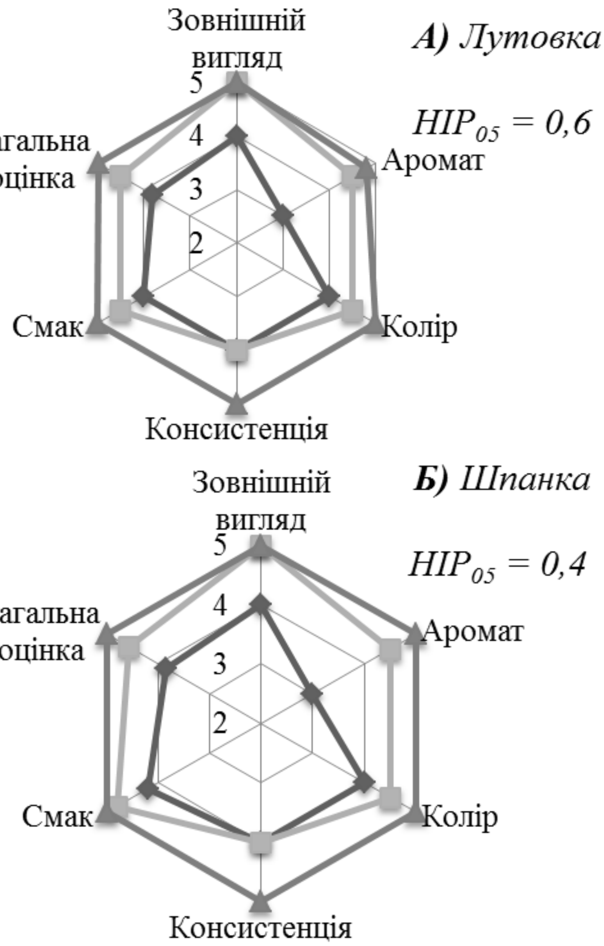


Рис. 7.27 **Органолептична оцінка заморожених плодів вишні попередньо оброблених полісахаридними композиціями,** 2015–2017 рр.:

– без оброблення (контроль);
– 20% р-н цукру та 4% аскорутину;
– 20 р-н цукру та 1% хітозану.

Зокрема, за зовнішнім виглядом після розморожування плоди у контрольному необроблюваному варіанті були цілими та мали добру (4,0 бали) дегустаційну оцінку. Колір вони мали однорідний, властивий сортам вишні в стані споживної стиглості, злегка потьмянілий (3,8 бала).

Значно вищі показники дегустаційної оцінки були у плодів вишні попередньо оброблених 20 % розчином цукру з додаванням 4 % аскрутину. За зовнішнім виглядом вони мали відмінну оцінку (5,0 бали). Аромат і колір були властиві плодам вишні (4,5 бали), консистенція оцінена в 4,0 бала. Загальна дегустаційна оцінка плодів була на рівні 4,5–4,6 бала.

Найвищу дегустаційну оцінку мали плоди вишні попередньо оброблені 20 % розчином цукру з додаванням 1 % хітозану, що за показниками зовнішнього вигляду, аромату, смаку, кольору, консистенції отримали відмінні показники та загальну дегустаційну оцінку на рівні 5,0 балів.

Результати дегустаційної оцінки плодів вишні за покриття розчином альгінату натрію наведені на рисунку 7.28.

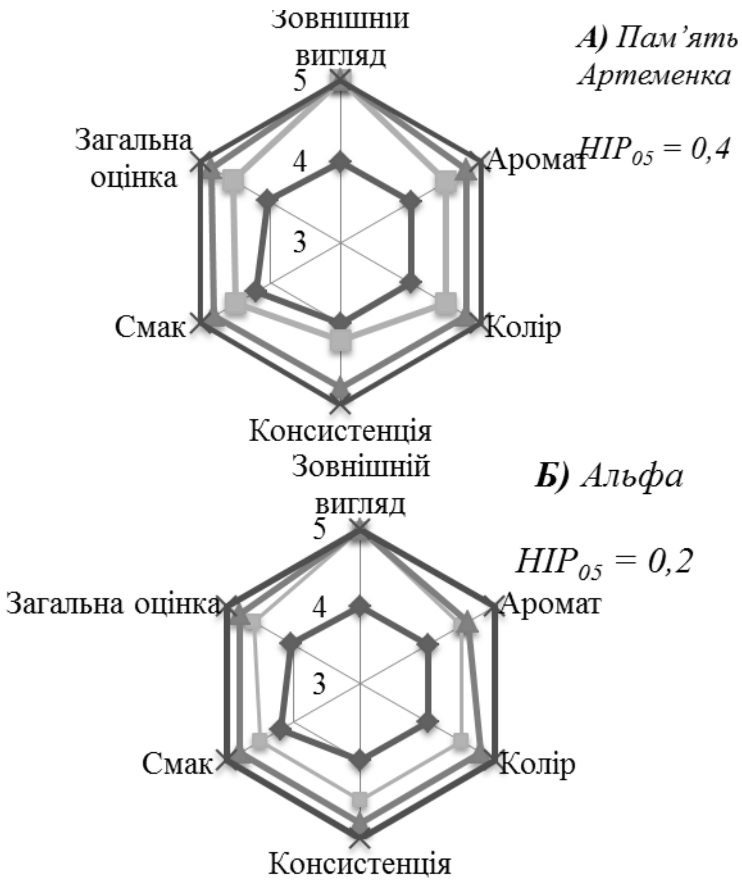


Рис. 7.28 **Органолептична оцінка заморожених плодів вишні попередньо оброблених полісахаридними композиціями,** 2016–2018 рр.:

– без оброблення (контроль); – 2% розчин альгінату натрію;
– 3% розчин альгінату натрію; – 5% розчин альгінату натрію.

Як видно з рисунку за зовнішнім виглядом необроблювані плоди вишні після заморожування, мали добру (4,0 бали) дегустаційну оцінку, тоді як оброблені розчином альгінату натрію – відмінну (5,0 балів).

Аромат і колір оброблених плодів вишні також суттєво відрізнявся від необроблених плодів (контроль) – дегустаційна оцінка на рівні 4,0–5,0 бала. Відмінну дегустаційну оцінку за обома показниками мали плоди вишні, оброблені 5 % розчином альгінату натрію.

Обробка плодів вишні розчином альгінату натрію значно вплинула на консистенцію плодів. Доброю (4,0 бали) вона залишалась у необроблених плодах вишні, тоді як за покриття розчином альгінату натрію плоди мали більш щільну консистенцію після розморожування, оцінену дегустаторами в 4,2–4,8 бали. Консистенція оброблених 5 %-ним розчином альгінату натрію плодів оцінена на відмінно, що зумовлено збереженням форми плодів за відсутності витікання соку. Смак і загальна дегустаційна оцінка необроблених плодів вишні після розморожування (контроль) – була добра (4,2 і 4,0 бал). Вища вона була (4,5–4,8 балів) у плодів, оброблених 2 і 3 % розчином альгінату натрію.

На рис. 7.29 показано дендрограму кластерного аналізу між органолептичними показниками заморожених плодів вишні, оброблених полісахаридними композиціями перед заморожуванням, за результатами якого встановлено, що сенсорні характеристики плодів вишні найбільше відрізняються у контрольних зразків. Причому кластер плодів вишні сортів Лутовка і Шпанка відрізняються від Пам’ять Артеменка і Альфа.

Інший кластер утворюють плоди вишні, оброблені полісахаридними композиціями. Тут найменшу мінливість органолептичних показників і вищу дегустаційну оцінку мали плоди вишні, попередньо оброблені 20 % розчином цукру і 1 % хітозану та 5 % розчином альгінату натрію.

Отже, попередня обробка плодів вишні розчинами полісахаридів (розчину цукру в поєднанні з хітозаном, альгінату натрію), позитивно впливала на дегустаційну оцінку плодів вишні.

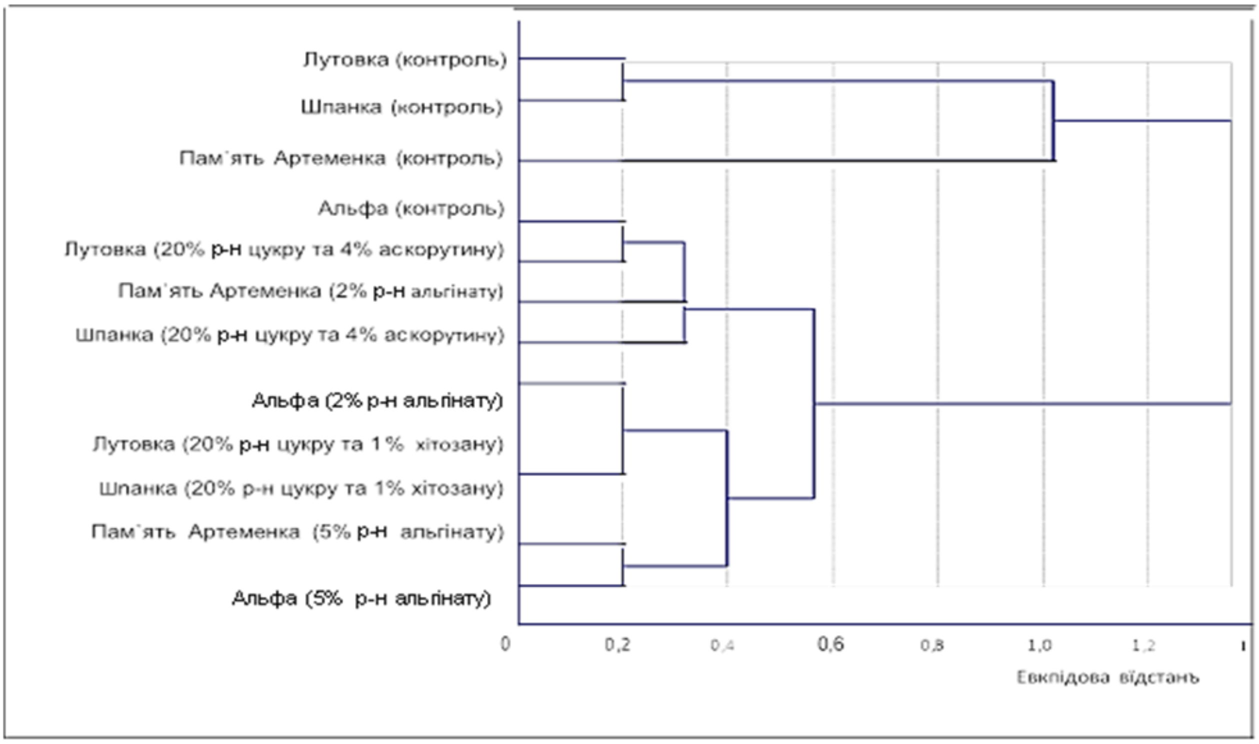


Рис. 7.29 **Дендрограма кластерного аналізу між органолептичними показниками заморожених плодів вишні, оброблених полісахаридними композиціями, впродовж зберігання,** 2016–2018 рр.

Відмінною вона була у плодів, попередньо оброблених 20 % розчином цукру з додаванням 1 % хітозану та 5 % розчином альгінату натрію.

7.7 Оптимізація складу полісахаридних композицій для заморожування плодів вишні

7.7.1 Сортопридатність плодів вишні до заморожування. Для визначення оптимальних для заморожування сортів вишні було застосовано метод багатокритеріальної оптимізації, що базується на встановленні зв’язку між якісними показниками плодів та їх допустимих значень [41].

За результатами досліджень (табл. 7.4) встановлено, що рівень втрат клітинного соку залежав від сортових особливостей і становив 7,2–10,9 %, при цьому, більшими вони були у сорту Альфа (10,9 %). Оскільки для отримання якісної замороженої продукції втрата клітинного соку повинна бути мінімальною, тому максимальне значення цього показника наближається до мінімуму $f_j^{опт} \to 7,2$.

Таблиця 7.4

Результати значень цільових функцій при виборі оптимального сорту вишні для швидкого заморожування і зберігання протягом шести місяців

Альтернатива	Сорт	Втрата соку, % A_1		Сухі розчинні речовини, % A_2		Цукри, % A_3		Титровані кислоти, % A_4		Аскорбінова кислота, *м г/100 г*, A_5		Загальна дегустаційна оцінка, *бал* A_6		Значення цільових функцій	Ранг
		f_1	f_1'	f_2	f_2'	f_3	f_3'	f_4	f_4'	f_5	f_5'	f_6	f_6'		
X_1	Альфа	10,9	0,0	15,01	0,6	10,55	0,8	1,76	0,2	10,2	0,9	4,8	0,8	2,7	2
X_2	Жадана	10,0	0,2	14,93	0,4	9,74	0,1	1,89	0,6	8,8	0,3	4,4	0,4	3,9	6
X_3	Шанс	9,5	0,4	14,71	0,0	9,57	0,0	1,84	0,4	9,2	0,5	4,0	0,0	4,7	7
X_4	Елегантна	7,7	0,8	15,14	0,9	9,82	0,2	1,68	0,0	8,7	0,3	5,0	1,0	2,8	3
X_5	Пам'ять Артеменка	7,2	1,0	15,21	1,0	10,77	1,0	2,04	1,0	10,6	1,0	4,8	0,4	0,6	1
X_6	Оптимістка	9,4	0,4	15,02	0,6	10,63	0,9	1,94	0,7	7,9	0,0	4,5	0,5	2,9	4
X_7	Гріот Подбєльський	9,9	0,3	14,81	0,0	10,59	0,9	1,90	0,6	10,1	0,8	4,6	0,6	2,9	5
	fj^{-}	7,2		14,71		9,57		1,68		7,9		4,0			
	fj^{+}	10,9		15,21		10,77		2,04		10,6		5,0			
	$fj(x^{i})$		1		1		1		1		1		1	$fj(xi) = 0$	
	$fj(x^{опт})$	7,2		15,21		10,77		2,04		19,1		5,0			
		min	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max		

Вміст сухих розчинних речовин і цукрів у плодах вишні впродовж заморожування змінюється та визначає їхню якість. Нами було встановлено, що їх вміст у плодах залежав від особливостей сорту і змінювався від 14,7 % (сорт Шанс) до 15,2 % (Пам'ять Артеменка). Вміст цукрів у плодах був від 9,57 % до 10,77 % відповідно. Досліджувані плоди вишні мали значний вміст титрованих кислот – 2,04 % (сорт Пам'ять Артеменка) і 1,68 % (Елегантна).

За вмістом аскорбінової кислоти переважали плоди вишні сорту Пам'ять Артеменка – 10,6 мг/100 г, що на 2,7 мг/100 г більше сорту Оптимістка. Оскільки від збереження компонентів хімічного складу (цукри, кислоти, аскорбінова кислота) залежить якість замороженої продукції, то значення цільової функції цих показників наближається до максимального $f_j^{опт} \to \max$.

Значення цільових функцій $\varphi(x_i)$ досліджуваних сортів дало змогу оцінити якість плодів вишні після заморожування. Мінімальне значення цільової функції $\varphi(x_3)$ мали заморожені плоди вишні сорту Шанс (7 ранг). Шостий ранг із значенням цільової функції $\varphi(x_2) = 3{,}9$ мали плоди вишні сорту Жадана, п'ятий і четвертий – $\varphi(x_7) = \varphi(x_6) = 2{,}9$, належав сортам Гріот Подбєльський і Оптимістка.

Дещо вищі показники цільової функції – $\varphi(x_4) = 2{,}8$ і $\varphi(x_2) = 2{,}7$, та третій і другий ранг мали плоди вишні сортів Елегантна й Альфа відповідно. Оптимальні показники якості та перший ранг – $\varphi(x_5) = 0{,}6$, мали плоди вишні сорту Пам'ять Артеменка.

Отже, найбільш придатними до заморожування серед досліджуваних сортів вишні виявилися Пам'ять Артеменка, Елегантна й Альфа.

7.7.2 Оптимізація заморожування плодів вишні за різних способів попередньої обробки. Визначення ефективності способів попередньої обробки плодів вишні під час заморожування проводили за фізико-хімічними показниками табл. 7.5.

Таблиця 7.5

Кореляційна матриця окремих фізико-хімічних показників заморожених плодів вишні

Показник	Сухі розчинні речовини	Дубильні і барвні речовини	Аскорбінова кислота	Антиокси-дантна активність	Втрати соку
Сухі розчинні речовини	1,00				
Дубильні і барвні речовини	0,13	1,00			
Аскорбінова кислота	0,39	0,59	1,00		
Антиоксидантна активність	0,45	**0,77**	0,03	1,00	
Втрати соку	0,07	0,17	0,71	0,36	1,00

Примітка. *Напівжирним виділено коефіцієнти кореляції, достовірні на 5 % рівні значущості.

Статистична обробка отриманих даних дозволила встановити закономірності показників хімічного складу. Так, встановлено тісний зв᾽язок між антиоксидантною активністю та вмістом дубильних і барвних речовин ($r =$ 0,77±0,03).

Тому згідно з кореляційною матрицею на антиоксидантну активність значний вплив має вміст дубильних і барвних речовин. Результати проведених досліджень відображені на графіку рис. 7.30. і табл. 7.6.

З рисунка видно переваги обробки плодів вишні сортів Шпанка і Лутовка в розчинах цукру з додаванням хітозану та аскорутину за вмістом дубильних і барвних речовин 0,65–1,03 % та аскорбінової кислоти 17,6–20,0 мг/100г.

Вміст біологічно-активних речовин – аскорбінової кислоти, дубильних і барвних речовин визначає антиоксидантну активність плодів вишні [2, 9, 14]. Якщо антиоксидантну активність подати у вигляді залежної змінної у (табл. 7.6) то отримаємо лінійну залежність:

$$y = 28{,}7 - 29{,}48x_1 + 0{,}99x_2 \qquad (7.2),$$

де x_1 – вміст дубильних і барвних речовин, %; x_2 – аскорбінової кислоти, мг/100г.

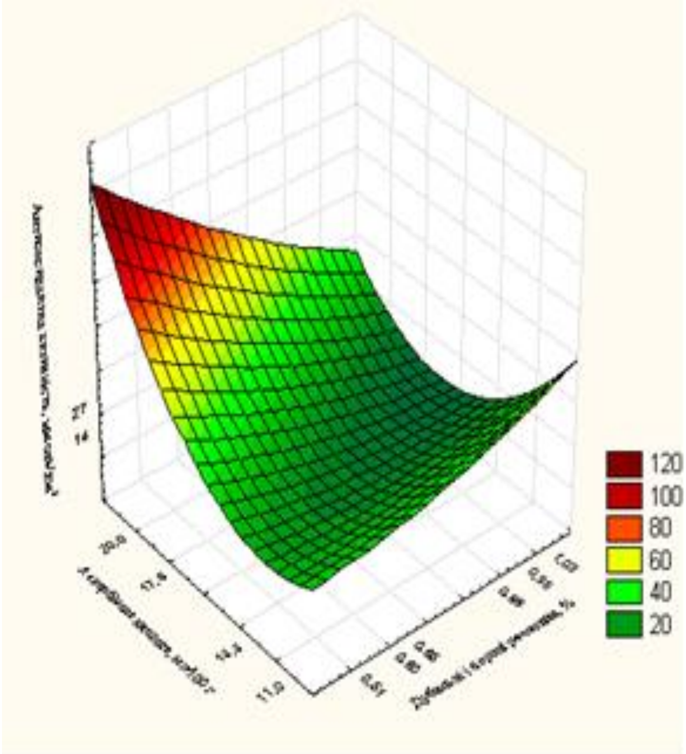


Рис. 7.30 **Залежність антиоксидантної активності від вмісту аскорбінової кислоти та дубильних і барвних речовин в плодах вишні**, 2015–2016 рр.

Таблиця 7.6

Результати регресійного аналізу

N = 8	*Beta**	*Std.Err. of Beta**	*B**	*Std.Err. of B**	*t(5)**	*p-level**
Intercept			28,703	2,742	10,467	0,0001
Вміст дубильних і барвних речовин *(Var2)*	–1,190	0,143	–29,484	3,554	–8,296	0,0004
Вміст аскорбінової кислоти *(Var3)*	0,723	0,143	0,995	0,197	5,042	0,0039

Примітка*. β – коефіцієнт рівняння показує на скільки одиниць стандартного відхилення зміниться залежна змінна при зміні на одне стандартне відхилення незалежної змінної; *B* – коефіцієнт рівняння регресії; *Std.Err of Beta* – стандартні похибки коефіцієнтів рівняння регресії; *T*–t-критерій для коефіцієнтів рівняння регресії; *p-level* – ймовірність нульової гіпотези для коефіцієнтів рівняння регресії ($p<0{,}00119$).

Проведеними дослідженнями встановлено переваги обробки перед заморожуванням плодів вишні у 20 % розчині цукру з додаванням 1 % хітозану, що сприяє збереженню вмісту дубильних і барвних речовин та аскорбінової кислоти.

7.7.3 Вибір концентрації розчину альгінату натрію для заморожування плодів вишні. Для вибору оптимальної концентрації розчину альгінату натрію для заморожування плодів вишні використовували метод Харрінгтона [6, 44].

Для визначення коефіцієнтів b_0, b_1 був використаний наступний прийом: гіршому значенню параметра оптимізації y_i присвоювали значення бажаності, рівне 0,37, а кращому – рівне 0,98 (табл. 7.7 і 7.8).

Для параметра оптимізації y_1, маємо:

$$0{,}37 = \exp[-\exp(-y_1')], \text{ звідки } y' = 0 \qquad (7.3),$$

$$0{,}98 = \exp[-\exp(-y_1')], \text{ звідки } y'_1 = 3{,}922 \qquad (7.4).$$

Для параметра оптимізації y_1 маємо систему рівнянь для визначення коефіцієнтів b_0 і b_1:

$$b_0 + b_1 \cdot 0{,}68 = 0, \qquad (7.5)$$

$$b_0 + b_1 \cdot (-1{,}43) = 3{,}922, \qquad (7.6)$$

де 0,68 – гірше значення параметра оптимізації y_1,

–1,43 – краще значення.

Вирішуючи систему рівнянь знаходимо $b_0 = –1{,}23$ і $b_1 = 1{,}86$. Аналогічно знаходимо значення коефіцієнтів для інших параметрів оптимізації та заносимо до таблиці 7.9. Отже, функції бажаності для плодів вишні сорту Пам’ять Артеменка мають вигляд:

$$d_1 = \exp[-\exp(-1{,}23 + 1{,}86 y_1)], \qquad (7.7)$$

$$d_2 = \exp[-\exp(-2{,}81 - 6{,}54 y_2)], \qquad (7.8)$$

$$d_3 = \exp[-\exp(3{,}92 - 2{,}45 y_3)], \qquad (7.9)$$

$$d_4 = \exp[-\exp(0{,}56 - 5{,}6 y_5)]. \qquad (7.10)$$

По сорту Альфа:

$$d_1 = \exp[-\exp(1{,}31 - 1{,}63 y_1)], \qquad (7.11)$$

$$d_2 = \exp[-\exp(6{,}76 - 4{,}73 y_2)], \qquad (7.12)$$

$$d_3 = \exp[-\exp(3{,}92 - 2{,}8 y_3)], \qquad (7.13)$$

$$d_4 = \exp[-\exp(-0{,}49 + 4{,}9 y_5)]. \qquad (7.14)$$

Їхні значення наведено в таблиці 7.8 і 7.9. Також знаходимо узагальнений відгук.

Таблиця 7.7

Зміна якості заморожених плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, 2016–2018 рр.

