МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТАВРІЙСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО АГРОТЕХНОЛОГІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ІВАНОВА ІРИНА ЄВГЕНІВНА

УДК: 664.8.037.1:634

ДИСЕРТАЦІЯ

НАУКОВІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ПЛОДОВОЇ СИРОВИНИ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ТА ПЕРЕРОБЦІ

(ТОМ 1)

05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

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

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Іванова Ірина Євгенівна. Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв», Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Запоріжжя, Київ, 2026.

Дисертаційну роботу присвячено науковому обґрунтуванню процесів охолодження плодової сировини та розробці інноваційних способів її зберігання та переробки. Із цією метою проведено математичне моделювання процесів формування функціонально-технологічних і якісних показників плодів черешні та вишні, оцінено параметри процесів нових способів холодильної обробки та зберігання плодів черешні та вишні, виконано фізико-математичне моделювання процесів охолодження плодової продукції та оцінено параметри її якості з використанням моделі «плоского факторного поля», визначено функціонально-технологічні показники свіжої плодової сировини та заморожених напівфабрикатів, розроблено спосіб виробництва цукатів з плодів черешні та вишні

Аналітичний етап досліджень присвячено вивченню теоретичних основ технологічних процесів охолодження та зберігання плодів черешні та вишні. Розглянуто науково-технічні передумови формування сировинної бази та розвитку технологій охолодження і зберігання кісточкових плодів. Подано загальну характеристику плодів черешні та вишні як об’єкта охолодження та зберігання. Проаналізовано теоретичні основи й проблеми охолодження плодової сировини та сучасні підходи до зберігання плодів черешні та вишні і проблеми їх зберігання. Розглянуто аспекти розроблення математичних

моделей, які дозволяють кількісно описати закономірності впливу дії штучного холоду на збереження структурно-механічних, мікробіологічних та органолептичних властивостей плодів під час холодильної обробки та зберігання.

На основі проведеного аналізу сформульовано загальнонаукову проблему, робочу гіпотезу, мету і завдання дослідження, розроблено основні етапи експериментальних досліджень.

У сучасних наукових дослідженнях недостатньо науково обґрунтовано параметри процесу охолодження плодової сировини, яка враховує взаємозв’язок між термофізичними властивостями сировини, умовами охолодження та подальшими змінами її структурно-механічних, біохімічних і органолептичних характеристик у процесах зберігання та глибинної переробки даної продукції. Недостатньо обґрунтовано й робочі режими досліджуваних процесів, зменшення ефективності використання сучасного холодильного обладнання, що стримує впровадження ресурсозбережних технологій у виробництво харчових продуктів з плодоовочевої сировини, підвищеною якістю та збереженою біологічною цінністю.

Окрім того, у сучасних наукових працях представлено значний обсяг експериментальних досліджень, присвячених властивостям плодово-ягідної продукції, а також запропоновано рекомендації й практичні підходи до вдосконалення технологій її зберігання та низькотемпературної обробки. Однак, оцінювання якісних характеристик продукції та прогнозування її якісного стану не відзначається ефективністю через відсутність достатньо точних математичних моделей якості, обмеження факторного простору, що містять комплекс процесів тепломасообміну, фазових і біохімічних перетворень під час охолодження плодів із різними морфологічними характеристиками. Як наслідок, відсутність ефективних математичних алгоритмів, які відображають вплив основних параметрів досліджуваних процесів, взаємозв’язки між якісними характеристиками продукції, це ускладнює раціональне проєктування режимів охолодження з урахуванням

типу сировини, цільового призначення та подальшого виробництва готового продукту із заданими функціональними властивостями.

Для вирішення окреслених наукових проблем під час досліджень і математичного моделювання використано такі наукові гіпотези:

1. *Концептуальна технологічна гіпотеза* передбачає, що комбінований підхід до охолодження плодової сировини, який поєднує гідроохолодження з біологічно-активними речовинами та керованим охолодженням в інтенсивному повітряному середовищі, дасть змогу оптимізувати масообміні процеси, сповільнити біохімічні зміни, знизити втрати поживних речовин і зберегти якість сировини під час подальшого виробництва готового продукту (зокрема цукатів), що забезпечить підвищення економічної ефективності і стабільність технологічного процесу.

2. *Концептуальна процесна гіпотеза* стверджує, що створення багатофакторних математичних моделей процесу охолодження плодової сировини, які враховують морфологічну структуру плодів, їхні фізико-хімічні властивості, теплопровідність, коефіцієнти масообміну та параметри зовнішнього середовища, дасть змогу спрогнозувати динаміку температурних і вологісних змін у товщі плодів із високою точністю. Використання цих моделей у поєднанні з експериментальним дослідженням дасть змогу обґрунтувати енергоефективні режими охолодження, що забезпечують мінімальні втрати маси, біоактивних речовин і якісних показників під час подальшого зберігання і виробництві готового продукту, зокрема цукатів.