Показник	Вид обробки			
	Без обробки (*контроль*)	2 % альгінат натрію	3 % альгінат натрію	5 % альгінат натрію
Пам'ять Артеменка				
Сухі розчинні речовини (*%)*	15,89			
– після заморожування	15,21	15,62	15,8	17,32
– втрати	0,68	0,27	0,09	-1,43
Цукрово-кислотний індекс	5,43			
– після заморожування	6,46	6,25	6,2	5,86
– втрати	1,04	0,82	0,77	0,43
Втрати соку (*%*)	5,6	3,2	3,2	3,1
– після заморожування	7,2	4,1	3,8	3,1
– втрати	1,6	0,9	0,6	0
Органолептична оцінка (*бал*)	4,2			
– після заморожування	4,3	4,4	4,8	5,0
– втрати	0,1	0,2	0,6	0,8
Альфа				
Сухі розчинні речовини (*%)*	15,8			
– після заморожування	15,0	15,5	15,7	17,4
– втрати	0,8	0,3	0,1	-1,6
Цукрово-кислотний індекс	6,1			
– після заморожування	7,54	7,18	7,09	6,7
– втрати	1,43	1,08	0,99	0,6
Втрати соку (*%*)	9,5	7,2	7,2	7,1
– після заморожування	10,9	8,1	7,7	7,1
– втрати	1,4	0,9	0,5	0
Органолептична оцінка (*бал*)	4,1			
– після заморожування	4,2	4,5	4,7	5,0
– втрати	0,1	0,4	0,6	0,9

Таблиця 7.8

Граничні значення функції бажаності

<table>
<tr><th>Параметр оптимізації*</th><th>y_i</th><th>d_i</th><th>y_i</th><th>b_0</th><th>b_1</th></tr>
<tr><td colspan="6">Пам’ять Артеменка</td></tr>
<tr><td rowspan="2">y_1</td><td>0,68</td><td>0,37</td><td>0,00</td><td rowspan="2">–1,23</td><td rowspan="2">1,86</td></tr>
<tr><td>–1,43</td><td>0,98</td><td>3,92</td></tr>
<tr><td rowspan="2">y_2</td><td>1,03</td><td>0,37</td><td>0,00</td><td rowspan="2">–2,81</td><td rowspan="2">–6,54</td></tr>
<tr><td>0,43</td><td>0,98</td><td>3,92</td></tr>
<tr><td rowspan="2">y_3</td><td>1,60</td><td>0,37</td><td>0,00</td><td rowspan="2">3,92</td><td rowspan="2">–2,45</td></tr>
<tr><td>0,00</td><td>0,98</td><td>3,92</td></tr>
<tr><td rowspan="2">y_4</td><td>0,10</td><td>0,37</td><td>0,00</td><td rowspan="2">0,56</td><td rowspan="2">–5,60</td></tr>
<tr><td>0,80</td><td>0,98</td><td>3,92</td></tr>
<tr><td colspan="6">Альфа</td></tr>
<tr><td rowspan="2">y_1</td><td>0,80</td><td>0,37</td><td>0,00</td><td rowspan="2">1,31</td><td rowspan="2">–1,63</td></tr>
<tr><td>–1,60</td><td>0,98</td><td>3,92</td></tr>
<tr><td rowspan="2">y_2</td><td>1,43</td><td>0,37</td><td>0,00</td><td rowspan="2">6,76</td><td rowspan="2">–4,73</td></tr>
<tr><td>0,60</td><td>0,98</td><td>3,92</td></tr>
<tr><td rowspan="2">y_3</td><td>1,40</td><td>0,37</td><td>0,00</td><td rowspan="2">3,92</td><td rowspan="2">–2,80</td></tr>
<tr><td>0,00</td><td>0,98</td><td>3,92</td></tr>
<tr><td rowspan="2">y_4</td><td>0,10</td><td>0,37</td><td>0,00</td><td rowspan="2">–0,49</td><td rowspan="2">4,90</td></tr>
<tr><td>0,90</td><td>0,98</td><td>3,92</td></tr>
</table>

Примітка. * y_1 – вміст сухих розчинних речовин; y_2 – цукрово-кислотний індекс; y_3 – сокоутримуюча здатність; y_4 – органолептична оцінка.

Ранжування зразків в порядку зменшення значення узагальненої функції представлено на рис. 7.31.

За результатами розрахунків найкращим варіантом є обробка плодів вишні 5 % розчином альгінату натрію, на що вказують показники узагальненої функції бажаності 0,97 і 0,98.

Попередня обробка плодів вишні 2 і 3 % розчином альгінату натрію дала середні значення функції бажаності (0,48–0,74 і 0,42–0,89), які залежали від сорту. Найменші показники функції бажаності були в необроблюваному розчинами контрольному варіанті – 0,37.

Таблиця 7.9

Натуральні, перетворені часткові відгуки та узагальнений відгук по шкалі бажаності

Вид обробки	Натуральні часткові відгуки (різниця)				Перетворені часткові відгуки, *d*				Узагальнений відгук, *D*
	сухі розчинні речовини, %	цукрово-кислотний індекс	втрати соку, %	органолептична оцінка, бал	сухі розчинні речовини, %	цукрово-кислотний індекс	втрати соку, %	органолептична оцінка, бал	
Пам'ять Артеменка									
Без обробки (контроль)	0,68	1,03	1,6	0,1	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
2 % альгінат	0,27	0,83	0,9	0,2	0,63	0,99	0,84	0,57	0,74
3 % альгінат	0,09	0,77	0,6	0,6	0,72	0,99	0,92	0,94	0,89
5 % альгінат	-1,43	0,43	0	0,8	0,98	0,99	0,98	0,98	0,98
Альфа									
Без обробки (контроль)	0,8	1,43	1,4	0,1	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
2 % альгінат	0,3	1,08	0,9	0,4	0,10	0,83	0,78	0,79	0,48
3 % альгінат	0,1	0,99	0,5	0,6	0,04	0,88	0,92	0,92	0,42
5 % альгінат	-1,6	0,60	0	0,9	0,93	0,98	0,98	0,98	0,97

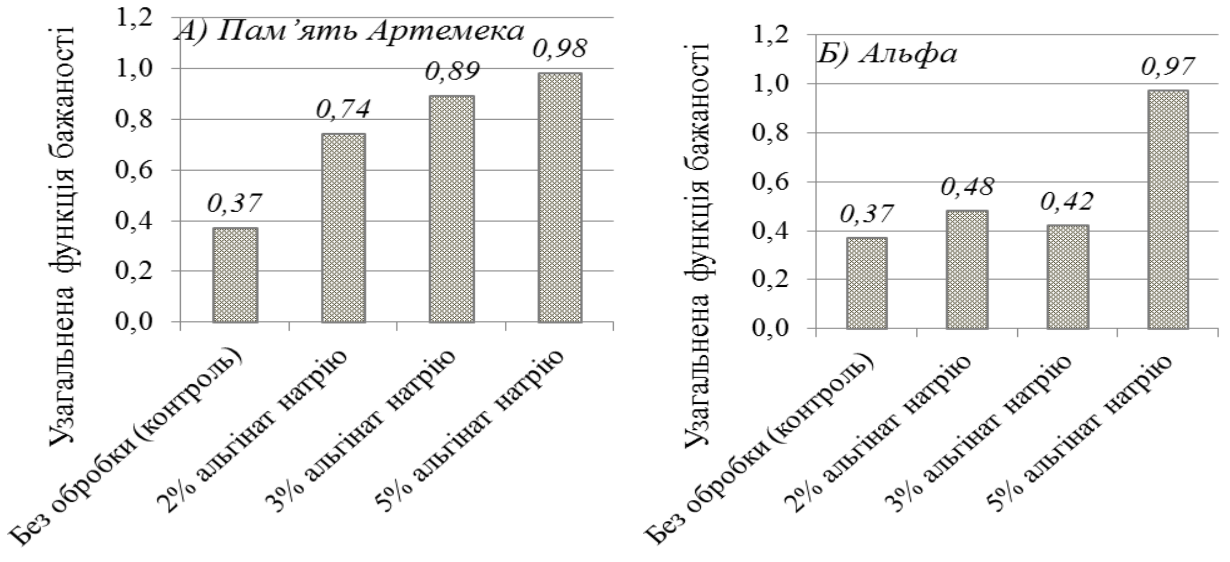


Рис. 7.31 **Ранжування попередньої обробки альгінатом натрію на заморожені плоди вишні сорту Пам'ять Артеменка й Альфа в порядку збільшення значення відгуку узагальненої функції бажаності**, 2016–2018 рр.

Отже, 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.

7.8 Удосконалення технологій виробництва заморожених плодів вишні

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

Використаний для попередньої обробки перед заморожування плодів вишні альгінат натрію, виготовлений з бурих морських водоростей, як безпечна харчова добавка має властивості гелеутворювача, стабілізатора, згущувача та проявляє плівкоутворюючі властивості.

Технологічний процес попередньої підготовки плодів вишні для заморожування за покриття їх розчином альгінату натрію включає наступні технологічні операції (рис. 7.32, додаток С.2).

Вишню подають на сортування, де відбирають некондиційні (пошкоджені механічно та шкідниками, загнилі, розчавлені, тощо) плоди. Потім плоди миють чистою проточною водою у вентиляторній мийній машині для повного видалення забруднень. Після цього відділяють плодоніжки, видаляють вологу й інспектують на сітчастому транспортері.

Для збереження біологічно активних речовин та консистенції заморожених плодів, після попередньої підготовки сировини й інспектування їх занурюють на 10–15 хв у водний розчин, що містить 5 % альгінату натрію за додавання в якості пластифікатора гліцерин 3 %. Підготовлені таким чином плоди вишні заморожують при температурі –24±1°С, подають на фасування і зберігають за температури не вище мінус 18±1°С впродовж 12 місяців.

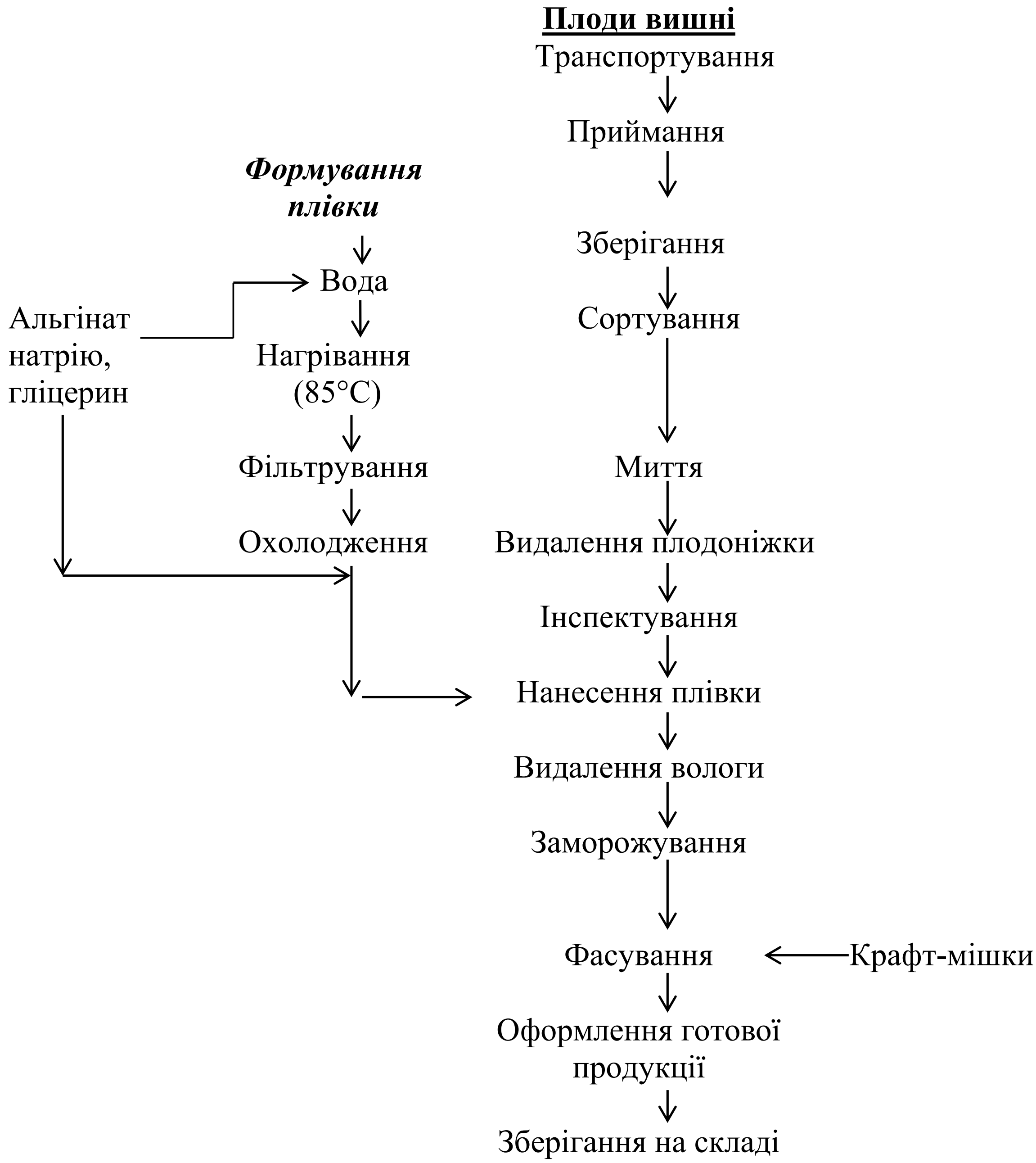


Рис. 7.32 **Технологічна схема заморожування плодів вишні за покриття альгінатом натрію**

Для розширення асортименту заморожених плодів вишні, підвищення їх вітамінної та біологічної цінності, нами запропоновано технологію заморожування у цукровому сиропі з фасуванням в тару, що забезпечує збереження біологічної цінності і споживних властивостей продукту (рис. 7.33, додаток С.3).

Рис. 7.33 **Технологічна схема виробництва десертної страви “Вишня швидкозаморожена у цукровому розчині”**

Після попередньої підготовки, сортування, миття, видалення плодоніжки й інспектування, плоди подають на дозувальний апарат, для заповнення тари і дозування цукрового сиропу.

Фасують заморожені плоди (згідно до ДСТУ 2890–94) у стаканчики ємністю 0,25 кг. Температура в фасувальному відділенні повинна бути не вище 10°С.

Заморожують продукцію в морозильному апараті безперервної дії при температурі мінус 24±1°С.

Для приготування цукрового розчину, цукор зважують на вагах, дозують і просіюють. У варильний котел подають воду, завантажують цукор. Суміш доводять до кипіння і кип'ятять до повного розчинення цукру, за 10–15 хв. до закінчення варки додають аскорутин і хітозан. Готовий розчин повинен містити 20 % цукру, 4 % аскорутину, 1 % хітозану. Сироп фільтрують через капронове сито і подають до наповнювача.

Температура продукції після заморожування не повинна перевищувати мінус 18°С. Заморожену і упаковану продукцію поміщають в холодильні камери, де зберігають при температурі мінус 18±1°С і відносній вологості повітря не менше 95 %.

Отже, 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.

Висновки до розділу 7

1. Аналізування екзотермічних процесів свідчить, що оптимальною температурою зберігання заморожених плодів вишні є температура мінус 26 °С,

2. 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; схильність до розтріскування не перевищувала 1,5 %, за максимуму у плодів сорту Альфа.

3. 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 %.

4. 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 %.

5. 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 впродовж заморожування змінюється неістотно і корелює з вмістом аскорбінової кислоти та дубильних і барвних речовин.

6. 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.

7. Дослідження 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

Результати досліджень розділу опубліковані в двадцяти двох джерелах: шести статтях, які цитуються у міжнародній базі Scopus [17, 18, 19, 20, 22, 23], шести у фахових виданнях [27, 29, 30, 32, 35, 36], одна у інших виданнях [31], трьох патентах [47, 48, 49] та шести тезах доповідей [21, 28, 33, 34, 37, 38].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 7

1. Ancos B., Gonzalez E.M., Pilar Cano M. Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit. Journal Agric. Food Chemistry. 2000. Vol. 48. P. 4565–4570.

2. Bunea C. I., Pop N., Babes A. C., Matea C., Dulf F., Bunea A. Carotenoids, total polyphenols and antioxidant activity of grapes (*Vitis vinifera*) cultivated in organic and conventional systems. Chemistry Central Journal. 2012. Vol. 6(1). P. 66.

3. Callahan H. S., Donald M. Waller Phenotypic integration and the plasticity of integration in an amphicarpic annual. International Journal of Plant Sciences. 2000. Vol. 161(1). P. 89–98.

4. Callahan H. S., Donald M. Waller. Phenotypic integration and the plasticity of integration in an amphicarpic annual. International journal of plant sciences. 2000. Vol. 161, no. 1. P. 89–98.

5. Goncalves B., Silva A.P., Moutinho-Pereira J., Bacelar E., Rosa E., Meyer A. S. Effect of ripeness and postharvest storage on the evolution of colour and anthocyanins in cherries (*Prunus avium* L.). Food Chemistry. 2007. Vol.103. P. 976–984.

6. Harrington E. C. The desirable function. Industrial Quality Control. 1965. Vol. 21. № 10. P. 124–131.

7. Jansrimanee S., Lertworasirikul S. Effect of sodium alginate coating on osmotic dehydration of pumpkin. International Food Research Journal. 2017. Vol. 24(5). P. 1903–1909.

8. Kaldmae H., Kikas A., Arus L., Libek Asta-Virve. Genotype and microclimate conditions influence ripening pattern and quality of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) fruit. Zemdirbyste-Agriculture. 2013. Vol. 100. P. 167–174.

9. Ngo T., Wrolstad R.E., Zhao Y. Color quality of oregon strawberries – impact of genotype, composition, and processing. Journul of food science 2007. Vol.72 (1). P. 25–32.

10. Pedisic S., Levaj B., Dragovic-Uzelac V., Skevin D., Skendrovic M. Color parameters and total anthocyanins of sour cherries (*Prunus cerasus L.*) during ripening. Agriculturae Conspectus Scientificus. 2009. Vol. 74(3). P. 259–262.

11. Poiana M. A., Diana M., Alexa E. Influence of home-scale freezing and storage on antioxidant properties and color quality of different garden fruits. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2010. Vol. 16 (2). P. 163–171.

12. Pupan N., Dhamvithee P., Jangchud A., Boonbumrung S. Influences of different freezing and thawing methods on the physic-chemical, flavor, and sensory properties of durian puree (*cv. Monthong*). Journal of Food Processing and Preservation. 2017. Vol.42. P. 10.

13. Scibisz I., Mitec M. The changes of antioxidant properties in highbush blueberries (*Vaccinum corymbosum L.)* during freezing and long term frozen storage. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. 2007. Vol. 6 (4). P. 75–82.

14. Stan A., Popa M. E. Pretreatment and freezing storage effect on antioxidant capacity of sour cherries and correlation with color changes. Romanian Biotechnological Letters. 2015. Vol. 20 (5). P. 10726–10834.

15. Steppan S. J. Phylogenetic analysis of phenotypic covariance structure. I. Contasting results from matrix correlations and common principal components analysis. Evolution. 1997. Vol. 51. 586 p.

16. Tabassum N., Khan M. A. Modified atmosphere packaging of fresh-cut papaya using alginate based edible coating: Quality evaluation and shelf life study. Scientia Horticulturae. 2019. Vol. 259 (3): 108853. URL: https://www.researchgate.net/publication/335990839.

17. Vasylyshyna O. Content of bioactive substances in cherry fruit by different ways of freezing. Carpathian gournal of food science and technology. 2015. Vol.7(4). P. 36–40.

18. Vasylyshyna O., Postolenko Y. Influence of freezing method on color change and antioxidant activity in cherry fruit. Carpathian gournal of food science and technology. 2019. Vol. 11(4). P. 133–140.

19. Vasylyshyna O., Sobolenko L. Optimization of freezing cherry fruits by various pre-treatment methods. Carpathian gournal of food science and technology. 2018. Vol. 10(2). P. 18–24.

20. 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.

21. Vasylyshyna O. 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.

22. Vasylyshyna O. Inflaence of freezing and storing cherry fruit on its nutritional value. Acta scientiarum polonorum technologia alimentaria. 2016. Vol.15(2). P. 145–150.

23. 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.

24. Zhao H., Wang B., Cui K., Cao J. Jiang W. Improving postharvest quality and antioxidant capacity of sweet cherry fruit by storage at near-freezing temperature. Scientia Horticulturae. 2019. Vol. 246. P. 68–78.

25. Белінська С., Орлова Н., Китаєв О. Особливості кристалоутворення під час заморожування суниць. Товари і ринки. 2008. № 2. С. 74–80.

26. Белінська С. О., Левицька С. О., Камєнєва Н. В., Роскладка А. А., Китаєв О. І. Особливості кристалоутворення під час заморожування капусти броколі. Харчова наука і технологія. 2018. № 12(3). С. 21–27.

27. Василишина О. В. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для вибору кращого сорту заморожених плодів вишні. Наукові горизонти. 2019. № 7(80). С. 70–74.

28. Василишина О. В. Збереження якості плодів вишні за різних способів заморожування "Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва і рослинництва" Умань, 2017. С. 116.

29. Василишина О. В. Зміни якісних показників заморожених плодів вишні з післязбиральною обробкою розчином альгінату натрію. Агробіологія. 2019. №2. С. 82–87.

30. Василишина О.В. Оптимізація ефективності заморожування плодів вишні методом Харрінгтона. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2020. №1. С. 85–90.

31. Василишина 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.

32. Василишина О. В. Оцінка вмісту аскорбінової кислоти у заморожених плодах вишні різних сортів. Агробіологія. 2019. №1. С. 31–37.

33. Василишина О. В. Придатність заморожених плодів вишні для виготовлення кулінарної продукції. Матеріали VII міжнародної науково-практичної Актуальні питання аграрної науки. Умань, 2019. С. 238.

34. Василишина О. В., Васильченко О. М. Оцінка якості плодів вишні за різних умов заморожування. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань, 2014. С. 143.

35. Василишина О. В., Постоленко Є. П. Вплив особливостей сорту на якість заморожених плодів вишні. Наукові горизонти. 2019. №2(75). С. 44–49.

36. 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.

37. Василишина 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.

38. Василишина О. В.Удосконалення технології зберігання і переробки плодів вишні. Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих вчених і науково-педагогічних працівників. Умань, 2019. С. 233.

39. Доценко Н. В. Проблеми захисту рослинної сировини за допомогою кріопротекції. Збірник наукових праць Одеської державної академії харчових технологій. 1998. №18. С. 38–41.

40. Іванова І. Є., Сердюк М.Є., Герасько Т.В., Кривонос Е.С., Білоус І.А. Визначення придатності сортів черешні та вишні до заморожування за критерієм кріорезистентності. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2018. № 8(2).

41. Іванова І. Є., Білоус Е. С., Пащенко Ю. П., Єременко О. А. Багатокритеріальна оптимізація показників якості плодів черешні української селекції при заморожуванні та зберіганні. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2017. Вип. 98. С. 76–82.

42. Іванченко В. Й., Іванова І. Є. Вибір кращого для заморожування та тривалого зберігання сорту дюків з оптимальним комплексом параметрів органолептичних та фізико-хімічних показників плодів. Виноградарство и виноделие. 2009. № 39. С. 49–52.

43. Іванченко В. Й., Канцаєва У. І., Дженеєв С. Ю. Патент на корисну модель №3750. Спосіб зберігання винограду. Опубл. 27.12.1994. 6 с.

44. Колтунов В., Белінська Є. Обгрунтування ефективності збереженості редису методом Харрінгтона. Товари і ринки. 2010. №2. С62–68.

45. Найченко В. М. Вибір оптимальної температури для зберігання плодів сливи і чорної смородини. Сучасні проблеми холодильної техніки і технології. 2003. № 4. С. 127–130.

46. Орлова Н. Я., Белінська С. О. Ефективні способи стабілізації харчової та біологічної цінності замороженої плодоовочевої продукції. Харчова і переробна промисловість. 2002. №3. С. 247–256.

47. Патент на корисну модель № 03549 Україна, МПК (2015) A23B 7/04. Спосіб приготування десерту вишневого замороженого / Василишина О. В., Осокіна Н. М. №U2015 03549; Заявл. 16.04.2015; Опубл. 28.08.2015. 4 с.

48. Патент на корисну модель № 119484 Україна, МПК (2017) A23N 4/06. Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед заморожуванням / Василишина О. В., Заморська І. Л. №U2017 03682; Заявл. 14.04.2017; Опубл. 25.09.2017. Бюл. № 18. 4 с.

49. Патент на корисну модель № 127619 Україна, МПК (2018) A23B 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.

50. Постоленко Є. П. Заморожування плодів у цукровому сиропі. Овочі та фрукти. 2015. №9 (130). С.56–58.

51. Сімахіна Г. О. Основні показники придатності плодів та ягід до заморожування. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2018. Том 29 (68) Ч. 3 № 1 С. 73–77.

52. Українець А. І., Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Перспективні технологічні процеси виробництва нових продуктів та дієтичних добавок. Київ: НУХТ, 2018. 335 с.

53. Хомич Г. П., Капрельянц Л. В., Замелєв С. А. Вплив процесу заморожування на біологічну цінність ягід чорниці в процесі зберігання.

Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі. 2011. Вип. 1. С. 342–348.

54. Чернозубенко Н. К. Визначення придатності нових сортів смородини і вишні для зберігання і переробки: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 05.18.15. Київ, 1993. 22 с.

РОЗДІЛ 8
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ ПЛОДІВ ВИШНІ ЗА ОБРОБКИ ПОЛІСАХАРИДНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

8.1 Економічна ефективність зберігання плодів вишні

Як стверджують аналітики [7], попит на свіжі плоди в останні два–три роки значно зріс. Його збільшення, закономірно, викликало й зростання виробництва плодів, появу нових плодово-ягідних господарств. За таких умов актуальною стала проблема охолодження та зберігання виробленої плодово-ягідної продукції, в тому числі й вишні.

Економічна ефективність зберігання в більшості залежить від чіткого дотримання особливостей технології вирощування, збирання, пакування та раціональної організації реалізації свіжої продукції [1, 7].

За Галузевою програмою «Плоди і ягоди України» [4] до 2025 року одним з головних напрямків докорінних змін економічної ситуації в галузі є розширення переробки і зберігання продукції в місцях їхнього вирощування, створення спеціалізованих сировинних зон для виробництва екологічно чистої продукції та переробних підприємств.

Згідно галузевої програми [4, 5] до 2025 року кількість плодосховищ повинна збільшитися вдвічі. Плодозберігальні комплекси повинні бути оснащені лініями сортування, пакування, післязбиральної та післязберігальної обробки плодів речовинами, що поліпшують їх лежкість і подовжують «залишковий ефект зберігання».

Крім цього, передбачено розробку екологічно безпечних технологій зберігання продукції садівництва і ягідництва, в основу яких покладено сортову специфіку, а також створення нових технологій і рецептур вітчизняних якісних, екологічно чистих, конкурентоздатних продуктів харчування на основі місцевої рослинної сировини. Використання новостворених технологій зберігання та пероблення плодової продукції дозволить підвищити економічну ефективність галузі садівництва на 45–50 %.

Програмою передбачається до 2025 року виробляти близько 93 кг плодів і ягід на одну людину в рік, а також створити умови для експорту продукції.

Зростання виробництва плодів буде досягнуто за рахунок зерняткових і кісточкових порід. Загальна площа насаджень кісточкових повинна досягати 22,1 тис. га, в тому числі близько 30 % – у Лісостепу [4–6].

Лідерами у вирощуванні кісточкових є вишня і черешня, які переважно вирощують у Туреччині – 0,4 млн. т (19 %), США й Ірані – по 0,3 (14 %), Італії, Сирії, Іспанії й Україні – по 0,1 (5 %), що разом становить близько 60 % світового виробництва. Зауважимо, що Україна ввійшла в десятку лідерів за обсягами виробництва зазначених плодів.

Так, впродовж 2006–2011 рр. в Україні вирощувалося 314,8–545,9 тис. т плодів кісточкових культур, із яких обсяг виробництва вишні досяг 172,9 (32 %) тис. т.

Обсяги споживання плодів кісточкових культур упродовж 2006–2011 рр. досягали рівня 7–12 кг на особу в рік, або 44–75 % оптимальної норми (16 кг) [8].

Впродовж 2006–2016 рр. виробництво вишні зросло до 1,38 млн т. У 2017 і 2018 рр. було вироблено 172 і 219, а в 2019 р. 216 тис т. Україна посіла третє місце у світовому рейтингу після Туреччини й США за виробництвом вишні. В цілому найбільше світове виробництво плодів вишні припадає на Європу – 62 %.

Згідно з інформацією Міністерства сільського господарства США за сезон 2020 р. світове виробництво вишні дещо знизилось. Нині основними виробниками цієї культури є Туреччина (865 тис. т), Чілі (231), Китай (420), США (450), країни ЄС (648 тис. т) [2].

Зважаючи на високу затребуваність плодів вишні в безперервному забезпеченні ланцюга харчування як в Україні, так і поза її межами та розробки державних програм реалізації виробництва та реалізації плодів постає питання про економічну доцільність зберігання плодів вишні (табл. 8.1, додаток Р.1).

Таблиця 8.1

Вплив способу обробки на економічну ефективність зберігання плодів вишні в холодильнику, 2019−2020 рр.

Показник	Сорт			
	Альфа		Пам’ять Артеменка	
	Без обробки (*контроль*)	100 мг/л саліцилова кислота та 1 % хітозан	Без обробки (*контроль*)	100 мг/л саліцилова кислота та 1 % хітозан
Кількість продукції закладеної на зберігання, *т*	100	100	100	100
Вихід товарної продукції, %	85,2	93,0	83,6	92,2
Вихід товарної продукції, *т*	85,2	93,0	83,6	92,2
Ціна реалізації 1 т, *грн*	21000	22000	21000	22000
Виручка від реалізації, *тис. грн*	1789,0	2046,0	1755,6	2030,6
Собівартість реалізованої продукції, *тис. грн*	1536	1573,4	1541,4	1573,4
Прибуток, *тис. грн*	253,2	472,6	214,2	457,2
Рівень рентабельності, *%*	16	30	14	29

Як видно з наведених даних зберігання 100 т вишні, попередньо оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, забезпечує отримання високого виходу товарної продукції (92–93 %), прибутку на рівні 457,2–472,6тис. грн з рівнем рентабельності 29–30 %. При цьому за зберігання необроблених плодів вишні прибуток становив 214,2–253,2 тис. грн з рівнем рентабельності 14–16 %.

Економічна ефективність плодів вишні за попередньої обробки перед зберіганням розчином альгінату натрію показана в табл. 8.2 і додатку Р.2.

Таблиця 8.2

Вплив обробки розчином альгінату натрію на економічну ефективність зберігання плодів вишні в холодильнику, 2020 р.

Показник	Сорт			
	Альфа		Пам’ять Артеменка	
	Без обробки (*контроль*)	5 % розчин альгінату натрію	Без обробки (*контроль*)	5 % розчин альгінату натрію
Кількість продукції закладеної на зберігання, *т*	100	100	100	100
Вихід товарної продукції, %	85,7	91,3	85,6	92,4
Вихід товарної продукції, *т*	85,7	91,3	85,6	92,4
Ціна реалізації 1 т, *грн*	21000	22000	21000	22000
Виручка від реалізації, *тис. грн*	1799,7	2008,6	1797,6	2032,8
Собівартість реалізованої продукції, *тис. грн*	1585,98	1721,57	1585,98	1721,57
Прибуток, *тис. грн*	213,72	287,03	211,62	311,23
Рівень рентабельності, *%*	13,5	16,7	13,3	18,1

Попередня обробка плодів розчином альгінату натрію порівняно із необробленими плодами забезпечила отримання вищого на 5,6–6,8 % виходу товарної продукції. При цьому прибуток реалізованої продукції становив 287,03–311,23 тис. грн з рентабельності 17–18 %.

Таким чином, 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.

8.2 Економічна ефективність заморожування плодів вишні

Для цілорічного забезпечення населення України високовітамінними плодами вишні необхідно розробляти нові технології її ефективної переробки. Нині найбільш оптимальним методом є заморожування, що сприяє максимальному збереженню біологічної і дієтичної цінності (вітамінів, поліфенольних сполук, амінокислот, мінеральних елементів) (табл. 8.3 і додаток Р.3).

Таблиця 8.3

Вплив попередньої обробки альгінатом натрію на економічну ефективність заморожених плодів вишні, 2020 р.

Показник	Без обробки (*контроль*)	Плоди вишні з покриттям альгінатом натрію
Кількість виготовленої продукції, *т*	10	10
Собівартість 1т продукції, *грн*	16787,8	24372,5
Собівартість реалізованої продукції, *тис. грн*	167,878	243,725
Ціна реалізації 1 т, *грн*	20000	30000
Виручка від реалізації, *тис. грн*	200	300
Прибуток, *тис. грн*	32,122	56,275
Рівень рентабельності, *%*	19,1	23,0

За органолептичними показниками – смаком, ароматом, кольором, зовнішнім виглядом заморожені плоди практично не відрізняються від свіжих[9].

Як видно з наведених даних використання перед заморожуванням плодів вишні полісахаридних плівкоутворюючих композицій на основі альгінату натрію, забезпечить отримання 56,27 тис. грн прибутку, що на 24,15 тис. грн більше, порівняно з необробленими плодами.

Як видно з даних (табл. 8.4 і додатку Р.4) заморожування плодів вишні в цукрових сиропах з додаванням хітозану забезпечить прибутковість в розмірі 71,484 тис. грн, що на 39,36 тис. грн більше, порівняно з необробленими плодами вишні.

Таблиця 8.4

Економічна ефективність зберігання заморожених плодів вишні, 2020 р.

Показник	Без обробки (контроль)	Плоди вишні заморожені в цукровому сиропі з додаванням хітозану
Кількість виготовленої продукції, *т*	10	10
Собівартість 1т продукції, *грн*	16787,84	34851,64
Собівартість реалізованої продукції, *тис. грн*	167,878	348,516
Ціна реалізації 1 т, *грн*	20000	42000
Виручка від реалізації, *тис. грн*	200	420
Прибуток, *тис. грн*	32,122	71,484
Рівень рентабельності, *%*	19,1	20,5

Отже, 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 цуковому сиропі з додаванням хітозану.

Висновки до розділу 8

1. 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.

2. 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.

За матеріалами розділу опубліковано статтю у фаховому виданні [3].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 8

1. Blando F., Dave Oomah B. Sweet and Sour Cherries: Origin, Distribution, Nutritional Composition and Health Benefits. Trends in Food Science & Technology. 2019. №86. P. 517–529.

2. World cherry production will decrease to 3.6 million tons: веб-сайт. URL: https://www.freshplaza.com/article/9149328/world-cherry-production-will-decrease-to-3–6-million-tons

3. Василишина О. В. Економічна ефективність зберігання плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями. Рослинництво та грунтознавство. 2020. Т.11(2). С. 74–80.

4. Галузева програма «Плоди і ягоди України – 2017» Міністерство Аграрної Політики та продовольства України. URL: http://eurowine.com.ua/minisites/fermerhouse/node/251.

5. Галузева Програма розвитку садівництва України на період до 2025 року. URL: http://minagro.gov.ua/.

6. Кернасюк Ю. Фруктові перспективи українського агроекспорту. 2015. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7910-fruktovi-perspektyvy-ukrainskoho-ahroeksportu.html

7. Охолодження кісточкових плодів. URL: https://mas-ukraine.com.ua/2017/01/10/oholodzhennya-kistochkovih-plodiv.

8. Сало І. А. Ринок кісточкових плодів в Україні та світі. Економічний часопис XXI. 2012. 12(2). С. 24–27.

9. Сімахіна Г. О., Халапсіна С. В. Індустрія та ринок заморожених продуктів в Україні. С.12–14. URL:http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/21240/1/3.pdf.

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 достигання 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 Подбєльський (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 – 1,44–5,13см^3. 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 достигання ягід, тоді як вміст титрованих кислот, аскорбінової кислоти – за низької суми ефективних температур та високого ГТК. Нестача гідротермічних ресурсів в період достигання 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 альгінату 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 альгінату 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 впродовж 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 219,4–243,0тис. 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 + 100 мг/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 добавлянням 1 % розчину хітозану або 5 % розчині альгінату натрію (патенти № 119484 (2017 р.), 125973 (2022 р.).

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

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

ДОДАТКИ

Додаток А. 1

Вміст сухих розчинних речовин в плодах вишні залежно від сорту та року формування врожаю, *%*

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Рік вирощування (А)</td><td colspan="2">Сорт (Б)</td></tr>
<tr><td>Лутовка</td><td>Шпанка</td></tr>
<tr><td colspan="2">2013</td><td>15,0</td><td>16,4</td></tr>
<tr><td colspan="2">2014</td><td>14,8</td><td>16,2</td></tr>
<tr><td colspan="2">2015</td><td>17,4</td><td>18,8</td></tr>
<tr><td colspan="2">2016</td><td>14,7</td><td>16,1</td></tr>
<tr><td colspan="2">2017</td><td>15,7</td><td>17,6</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$НІР_{05}$</td><td>А</td><td colspan="2">0,4</td></tr>
<tr><td>Б</td><td colspan="2">0,2</td></tr>
<tr><td>АВ</td><td colspan="2">0,6</td></tr>
</table>

Додаток А. 2

Вміст цукрів в плодах вишні залежно від сорту та року формування врожаю, *%*

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Рік вирощування (А)</td><td colspan="2">Сорт (Б)</td></tr>
<tr><td>Лутовка</td><td>Шпанка</td></tr>
<tr><td colspan="2">2013</td><td>10,1</td><td>10,2</td></tr>
<tr><td colspan="2">2014</td><td>10,0</td><td>10,1</td></tr>
<tr><td colspan="2">2015</td><td>14,0</td><td>14,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">2016</td><td>10,1</td><td>10,0</td></tr>
<tr><td colspan="2">2017</td><td>10,0</td><td>10,2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$НІР_{05}$</td><td>А</td><td colspan="2">0,2</td></tr>
<tr><td>Б</td><td colspan="2">0,2</td></tr>
<tr><td>АБ</td><td colspan="2">0,2</td></tr>
</table>

Додаток А. 3

Вміст аскорбінової кислоти в плодах вишні

залежно від сорту та року формування врожаю, *мг/100 г*

Рік вирощування (А)		Сорт (Б)	
		Лутовка	Шпанка
2013		20,0	20,0
2014		22,0	18,0
2015		18,0	17,6
2016		22,0	17,6
2017		20,4	22,0
$НІР_{05}$	*А*	*0,4*	
	Б	*0,2*	
	АБ	*0,4*	

Додаток А. 4

Вміст дубильних і барвних речовин в плодах вишні

залежно від сорту та року формування врожаю, *%*

Рік вирощування (А)		Сорт (Б)	
		Лутовка	Шпанка
2013		1,04	1,50
2014		1,00	1,02
2015		1,03	0,65
2016		0,60	0,67
2017		0,42	0,67
$НІР_{05}$	*А*	*0,01*	
	Б	*0,02*	
	АБ	*0,03*	

Додаток А. 5

Вміст сухих розчинних речовин в плодах вишні

залежно від сорту та року формування врожаю, *%*

Рік вирощування	Сорт	
	Альфа	Пам'ять Артеменка
2016	15,3	14,9
2017	16,2	17,0
2018	15,9	15,8
$НІР_{05}$	*0,3*	

Додаток А. 6

Вміст загальних цукрів в плодах вишні

залежно від сорту та року формування врожаю, *%*

Рік вирощування	Сорт	
	Альфа	Пам'ять Артеменка
2016	10,5	10,8
2017	10,7	11,1
2018	10,6	10,9
$НІР_{05}$	*0,2*	

Додаток А. 7

Вміст титрованих кислот в плодах вишні

залежно від сорту та року формування врожаю, *%*

Рік вирощування	Сорт	
	Альфа	Пам'ять Артеменка
2016	1,65	1,89
2017	1,64	1,97
2018	1,93	2,2
$НІР_{05}$	*0,1*	

Додаток А. 8

Вміст аскорбінової кислоти в плодах вишні залежно від сорту та року формування врожаю, *мг/100 г*

Рік вирощування	Сорт	
	Альфа	Пам'ять Артеменка
2016	18,93	19,94
2017	18,24	18,13
2018	19,98	20,18
$НІР_{05}$	*0,4*	

Додаток А. 9

Вміст дубильних і барвних речовин в плодах вишні залежно від сорту та року формування врожаю, *%*

Рік вирощування	Сорт	
	Альфа	Пам'ять Артеменка
2016	0,92	0,89
2017	0,6	0,72
2018	0,88	0,94
$НІР_{05}$	*0,02*	

Додаток А. 10

Маса плодів вишні залежно від сорту та року формування врожаю, *г*

Сорт	Рік вирощування		
	2016	2017	2018
Гріот Подбєльський (*контроль*)	4,7	4,7	4,5
Альфа	5,2	5,0	5,1
Жадана	5,1	5,3	5,2
Елегантна	4,5	4,6	4,4
Оптимістка	4,9	5,0	4,9
Пам'ять Артеменка	4,8	4,7	4,9
Шанс	4,2	4,1	4,3
HIP_{05}	*0,2*		

Додаток А. 11

Урожайність плодів вишні залежно від сорту та року формування врожаю, *т/га*

Сорт	Рік вирощування		
	2016	2017	2018
Гріот Подбєльський (*контроль*)	12,2	12,6	12,4
Альфа	11,3	11,1	11,2
Жадана	10,9	10,8	10,7
Елегантна	10,4	10,2	10,1
Оптимістка	8,6	8,7	8,3
Пам'ять Артеменка	8,5	8,4	8,0
Шанс	7,0	6,8	6,9
HIP_{05}	*0,2*		

Додаток А. 12

Дегустаційна оцінка плодів вишні залежно від сорту та року формування врожаю, *бал*

Сорт	Рік вирощування		
	2016	2017	2018
Гріот Подбєльський (*контроль*)	4,6	4,6	4,6
Альфа	4,7	4,7	5,0
Жадана	4,5	4,4	4,3
Елегантна	5,1	4,9	5,0
Оптимістка	4,5	4,6	4,5
Пам'ять Артеменка	4,8	4,9	4,7
Шанс	4,0	4,1	4,0
HIP_{05}	*0,2*		

Додаток А. 13

Кореляційні залежності між погодними умовами та вмістом окремих компонентів хімічного складу плодів вишні

Показник	Сорт	Сума ефективних температур, °С		Опади періоду вегетації, мм	Опади за фази достигання, мм	ГТК періоду вегетації	ГТК фази достигання
		за фази вегетації	за фази достигання				
Сухі розчинні речовини	Жадана	**0,99***	**–0,99**	**0,79**	–0,57	–0,39	–0,47
	Шанс	**0,97**	**–0,92**	**0,71**	–0,66	–0,50	–0,58
	Елегантна	**0,99**	**–0,99**	**0,79**	–0,57	–0,39	–0,47
	Оптимістка	**0,97**	**–0,99**	**0,71**	–0,66	–0,50	–0,58
	Гріот Подбєльський	**0,99**	**–0,99**	**0,77**	–0,59	–0,42	–0,50
Загальний цукор	Жадана	**0,91**	**–0,91**	0,57	–0,79	–0,65	–0,72
	Шанс	0,59	**–0,95**	0,08	**–0,99**	**–0,94**	**–0,97**
	Елегантна	**0,91**	**–0,91**	0,57	**–0,79**	–0,65	**–0,72**
	Оптимістка	**0,91**	**–0,95**	0,57	**–0,79**	–0,65	**–0,72**
	Гріот Подбєльський	**0,91**	**–0,92**	0,57	**–0,79**	–0,65	**–0,72**
Титровані кислоти	Жадана	0,38	0,14	**0,81**	0,63	**0,77**	**0,71**
	Шанс	0,35	0,17	**0,79**	0,66	**0,79**	**0,73**
	Елегантна	0,38	0,15	**0,80**	0,64	**0,78**	**0,72**
	Оптимістка	0,38	0,14	**0,81**	0,63	**0,77**	**0,71**
	Гріот Подбєльський	0,38	0,14	**0,81**	0,63	**0,77**	**0,71**
Аскорбінова кислота	Жадана	0,02	0,50	0,53	**0,87**	**0,95**	**0,92**
	Шанс	0,02	0,49	0,53	**0,87**	**0,95**	**0,92**
	Елегантна	0,02	0,49	0,54	**0,87**	**0,95**	**0,92**
	Оптимістка	0,01	0,50	0,53	**0,87**	**0,95**	**0,92**
	Гріот Подбєльський	0,02	0,49	0,54	**0,87**	**0,95**	**0,92**
Дубильні і барвні речовини	Жадана	–0,31	**0,75**	0,23	**0,99**	**0,99**	**0,99**
	Шанс	–0,31	**0,75**	0,23	**0,98**	**0,99**	**0,99**
	Елегантна	–0,45	**0,84**	0,08	**0,99**	**0,98**	**0,99**
	Оптимістка	–0,59	**0,92**	–0,08	**0,99**	**0,94**	**0,97**
	Гріот Подбєльський	–0,51	**0,88**	0,01	**0,99**	**0,97**	**0,99**

Примітка. *Напівжирним виділено коефіцієнти кореляції достовірні на 5 %-му рівні значущості

Додаток Б. 1

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	2,4	4,9	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,3	2,6	4,1
	100 мг/л саліцилова кислота	0,8	1,7	3,3
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	2,7	5,1	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,4	2,5	4,4
	100 мг/л саліцилова кислота	1,1	1,8	3,5
HIP_{05}		*0,2*		

Додаток Б. 2

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	2,1	4,6	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,6	2,3	4,4
	100 мг/л саліцилова кислота	0,5	1,4	3,0
Лутовка	Без обробки (контроль)	2,4	5,4	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,7	2,8	4,7
	100 мг/л саліцилова кислота	1,4	1,5	3,2
HIP_{05}		*0,4*		

Додаток Б. 3

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	2,7	5,2	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,0	2,9	3,8
	100 мг/л саліцилова кислота	1,1	2,0	3,6
Лутовка	Без обробки (контроль)	3,0	4,8	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,1	2,2	4,1
	100 мг/л саліцилова кислота	0,8	2,1	3,8
HIP_{05}		*0,2*		

Додаток Б. 4

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	16,1	15,7	15,3	–
	50 мг/л саліцилова кислота	16,1	16,1	16	14,6
	100 мг/л саліцилова кислота	16,1	16	16	15,9
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	14,7	14,3	14,1	–
	50 мг/л саліцилова кислота	14,7	14,5	14,4	13,8
	100 мг/л саліцилова кислота	14,7	14,7	14,7	14,6
$НІР_{05}$		*0,2*			

Додаток Б. 5

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	17,6	16,2	14,9	–
	50 мг/л саліцилова кислота	17,6	16,7	16,5	14,8
	100 мг/л саліцилова кислота	17,6	17,5	16,9	16,0
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	15,7	14,5	13,8	–
	50 мг/л саліцилова кислота	15,7	15,4	15,3	13,8
	100 мг/л саліцилова кислота	15,7	15,7	15,7	15,6
$НІР_{05}$		*0,4*			

Додаток Б. 6

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	17,0	16,2	14,8	–
	50 мг/л саліцилова кислота	17,0	16,4	16,1	14,4
	100 мг/л саліцилова кислота	17,0	16,6	16,3	16,2
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	15,2	14,4	14	–
	50 мг/л саліцилова кислота	15,2	15	14,9	13,8
	100 мг/л саліцилова кислота	15,2	15,2	15,2	15,1
$НІР_{05}$		*0,4*			

Додаток Б. 7

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	0,93	1,42	1,30	–
	50 мг/л саліцилова кислота	0,93	0,86	0,85	0,84
	100 мг/л саліцилова кислота	0,93	0,88	0,87	0,85
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	1,15	1,10	0,90	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,15	1,12	1,10	0,98
	100 мг/л саліцилова кислота	1,15	1,05	1,02	1,00
HIP_{05}		*0,04*			

Додаток Б. 8

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	0,87	0,82	0,70	–
	50 мг/л саліцилова кислота	0,87	0,85	0,75	0,60
	100 мг/л саліцилова кислота	0,87	0,86	0,84	0,84
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	1,05	1,00	1,00	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,05	1,02	1,00	0,94
	100 мг/л саліцилова кислота	1,05	1,05	1,02	1,00
HIP_{05}		*0,02*			

Додаток Б. 9

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	2,10	1,12	1,00	–
	50 мг/л саліцилова кислота	2,10	1,74	1,55	1,20
	100 мг/л саліцилова кислота	2,10	1,75	1,74	1,74
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	1,10	0,90	0,80	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,10	0,92	0,90	0,84
	100 мг/л саліцилова кислота	1,10	1,05	1,02	1,00
HIP_{05}		*0,02*			

Додаток Б. 10

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2016 р.), *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	17,6	15,4	10,0	–
	50 мг/л саліцилова кислота	17,6	17,0	16,0	13,2
	100 мг/л саліцилова кислота	17,6	17,4	16,3	15,2
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	22,0	19,1	14,0	–
	50 мг/л саліцилова кислота	22,0	20,3	19,0	18,3
	100 мг/л саліцилова кислота	22,0	22,0	21,9	20,5
$НІР_{05}$		*2,0*			

Додаток Б. 11

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2017 р.), *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	22,0	15,1	10,3	–
	50 мг/л саліцилова кислота	22,0	17,3	16,3	13,5
	100 мг/л саліцилова кислота	22,0	17,7	16,6	15,5
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	20,4	19,4	13,7	–
	50 мг/л саліцилова кислота	20,4	20,0	19,3	18,6
	100 мг/л саліцилова кислота	20,4	20,2	20,1	20,1
$НІР_{05}$		*2,0*			