Наукові гіпотези для реалізації математичного моделювання якісного стану плодово-ягідної продукції мають такий вигляд:

Перша гіпотеза: якісний стан виробів визначають кількісно за безрозмірними величинами, отриманими через співвідношення між нормативними та поточними оціночними характеристиками.

Друга гіпотеза: оціночні характеристики створюють відповідні якісні простори, диференційований та інтегрований прояв яких свідчить про стан виробів.

Третя гіпотеза: точність математичних моделей оцінювання якості продукції визначають кваліфікованим вибором оціночних характеристик, які мають адекватно описати якісний стан виробів; підвищується зі збільшенням кількості використаних якісних характеристик об’єкту дослідження.

Мета дисертаційної роботи – науково обґрунтувати доцільність застосування алгоритму, що характеризує функціонально-технологічний та якісний стан плодів черешні та вишні, розробити параметри процесів повітряного конвективного, рідинного та комбінованого способів холодильної обробки за дії захисної композиції з органічних кислот, обґрунтувати технології виробництва цукатів зі свіжої та замороженої сировини шляхом формування необхідної експериментальної бази характеристик плодів черешні та вишні, математичного моделювання під час використання методів головних компонент, LASSO, глобальної та багатокритеріальної оптимізації, теорії розмірностей, факторних просторів; сенсорної, соціальної та техніко-економічної оцінки

Наукові дослідження проведено впродовж 2007–2019 рр., у лабораторії харчових технологій відділу харчових і переробних технологій НДІ агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Для експериментальних досліджень було задіяно матеріально-технічну базу навчально-наукової лабораторії біохімічних досліджень, лабораторії зберігання плодів та овочів, лабораторії мікробіологічних досліджень кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи. Під час експерименту було використано навчально-наукову лабораторію процесів і апаратів, а також лабораторії холодильного устаткування кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф. Ю. Ялпачика Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь). Дослідження складалося з п’яти дослідів.

Під час наукового експерименту обґрунтувано функціонально-технологічні показники плодів вишні та черешні за дії абіотичних факторів.

Досліджено рівень виробництва плодів черешні та вишні й проаналізовано факторів, які лімітують споживання свіжих плодів в Україні, проаналізовано діапазони функціонально-технологічних характеристик плодів та вплив на них абіотичних чинників у свіжому стані. Результати проведеного моніторингу показують, що для всіх груп сортів черешні, незалежно від строку достигання, переважальний вплив на формування фонду сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот, масу плоду мали погодні умови років досліджень.

З огляду на багатофакторність і нелінійність змін, які відбуваються в плодах черешні та вишні під впливом температурних режимів, вологості та інших погодних параметрів для їх об'єктивного оцінювання було проведено математичне моделювання методами найменших квадратів та LASSO.

Розроблено методику математичного моделювання залежності біохімічних показників якості плодів черешні та вишні від комплексу абіотичних чинників із застосуванням методу головних компонент та LASSO. Побудований узагальнений алгоритм враховує багатовимірний характер вхідних змінних з високим ступенем мультиколінеарності. Він дозволяє знизити розмірність простору предикторів без істотної втрати інформації. На основі перетворення корельованих гідрометеорологічних змінних в ортогональні латентні фактори та подальшої регресійної інтерпретації, визначено найбільш вагомі абіотичні детермінанти, що впливають на вміст функціонально технологічних параметрів плодів.

Проведено сенсорне оцінювання плодів, його найвищі значення (9,0 балів) отримали сорти черешні Kazka, Vynka та Krupnoplidna; серед сортів вишні – Griot Melitopolskyy і Modnytsia (8,7 балів).

Встановлено закономірність підвищення якості комерційних ознак плодів черешні трьох строків достигання та вишні зі зростанням строку достигання. Максимальну частку плодів I класу (до 93,0 % – сорт Anons) виявлено в плодів пізнього строку достигання. Ідентифіковано сорти з мінімальним відсотком нестандартної продукції (Kazka, Temp′, Anons) і з максимальним виходом продукції I класу (Solidarnist').

Розроблено експериментальне оцінювання параметрів процесів холодильної обробки та зберігання плодів черешні та вишні. На першому етапі проведено оптимізацію концентрацій органічних кислот для обробки плодової сировини. Встановлено оптимальні умови гідроохолодження з використанням захисних композицій на основі молочної та оцтової кислот для подовження терміну зберігання черешні та вишні. Для плодів черешні сорту Valerii Chkalov мінімальні середньодобові втрати маси (0,0642 %) досягнуто за концентрацій органічних кислот x_1 = 2,161 % (молочна) та x_2=1,705 % (оцтова). Для плодів вишні сорту Vstriecha оптимальне значення середньодобових втрат (0,106 %) забезпечено за дії органічної композиції МК:ОК у співвідношенні x_1 = 2,217 % до x_2 = 1,966 % відповідно.