Додаток Б. 12

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2018 р.), *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	20,4	15,7	9,7	–
	50 мг/л саліцилова кислота	20,4	16,7	15,7	12,9
	100 мг/л саліцилова кислота	20,4	18,0	16,9	15,8
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	29,6	18,8	14,3	–
	50 мг/л саліцилова кислота	29,6	19,7	19,6	18,9
	100 мг/л саліцилова кислота	29,6	23,8	22,9	21,8
$НІР_{05}$		*2,6*			

Додаток Б. 13

Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	0,67	0,65	0,64	–
	50 мг/л саліцилова кислота	0,67	0,66	0,65	0,44
	100 мг/л саліцилова кислота	0,67	0,66	0,66	0,66
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	0,60	0,58	0,57	–
	50 мг/л саліцилова кислота	0,60	0,53	0,53	0,50
	100 мг/л саліцилова кислота	0,60	0,60	0,56	0,54
$НІР_{05}$		*0,02*			

Додаток Б. 14

Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	0,67	0,63	0,63	–
	50 мг/л саліцилова кислота	0,67	0,66	0,65	0,46
	100 мг/л саліцилова кислота	0,67	0,66	0,66	0,60
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	0,42	0,41	0,40	–
	50 мг/л саліцилова кислота	0,42	0,41	0,40	0,40
	100 мг/л саліцилова кислота	0,42	0,41	0,41	0,40
$НІР_{05}$		*0,01*			

Додаток Б. 15

Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні, оброблених розчином саліцилової кислоти, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Шпанка	Без обробки (*контроль*)	1,21	1,10	0,91	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,21	1,10	0,92	0,39
	100 мг/л саліцилова кислота	1,21	1,15	1,02	0,60
Лутовка	Без обробки (*контроль*)	1,20	1,08	0,92	–
	50 мг/л саліцилова кислота	1,20	0,89	0,81	0,74
	100 мг/л саліцилова кислота	1,20	1,04	0,90	0,88
$НІР_{05}$		*0,03*			

Додаток Б. 16

Вміст титрованих кислот в плодах вишні сорту Шпанка, оброблених розчином хітозану, впродовж зберігання (2016 р.), %

Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
	0	7	15	21
Без обробки (*контроль*)	0,93	0,67	0,50	–
0,5% р-н хітозану	0,93	0,72	0,69	0,70
1% р-н хітозану	0,93	0,78	0,71	0,71
HIP_{05}	*0,01*			

Додаток Б. 17

Вміст титрованих кислот плодів вишні сорту Шпанка, оброблених розчином хітозану, впродовж зберігання (2017 р.), %

Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
	0	7	15	21
Без обробки (*контроль*)	0,87	0,53	0,10	–
0,5% р-н хітозану	0,87	0,82	0,51	0,30
1% р-н хітозану	0,87	0,86	0,69	0,49
HIP_{05}	*0,02*			

Додаток Б. 18

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні сорту Шпанка, оброблених розчином хітозану, впродовж зберігання (2016 р.), мг/100 г

Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
	0	7	15	21
Без обробки (*контроль*)	17,6	17,0	15,8	–
0,5% р-н хітозану	17,6	17,2	17,1	17,0
1% р-н хітозану	17,6	17,6	17,3	17,2
HIP_{05}	*0,6*			

Додаток Б. 19

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні сорту Шпанка, оброблених розчином хітозану, впродовж зберігання (2017 р.), мг/100 г

Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
	0	7	15	21
Без обробки (*контроль*)	22,0	19,0	10,2	–
0,5% р-н хітозану	22,0	20,8	18,9	15,0
1% р-н хітозану	22,0	22,0	20,7	18,8
$НІР_{05}$	*0,6*			

Додаток Б. 20

Вміст загального цукру в плодах вишні сорту Шпанка, оброблених розчином хітозану, впродовж зберігання (2016 р.), %

Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
	0	7	15	21
Без обробки (*контроль*)	10,0	9,4	9,2	–
0,5% р-н хітозану	10,0	9,8	9,7	9,5
1% р-н хітозану	10,0	10,0	9,9	9,8
$НІР_{05}$	*0,4*			

Додаток Б. 21

Вміст загального цукру в плодах вишні сорту Шпанка, оброблених розчином хітозану, впродовж зберігання (2017 р.), %

Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
	0	7	15	21
Без обробки (*контроль*)	10,2	9,6	8,8	–
0,5% р-н хітозану	10,2	9,6	9,3	9,3
1% р-н хітозану	10,2	9,6	9,5	9,4
$НІР_{05}$	*0,2*			

Додаток Б. 22

Результати регресійного аналізу між тривалістю зберігання, втратами маси та показниками якості плодів вишні **(**2016–2017 рр.)

N = 8	*Beta**	*Std.Err. of Beta**	*B**	*Std.Err. of B**	*t(3)**	*p-level**
Intercept	–	–	882,66	775,43	11,09	0,47
Тривалість зберігання (Var 1)	−1,17	1,21	−5,52	55,73	−0,96	00,51
Втрати маси (Var 2)	−1,96	0,92	−2,30	11,08	−2,14	00,28
Вміст сухих розчинних речовин (Var 3)	2,55	0,86	88,09	22,72	22,97	00,21
Вміст аскорбінової кислоти (Var 4)	1,92	0,63	11,79	00,58	33,05	00,20

Примітка. β – коефіцієнт рівняння показує на скільки одиниць стандартного відхилення зміниться залежна змінна при зміні на одне стандартне відхилення незалежної змінної;
B – коефіцієнт рівняння регресії; Std.Err of Beta – стандартні похибки коефіцієнтів рівняння регресії; T– t–критерій для коефіцієнтів рівняння регресії; p-level – ймовірність нульової гіпотези для коефіцієнтів рівняння регресії ($p<0{,}00119$).

Додаток В. 1

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	2,8	5,4	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,4	2,5	3,4
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,2	2,2	2,7
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	2,6	5,7	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,7	2,5	3,5
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,7	2,2	3,4
HIP_{05}		*0,2*		

Додаток В. 2

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	2,8	5,5	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,4	2,5	3,5
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,2	2,2	2,8
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	2,6	6,1	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,6	2,5	3,2
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,3	2,1	2,6
HIP_{05}		*0,1*		

Додаток В. 3

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	2,9	5,3	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,4	2,5	3,6
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,2	2,2	2,7
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	3,5	5,4	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,5	3,4	3,6
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,5	2,9	3,0
HIP_{05}		*0,4*		

Додаток В. 4

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання, 2019 р., *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	2,8	5,5	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,4	2,5	3,5
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,2	2,2	2,8
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	2,6	5,5	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,6	2,8	3,3
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,3	2,2	2,8
HIP_{05}		*0,4*		

Додаток В. 5

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	15,3	15,2	14,9	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	15,3	15,3	15,2	14,8
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	15,3	15,2	15,1	15,0
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	14,9	14,8	14,1	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	14,9	14,8	14,7	14,6
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	14,9	14,5	14,5	14,0
$НІР_{05}$		*0,6*			

Додаток В. 6

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	16,2	15,5	15,0	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	16,2	15,9	15,6	15,3
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	16,2	16,1	15,9	15,8
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	17,0	15,0	14,5	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	17,0	16,9	16,9	16,8
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	17,0	17,0	17,0	16,6
$НІР_{05}$		*0,4*			

Додаток В. 7

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	15,9	14,7	14,7	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	15,9	15,6	15,3	15,1
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	15,9	15,8	15,7	15,5
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	15,8	15,6	14,2	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	15,8	15,5	14,9	14,6
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	15,8	15,7	15,7	16,5
HIP_{05}		*0,4*			

Додаток В. 8

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання, 2019 р., *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	15,8	15,2	15,0	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	15,8	15,6	15,4	15,1
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	15,8	15,7	15,6	15,5
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	15,9	15,1	14,3	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	15,9	15,7	15,5	15,3
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	15,9	15,8	15,7	15,7
HIP_{05}		*0,4*			

Додаток В. 9

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Альфа	Без обробки (*контроль*)	1,65	1,22	0,86	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,65	1,47	0,96	0,89
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,65	1,62	1,25	0,98
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	1,89	1,53	0,97	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,89	1,67	1,22	1,14
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,89	1,80	1,75	1,72
HIP_{05}		*0,04*			

Додаток В. 10

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Альфа	Без обробки (*контроль*)	1,64	1,21	0,84	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,64	1,44	0,98	0,88
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,64	1,63	1,23	0,97
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	1,97	1,54	0,95	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,97	1,56	1,21	1,19
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,97	1,71	1,68	1,56
HIP_{05}		*0,03*			

Додаток В. 11

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Альфа	Без обробки (*контроль*)	1,93	1,25	0,86	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,93	1,46	0,99	0,93
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,93	1,68	1,28	0,98
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	2,20	1,56	0,94	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	2,20	1,87	1,22	1,20
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	2,20	2,06	1,54	1,35
$НІР_{05}$		*0,04*			

Додаток В. 12

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання, 2019 р., *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Альфа	Без обробки (*контроль*)	1,98	1,23	0,83	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	1,98	1,48	1,00	0,90
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	1,98	1,63	1,29	1,00
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	2,34	1,54	0,98	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	2,34	1,70	1,24	1,20
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	2,34	1,80	1,60	1,50
$НІР_{05}$		*0,05*			

Додаток В. 13

Вміст цукрів у плодах вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2016 р.), %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	10,5	10,2	9,4	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	10,5	10,3	10,2	9,6
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	10,5	10,5	10,4	10,0
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	10,8	10,1	9,3	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	10,8	10,4	9,8	9,3
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	10,8	10,6	10,4	10,3
HIP_{05}		*0,2*			

Додаток В. 14

Вміст цукрів у плодах вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2017 р.), %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	10,7	10,2	9,4	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	10,7	10,2	10,1	9,6
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	10,7	10,4	10,3	10,0
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	11,1	10,2	9,5	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	11,1	11,0	10,2	10,0
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	11,1	11,1	11,1	11,0
HIP_{05}		*0,4*			

Додаток В. 15

Вміст цукрів у плодах вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	10,6	10,2	8,8	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	10,6	10,4	10,4	9,3
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	10,6	10,6	10,5	10,5
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	10,9	10,3	9,4	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	10,9	10,8	10,7	10,6
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	10,9	10,9	10,8	10,8
HIP_{05}		*0,2*			

Додаток В. 16

Вміст цукрів у плодах вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання, 2019 р., *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	10,6	10,2	9,2	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	10,6	10,3	10,3	9,5
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	10,6	10,5	10,4	10,3
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	11,2	10,2	9,4	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	11,2	11,1	10,9	10,9
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	11,2	11,1	11,0	11,0
HIP_{05}		*0,4*			

Додаток В. 17

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2016 р.), *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Альфа	Без обробки (*контроль*)	18,93	15,32	11,09	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	18,93	16,51	13,13	12,35
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	18,93	16,82	16,52	15,34
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	19,94	15,54	9,89	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	19,94	17,42	13,21	12,85
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	19,94	19,58	19,14	14,37
$НІР_{05}$		*0,40*			

Додаток В. 18

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2017 р.), *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Альфа	Без обробки (*контроль*)	18,24	15,16	11,96	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	18,24	16,61	13,62	12,45
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	18,24	17,28	16,42	15,43
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	18,13	16,01	10,01	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	18,13	15,21	13,20	14,39
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	18,13	17,68	16,89	16,45
$НІР_{05}$		*0,40*			

Додаток В. 19

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2018 р.), *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Альфа	Без обробки (*контроль*)	19,98	15,85	11,55	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	19,98	17,12	13,45	12,18
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	19,98	17,50	16,58	16,03
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	20,18	15,85	10,40	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	20,18	19,10	16,40	11,16
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	20,18	19,64	17,88	15,38
$НІР_{05}$		*0,60*			

Додаток В. 20

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання, 2019 р., *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	21
Альфа	Без обробки (*контроль*)	19,25	15,28	10,20	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	19,25	16,95	13,38	11,80
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	19,25	17,18	16,46	15,59
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	18,55	15,81	10,10	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	18,55	17,88	15,20	12,80
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	18,55	17,48	17,27	15,38
$НІР_{05}$		*0,40*			

Додаток В. 21

Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2016 р.), %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	0,92	0,92	0,91	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	0,92	0,91	0,90	0,90
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	0,92	0,92	0,90	0,90
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	0,89	0,73	0,59	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	0,89	0,65	0,64	0,63
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	0,89	0,75	0,74	0,66
HIP_{05}		*0,02*			

Додаток В. 22

Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2017 р.), %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	0,60	0,59	0,58	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	0,60	0,60	0,60	0,54
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	0,60	0,60	0,60	0,58
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	0,72	0,71	0,68	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	0,72	0,67	0,66	0,65
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	0,72	0,70	0,67	0,66
HIP_{05}		*0,02*			

Додаток В. 23

Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні, оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, впродовж зберігання (2018 р.), %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	30
Альфа	Без обробки (*контроль*)	0,88	0,87	0,69	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	0,88	0,88	0,87	0,86
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	0,88	0,88	0,87	0,87
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	0,94	0,63	0,62	–
	100 мг/л саліцилової кислоти	0,94	0,82	0,74	0,68
	1% р-н хітозану з 100 мг/л саліциловою кислотою	0,94	0,71	0,70	0,70
$НІР_{05}$		*0,02*			

Додаток Д. 1

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	2,2	4,2	–
	3% р-н альгінату натрію	1,8	2,7	3,9
	5% р-н альгінату натрію	1,6	2,4	3,5
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	1,8	4,3	–
	3% р-н альгінату натрію	1,4	2,2	4,5
	5% р-н альгінату натрію	1,5	1,9	3,7
$НІР_{05}$		*0,4*		

Додаток Д. 2

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	2,2	4,2	–
	3% р-н альгінату натрію	1,8	2,7	3,8
	5% р-н альгінату натрію	1,6	2,4	3,3
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	1,9	4,3	–
	3% р-н альгінату натрію	1,7	2,2	4,0
	5% р-н альгінату натрію	1,2	2,4	3,0
$НІР_{05}$		*0,2*		

Додаток Д. 3

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	2,2	4,2	–
	3% р-н альгінату натрію	1,8	2,8	3,8
	5% р-н альгінату натрію	1,6	2,4	3,4
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	2,3	3,7	–
	3% р-н альгінату натрію	1,4	2,8	3,5
	5% р-н альгінату натрію	1,3	2,0	2,9
$НІР_{05}$		*0,4*		

Додаток Д. 4

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	15,3	15,2	15,1	–
	3% р-н альгінату натрію	15,3	15,3	15,3	15,0
	5% р-н альгінату натрію	15,3	15,2	15,2	15,1
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	14,9	14,7	14,0	–
	3% р-н альгінату натрію	14,9	14,2	14,1	14,1
	5% р-н альгінату натрію	14,9	14,5	14,3	14,3
$НІР_{05}$		*0,4*			

Додаток Д. 5

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	16,2	15,1	15,0	–
	3% р-н альгінату натрію	16,2	16,0	15,5	15,0
	5% р-н альгінату натрію	16,2	16,1	15,5	15,4
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	17,0	15,2	14,3	–
	3% р-н альгінату натрію	17,0	16,7	16,9	16,9
	5% р-н альгінату натрію	17,0	17,0	17,0	17,0
$НІР_{05}$		*0,4*			

Додаток Д. 6

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	15,9	15,3	15,0	–
	3% р-н альгінату натрію	15,9	15,5	15,1	15,0
	5% р-н альгінату натрію	15,9	15,7	15,5	15,4
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	15,8	15,4	14,6	–
	3% р-н альгінату натрію	15,8	15,0	14,2	13,9
	5% р-н альгінату натрію	15,8	15,0	14,3	14,0
$НІР_{05}$		*0,4*			

Додаток Д. 7

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2016 р.), %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	1,65	1,22	0,82	–
	3% р-н альгінату натрію	1,65	1,38	0,93	0,90
	5% р-н альгінату натрію	1,65	1,62	0,94	0,93
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	1,89	1,53	0,95	–
	3% р-н альгінату натрію	1,89	1,50	1,22	1,15
	5% р-н альгінату натрію	1,89	1,50	1,24	1,17
$НІР_{05}$		*0,02*			

Додаток Д. 8

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2017 р.), %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	1,64	1,24	0,83	–
	3% р-н альгінату натрію	1,64	1,48	0,90	0,90
	5% р-н альгінату натрію	1,64	1,50	0,92	0,95
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	1,97	1,50	0,96	–
	3% р-н альгінату натрію	1,97	1,60	1,21	1,10
	5% р-н альгінату натрію	1,97	1,60	1,23	1,13
$НІР_{05}$		*0,03*			

Додаток Д. 9

Вміст титрованих кислот плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2018 р.), %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	1,93	1,24	0,90	–
	3% р-н альгінату натрію	1,93	1,40	1,00	0,90
	5% р-н альгінату натрію	1,93	1,50	1,03	0,93
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	2,20	1,50	0,95	–
	3% р-н альгінату натрію	2,20	2,00	1,23	1,00
	5% р-н альгінату натрію	2,20	2,06	1,24	1,10
$НІР_{05}$		*0,03*			

Додаток Д. 10

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2016 р.), *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	18,93	15,44	12,10	–
	3% р-н альгінату натрію	18,93	17,32	14,41	12,06
	5% р-н альгінату натрію	18,93	17,40	15,10	12,31
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	19,94	16,10	10,00	–
	3% р-н альгінату натрію	19,94	18,14	15,17	12,86
	5% р-н альгінату натрію	19,94	18,80	17,81	15,21
$НІР_{05}$		*0,40*			

Додаток Д. 11

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2017 р.), *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	18,24	15,54	12,10	–
	3% р-н альгінату натрію	18,24	17,17	14,40	12,17
	5% р-н альгінату натрію	18,24	17,30	15,11	12,40
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	18,13	16,08	10,00	–
	3% р-н альгінату натрію	18,13	17,61	14,17	12,88
	5% р-н альгінату натрію	18,13	18,40	17,72	15,48
$НІР_{05}$		*0,20*			

Додаток Д. 12

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2018 р.), *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	19,98	16,42	11,80	–
	3% р-н альгінату натрію	19,98	17,10	14,40	12,07
	5% р-н альгінату натрію	19,98	17,50	15,10	12,50
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	20,18	15,22	10,01	–
	3% р-н альгінату натрію	20,18	16,45	14,15	12,67
	5% р-н альгінату натрію	20,18	18,60	17,86	15,50
$НІР_{05}$		*0,40*			

Додаток Д. 13

Вміст цукрів у плодах вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2016 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	10,5	10,1	9,2	–
	3% р-н альгінату натрію	10,5	10,1	10,2	10,1
	5% р-н альгінату натрію	10,5	10,5	10,3	10,2
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	10,8	9,5	8,5	–
	3% р-н альгінату натрію	10,8	10,7	10,2	9,8
	5% р-н альгінату натрію	10,8	10,7	10,2	9,9
$НІР_{05}$		*0,2*			

Додаток Д. 14

Вміст цукрів у плодах вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2017 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	10,7	10,1	9,3	–
	3% р-н альгінату натрію	10,7	10,2	10,2	10,0
	5% р-н альгінату натрію	10,7	10,5	10,5	10,4
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	11,1	11,0	10,8	–
	3% р-н альгінату натрію	11,1	11,1	10,8	10,7
	5% р-н альгінату натрію	11,1	11,1	11,0	10,9
$НІР_{05}$		*0,2*			

Додаток Д. 15

Вміст цукрів у плодах вишні, оброблених розчином альгінату натрію, впродовж зберігання (2018 р.), *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	10,6	10,4	9,1	–
	3% р-н альгінату натрію	10,6	10,5	10,3	10,1
	5% р-н альгінату натрію	10,6	10,4	10,4	10,3
Пам'ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	10,9	10,2	9,0	–
	3% р-н альгінату натрію	10,9	10,8	10,5	10,3
	5% р-н альгінату натрію	10,9	10,9	10,6	10,5
$НІР_{05}$		*0,2*			

Додаток Ж. 1

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2019 р., %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	3,2	6,1	–
	1% р-н карагінану	2,8	3,7	4,8
	2% р-н карагінану	2,6	3,4	4,4
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	2,2	4,2	–
	1% р-н карагінану	2,0	2,6	3,7
	2% р-н карагінану	1,5	2,4	3,4
$НІР_{05}$		*0,2*		

Додаток Ж. 2

Втрати маси плодів вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2020 р., %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, *діб*		
		5	15	28
Альфа	Без обробки (*контроль*)	3,2	6,2	–
	1% р-н карагінану	2,8	3,6	4,7
	2% р-н карагінану	2,6	3,4	4,4
Пам’ять Артеменка	Без обробки (*контроль*)	2,2	4,2	–
	1% р-н карагінану	1,6	2,7	3,8
	2% р-н карагінану	1,6	2,4	3,3
$НІР_{05}$		*0,2*		

Додаток Ж. 3

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2019 р., %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, діб			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (контроль)	15,8	15,0	14,4	–
	1% р-н карагінану	15,8	15,1	15,0	14,9
	2% р-н карагінану	15,8	15,7	15,1	15,0
Пам’ять Артеменка	Без обробки (контроль)	15,9	15,1	14,1	–
	1% р-н карагінану	15,9	15,1	14,8	14,6
	2% р-н карагінану	15,9	15,2	15,0	14,9
HIP_{05}		*0,2*			

Додаток Ж. 4

Вміст сухих розчинних речовин плодів вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2020 р., %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, діб			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (контроль)	16,0	15,4	14,5	–
	1% р-н карагінану	16,0	15,6	14,9	14,8
	2% р-н карагінану	16,0	15,2	15,1	15,0
Пам’ять Артеменка	Без обробки (контроль)	15,9	15,0	14,2	–
	1% р-н карагінану	15,9	15,0	14,7	14,7
	2% р-н карагінану	15,9	15,2	15,0	14,9
HIP_{05}		*0,2*			

Додаток Ж. 5

Вміст цукрів в плодах вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2019 р., %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, діб			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (контроль)	10,6	10,0	9,0	–
	1% р-н карагінану	10,6	10,1	10,1	10,0
	2% р-н карагінану	10,6	10,3	10,2	10,1
Пам'ять Артеменка	Без обробки (контроль)	11,0	10,2	9,2	–
	1% р-н карагінану	11,0	10,6	10,3	10,0
	2% р-н карагінану	11,0	10,7	10,4	10,2
$НІР_{05}$		*0,2*			

Додаток Ж. 6

Вміст цукрів в плодах вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2020 р., %

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, діб			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (контроль)	10,4	10,0	9,0	–
	1% р-н карагінану	10,4	10,3	10,1	10,0
	2% р-н карагінану	10,4	10,3	10,2	10,1
Пам'ять Артеменка	Без обробки (контроль)	11,0	10,2	9,3	–
	1% р-н карагінану	11,0	10,7	10,4	10,1
	2% р-н карагінану	11,0	10,4	10,4	10,2
$НІР_{05}$		*0,2*			

Додаток Ж. 7

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2019 р., *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, діб			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (контроль)	18,9	15,4	12,1	–
	1% р-н карагінану	18,9	16,5	13,2	12,0
	2% р-н карагінану	18,9	16,8	14,3	12,6
Пам'ять Артеменка	Без обробки (контроль)	17,8	15,6	11,9	–
	1% р-н карагінану	17,8	17,0	15,1	11,8
	2% р-н карагінану	17,8	17,1	15,8	12,0
$НІР_{05}$		*0,2*			

Додаток Ж. 8

Вміст аскорбінової кислоти плодів вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2020 р., *мг/100 г*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, діб			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (контроль)	19,2	15,4	12,1	–
	1% р-н карагінану	19,2	16,7	13,2	12,3
	2% р-н карагінану	19,2	16,9	14,3	12,7
Пам'ять Артеменка	Без обробки (контроль)	20,3	15,5	11,9	–
	1% р-н карагінану	20,3	17,0	13,3	11,9
	2% р-н карагінану	20,3	17,3	13,9	12,3
$НІР_{05}$		*0,2*			

Додаток Ж. 9

Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2019 р., *%*

Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, діб			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (контроль)	1,00	0,78	0,71	–
	1% р-н карагінану	1,00	0,94	0,93	0,86
	2% р-н карагінану	1,00	0,95	0,94	0,89
Пам'ять Артеменка	Без обробки (контроль)	0,41	0,40	0,33	–
	1% р-н карагінану	0,41	0,41	0,36	0,33
	2% р-н карагінану	0,41	0,41	0,40	0,40
$НІР_{05}$		*0,02*			

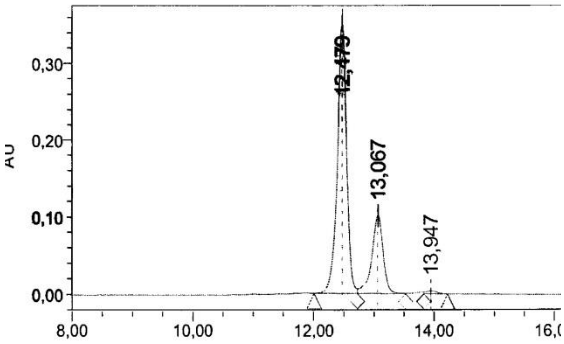
Додаток Ж. 10

Вміст дубильних і барвних речовин у плодах вишні, оброблених розчином карагінану, впродовж зберігання, 2020 р., *%*

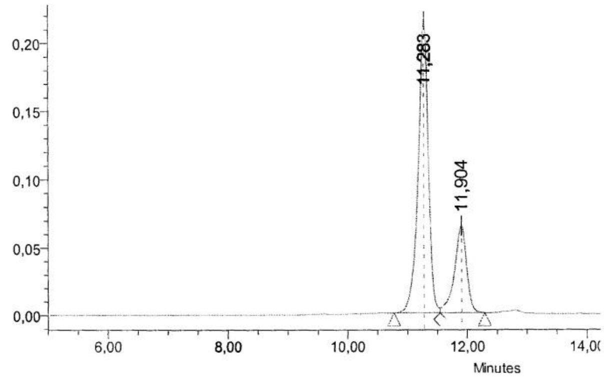
Сорт	Спосіб попередньої обробки	Тривалість зберігання, діб			
		0	7	15	28
Альфа	Без обробки (контроль)	0,68	0,79	0,71	–
	1% р-н карагінану	0,68	0,67	0,66	0,65
	2% р-н карагінану	0,68	0,68	0,67	0,67
Пам'ять Артеменка	Без обробки (контроль)	1,05	0,98	0,92	–
	1% р-н карагінану	1,05	0,99	0,96	0,94
	2% р-н карагінану	1,05	1,01	1,00	0,96
$НІР_{05}$		*0,02*			

Додаток М. 1

Хроматограми вмісту антоціанів *Cyd–3glu–rut* і *Cyd–3–rut*
у плодах вишні сорту Альфа та Пам’ять Артеменка



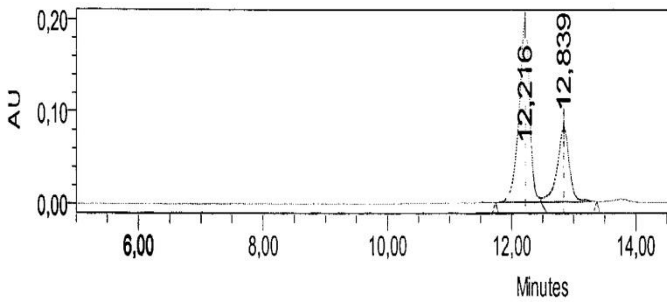
А) Альфа



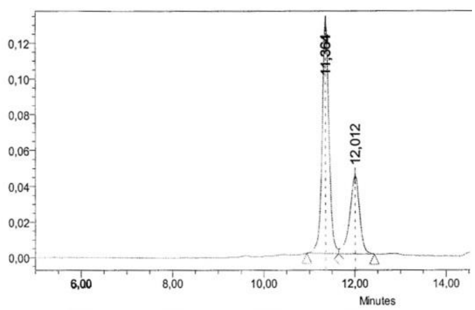
Б) Пам’ять Артеменка

Додаток М. 2

Хроматограми вмісту антоціанів *Cyd–3glu–rut* і *Cyd–3–rut*
у плодах вишні після зберігання



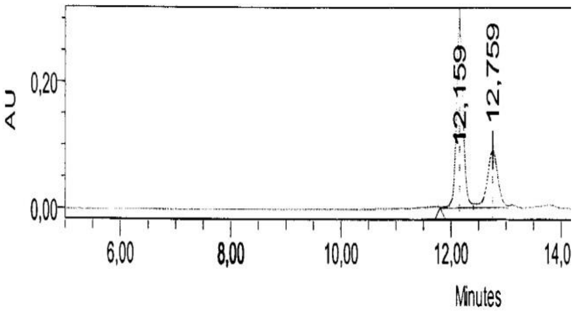
А) Альфа



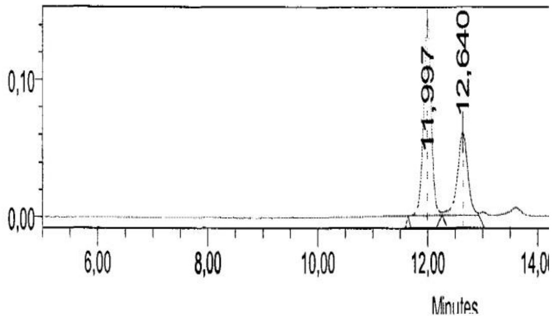
Б) Пам’ять Артеменка

Додаток М. 3

Хроматограми вмісту антоціанів *Cyd–3glu–rut* і *Cyd–3–rut*
у плодах вишні, оброблених розчином хітозану, після зберігання



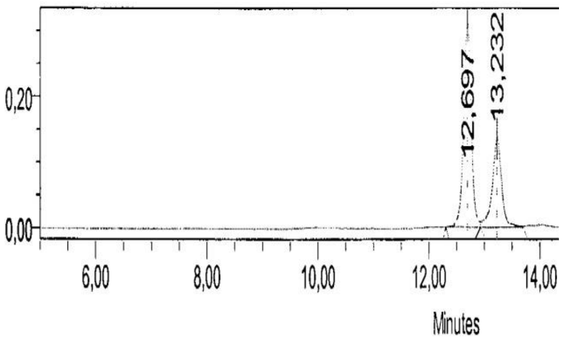
А) Альфа



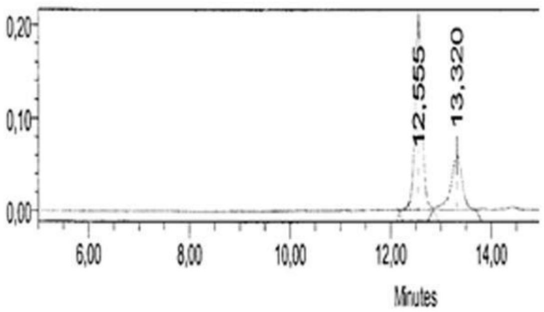
Б) Пам'ять Артеменка

Додаток М. 4

Хроматограми вмісту антоціанів *Cyd–3glu–rut* і *Cyd–3–rut*
у плодах вишні, попередньо оброблених розчином хітозану з саліциловою кислотою, після зберігання



А) Альфа



Б) Пам'ять Артеменка

Додаток Н. 1

Граничні значення натуральних відгуків, відображені в кодовану шкалу

Показник	Граничні значення натуральних відгуків, y								
	−1,5	−1,00	−0,48	0	0,77	1,00	1,50	2,00	3,00
Альфа									
Втрата сухих розчинних речовин	1,34	1,24	1,16	1,07	0,97	0,9	0,82	0,73	0,56
Втрата титрованих кислот	1,2	1,1	1,01	0,92	0,86	0,78	0,68	0,56	0,46
Втрата вітаміну С	8,2	8,0	7,5	7,2	6,8	6,5	6,3	6,0	5,4
Втрата дубильних і барвних речовин	0,17	0,15	0,13	0,11	0,91	0,72	0,46	0,24	0,09
Втрата антиоксидантної активності	13,4	12,3	11,2	9,1	8,3	7,4	6,3	5,0	4,0
Вихід товарної продукції	85,1	85,4	85,8	86,4	87,9	88,5	89,8	91,7	92,3
Втрата маси	6,3	5,7	5,1	4,4	3,8	3,2	2,8	2,1	1,5
Дегустаційна оцінка	1,24	1,04	0,84	0,64	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2
Пам'ять Артеменка									
Втрата сухих розчинних речовин	1,64	1,44	1,26	1,07	0,97	0,9	0,82	0,73	0,56
Втрата титрованих кислот	1,2	1,1	1,01	0,92	0,86	0,78	0,68	0,56	0,46
Втрата вітаміну С	9,2	8,0	7,5	7,2	6,8	6,5	6,3	6,0	5,4
Втрата дубильних і барвних речовин	0,17	0,15	0,13	0,11	0,91	0,72	0,46	0,24	0,09
Втрата антиоксидантної активності	13,4	12,3	11,2	9,1	8,3	7,4	6,3	5,0	4,0
Вихід товарної продукції	83,8	84,8	85,8	87,3	87,9	88,5	89,8	91,7	92,3
Втрата маси	6,3	5,8	5,1	4,4	3,8	3,0	2,8	2,1	1,5
Дегустаційна оцінка	1,44	1,04	0,84	0,64	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2

Додаток Н. 2

Відгуки перетворення по шкалі бажаності

Показник	Вид обробки		
	Без обробки (*контроль*)	Саліцилова кислота	Саліцилова кислота та хітозан
Альфа			
Сухі розчинні речовини	0,232	0,126	0,014
Титровані кислоти	0,971	0,467	0,371
Вітамін С	0,797	0,009	0,001
Дубильні і барвні речовини	0,459	0,056	0,032
Антиоксидантна активність	0,619	0,046	0,025
Вихід товарної продукції	0,097	0,028	0,014
Втрати маси	0,049	0,021	0,001
Дегустаційна оцінка	0,449	0,463	0,001
Пам’ять Артеменка			
Сухі розчинні речовини	0,222	0,098	0,004
Титровані кислоти	2,875	0,466	0,131
Вітамін С	0,549	0,683	0,002
Дубильні і барвні речовини	0,275	0,273	0,032
Антиоксидантна активність	0,189	0,046	0,025
Вихід товарної продукції	0,091	0,069	0,067
Втрати маси	0,867	0,021	0,018
Дегустаційна оцінка	0,577	0,463	0,001

Додаток Н. 3

Перетворені відгуки та узагальнений відгук по шкалі бажаності

Показник	Вид обробки		
	Без обробки (*контроль*)	Саліцилова кислота	Саліцилова кислота та хітозан
Альфа			
Сухі розчинні речовини	0,793	0,882	0,986
Титровані кислоти	0,379	0,627	0,690
Вітамін С	0,451	0,992	0,999
Дубильні і барвні речовини	0,632	0,945	0,968
Антиоксидантна активність	0,539	0,956	0,976
Вихід товарної продукції	0,908	0,973	0,986
Втрати маси	0,951	0,979	0,999
Дегустаційна оцінка	0,638	0,629	0,999
Узагальнений відгук, *D*	0,630	0,860	0,950
Пам'ять Артеменка			
Сухі розчинні речовини	0,801	0,907	0,996
Титровані кислоти	0,056	0,627	0,877
Вітамін С	0,577	0,505	0,998
Дубильні і барвні речовини	0,759	0,761	0,968
Антиоксидантна активність	0,827	0,956	0,976
Вихід товарної продукції	0,913	0,933	0,935
Втрати маси	0,420	0,979	0,982
Дегустаційна оцінка	0,562	0,629	0,999
Узагальнений відгук, *D*	0,490	0,770	0,970

Додаток Н. 4

Граничні значення натуральних відгуків, відображені в кодовану шкалу

Показник	Граничні значення натуральних відгуків, y								
	−1,50	−1,00	−0,48	0	0,77	1,00	1,50	2,00	3,00
Альфа									
Втрата сухих розчинних речовин	1,46	1,34	1,16	1,07	0,97	0,94	0,82	0,73	0,56
Втрата титрованих кислот	1,20	1,10	1,01	0,92	0,89	0,78	0,68	0,56	0,46
Втрата вітаміну С	8,2	8,0	7,5	7,2	6,8	6,5	6,3	6,0	5,4
Втрата дубильних і барвних речовин	0,17	0,15	0,13	0,11	0,91	0,72	0,46	0,24	0,09
Втрата антиоксидантної активності	13,4	12,3	11,2	9,1	8,3	7,3	6,3	5,0	4,0
Вихід товарної продукції	85,1	85,4	85,8	86,4	87,9	88,5	89,8	91,7	92,3
Втрата маси	6,3	5,7	5,1	4,4	3,8	3,2	2,8	2,1	1,5
Дегустаційна оцінка	1,24	1,04	0,84	0,64	0,40	0,35	0,3	0,25	0,20
Пам’ять Артеменка									
Втрата сухих розчинних речовин	1,60	1,44	1,36	1,27	0,97	0,94	0,82	0,73	0,56
Втрата титрованих кислот	1,20	1,10	1,01	0,92	0,89	0,78	0,68	0,56	0,46
Втрата вітаміну С	8,2	8,0	7,5	7,2	6,8	6,5	6,3	6,0	5,4
Втрата дубильних і барвних речовин	0,17	0,15	0,13	0,11	0,91	0,72	0,46	0,24	0,09
Втрата антиоксидантної активності	13,4	12,3	11,2	9,1	8,3	7,3	6,3	5,0	4,0
Вихід товарної продукції	85,1	85,7	86,6	86,4	87,9	88,5	89,8	91,7	92,5
Втрата маси	6,3	5,7	5,1	4,4	3,8	3,2	2,8	2,1	1,5
Дегустаційна оцінка	1,24	1,04	0,84	0,64	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20

Додаток Н. 5

Відгуки перетворення по шкалі бажаності

Показник	Вид обробки		
	Без обробки (*контроль*)	3% розчин альгінату натрію	5% розчин альгінату натрію
Альфа			
Сухі розчинні речовини	0,223	0,351	0,095
Титровані кислоти	0,972	0,899	0,493
Вітамін С	0,189	0,176	0,049
Дубильні і барвні речовини	0,171	0,064	0,037
Антиоксидантна активність	0,189	0,099	0,042
Вихід товарної продукції	0,210	0,185	0,514
Втрати маси	0,479	0,109	0,008
Дегустаційна оцінка	0,449	0,001	0,001
Узагальнений відгук, *D*	0,630	0,860	0,950
Пам'ять Артеменка			
Сухі розчинні речовини	4,437	1,063	0,436
Титровані кислоти	2,875	1,085	0,469
Вітамін С	0,713	0,429	0,336
Дубильні і барвні речовини	0,171	0,056	0,040
Антиоксидантна активність	0,189	0,099	0,042
Вихід товарної продукції	0,170	1,166	0,067
Втрати маси	0,333	0,229	0,001
Дегустаційна оцінка	0,449	0,001	0,001
Узагальнений відгук, *D*	0,490	0,770	0,970

Додаток Н. 6

Перетворені відгуки та узагальнений відгук по шкалі бажаності

Показник	Вид обробки		
	Без обробки (*контроль*)	3% розчин альгінату натрію	5% розчин альгінату натрію
Альфа			
Сухі розчинні речовини	0,799	0,704	0,909
Титровані кислоти	0,378	0,407	0,611
Вітамін С	0,828	0,839	0,952
Дубильні і барвні речовини	0,843	0,938	0,963
Антиоксидантна активність	0,827	0,906	0,959
Вихід товарної продукції	0,811	0,832	0,986
Втрати маси	0,619	0,896	0,993
Дегустаційна оцінка	0,638	0,999	0,999
Узагальнений відгук, *D*	0,690	0,790	0,910
Пам'ять Артеменка			
Сухі розчинні речовини	0,012	0,347	0,647
Титровані кислоти	0,056	0,339	0,625
Вітамін С	0,490	0,651	0,715
Дубильні і барвні речовини	0,843	0,945	0,961
Антиоксидантна активність	0,827	0,906	0,959
Вихід товарної продукції	0,838	0,847	0,935
Втрати маси	0,717	0,795	0,999
Дегустаційна оцінка	0,638	0,999	0,999
Узагальнений відгук, *D*	0,310	0,680	0,840

Додаток П. 1

Кореляційна матриця фізико–хімічних показників плодів вишні сорту Альфа протягом зберігання

Показник	Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	Втрати маси, *%*	Вміст сухих розчинних речовин, *%*	Вміст титрованих кислот, *%*	Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	Активність каталази, *моль/хв*	Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	Твердість, *кг/см²*	Вміст загального цукру, *%*	Вміст дубильних і барвних речовин, *%*
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Без обробки (*контроль*)										
Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	1,000									
Втрати маси, *%*	–0,995	1,000								
Вміст сухих розчинних речовин, *%*	**–0,998**	0,985	1,000							
Вміст титрованих кислот, *%*	**–0,998**	**0,999**	0,992	1,000						
Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	**–1,000**	0,997	0,996	**0,999**	1,000					
Активність каталази, *моль/хв*	0,899	–0,939	–0,867	–0,923	–0,908	1,000				
Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	–0,986	0,963	0,995	0,974	0,982	–0,812	1,000			
Твердість, *кг/см²*	–0,965	0,987	0,945	0,979	0,971	–0,982	0,908	1,000		
Вміст загального цукру, *%*	**–1,000**	0,997	0,996	**0,999**	1,000	–0,908	0,982	0,971	1,000	
Вміст дубильних і барвних речовин, *%*	–0,481	0,570	0,421	0,531	0,500	–0,817	0,327	0,693	0,500	1,000

Продовження додатку П. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дослід (1% розчин хітозану та 100 мг/л саліцилової кислоти)										
Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	1,000									
Втрати маси, *%*	**–0,724**	1,000								
Вміст сухих розчинних речовин, *%*	**–0,904**	**0,894**	1,000							
Вміст титрованих кислот, *%*	**–0,764**	**0,970**	**0,924**	1,000						
Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	**–0,881**	**0,936**	**0,975**	**0,972**	1,000					
Активність каталази, *моль/хв*	**0,951**	–0,700	**–0,911**	**–0,725**	**–0,841**	1,000				
Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	**–0,796**	**0,920**	**0,889**	**0,952**	**0,962**	–0,687	1,000			
Твердість, *кг/см^2*	–0,629	**0,953**	**0,771**	**0,856**	**0,817**	–0,595	**0,824**	1,000		
Вміст загального цукру, *%*	–0,597	**0,958**	**0,773**	**0,869**	**0,809**	–0,599	**0,788**	**0,987**	1,000	
Вміст дубильних і барвних речовин, *%*	**–0,944**	0,619	**0,836**	0,655	**0,778**	**–0,981**	0,620	0,518	0,523	1,000

П р и м і т к а . Напівжирним виділено коефіцієнти кореляції, достовірні на 5%-му рівні значущості

Додаток П. 2

Кореляційна матриця фізико–хімічних показників плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка протягом зберігання

Показник	Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	Втрати маси, *%*	Вміст сухих розчинних речовин, *%*	Вміст титрованих кислот, *%*	Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	Активність каталази, *моль/хв*	Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	Твердість, *кг/см²*	Вміст загального цукру, *%*	Вміст дубильних і барвних речовин, *%*
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Без обробки (*контроль*)										
Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	1,000									
Втрати маси, *%*	**–1,000**	1,000								
Вміст сухих розчинних речовин, *%*	**–0,998**	**0,999**	1,000							
Вміст титрованих кислот, *%*	–0,988	0,990	0,995	1,000						
Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	**–1,000**	1,000	**0,999**	0,990	1,000					
Активність каталази, *моль/хв*	0,972	–0,974	–0,984	–0,997	–0,974	1,000				
Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	**–1,000**	1,000	**0,999**	0,990	1,000	–0,974	1,000			
Твердість, *кг/см²*	**–0,998**	**0,999**	**1,000**	0,996	**0,999**	–0,985	**0,999**	1,000		
Вміст загального цукру, *%*	–0,978	0,976	0,964	0,934	0,976	–0,902	0,976	0,963	1,000	
Вміст дубильних і барвних речовин, *%*	–0,491	0,500	0,541	0,620	0,500	–0,682	0,500	0,545	0,300	1,000

Продовження додатку П. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дослід (1% розчин хітозану та 100 мг/л саліцилової кислоти)										
Інтенсивність дихання, *мл* CO_2*/кг·год*	1,000									
Втрати маси, *%*	**–0,719**	1,000								
Вміст сухих розчинних речовин, *%*	**–0,817**	**0,957**	1,000							
Вміст титрованих кислот, *%*	**–0,766**	**0,951**	**0,964**	1,000						
Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	**–0,822**	**0,946**	**0,984**	**0,993**	1,000					
Активність каталази, *моль/хв*	**0,930**	–0,616	**–0,721**	**–0,717**	**–0,757**	1,000				
Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	–0,639	**0,988**	**0,947**	**0,941**	**0,931**	–0,546	1,000			
Твердість, *кг/см*^{2}	**–0,744**	**0,961**	**0,986**	**0,973**	**0,980**	–0,637	**0,956**	1,000		
Вміст загального цукру, *%*	–0,691	**0,956**	**0,937**	**0,928**	**0,927**	–0,552	**0,933**	**0,972**	1,000	
Вміст дубильних і барвних речовин, *%*	**–0,908**	0,578	0,661	0,664	0,700	**–0,988**	0,504	0,564	0,477	1,000

П р и м і т к а . Напівжирним виділено коефіцієнти кореляції, достовірні на 5%-му рівні значущості

Додаток П. 3

Кореляційна матриця фізико-хімічних показників плодів вишні сорту Альфа протягом зберігання за обробки розчином альгінату натрію

Показник	Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	Втрати маси, %	Вміст сухих розчинних речовин, %	Вміст титрованих кислот, %	Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	Активність каталази, *моль/хв*	Активність аскорбатпероксидази, *мкмоль/хв*	Твердість, *кг/см²*	Вміст загального цукру, %	Вміст дубильних і барвних речовин, %
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Без обробки (*контроль*)										
Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	1,000									
Втрати маси, %	**–0,999**	1,000								
Вміст сухих розчинних речовин, %	**–0,999**	0,996	1,000							
Вміст титрованих кислот, %	**–1,000**	**0,999**	0,999	1,000						
Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	**–0,997**	**1,000**	0,993	0,997	1,000					
Активність каталази, *моль/хв*	**–1,000**	**0,998**	**1,000**	**1,000**	0,995	1,000				
Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	–0,987	0,980	0,994	0,988	0,973	0,991	1,000			
Твердість, *кг/см²*	**–1,000**	**1,000**	**0,997**	**0,999**	**0,999**	**0,999**	0,982	1,000		
Вміст загального цукру, %	–0,964	0,974	0,949	0,961	0,980	0,957	0,908	0,971	1,000	
Вміст дубильних і барвних речовин, %	–0,476	0,511	0,432	0,467	0,538	0,454	0,327	0,500	0,693	1,000

Продовження додатку П. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дослід										
Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	1,000									
Втрати маси, *%*	**–0,967**	1,000								
Вміст сухих розчинних речовин, *%*	**–0,940**	**0,947**	1,000							
Вміст титрованих кислот, *%*	**–0,976**	**0,976**	**0,982**	1,000						
Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	**–0,925**	**0,945**	**0,827**	**0,902**	1,000					
Активність каталази, *моль/хв*	**–0,927**	**0,941**	**0,812**	**0,869**	**0,940**	1,000				
Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	**–0,942**	**0,971**	**0,867**	**0,917**	**0,925**	**0,971**	1,000			
Твердість, *кг/см^2*	**–0,973**	**0,979**	**0,957**	**0,984**	**0,888**	**0,898**	**0,959**	1,000		
Вміст загального цукру, *%*	**–0,907**	**0,936**	**0,852**	**0,895**	**0,891**	**0,911**	**0,969**	**0,935**	1,000	
Вміст дубильних і барвних речовин, *%*	**–0,788**	**0,731**	**0,794**	**0,787**	0,701	0,661	0,600	0,703	0,480	1,000

Примітка. Напівжирним виділено коефіцієнти кореляції, достовірні на 5%-му рівні значущості

Додаток П. 4

Кореляційна матриця фізико–хімічних показників плодів вишні сорту Пам'ять Артеменка протягом зберігання за обробки альгінатом натрію

Показник	Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	Втрати маси, %	Вміст сухих розчинних речовин, %	Вміст титрованих кислот, %	Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	Активність каталази, *моль/хв*	Активність аскорбат-пероксидази, *мколь/хв*	Твердість, *кг/см²*	Вміст загального цукру, %	Вміст дубильних і барвних речовин, %
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Без обробки (*контроль*)										
Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	1,000									
Втрати маси, %	**–1,000**	1,000								
Вміст сухих розчинних речовин, %	**–1,000**	**1,000**	1,000							
Вміст титрованих кислот, %	**–1,000**	**1,000**	**1,000**	1,000						
Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	**–1,000**	**1,000**	**1,000**	**0,999**	1,000					
Активність каталази, *моль/хв*	**–0,998**	**0,998**	**0,997**	**0,996**	**0,999**	1,000				
Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	–0,973	0,975	0,970	0,968	0,976	0,986	1,000			
Твердість, *кг/см²*	–0,979	0,981	0,977	0,975	0,982	**0,991**	**1,000**	1,000		
Вміст загального цукру, %	**–1,000**	**1,000**	**1,000**	**0,999**	1,000	**0,999**	0,976	0,982	1,000	
Вміст дубильних і барвних речовин, %	–0,512	0,503	0,523	0,531	0,500	0,454	0,300	0,327	0,500	1,000

Продовження додатку П. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дослід (альгінат натрію)										
Інтенсивність дихання, *мл CO_2/кг·год*	1,000									
Втрати маси, *%*	**–0,947**	1,000								
Вміст сухих розчинних речовин, *%*	**–0,955**	**0,955**	1,000							
Вміст титрованих кислот, *%*	**–0,982**	**0,923**	**0,973**	1,000						
Вміст аскорбінової кислоти, *мг/100 г*	**–0,904**	**0,846**	**0,850**	**0,882**	1,000					
Активність каталази, *моль/хв*	**–0,976**	**0,952**	**0,963**	**0,979**	**0,913**	1,000				
Активність аскорбат-пероксидази, *мкмоль/хв*	**–0,806**	**0,824**	**0,758**	**0,749**	**0,951**	**0,824**	1,000			
Твердість, *кг/см^2*	**–0,966**	**0,917**	**0,942**	**0,966**	**0,971**	**0,980**	**0,885**	1,000		
Вміст загального цукру, *%*	**–0,958**	**0,892**	**0,971**	**0,987**	**0,906**	**0,968**	**0,772**	**0,975**	1,000	
Вміст дубильних і барвних речовин, *%*	**–0,892**	**0,847**	**0,946**	**0,939**	**0,697**	**0,899**	0,536	**0,843**	**0,929**	1,000

П р и м і т к а . Напівжирним виділено коефіцієнти кореляції, достовірні на 5%-му рівні значущості

Додаток Р. 1

Розрахунок економічної ефективності зберігання плодів вишні

1. Оплата праці на обприскування плодів (погодинна):
   5869 дерев : 38 дерев/день = 154,4 людино-дні;
   154,4·280 грн/день = 43243 грн.
2. Оплата праці на збирання та перевезення до холодильника плодів(погодинна):
   100000 кг : 175 кг/день = 571,4 людино-дні;
   571,4·280 = 159992 грн.
   Перевезення : 100 т : 40·390 грн = 977 грн.
   Закладання на зберігання плодів вишні:
   Норма 2,5 т, розряд роботи II, ставка 41 грн.
   100 т : 2,5·41 = 1640 грн
   Додаткова оплата, 20% − 328 грн.
   Разом 1968 грн.
   Нарахування на оплату праці 38,3%, сума 753,7 грн.
   Всього 2721,7 грн.
3. Вивантаження плодів вишні з товарною обробкою:
   Норма 2,5 т, розряд роботи II, ставка 41 грн;
   100 т : 2,5·41 = 1640 грн.
   Додаткова оплата, 20% − 328 грн.
   Разом 1968 грн.
   Нарахування на оплату праці 38,3%, сума 753,7 грн.
   Всього 2721,7 грн
4. Витрати на утримання холодильної камери:
   Вартість холодильної камери 468000 грн.
   Амортизація обладнання 24% − 112320 грн.
   Ремонт камери 10% − 46800 грн.
   Разом 159120 грн.
   На собівартість плодів вишні 25% − 39780 грн.
5. Розрахунок електроенергії:
   За 1 год роботи камери витрати 106 кВт,
   тоді 28 діб · 24 год· 106 кВт · 1,86 грн = 133916,16 грн.
   На один варіант : 133916 : 6 = 22319,36 грн.
6. Оплата праці працівника протягом зберігання плодів вишні:
   28 діб · 41 грн = 1148 грн.
   Нарахування на фонд заробітної плати 38,3%, сума 439,7 грн.
   Всього 1587,7 грн.

1. Повна собівартість 1 т плодів вишні протягом зберігання

Показник	Сорт			
	Альфа		Пам'ять Артеменка	
	Контроль	Саліцилова кислота та хітозан	Контроль	Саліцилова кислота та хітозан
Кількість сировини, *т*	100	100	100	100
Вихід товарної продукції, *%*	85,2	93,0	83,6	92,3
Вартість сировини, *тис. грн*	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00
Оплата праці з нарахуваннями, *тис. грн*	138	150,24	138	150,24
Вартість електроенергії, *тис. грн*	22,3	22,3	22,3	22,3
Вартість допоміжних матеріалів, *тис. грн*	16	96	20	96
Використання холодильної камери, *тис. грн*	33,78	33,78	33,78	33,78
Інші прямі витрати (2%), *тис. грн*	26,20	28,05	26,28	28,05
Загальновиробничі (5%), адміністративні, комерційні, позабюджетні (10%), *тис. грн*	200,44	143,04	201,05	143,04
Разом	1536,7	1573,4	1541,4	1573,4
Повна собівартість 1 т продукції, *грн*	18609,7	19423,3	18926,7	19572,0

2. Економічна ефективність зберігання плодів вишні в холодильнику

Показник	Сорт			
	Альфа		Пам'ять Артеменка	
	Контроль	Саліцилова кислота та хітозан	Контроль	Саліцилова кислота та хітозан
Кількість продукції закладеної на зберігання, *т*	100	100	100	100
Вихід товарної продукції, *%*	85,2	93,0	83,6	92,3
Вихід товарної продукції, *т*	85,2	93,0	83,6	92,3
Ціна реалізації 1 т, *грн*	21000	22000	21000	22000
Виручка від реалізації, *тис. грн*	1789,0	2046,0	1755,6	2030,6
Собівартість реалізованої продукції, *тис. грн*	1536	1573,4	1541,4	1573,4
Прибуток, *тис. грн*	253,2	472,6	214,2	457,2
Рівень рентабельності, *%*	16	30	14	29

Додаток Р. 2

Розрахунок економічної ефективності зберігання плодів вишні (*контроль*)

1. Оплата праці на збирання та перевезення до холодильника плодів(погодинна):

   100000 кг : 175 кг/день = 571,4 людино-дні;
   571,4·280 = 159992 грн.
   Перевезення : 100 т : 40·390 грн = 977 грн.
2. Закладання на зберігання плодів вишні

   Норма 2,5 т, розряд роботи ІІ, ставка 41 грн.
   100 т : 2,5·41 = 1640 грн.
   Додаткова оплата, 20% − 328 грн.
   Разом 1968 грн.
   Нарахування на оплату праці 38,3%, сума 753,7 грн.
   Всього 2721,7 грн.
3. Вивантаження плодів вишні з товарною обробкою

   Норма 2,5 т, розряд роботи ІІ, ставка 41 грн.
   100 т : 2,5·41 = 1640 грн.
   Додаткова оплата, 20% − 328 грн.
   Разом 1968 грн.
   Нарахування на оплату праці 38,3%, сума 753,7 грн.
   Всього 2721,7 грн.
4. Витрати на утримання холодильної камери

   Вартість холодильної камери 468000 грн.
   Амортизація обладнання 24% − 112320 грн.
   Ремонт камери 10% − 46800 грн.
   Разом 159120 грн.
   На собівартість плодів вишні 25% − 39780 грн.
5. Розрахунок електроенергії:

   За 1 год роботи камери витрати 106 кВт,
   тоді 28 діб· 24 год· 106 кВт · 1,86 грн = 133916,16 грн.
   На один варіант : 133916:6 = 22319,36 грн.
6. Оплата праці працівника протягом зберігання плодів вишні:

   28 діб · 41 грн = 1148 грн.
   Нарахування на фонд заробітної плати 38,3%, сума 439,7 грн.
   Всього 1587,7 грн.

1. Штатна відомість на виробництво плодів вишні, оброблених альгінатом натрію перед зберіганням

Операція	Підлягає переробці за зміну, *кг*	Норма виробітку, *кг*	Кількість людино-днів	Тарифний розряд	Денна тарифна ставка	Оплата праці по тарифу, *грн*
Надійшло на зберігання	1100	1000	1,1	II	41	45,1
Надійшло на сортування	1078	4500	0,23	II	41	9,43
Надійшло на калібрування	1061,5	3500	0,27	II	41	11,07
Надійшло на миття і шприцювання розчином	1050,5	3000	0,3	II	41	12,3
Надійшло на інспекцію	1045,0	3000	0,35	II	41	14,35
Надійшло на видалення вологи	1034	3000	0,35	II	41	14,35
Надійшло на фасування	1022	3000	0,34	II	41	13,94
Надійшло на зберігання	1000	3000	0,33	II	41	13,53
Всього, кг	1000		3,018			134,04
На 1 т						134,04
Додаткова оплата 20%						26,8
Нарахування на фонд зарплати 38,3%						61,6
Разом						222,4

2. Повна собівартість 1т плодів вишні протягом зберігання

Показник	Сорт			
	Альфа		Пам’ять Артеменка	
	Контроль	Альгінат натрію	Контроль	Альгінат натрію
Кількість сировини, *т*	100	100	100	100
Вихід товарної продукції, *%*	85,7	91,3	85,6	92,4
Вартість сировини, *тис. грн*	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00
Оплата праці з нарахуваннями, *тис. грн*	168,00	222,00	168,00	222,00
Вартість електроенергії, *тис. грн*	22,30	37,36	22,30	37,36
Вартість допоміжних матеріалів, *тис. грн*	22,00	36,67	22,00	36,67
Використання холодильної камери, *тис. грн*	39,78	71,64	39,78	71,64
Інші прямі витрати (2%), *тис. грн*	27,04	29,35	27,04	29,35
Загальновиробничі (5%), адміністративні, комерційні, позабюджетні (10%), *тис. грн*	206,86	224,55	206,86	224,55
Разом	1585,98	1721,57	1585,98	1721,57
Повна собівартість 1 т продукції, *грн*	18506,20	18856,22	18527,80	18631,71

3. Економічна ефективність зберігання плодів вишні в холодильнику

Показник	Сорт			
	Альфа		Пам’ять Артеменка	
	Контроль	Альгінат натрію	Контроль	Альгінат натрію
Кількість продукції закладеної на зберігання, *т*	100	100	100	100
Вихід товарної продукції, *%*	85,7	91,3	85,6	92,4
Вихід товарної продукції, *т*	85,7	91,3	85,6	92,4
Ціна реалізації 1 т, *грн*	21000	22000	21000	22000
Виручка від реалізації, *тис. грн*	1799,7	2008,6	1797,6	2032,8
Собівартість реалізованої продукції, *тис. грн*	1585,98	1721,57	1585,98	1721,57
Прибуток, *тис. грн*	213,72	287,03	211,62	311,23
Рівень рентабельності, *%*	13,5	16,7	13,3	18,1

Додаток Р. 3

1. Вартість сировини і основних матеріалів на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої"

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Ціна за одиницю сировини, *грн*	Сума, *грн*
Вишня	1136	11	12496
Заготівельно-транспортні затрати 5% від вартості сировини			624,8
Разом			13120

2. Вартість сировини і основних матеріалів на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої з додаванням альгінату натрію"

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Ціна за одиницю сировини, *грн*	Сума, *грн*
Вишня	1136	11	12496
Альгінат натрію	5,0	1250	6250
Заготівельно-транспортні затрати 5% від вартості сировини			312,5
Разом			19058,5

Витрати сировини і основних матеріалів на 1 т готової продукції беремо із продуктового розрахунку, вартість сировини оцінюємо за договірними цінами.

3. Вартість допоміжних матеріалів на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої"

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Ціна за одиницю сировини, *грн*	Сума, *грн*
Етикетки	4082	0,2	816,4
Разом			816,4

Норма пари, води і електроенергії на 1 год. Роботи обладнання показані у таблиці підбору обладнання. На одиницю продукції ці витрати визначаються діленням їх потреби для роботи обладнання за годину чи зміну на кількість готової продукції, виробленої за годину чи зміну.

4. Вартість пари, води та електроенергії на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої"

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Тариф (собівартість одиниці прод.), *грн*	Сума, *грн*
Вода, $м^3$	8	12,5	100,0
Електроенергія, *кВт/год*	70,3	1,86	130,8
Разом			230,8

Розрахунок оплати праці працівників складає:
5. Штатна відомість на виробництво «Вишні швидкозамороженої», змінне завдання 10 т/зміну

Найменування операції	Підлягає переробці за зміну, *кг*	Норма виробітку, *кг*	Кількість людино-днів	Тарифний розряд	Денна тарифна ставка	Оплата праці по тарифу, *грн*
Надійшло на зберігання, *кг*	11224,00	10000	1,12	II	41,83	46,85
Надійшло на сортування, *кг*	11070,62	4700	2,36	II	41,83	98,72
Надійшло на миття, *кг*	10815,03	6428	1,68	II	41,83	70,27
Надійшло на очищення від плодоніжок, *кг*	10712,80	7500	1,43	II	41,83	59,82
Надійшло на інспекцію, *кг*	10406,05	4450	2,34	II	41,83	97,88
Надійшло на видалення вологи, *кг*	10355,05	3500	2,96	II	41,83	123,82
Надійшло на заморожування, *кг*	10304,05	5000	2,06	IV	52,17	107,47
Надійшло на фасування, *кг*	10100,05	4820	2,09	II	41,83	87,43
Надійшло в пакети, *кг*	10000,00	4500	2,22	II	41,83	92,86
Всього:			18,26			785,12
На 1 т продукції			1,83			78,51
Додаткова оплата (20%)						15,70
Разом						94,20
Нарахування на оплату праці (38,3)						36,10
Оплата з нарахуваннями						130,30

6. Кошторисно-фінансовий розрахунок вартості обладнання, що буде використовуватися

Назва обладнання	Кількість одиниць	Вартість одиниці обладнання, *грн*	Кошторисна вартість, *грн*
Ящико-перекидач	1	5000	5000
Інспекційний транспортер	1	8000	8000
Вентиляторна мийна машина	1	37000	37000
Транспортер елеватор	3	8300	24900
Машина для відділення плодоніжки	1	22000	22000
Сітчастий транспортер	1	27000	27000
Транспортер конусний на колесах	1	13500	13500
Швидко морозильний апарат Arctic	1	355000	355000
Наповнювач	1	42000	42000
Мультиголовочний дозатор	1	80000	80000
Комплексна лінія для групового упакування	1	120000	120000
Всього			734400
Заготівельно-складські витрати і вартість монтажу (10% від всього), *тис. грн*			73440
Не уточнені витрати (20% від вартості обладнання)			146880
Всього			954720

1) Вартість обладнання для заморожених плодів вишні −734,4 тис. грн., вартість будівель і споруд 2500 тис. грн.

   На будівлі і споруди сума відрахувань складає 8%:

   2500 тис. грн.· 0,08 = 200 тис. грн.

   На амортизацію обладнання:

   734,4 тис. грн..· 0,24 = 176,256 тис. грн. (контроль).

   Сума відрахувань :

   200+176,256 = 376,256 тис. грн.(контроль).

   На ремонт обладнання сума відрахувань : 10%, будівель і споруд 5%

   (734,4 тис. грн.· 0,1)+(2500 тис. грн.· 0,05) = 198,440 (контроль).

2) Сума відрахувань на амортизацію морозильної камери 24%, ремонт 10%:

   (355000· 0,24)+(35500· 0,1) = 120700 грн.

   На 1 кг становить : 120700 : (880·2) = 68,58 грн.

   Витрати на електроенергію за 1 год 70,3 кВт.

   За сезон 70,3· 180·24 год·1,86 грн = 564874,6 грн.

   На 1 т 564874,6 : (880·2) = 320,95 грн.

   Разом 68,58+320,95 = 389,53 грн.

7. Повна собівартість 1 т плодів вишні

Показник	Контроль	Заморожені плоди вишні, попередньо оброблені альгінатом натрію
Вартість сировини, *тис. грн*	13120	19683
Вартість допоміжних матеріалів, *тис. грн*	816,4	816,4
Оплата праці з нарахуваннями, *грн*	130,3	130,3
Витрати на утримання основних засобів, *грн*	112,75	132,0
Витрати на зберігання продукції, *грн*	389,53	389,53
Витрати від браку (0,2%), *грн*	29,14	42,3
Загальновиробничі (5%), адміністративні, комерційні, позабюджетні (10%), *тис. грн*	729,906 1459,812	1059,67 2119,35
Повна собівартість 1 т продукції, *грн*	16787,84	24372,53

8. Економічна ефективність зберігання заморожених плодів вишні, оброблених альгінатом натрію

Показник	Контроль	Заморожені плоди вишні, попередньо оброблені альгінатом натрію
Кількість виготовленої продукції, *т*	10	10
Собівартість 1 т продукції, *грн*	16787,8	24372,5
Собівартість реалізованої продукції, *тис. грн*	167,878	243,725
Ціна реалізації 1 т, *грн*	20000	30000
Виручка від реалізації, *тис. грн*	200	300
Прибуток, *тис. грн*	32,122	56,275
Рівень рентабельності, *%*	19,1	23,0

Додаток Р. 4

1. Вартість сировини і основних матеріалів на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої"

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Ціна за одиницю сировини, *грн*	Сума, *грн*
Вишня	1136	11	12496
Заготівельно-транспортні затрати 5% від вартості сировини			624,8
Разом			13120

2. Вартість сировини і основних матеріалів на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої в цукровому сиропі"

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Ціна за одиницю сировини, *грн*	Сума, *грн*
Вишня	770	11	8470
Цукор	40	12	480
Хітозан	1,5	138	207
Аскорутин	4	15,15	60,6
Заготівельно-транспортні затрати 5% від вартості сировини			460,9
Разом			9678,5

Витрати сировини і основних матеріалів на 1 т готової продукції беремо із продуктового розрахунку, вартість сировини оцінюємо за договірними цінами.

3. Вартість допоміжних матеріалів на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої"

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Ціна за одиницю сировини, *грн*	Сума, *грн*
Етикетки	4082	0,2	816,4
Разом			816,4

4. Вартість допоміжних матеріалів на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої в цукровому сиропі "

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Ціна за одиницю сировини, *грн*	Сума, *грн*
Стаканчики	4082	0,4	1632,8
Кришки	4082	1,0	4082
Етикетки	4082	0,2	816,4
Разом			6531,2

Норма пари, води і електроенергії на 1 год. Роботи обладнання показані у таблиці підбору обладнання. На одиницю продукції ці витрати визначаються діленням їх потреби для роботи обладнання за годину чи зміну на кількість готової продукції, виробленої за годину чи зміну.

5. Вартість пари, води та електроенергії на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої"

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Тариф (собівартість одиниці прод.), *грн*	Сума, *грн*
Вода, *м³*	8	12,5	100,0
Електроенергія, *кВт/год*	70,3	1,86	130,8
Разом			230,8

6. Вартість пари, води та електроенергії на 1 т продукції при виробництві "Вишні швидкозамороженої в цукровому сиропі"

Назва	Норма витрат, *кг/т*	Тариф (собівартість одиниці прод.), *грн*	Сума, *грн*
Пара, *Гкал*	0,97	162,00	157,14
Вода, *м³*	8	12,50	100,0
Електроенергія, *кВт/год*	71,55	1,86	133,08
Разом			390,22

Розрахунок оплати праці працівників складає:
7. Штатна відомість на виробництво «Вишні швидкозамороженої», змінне завдання 10 т/зміну

Найменування операції	Підлягає переробці за зміну, *кг*	Норма виробітку, *кг*	Кількість людино-днів	Тарифний розряд	Денна тарифна ставка	Оплата праці по тарифу, *грн*
Надійшло на зберігання, *кг*	11224	10000	1,12	II	41,83	46,85
Надійшло на сортування, *кг*	11070,62	4700	2,36	II	41,83	98,72
Надійшло на миття, *кг*	10815,025	6428	1,68	II	41,83	70,27
Надійшло на очищення від плодоніжок, *кг*	10712,8	7500	1,43	II	41,83	59,82
Надійшло на інспекцію, *кг*	10406,05	4450	2,34	II	41,83	97,88
Надійшло на видалення вологи, *кг*	10355,05	3500	2,96	II	41,83	123,82
Надійшло на заморожування, *кг*	10304,05	5000	2,06	IV	52,17	107,47
Надійшло на фасування, *кг*	10100,05	4820	2,09	II	41,83	87,43
Надійшло в пакети, *кг*	10000,0	4500	2,22	II	41,83	92,86
Всього:			18,26			785,12
На 1 т продукції			1,83			78,51
Додаткова оплата (20%)						15,7
Разом						94,2
Нарахування на оплату праці (38,3)						36,1
Оплата з нарахуваннями						130,3

8. Штатна відомість на виробництво «Вишні швидкозамороженої в цукровому сиропі», змінне завдання 10 т/зміну

Найменування операції	Підлягає переробці за зміну, *кг*	Норма виробітку, *кг*	Кількість людино-днів	Тарифний розряд	Денна тарифна ставка	Оплата праці за тарифом, *грн*
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Надійшло на зберігання, *кг* – вишня – цукор	7507,5 606,75	10000 10000	0,75 0,06	II	41,83	31,37 2,51
Надійшло на сортування, *кг* – вишня	7394,85	4700	1,57	II	41,83	65,67
Надійшло на миття, *кг* – вишня	7244,7	6428	1,12	II	41,83	46,85
Надійшло на очищення від плодоніжок, *кг* – вишня	7169,6	7500	0,955	II	41,83	39,95
Надійшло на інспекцію, *кг* – вишня	6981,9	4450	1,57	II	41,83	65,67
Надійшло на видалення вологи, *кг* – вишня	6944,4	3500	1,98	IV	52,17	103,3
Надійшло на просіювання, *кг* – цукор	606,75	4000	0,15	II	41,83	6,27
Надійшло на дозування, *кг* – цукор – вода	598,8 2431,2	400 22000	1,49 0,110	II	41,83	62,33 4,6
Надійшло на кип’ятіння, *кг* – сироп	3023,94	10400	0,29	IV	52,17	15,13
Надійшло на фільтрування, *кг* – сироп	3017,85	10400	0,29	II	41,83	12,1
Надійшло на фасування, *кг* – вишня – сироп	6906,9 3008,77	4820 2250	1,43 1,33	II	41,83	59,82 55,63
Надійшло на заморожування, *кг* – вишня – сироп	6756,75 2993,77	5000	1,35 0,59	IV	52,17	70,43 30,78
Надійшло в пакети, *кг*	9750,52	4500	2,166	II	41,83	90,6
Всього:			17,45		763,1	
На 1 т продукції			1,74			76,31
Додаткова оплата (20%)						15,26
Разом						91,57
Нарахування на оплату праці (38,3)						35,1
Оплата з нарахуваннями						126,64

9. Кошторисно-фінансовий розрахунок вартості обладнання, що буде використовуватися

Назва обладнання	Кількість одиниць	Вартість одиниці обладнання, *грн*	Кошторисна вартість, *грн*
Ящико-перекидач	1	5000	5000
Інспекційний транспортер	1	8000	8000
Вентиляторна мийна машина	1	37000	37000
Транспортер елеватор	3	8300	24900
Машина для відділення плодоніжки	1	22000	22000
Сітчастий транспортер	1	27000	27000
Транспортер конусний на колесах	1	13500	13500
Швидко морозильний апарат Arctic	1	355000	355000
Наповнювач	1	42000	42000
Мультиголовочний дозатор	1	80000	80000
Комплексна лінія для групового упакування	1	120000	120000
Варочний котел МЗС – 320	1	35000	35000
Гнучка система дозування Spiromatic	1	20000	20000
Ваги	1	2000	2000
Мішкоперекидач	1	4000	4000
Просіювач	1	5000	5000
Наповнювач	1	20000	20000
Відцентровий насос	1	7500	7500
Всього			827900
Заготівельно–складські витрати і вартість монтажу (10% від всього), *тис. грн*			82790
Не уточнені витрати (20% від вартості обладнання)			165580
Всього			1076270

1) Вартість обладнання для замороженої вишні в цукровому сиропі − 1076 тис. грн., для заморожених плодів вишні −734,4 тис. грн., вартість будівель і споруд 2500 тис. грн.

   На будівлі і споруди сума відрахувань складає 8%:
   2500 тис. грн.· 0,08 = 200 тис. грн.
   На амортизацію обладнання:
   734,4 тис. грн..· 0,24 = 176,256 тис. грн. (контроль);
   1076 тис. грн.· 0,24 = 258,24 тис. грн.(дослід).
   Сума відрахувань :
   200+176,256 = 376,256 тис. грн.(контроль);
   200+258,24 = 458,24 тис. грн.(дослід).

На ремонт обладнання сума відрахувань : 10%, будівель і споруд 5%
(734,4 тис. грн.· 0,1)+(2500 тис. грн.· 0,05) = 198,440 (контроль);
(1076 тис. грн.· 0,1)+(2500 тис. грн.· 0,05) = 232,600(дослід).

2) Сума відрахувань на амортизацію морозильної камери 24%, ремонт 10%:
(355000· 0,24)+(35500· 0,1) = 120700 грн.
На 1 кг становить : 120700 : (880·2) = 68,58 грн.
Витрати на електроенергію за 1 год 70,3 кВт.
За сезон 70,3· 180·24 год·1,86 грн = 564874,6 грн.
На 1 т 564874,6 : (880·2) = 320,95 грн.
Разом 68,58+320,95 = 389,53 грн.

10. Повна собівартість 1 т заморожених плодів вишні

Показник	Контроль	Плоди вишні заморожені в цукровому сиропі з додаванням хітозану
Вартість сировини, *тис. грн*	13120	23065,9
Вартість допоміжних матеріалів, *тис. грн*	816,4	6531,2
Оплата праці з нарахуваннями, *грн*	130,3	126,64
Витрати на утримання основних засобів, *грн*	112,75	132,0
Витрати на зберігання продукції, *грн*	389,53	389,53
Витрати від браку (0,2%), *грн*	29,14	60,5
Загальновиробничі (5%), адміністративні, комерційні, позабюджетні (10%), *тис. грн*	729,906 1459,812	1515,29 3030,58
Повна собівартість 1 т продукції, *грн*	16787,84	34851,64

11. Економічна ефективність зберігання заморожених плодів вишні

Показник	Контроль	Плоди вишні заморожені в цукровому сиропі з додаванням хітозану
Кількість виготовленої продукції, *т*	10	10
Собівартість 1 т продукції, *грн*	16787,84	34851,64
Собівартість реалізованої продукції, *тис. грн*	167,878	348,516
Ціна реалізації 1 т, *грн*	20000	42000
Виручка від реалізації, *тис. грн*	200	420
Прибуток, *тис. грн*	32,122	71,484
Рівень рентабельності, *%*	19,1	20,5

Додаток С. 1

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з наукової
та інноваційної діяльності
Уманського національного
університету садівництва
________________ В.П. Карпенко
« __ » ____ *липня* ______2020 р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ * Уманський національний університет садівництва
ДЛЯ ДОКУМЕНТІВ
00493787

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

зі зберігання плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями

Розробник:
Доцент кафедри технологій харчових продуктів

________________ О.В. Василишина

Схвалено рішенням вченої ради інженерно-технологічного факультету.
Протокол №6 від 9 червня 2020 р.

Умань 2020

Дана технологічна інструкція поширюється на спосіб зберігання плодів вишні з передзбиральною обробкою 1% розчином хітозану з 100мг/л саліциловою кислотою.

1. Сировина і матеріали

Сировина і матеріали, що використовують для обробки та зберігання плодів вишні повинні відповідати за якістю вимогам діючих стандартів і супроводжуватись посвідченнями постачальників:

Вишня свіжа за ДСТУ 8325:2015;

Вода питна за ДСТУ 7525, що не містить спор анаеробних мікроорганізмів в 100 см^3 ;

Саліцилова кислота за ГОСТ 624-70;

Оцтова кислота ДСТУ EN 13189;

Хітозан ТУ 9289-067-00472124.

2. Технологічний процес

2.1. *Приготування полісахаридної композиції.* Для передзбиральної обробки плодів вишні готують 1% розчин хітозану та100 мг саліцилової кислоти.

Розчин готують безпосередньо перед використанням. Хітозан в розрахунку 1% розчиняють у необхідній кількості оцтової кислоти (3%) до повного розчинення, сюди ж додають саліцилову кислоту (в розрахунку 100 мг/л) та суміш розчиняють в необхідній кількості води.

2.2. *Попередня обробка плодів вишні полісахаридними композиціями*

Плоди вишні обприскують за 2−3 дні до настання споживчої стадії стиглості попередньо приготовленим розчином, до складу якого входить хітозан (1%) та саліцилова кислота (100 мг/л).

Після висихання, плоди споживчого ступеня стиглості, одного товарного та помологічного сорту, розвинуті, цілі, свіжі, чисті, без надлишкової зовнішньої вологи та стороннього запаху (згідно ГОСТ 21921) за розміром по найбільшому поперечному діаметру не менше 15 мм для 1 сорту укладають в ящики №5 вагою не менше 5 кг за ГОСТ 10131 і ГОСТ 20463. Попередньо підготовлена тара повинна бути суха, чиста, міцна без стороннього запаху.

Здійснюють пакування та маркування з наклеюванням етикетки, що містить відомості про назву і адресу відправника, дату збирання, пакування, відвантаження, маси нетто плодів. Далі вишню транспортують автомобільним чи будь-яким іншим транспортом до пункту зберігання.

2.3. Доставка, приймання, зберігання сировини та матеріалів

Приймання плодів вишні проводять партією, не більше однієї транспортної одиниці, одного помологічного і товарного сорту, упакованих в однорідну тару і оформлену одним документом про якість.

Визначення якості плодів здійснюється відповідно до правил приймання і методів досліджень, що викладено у діючих стандартах на даний вид сировини. Визначають залишкову кількість токсичних елементів (ГОСТ 26927) та пестицидів (ДСАНПін 8.8.2.3.4.-000-2001). Кожна партія плодів повинна супроводжуватись сертифікатом “Про вміст нітратів, пестицидів та токсичних елементів овочефруктової сировини” за формою К-20. За відсутності сертифікату або не повних даних у ньому, партія сировини прийманню не підлягає.

Приймання плодів здійснюють за якістю і масою. Масу визначають зважуванням, а якість у відповідності з вимогами нормативної документації на кожний вид сировини та матеріалів.

2.3. *Умови та строк зберігання сировини.* Зберігають плоди вишні за температури 0…+5°C і вологості 95±1% не більше 30 діб.

3. Санітарні вимоги

Санітарний режим виробництва повинен відповідати “Санітарним правилам підприємств, що виробляють плодоовочеві консерви, сушені фрукти, овочі і картоплю, квашену капусту і солоні овочі”, затвердженим 07.11.2001 р.

4. Вимоги безпеки

Технологічне обладнання повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003.

Повітря робочої зони повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005.

Пожежна безпека повинна відповідати ГОСТ 12.1.004.

5. Вимоги охорони навколишнього середовища

Стічні води після попередньої обробки плодів вишні повинні підлягати очищенню і відповідати вимогам СанПін 4630.

Контроль за викидами гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в атмосферу повинен здійснюватись відповідно до ГОСТ 17.3.02.

Охорона ґрунту від забруднень побутовими відходами повинна здійснюватись відповідно до вимог СанПін 42-128-4690.

Додаток С. 2

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з наукової
та інноваційної діяльності
Уманського національного
університету садівництва
_________________ В.П. Карпенко
"_7_" ___липня___2020 р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Уманський національний університет садівництва
ДЛЯ ДОКУМЕНТІВ
00493787

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

з виробництва заморожених плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями

Розробник:
Доцент кафедри технологій харчових продуктів

_______________ О.В. Василишина

Схвалено рішенням вченої ради інженерно-технологічного факультету.
Протокол №6 від 9 червня 2020 р.

Умань 2020

Дана технологічна інструкція поширюється на заморожені плоди вишні, що виробляються харчовими підприємствами, фасовані в картонну чи м'яку полімерну тару, призначені на реалізацію через роздрібну торгівлю і підприємства громадського харчування.

Асортимент

Заморожені плоди вишні виготовляють в слідуючому асортименті:

-плоди вишні, попередньо оброблені 5% розчином альгінату натрію.

- плоди вишні, попередньо оброблені в 20% розчині цукру з додаванням 1% хітозану.

Сировина і матеріали

Для виробництва швидкозаморожених плодів вишні використовують слідуючу сировину і матеріали:

Вишні свіжі за ДСТУ 8325:2015;

Вода питна за ДСТУ 7525;

Альгінат натрію ГОСТ 33310; (Е 401);

Гліцерин за ГОСТ 6824;

Цукор-пісок ДСТУ 4623;

Хітозан ТУ 9289-067-00472124.

Для заморожування використовують плоди вишні свіжі, здорові, споживчої стадії стиглості, не забруднені, без механічних пошкоджень і надлишкової вологи за смаком, запахом і кольором властиві даному помологічному сорту.

Рекомендовані сорти:Альфа, Пам'ять Артеменка, Лотівка, Шпанка.

Розміри плодів вишні за найбільшим поперечним діаметром не менше 15 мм.

Постачання, приймання і зберігання плодів вишні

Плоди вишні надходять на підприємство в луб'яних-решетах, дерев'яних ящиках за ГОСТ 13359 місткістю не більше 6 кг.

Тара, що використовується для збирання і постачання сировини повинна бути чиста, суха, міцна, без сторонніх запахів.

В кожну одиницю тари укладають сировину одного виду і товарного сорту.

Пересипати плоди з одної тари в іншу при транспортуванні і зберіганні не допускається.

Плоди вишні необхідно доставляти до місця призначення не пізніше 4–6 год від моменту збирання.

Приймання сировини на підприємстві-отримувачі проводять партіями, величина яких обмежується однією транспортною одиницею.

Визначення якості сировини здійснюють відповідно до правил приймання і методів досліджень, викладених в діючих стандартах. Приймання плодів здійснюють за якістю і масою. Масу визначають зважуванням, а якість у відповідності з вимогами нормативної документації на кожний вид сировини та матеріалів.

Зберігають плоди вишні на сировинному майданчику з навісом не більше 5 год чи в холодильних камерах при температурі 0 до 2°С і відносної вологості повітря 95% не більше 3 діб.

Технологічний процес

Виробництво заморожених плодів вишні здійснюється при суворому дотриманні санітарно-гігієнічного режиму виробництва.

Сортування._Плоди вишні сортують вручну на стрічковому транспортері: за якістю, відбираючи некондиційні плоди (биті, пом'яті, пошкоджені сільськогосподарськими шкідниками) за ступенем стиглості і кольором, видаляючи недостиглі і перестиглі плоди.

Калібрування плодів проводять за розміром на калібрувальній машині.

Миття. Після сортування плоди вишні миють в вентиляторній мийній машині, чистою проточною водою під тиском 200-300 кПа до повного видалення забруднень.

Інспектування. Видаляють плодоніжки у плодів на стрічковому транспортері.

Обробку розчином альгінату натрію. Розчин альгінату натрію готують шляхом розчинення у воді: 5 % альгінату натрію, суміш перемішують для попередження утворення згустку та як пластифікатор, додають 1−3% гліцерину.

Для попередження втрат соку, збереження структурно-механічних властивостей та якості плодів, плоди вишні занурюють у водний розчин 5% альгінату натрію на 10−15 хв.

Обробка розчином хітозану. Для збереження кольору, структурно-механічних властивостей та якості плодів, плоди вишні занурюють у водний розчин 20% цукру з додаванням 1% хітозану на 30 хв.

Видалення вологи з плодів перед заморожуванням проводять обдуванням повітрям при швидкості руху повітря 10 м/с. Потім плоди вишні інспектують на транспортері з магнітним пристроєм і направляють на заморожування.

Заморожування. Після попередньої підготовки плоди вишні заморожують в швидкоморозильних апаратах при температурі −30±2°С, або морозильній камері при температурі −24±1°С, до досягнення в центрі плоду температури −18±1°С.

Фасування, пакування і маркування

Заморожені плоди вишні фасують в поліетиленові пакети (харчові) за ГОСТ 10354 місткістю до 1 кг з наступною упаковкою в ящики з гофрокартону за ГОСТ 13511 вагою до 15 кг, або в ящики з гофрокартону, які містять мішки-вкладиші поліетиленові за ГОСТ 19368. Температура повітря в фасувальному відділенні повинна бути не вище 10°С.

Фасовану продукцію маркують із зазначенням найменування і адреси підприємства, назви продукції, нормативного документу, маси нетто, дати виготовлення, умов і терміну зберігання.

Зберігання. Упаковану заморожену продукцію розміщують в холодильній камері, де її зберігають при відносній вологості повітря не менше 95% і температури −18±1°С не більше 12 місяців. Допускається зберігати плоди при температурі −15±1°С не більше 6 місяців, при температурі −12±1°С не більше 3 місяців.

Вимоги до якості готового продукту

За якістю заморожені плоди вишні повинні відповідати ДСТУ 4837 “Фрукти та ягоди швидкозаморожені”.

Безпека виробництва

Технологічний процес заморожування плодів вишні на виробництві здійснюється за ГОСТ 12.3.002-2014 «Процессы производственные. Обще требования безопасности».

Експлатацію технологічного обладнання необхідно проводити згідно вимог ГОСТ 12.2.003 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Санітарні вимоги

Санітарний режим заморожування плодів вишні здійснюється відповідно до “Санітарних правил для підприємств, які переробляють плодоовочеві консерви, сушені плоди, овочі і картоплю, квашену капусту і солені овочі”, “Інструкції порядку санітарно-технічного контролю консервів на виробничих підприємствах, оптових базах, в роздрібній торгівлі та на підприємствах громадського харчування”.

Санітарну обробку обладнання необхідно проводити за “Інструкцією по санітарній обробці технологічного обладнання і інвентаря на консервних підприємствах”.

Охорона навколишнього скредовища

Стічні води після попередньої обробки плодів вишні повинні підлягати очищенню і відповідати вимогам СанПін 4630.

Контроль за викидами гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в атмосферу повинен здійснюватись відповідно до ГОСТ 17.3.02.

Охорона ґрунту від забруднень побутовими відходами повинна здійснюватись відповідно до вимог СанПін 42-128-4690.

Додаток

Норми витрат сировини на виробництво 1000 кг заморожених плодів вишні

Назва продукції	Витрати і відходи при підготовці сировини до заморожування, %	Втрати при заморожуванні, % не більше	Втрати при фасуванні, % не більше	Норма витрат сировини на 1000 кг готової продукції, кг
Плоди вишні, попередньо оброблені 5% розчином альгінату натрію	9	2	1	1149
Плоди вишні, попередньо оброблені 20% розчином цукру з 1% хітозаном	9	2	1	1149

Додаток С. 3

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з наукової
та інноваційної діяльності
Уманського національного
університету садівництва
_____________ В.П. Карпенко
"__" ______ шипня ______2020 р

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

з виробництва десертних заморожених плодів вишні з полісахаридними композиціями

Розробник:
Доцент кафедри технологій харчових продуктів

_____________ О.В. Василишина

Схвалено рішенням вченої ради інженерно-технологічного факультету.
Протокол №6 від 9 червня 2020 р.

Умань 2020

Дана технологічна інструкція поширюється на десертні заморожені плоди вишні, виготовлені із свіжих плодів з додаванням цукрового сиропу, призначені на реалізацію через роздрібну торгівлю і підприємства громадського харчування.

Асортимент

Вишня заморожена в цукровому сиропі

Сировина і матеріали

Для виробництва швидкозаморожених плодів вишні використовують слідуючу сировину і матеріали:

Вишні свіжі за ДСТУ 8325:2015;

Цукор-пісок ДСТУ 4623;

Хітозан ТУ 9289-067-00472124;

Аскорутин ТУ 10.89.19-135-05783969;

Вода питна за ДСТУ 7525;

Постачання, приймання і зберігання плодів вишні

Плоди вишні надходять на підприємство в луб'яних-решетах, дерев'яних ящиках за ГОСТ 13359 місткістю не більше 6 кг.

Тара, що використовується для збирання і постачання сировини повинна бути чиста, суха, міцна, без сторонніх запахів. В кожну одиницю тари укладають сировину одного виду і товарного сорту.

Плоди вишні необхідно доставляти до місця призначення не пізніше 4−6 год від моменту збирання.

Приймання сировини на підприємстві-отримувачі проводять партіями, величина яких обмежується однією транспортною одиницею. Ящики з сировиною укладають штабелями на піддони, розміщують рядами, залишаючи проходи для циркуляції повітря і підходу до кожної партії сировини.

Зберігають плоди вишні на сировинному майданчику не більше 12 год чи в холодильних камерах при температурі від 0 до 2°С і відносної вологості повітря 92% не більше 3 діб.

Технологічний процес

Сировина, яка поступає на підприємство проходить вхідний контроль відповідно до вимог діючої нормативно-технологічної документації.

Сортування. Плоди вишні сортують: за якістю, відбираючи некондиційні плоди (биті, пом'яті, пошкоджені сільськогосподарськими шкідниками) за ступенем стиглості і кольором, видаляючи недостиглі і перестиглі плоди вручну на стрічковому транспортері.

Калібрування плодів проводять за розміром на калібрувальній машині.

Миття. Після сортування плоди вишні миють в вентиляторній мийній машині, чистою проточною водою під тиском 50 кПа до повного видалення забруднень.

Інспектування. Видаляють плодоніжки на стрічковому транспортері.

Приготування цукрового сиропу Попередньо підготовлений просіяний цукор розчиняють у воді (в розрахунку 20%), розчин кип’ятять 5 хв, за 1-2 хв до закінчення варки додають хітозан (1%) та аскорутин (4%).

Фасування, пакування і маркування

Плоди вишні фасують в пластикові стаканчики, місткістю 250 $см^3$ і заливають попередньо підготовленим цукровим сиропом, заморожують при температурі −24±1°С з наступною упаковкою в ящики з гофрокартону за ГОСТ 13511 вагою до 15 кг. Температура повітря в фасувальному відділенні повинна бути не вище 10°С, а температура замороженої продукції в процесі пакування повинна бути не менше −15°С.

Фасовану продукцію маркують із зазначенням найменування і адреси підприємства, назви продукції, нормативного документу, маси нетто, дати виготовлення, умов і терміну зберігання.

Заморожування. Упаковані продукти заморожують в морозильних камерах при температурі −24±1°С, до досягнення температури в центрі продукту не вище −18±1°С.

Зберігання. Упаковану заморожену продукцію зберігають в холодильній камері при температурі не вище −18±1°С не більше 12 місяців. Допускається зберігати при температурі не вище −15±1°С не більше 6 місяців, при температурі −12±1°С не більше 7 діб, при температурі не вище −9±1°С не більше 2 діб.

Заморожені десертні плоди вишні транспортують при температурі в транспортних засобах не вище −18°С. Допускається короткочасне, не більше 3 діб перевезення на підприємства громадського харчування, безпосередньо перед реалізацією з підвищенням температури вантажу до −12°С

Безпека виробництва

Технологічний процес заморожування плодів вишні на виробництві здійснюється за ГОСТ 12.3.002 «Процессы производственные. Обще требования безопасности».

Експлатацію технологічного обладнання необхідно проводити згідно вимог ГОСТ 12.2.003 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Санітарні вимоги

Санітарний режим заморожування плодів вишні здійснюється відповідно до “Санітарних правил для підприємств, які переробляють плодоовочеві консерви, сушені плоди, овочі і картоплю, квашену капусту і солені овочі”, “Інструкції порядку санітарно-технічного контролю консервів на виробничих підприємствах, оптових базах, в роздрібній торгівлі та на підприємствах громадського харчування”.

Санітарну обробку обладнання необхідно проводити за “Інструкцією по санітарній обробці технологічного обладнання і інвентаря на консервних підприємствах”.

Охорона навколишнього середовища

Стічні води після попередньої обробки плодів вишні повинні підлягати очищенню і відповідати вимогам СанПін 4630.

Контроль за викидами гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в атмосферу повинен здійснюватись відповідно до ГОСТ 17.3.02.

Охорона ґрунту від забруднень побутовими відходами повинна здійснюватись відповідно до вимог СанПін 42-128-4690.

Додаток Т. 1

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 101996

СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ ДЕСЕРТУ ВИШНЕВОГО ЗАМОРОЖЕНОГО

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **12.10.2015.**

Голова Державної служби інтелектуальної власності України А.Г. Жарінова

Державна служба інтелектуальної власності України
Ідентифікаційний код 37552556
№1

(11) **101996**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A23B 7/04 **(2006.01)**

(21) Номер заявки: **u 2015 03549**

(22) Дата подання заявки: **16.04.2015**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **12.10.2015**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **12.10.2015, Бюл. № 19**

(72) Винахідники:
Осокіна Ніна Максимівна, UA,
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, UA

---

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ ДЕСЕРТУ ВИШНЕВОГО ЗАМОРОЖЕНОГО

---

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб приготування десерту вишневого замороженого, який передбачає відбір і підготовку плодів вишні, фасування її в тару і заливання цукровим сиропом з додаванням аскорутину, заморожування і зберігання в морозильній камері, який **відрізняється** тим, що плоди вишні фасують в стаканчики із термоформованого пластику та заморожують за температури мінус 25 °С згідно з наведеними співвідношеннями компонентів, мас. %: вишня - не менше 85, сироп - концентрація цукру 20 % з додаванням 4 % аскорутину.

Додаток Т. 2

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 119484

СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗАМОРОЖУВАННЯМ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **25.09.2017.**

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України

М.І. Тітарчук

(11) **119484**

(19) **UA**

(51) **МПК**
***A23N 4/06* (2006.01)**
***A23L 3/3562* (2006.01)**
***A23L 3/36* (2006.01)**

(21) Номер заявки: **u 2017 03682**

(22) Дата подання заявки: **14.04.2017**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.09.2017**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **25.09.2017, Бюл. № 18**

(72) Винахідники:
Заморська Ірина Леонідівна, UA,
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗАМОРОЖУВАННЯМ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед заморожуванням, при якому відсортовані плоди вишні миють, видаляють плодоніжку, інспектують, видаляють зайву вологу шляхом обдування повітрям та заморожують, який **відрізняється** тим, що підготовлені плоди перед заморожуванням витримують у 20 % розчині цукру з додаванням 1 % розчину хітозану протягом 30 хвилин.

Додаток Т. 3

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 119156

СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНОГО РОЗЧИНУ ХІТОЗАНУ ДЛЯ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **11.09.2017.**

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України

М.І. Тітарчук

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 37508596

(11) **119156**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A01G 7/06 **(2006.01)**
A01N 25/30 **(2006.01)**
A23N 15/06 **(2006.01)**

(21) Номер заявки: **u 2017 03674**

(22) Дата подання заявки: **14.04.2017**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **11.09.2017**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **11.09.2017, Бюл. № 17**

(72) Винахідники:
Заморська Ірина Леонідівна, UA,
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНОГО РОЗЧИНУ ХІТОЗАНУ ДЛЯ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб застосування водного розчину хітозану для обробки плодів вишні перед збереженням, що включає зберігання при температурі +5 °C і відносної вологості повітря порядка 95 %, який **відрізняється** тим, що плоди вишні за добу до збору урожаю попередньо обприскують 1 % водним розчином хітозану.

Додаток Т. 4

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 127619

СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ ДІАБЕТИЧНОГО ДЕСЕРТУ ВИШНЕВОГО ЗАМОРОЖЕНОГО

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **10.08.2018**.

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України

М.І. Тітарчук

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 37508596

(11) **127619**

(19) **UA**

(51) **МПК**
***A23B 7/04* (2006.01)**

(21) Номер заявки: **u 2018 02965**

(22) Дата подання заявки: **23.03.2018**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.08.2018**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.08.2018, Бюл. № 15**

(72) Винахідник:
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ ДІАБЕТИЧНОГО ДЕСЕРТУ ВИШНЕВОГО ЗАМОРОЖЕНОГО

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб приготування діабетичного десерту вишневого замороженого, який включає відбір і підготовку плодів вишні, фасування її в тару і заливання глюкозним сиропом з додаванням аскорутину, заморожування і зберігання в морозильній камері, який **відрізняється** тим, що плоди вишні фасують в стаканчики із термоформованого пластика згідно з наведеними співвідношеннями компонентів, мас. %:

вишня	85-95
сироп з концентрацією глюкози не більше 20 % з додаванням аскорутину 4 %	решта.

Додаток Т. 5

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 127620

СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНОГО РОЗЧИНУ САЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ ДЛЯ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **10.08.2018.**

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України М.І. Тітарчук

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 37508596

(11) 127620

(19) UA

(51) МПК (2018.01)
A01F 25/00
A01N 3/00
A01N 65/00
A01P 1/00

(21) Номер заявки: **u 2018 02967**

(22) Дата подання заявки: **23.03.2018**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.08.2018**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.08.2018, Бюл. № 15**

(72) Винахідник:
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, UA

(54) Назва корисної моделі:

ПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНОГО РОЗЧИНУ САЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ ДЛЯ ОБРОБКИ ЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

(57) Формула корисної моделі:

посіб застосування водного розчину саліцилової кислоти для обробки плодів вишні перед зберіганням, що ключає зберігання при температурі +5±0,5 °С і відносній вологості повітря біля 95±1 %, який **відрізняється** им, що для зберігання товарного стану плодів вишні, їх за добу до збору урожаю попередньо обприскують 0 мг/л водним розчином саліцилової кислоти.

Додаток Т. 6

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 135992

СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **25.07.2019.**

Заступник Міністра економічного розвитку і торгівлі України

Ю.П. Бровченко

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 37508596

(11) **135992**

(19) **UA**

(51) **МПК** (2019.01)
A23B 7/16 (2006.01)
A01F 25/00

(21) Номер заявки: **u 2019 02110**

(22) Дата подання заявки: **01.03.2019**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.07.2019**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **25.07.2019, Бюл. № 14**

(72) Винахідник:
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань,
Черкаська обл., 20301, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед зберіганням, що включає зберігання при температурі 0±0,5 °С і відносній вологості повітря 95 %, який **відрізняється** тим, що для зберігання товарного стану плодів вишні, їх за добу до збору врожаю обприскують розчином 1 % хітозану, 0,5 % оцтової кислоти, 99,5 % води.

Додаток Т. 7

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 136273

СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИЦІЇ КАРНАУБСЬКОГО ВОСКУ ДЛЯ ОБРОБКИ ПЛОДІВ КІСТОЧКОВИХ КУЛЬТУР ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **12.08.2019.**

Заступник Міністра економічного розвитку і торгівлі України — Ю.П. Бровченко

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 37508596

(11) 136273

(19) UA

(51) МПК (2019.01)
A23B 7/16 (2006.01)
A01F 25/00

(21) Номер заявки: **u 2019 02109**

(22) Дата подання заявки: **01.03.2019**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **12.08.2019**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **12.08.2019, Бюл. № 15**

(72) Винахідник:
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20301, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИЦІЇ КАРНАУБСЬКОГО ВОСКУ ДЛЯ ОБРОБКИ ПЛОДІВ КІСТОЧКОВИХ КУЛЬТУР ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб застосування композиції карнаубського воску для обробки плодів кісточкових культур перед зберіганням, що включає зберігання при температурі 5±0,5 °С і відносній вологості повітря 95+1 %, який **відрізняється** тим, що для зберігання маси та товарного стану плодів вишні їх занурюють на 5-10 хвилин у композицію з 20 % карнаубського воску, 16 % олеїнової кислоти, 4 % морфоліну, при цьому перед застосуванням склад нагрівають до температури 85-95 °С протягом 15-20 хвилин до повного розчинення та охолоджують, додають 60 % води і ще раз перемішують.

Додаток Т. 8

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 136272

СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНОГО РОЗЧИНУ АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ ДЛЯ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **12.08.2019.**

Заступник Міністра економічного розвитку і торгівлі України — Ю.П. Бровченко

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 37508596

(11) 136272

(19) UA

(51) МПК (2019.01)
A23B 7/16 (2006.01)
A01F 25/00

(21) Номер заявки: u 2019 02108

(22) Дата подання заявки: 01.03.2019

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.08.2019

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: 12.08.2019, Бюл. № 15

(72) Винахідник:
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20301, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНОГО РОЗЧИНУ АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ ДЛЯ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб застосування альгінату натрію для обробки плодів вишні перед зберіганням, що включає зберігання при температурі 0±0,5 °С і відносній вологості повітря 95±1 %, який **відрізняється** тим, що для зберігання товарного стану плодів вишні їх занурюють у 5 % водний розчин альгінату натрію.

Додаток Т. 9

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА ВИНАХІД

№ 125801

СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України винаходів **08.06.2022.**

Генеральний директор
Державного підприємства
«Український інститут
інтелектуальної власності»

А.В. Кудін

«УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ»
Ідентифікаційний код 31032378
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО * М.КИЇВ * УКРАЇНА * МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

(11) **125801**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A23B 7/14 **(2006.01)**
A23B 7/16 **(2006.01)**

(21) Номер заявки: **a 2020 01721**

(22) Дата подання заявки: **12.03.2020**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **09.06.2022**

(41) Дата публікації відомостей про заявку та номер Бюлетеня: **15.09.2021, Бюл.№ 37**

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **08.06.2022, Бюл. № 23**

(72) Винахідник:
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Володілець:
Василишина Олена Володимирівна,
вул. Пирогова, 44, с. Дмитрушки, Уманський р-н, Черкаська обл., 20332, UA

(54) Назва винаходу:

СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

(57) Формула винаходу:

Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед зберіганням за температури 5±0,5 °С і відносної вологості повітря 95 %, що включає обприскування плодів 1 % водним розчином хітозану, який **відрізняється** тим, що за добу до збору врожаю плоди вишні обприскують водним розчином з 100 мг/л саліцилової кислоти та 1 % водного розчину хітозану, причому водний розчин для обприскування готують шляхом розчинення 1 % хітозану у 3 % оцтовій кислоті, після цього додають 100 мг саліцилової кислоти та суміш розчиняють в 1 л води.

Додаток Т. 10

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА ВИНАХІД

№ 125973

СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗАМОРОЖУВАННЯМ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України винаходів **20.07.2022.**

Т.в.о. Генерального директора
Державного підприємства
«Український інститут
інтелектуальної власності»

П.І. Іваненко

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО * М.КИЇВ * УКРАЇНА * МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ
«УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ»
Ідентифікаційний код
31032378

(11) **125973**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A23B 7/04 **(2006.01)**

(21) Номер заявки: **a 2020 01665**

(22) Дата подання заявки: **10.03.2020**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **21.07.2022**

(41) Дата публікації відомостей про заявку та номер Бюлетеня: **15.09.2021, Бюл.№ 37**

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **20.07.2022, Бюл. № 29**

(72) Винахідник:
Василишина Олена Володимирівна, UA

(73) Володілець:
Василишина Олена Володимирівна, вул. Пирогова, 44, с. Дмитрушки, Уманський р-н, Черкаська обл., 20332, UA

(54) Назва винаходу:

СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ПЕРЕД ЗАМОРОЖУВАННЯМ

(57) Формула винаходу:

Спосіб попередньої обробки плодів вишні перед заморожуванням, який полягає у тому, що відсортовані плоди вишні миють, видаляють плодоніжку, видаляють зайву вологу шляхом обдування повітрям та заморожують, який **відрізняється** тим, що перед видаленням зайвої вологи плоди інспектують, а потім підготовлені плоди перед заморожуванням витримують у водному розчині 5 % крохмалю та 5 % альгінату натрію та як пластифікатор додають 1-3 % гліцерину, витримують 10-15 хв.

Додаток У. 1

«ПОГОДЖЕНО»
Ректор Уманського національного університету садівництва
__________ О.О. Непочатенко
«20» квітня 2017 р.

«ЗАТВЕРДЖЕНО»
Директор ТОВ «Мошурівський консервний завод»
__________ М.М. Кучеренко
«20» квітня 2017 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Василишиної Олени Володимирівни за темою: "Удосконалення технології зберігання і переробки плодів вишні" , виконані в Уманському національному університеті садівництва, запроваджені у виробництво на ТОВ «Мошурівський консервний завод».

1. **Вид запровадження.** Обробка плодів вишні водним розчином хітозану з метою подовження строків їх зберігання до промислової переробки.
2. **Характеристика масштабів впровадження.** Обробка розчином хітозану та збереження в 2016 році 225 кг плодів вишні.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи.** Вперше запроваджено спосіб обробки плодів вишні перед зберіганням водним розчином хітозану з метою подовження строку їх зберігання до переробки, збільшення виходу товарної продукції та збереження якості.
4. **Економічний ефект.** Річний економічний ефект від обробки 1 т плодів вишні розчином хітозану забезпечить прибуток 2728 грн.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект.** Продовження термінів споживання та збереження якості плодів вишні.

Від Уманського національного університету садівництва
відповідальний за впровадження
__________ О.В. Василишина

Від ТОВ «Мошурівський консервний завод»
начальник консервного цеху
__________ В.Л. Чумак

Додаток У. 2

<table>
<tr><td>

«ПОГОДЖЕНО»
Ректор Уманського національного університету садівництва
_______________ О.О. Непочатенко
«25» липня 2018 р.

</td><td>

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ТОВ “Сіріус-Агро”
_______________ О.В. Яковенко
«25» липня 2018 р.

</td></tr>
</table>

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи Василишиної Олени Володимирівни за темою «Удосконалення технології зберігання і переробки плодів вишні», виконані в Уманському національному університеті садівництва, запроваджені на ТОВ “Сіріус-Агро” у 2018 році.

1. **Вид запровадження.** Виробництво дослідно-промислової партії продукції «Заморожені плоди вишні», «Заморожені плоди вишні в цукрових сиропах».
2. **Характеристика масштабів впровадження.** Виробництво дослідно-промислових партій продукції «Заморожені плоди вишні,» в кількості 100 кг; «Заморожені плоди вишні в цукрових сиропах» - 200 пластикових стаканів.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи.** Розроблено технологію заморожування та низькотемпературного зберігання плодів вишні, що дозволяє отримати високоякісну заморожену продукцію підвищеної біологічної цінності, яка зберігається протягом тривалого часу.
4. **Економічний ефект.** Економічний ефект від заморожування плодів вишні, попередньо оброблених розчином хітозану після 6 місяців зберігання складає 1800 грн/т з рентабельністю 15%; від заморожування плодів вишні в цукрових сиропах 20% з додаванням 1% хітозану або 4% аскорутину 2500 грн/т, з рівнем рентабельності 25% за цінами 2018 року.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект.** Раціональне використання сировини, розширення асортименту продуктів підвишеної біологічної цінності, підвищення ефективності використання потенціалу переробних підприємств та забезпечення високорентабельного виробництва.

<table>
<tr><td>

Від Уманського національного університету садівництва відповідальний за впровадження доцент кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів
_______________ О.В. Василишина
«25» липня 2018 р.

</td><td>

Від ТОВ “Сіріус-Агро”
Директор
_______________ О.В. Яковенко
«25» липня 2018 р.

</td></tr>
</table>

Додаток У. 3

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

вул. Інститутська, 1 м. Умань, Черкаська обл., 20305
тел.: (04744) 4-69-89, 3-20-11 факс: (04744) 3-20-41, 3-53-18
E-mail: udau@udau.edu.ua Web: www.udau.edu.ua КОД ЄДРПОУ 00493787

«11» 09. 2019 №01-10/898

На №__________ від__________

Про впровадження результатів
науково-дослідної роботи
у навчальний процес

Довідка

Видана доценту кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва Василишиній О.В. в тому, що результати її наукової роботи за темою: «Удосконалення технології зберігання і переробки плодів вишні» впроваджено в навчальний процес курсу «Науково-дослідна робота студентів» для студентів напряму 6.051701 «Харчові технології та інженерія».

Перший проректор І.І. Мостов'як

Завідувач навчального відділу Н.А. Іванова

01-10/1045

Додаток У. 4

«ПОГОДЖЕНО»
Ректор Уманського національного університету садівництва
_____________ О.О. Непочатенко
«__» ____07____ 2020 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ПрАТ "Могилів-Подільський консервний завод"
_____________ С.В. Зайчук
«__» ____липня____ 2020 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ
НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи Василишиної Олени Володимирівни за темою «Наукові основи формування та збереження якості плодів вишні з полісахаридними плівкоутворюючими композиціями», що виконані в Уманському національному університеті садівництва, запроваджені у фруктосховищі-холодильнику Могилів-Подільського консервного заводу.

1. **Вид запровадження**. Зберігання дослідно-промислових партій плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка.
2. **Характер масштабів запровадження.** Зберігання дослідно-промислових партій плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка масою 1000 кг.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи.** Розроблено технологію зберігання плодів вишні, оброблених полісахаридними композиціями: 1% розчину хітозану та 100 мг/л саліцилової кислоти, сприяє зменшенню природних втрат маси, підвищенню виходу товарної продукції, покращенню якості та подовженню термінів зберігання.
4. **Економічний ефект.** Зберігання плодів вишні, оброблених полісахаридними композиціями, сорту Альфа дає прибуток в розмірі 2158 грн, сорту Пам'ять Артеменка − 2004 грн. за рівня рентабельності 15%.
5. **Соціальний і науково-економічний ефект.** Збереження плодів вишні, за їх обробки полісахаридними композиціями, дає змогу подовжити тривалість споживання та переробки плодів вишні, поліпшити їх товарну якість.

Від Уманського національного університету садівництва
відповідальний за впровадження
доцент кафедри технологій харчових продуктів
_____________О.В. Василишина
«_6_»____липня____ 2020 р.

Від ПрАТ "Могилів-Подільський консервний завод"
Директор
_____________ С.В. Зайчук
«__» ____липня____ 2020 р.

Додаток У. 5

«ПОГОДЖЕНО»
Ректор Уманського національного університету садівництва
_______________ О.О. Непочатенко
«10» ____07________ 2020 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ПрАТ "Могилів-Подільський консервний завод"
_______________ С.В. Зайчук
«___» ____липня________ 2020 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи Василишиної Олени Володимирівни за темою «Наукові основи формування та збереження якості плодів вишні з полісахаридними плівкоутворюючими композиціями», що виконані в Уманському національному університеті садівництва, запроваджені у фруктосховищі-холодильнику Могилів-Подільського консервного заводу.

1. **Вид запровадження**. Зберігання дослідно-промислових партій плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка.
2. **Характер масштабів запровадження.** Зберігання дослідно-промислових партій плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка масою 1000 кг.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи.** Розроблено технологію зберігання плодів вишні, оброблених 5% розчином альгінату натрію, що сприяє зменшенню природних втрат маси, підвищенню виходу товарної продукції, покращенню якості та подовженню термінів зберігання.
4. **Економічний ефект.** Зберігання плодів вишні, оброблених розчином альгінату натрію, сорту Альфа дає прибуток в розмірі 2870 грн, сорту Пам'ять Артеменка − 3112 грн. за рівня рентабельності 20%.
5. **Соціальний і науково-економічний ефект.** Збереження плодів вишні, за їх обробки полісахаридними композиціями дає змогу подовжити тривалість споживання та переробки плодів вишні, поліпшити їх товарну якість.

Від Уманського національного університету садівництва
відповідальний за впровадження
доцент кафедри технологій харчових продуктів
_______________ О.В. Василишина
«_6_» ____липня________ 2020 р.

Від ПрАТ "Могилів-Подільський консервний завод"
Директор
_______________ С.В. Зайчук
«___» ____липня________ 2020 р.

Додаток У. 6

«ПОГОДЖЕНО»
Ректор Уманського національного університету садівництва

_____________ Олена НЕПОЧАТЕНКО
«17» ___10___ 2023 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор Дослідної станції помології ім. Л.П. Симиренка ІС НААН України

_____________ Володимир ФІЛЬОВ
«___» _____________ 2023 р.

АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи за темою: «Наукові основи формування та збереження якості плодів вишні з полісахаридними плівкоутворюючими композиціями», впродовж 2016−2020 рр. згідно з планом науково-дослідних програм: Уманського національного університету садівництва: «Розробка технологій зберігання і переробки продуктів рослинництва» 2016−2020рр. (ДР №0116U003208), дослідної станції помології імені Л.П. Симиренка «Розробка технології заморожування та низькотемпературного зберігання плодів» 2016−2020 рр. (ДР № 0114U000049), що виконані на дослідній станції помології ім. Л.П. Симиренка та Уманському національному університеті садівництва, запроваджені у фруктосховищі-холодильнику дослідної станції помології ім. Л.П. Симиренка ІС НААН.

1. **Вид запровадження -** агротехнічні заходи з обприскуванням плодів вишні 1% розчином хітозану та 100мг/л саліцилової кислоти та зберігання дослідно-промислових партій плодів.
2. **Характер масштабів запровадження -** зберігання дослідно-промислових партій плодів вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка масою 120 кг.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи.** Розроблено технологію зберігання плодів вишні, попередньо оброблених 1% розчином хітозану та 100мг/л саліцилової кислоти, що сприяє зменшенню природних втрат маси, підвищенню виходу товарної продукції, покращенню якості та подовженню термінів зберігання.
4. **Економічний ефект.** Технологія зберігання плодів вишні, оброблених розчином, дає прибуток в розмірі 2003− 2157 тис.грн./т у цінах 2020 року.
5. **Соціальний і науково-економічний ефект.** Збереження плодів вишні за їх обробки полісахаридними композиціями дає змогу подовжити тривалість споживання та переробки плодів вишні, поліпшити їх товарну якість.

Від Уманського національного університету садівництва
відповідальний за впровадження
доцент кафедри харчових технологій
_____________ Олена ВАСИЛИШИНА
«17» ___10___ 2023 р.

Дослідна станція помології
ім. Л.П. Симиренка ІС НААН
Директор
_____________ Володимир ФІЛЬОВ
«17» ___10___ 2023 р.

Додаток У. 7

«ПОГОДЖЕНО»
Ректор Уманського національного університету садівництва

__________Олена НЕПОЧАТЕНКО
«17» _______________ 2023 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор Дослідної станції помології ім. Л.П. Симиренка ІС НААН України

__________Володимир ФІЛЬОВ
«___» _______________ 2023 р.

АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи за темою: «Наукові основи формування та збереження якості плодів вишні з полісахаридними плівкоутворюючими композиціями», впродовж 2016−2020 рр. згідно з планом науково-дослідних програм: Уманського національного університету садівництва: «Розробка технологій зберігання і переробки продуктів рослинництва» 2016−2020рр. (ДР №0116U003208), дослідної станції помології імені Л.П. Симиренка «Розробка технології заморожування та низькотемпературного зберігання плодів» 2016−2020 рр. (ДР № 0114U000049), що виконані в Уманському національному університеті садівництва та дослідній станції помології ім. Л.П. Симиренка, запроваджені у морозильній камері дослідної станції помології ім. Л.П. Симиренка ІС НААН.

1. **Вид запровадження.** Технології заморожених плодів вишні в пластикових стаканах в 20% розчині цукру з додаванням 4% аскорутину та заморожених плодах вишні, попередньо оброблених 5% розчином альгінату натрію в поліетиленових пакетах.
2. **Характер масштабів запровадження.** Виробництво дослідно-промислових партій продукції: заморожені плоди вишні в стаканах в 20% розчині цукру з додаванням 4% аскорутину в кількості 15 кг та заморожені плоди вишні, попередньо оброблені 5% розчином альгінату натрію в поліетиленових пакетах −12 кг.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи.** Розроблено технології заморожування плодів вишні, попередньо оброблених 5% розчином альгінату натрію в поліетиленових пакетах та заморожених в 20% розчині цукру з додаванням 4% аскорутину в пластикових стаканах, що сприяє отриманню високоякісної замороженої продукції, підвищенні біологічної цінності та продукції лікувально-профілактичного призначення.
4. **Економічний ефект.** Заморожування плодів вишні, оброблених 5% розчином альгінату натрію дає прибуток в розмірі 5627 грн/т, в цукровому сиропі − 7148 грн/т за рівня рентабельності 20−21% у цінах 2020 року.
5. **Соціальний і науково-економічний ефект.** Раціональне використання сировини, розширення асортименту продукції лікувально-профілактичної дії, підвищення ефективності використання потенціалу переробних підприємств.

Від Уманського національного університету садівництва
відповідальний за впровадження
доцент кафедри харчових технологій
__________Олена ВАСИЛИШИНА
«17» _____10_____ 2023 р.

Дослідна станція помології
ім. Л.П. Симиренка ІС НААН
Директор
__________Володимир ФІЛЬОВ
«17» _____10_____ 2023 р.

Додаток Ф

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукометричних базах 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. Inflaence 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. Agriculturale 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. Василишина О. В. Оцінка вмісту аскорбінової кислоти у заморожених плодах вишні різних сортів. Агробіологія. 2019. №1. С. 31−37.
22. Василишина 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. Василишина О. В. Оптимізація зберігання плодів вишні з попередньою обробкою розчином хітозану. Вісник аграрної науки Причорномор’я. 2019. №3(103). С. 80−87.
24. Василишина О. В. Вибір кращого сорту плодів вишні методом багатокритеріальної оптимізації. Подільський вісник. 2019. Вип. 30. С. 24−30.
25. **Василишина 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. Василишина О. В. Зміни якісних показників заморожених плодів вишні з післязбиральною обробкою розчином альгінату натрію. Агробіологія. 2019. №2. С. 82−87.
27. Василишина 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. Василишина О. В. Оптимізація ефективності заморожування плодів вишні методом Харрінгтона. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2020. №1. С. 85−90.
29. Василишина О. В. Вплив післязбиральної обробки композицією хітозану та саліцилової кислоти на плоди вишні після зберігання. Агробіологія. 2020. Вип. 1(157). С. 13−20.
30. Василишина О. В. Господарсько-біологічна оцінка середньостиглих сортів вишні. Таврійський науковий вісник. 2020. Вип. 112. С. 32−37.
31. Василишина О. В. Економічна ефективність зберігання плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями. Рослинництво та грунтознавство. 2020. Т. 11(2). С. 74−80.
32. Василишина 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. Василишина О. В. Зміна якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. №3. С. 13−20.
34. Василишина О. В. Оцінка якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання методом Харрінгтона. Агробіологія. 2020. № 2. С. 27−35.
35. Василишина О. В. Встановлення взаємозв’язку між фізико-хімічними показниками плодів вишні протягом зберігання методом кореляційних плеяд. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2020. № 2. С. 72−78.
36. Василишина 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, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

37. **Василишина 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. Василишина О. В. Вплив погодних умов вирощування на якість плодів вишні. Міжнародний науковий симпозіум “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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина О. В. Удосконалення технології зберігання і переробки плодів вишні. Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих вчених і науково-педагогічних працівників. Умань, 2019. С. 233.
46. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. **Василишина 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. Василишина 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. Василишина О. В. Застосування харчових плівок і покриттів для збереження якості плодовоягідної продукції. IV Спеціалазований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко-Форум − 2020». Запоріжжя, 2020. С. 27.

54. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина 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-конфференції «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 І 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 ІІІ 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. Василишина О. В. Вплив біодеградабельного покриття на збереження якості кондитерських виробів. Матеріали міжнародної інтернет-конференції «Інноваційні зерно продукти і технології». Умань, 2023. С. 16.

71. Василишина 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. Василишина О. В. Харчові плівки і покриття для обробки плодів протягом зберігання. Матеріали ІІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». ТДАТУ : Запоріжжя, 2023. С. 49.
73. Василишина 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. Василишина О. В. Мікроструктура заморожених плодів вишні за обробки альгінатом натрію. Матеріали ІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок». Київ, 2023. С. 59.
75. Василишина О.В. Їстивні 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. Василишина 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. Василишина 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. Василишина О. В. Екоінноваційні технології використання полісахаридних плівок і покриттів для збереження якості плодовоягідної продукції. Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України : колективна монографія / за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава : Астрая, 2020. С. 209−216.
80. Василишина 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 «Астрая», 2023. С. 129−135.

Патенти

81. Патент на корисну модель № 101996 Україна, МПК (2015) A23B 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) A23B 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) A23B 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 A23B 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 A23B 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. Василишина 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., **Василишина О. В.** Якість плодів вишні за різних способів заморожування. Наукові праці Національного університету харчових технологій. Київ, 2015. Вип. 2. С. 203−209 *(80% авторства : аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*
94. Василишина О. В. Зміна щільності плодів вишні за обробки полісахаридними композиціями. Праці ТДАТУ. 2021. Вип. 11, т. 2. С. 30−31.
95. Василишина О. В. Ферментативна активність плодів вишні за обробки розчином хітозану. Праці ТДАТУ. 2022. Вип. 12, т. 2. С. 22.
96. Василишина 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. Василишина О. В. Вплив попередньої обробки розчином карагенану на технологічну якість плодів вишні. Наукові праці НУХТ. 2022. №28(3). С. 116−123.
98. Василишина О. В. Вплив полісахаридних композицій на інтенсивність дихання та якість плодів вишні протягом зберігання. Наукові праці НУХТ. 2022. №28(4). С. 110−118.
99. Василишина О. В. Активність антиоксидантних ферментів плодів вишні протягом зберігання за обробки розчином карагенану. Наукові праці НУХТ. 2022. №28(6). С. 108−115.
100. Василишина О.В. Вплив обробки полісахаридними композиціями на вміст біологічно активних речовин плодів вишні. Наукові праці НУХТ. 2023. №29(2). С. 139−150.
101. Василишина О.В. Економічна ефективність заморожування плодів вишні попередньо оброблених альгінатом натрію. Праці ТДАТУ. 2023. Вип. 13, т. 2. С. 171−117.