Обґрунтувано режими та способи попереднього охолодження плодів черешні та вишні за дії пасивного повітряного (ППС), інтенсивного повітряного способу (ІПС), гідроохолодження (ГО) та комбінованого способу (КС).

Запропоновано режимні параметри комбінованого способу попереднього охолодження, а також технологічну схему процесів охолодження та зберігання плодів черешні та вишні, яка передбачає на першій стадії охолоджування плодів льодяною водою (1,0 ± 0,5 °С) з додаванням молочної та оцтової кислот протягом 10 ± 2 хв до температури всередині плоду 4 ± 1°С, на другій стадії – доохолодження плодів у камерах інтенсивного охолодження холодним повітрям із швидкістю руху 3,0 м/с (кратність повітрообміну 90 об’ємів за годину) протягом 30 ± 2 хв до температури 2 ± 0,5 °С. Температура в камерах інтенсивного охолодження становила 0 ± 1 °С. Відносна вологість повітря була 90 ± 1 %. Загальна тривалість попереднього охолодження плодів комбінованим способом до температури 2 ± 0,5 °С – 40 ± 2 хв.

Комбінований спосіб попереднього охолодження для збереження плодів черешні та вишні забезпечує мінімальні втрати маси плодів (у 11,3–22,9 раза менші порівняно з пасивним та інтенсивним повітряними способами відповідно), високий рівень збереження якості та суттєве обмеження розвитку

епіфітної мікрофлори. Визначено, що попереднє охолодження плодів черешні забезпечує їх збереження протягом 40 діб з виходом стандартної продукції на рівні 98 %.

Проведено фізико-математичне моделювання процесів охолодження плодів черешні та вишні з використаннями 2 теореми подібності Федермана-Букінгема. Під час моделювання для кожного із досліджуваних процесів охолодження було отримано критеріальні рівняння, використовуючи які можна сформувати рекомендований ряд параметрів робочого режиму для відповідного низькотемпературного процесу обробки плодів вишні та черешні; виведені математичні алгоритми дозволили визначати співвідношення між основними параметрами теплообміну за умов дії визначеного факторного поля в досліджуваних процесах охолодження, а також спрогнозувати перебіг конвекції у них.

На основі експериментальних досліджень основних параметрів процесів низькотемпературної обробки плодів черешні та вишні отримано критеріальні рівняння. Застосування критеріїв Рейнольдса, Фур'є, Нуссельта та відповідної розрахункової програми дозволило сформувати рекомендований ряд параметрів робочого режиму для процесів повільного, інтенсивного, гідродинамічного та комбінованого охолодження; забезпечити ефективний перебіг конвективного теплообміну за контрольованої зміни досліджуваних характеристик.

Проаналізовано параметри якості плодової продукції за використання моделювання методом «плоского факторного поля» на основі критеріїв: коефіцієнт зростання $k_{яз}$ та спадання якості, коефіцієнт відповідності нормативам якості $k_{вн}$, питомі коефіцієнти зростання $\varphi_{яз}$ та спадання якості $\varphi_{яс}$. Проведено ефективний порівняльний аналіз основних характеристик плодів із нормативними, спрогнозовано зміну якісних характеристик у процесі зберігання та перспективність досліджуваних сортів черешні та вишні.

Найкращі характеристики виявились для сорту черешні Melitopol's'ka chorna за показниками зростання площ негативних параметрів після 30 діб

зберігання Vstriecha. За результатами оцінки якісних властивостей досліджуваних плодів найгірші характеристики виявились для сорту черешні Krupnoplidna за показниками зростання площ негативних параметрів після 30 діб зберігання, а також для черешні Valerii Chkalov .

На підставі проведених досліджень щодо удосконалення процесів виробництва цукатів з плодів черешні та вишні розроблено способи виробництва й отримано продукти переробки з плодів черешні світло- та темнозабарвлених сортів трьох строків достигання та вишні – цукати. Запропоновано методику відбору плодів сортів черешні та вишні в свіжому та замороженому стані за допомогою методу багатокритеріальної оптимізації.

Досліджено технологічні аспекти процесу виробництва цукатів із плодів черешні та вишні. Встановлено закономірне підвищення масової частки цукрів і сухих розчинних речовин у плодах черешні та вишні протягом осмотичної дегідратації до досягнення осмотичної рівноваги. Визначено, що тривалість процесу варіювала 12–21 годину, при підвищенні температури до 80–100 °С осмотична рівновага досягалася за 12–21 годину, тоді як при низьких температурах і концентраціях – до 42 годин.

Підтверджено, що оптимізація температурно-концентраційних параметрів осмотичного середовища дозволяє керувати інтенсивністю масообміну та ефективністю процесу дегідратації. Встановлено, що найнижча інтенсивність масообмінних процесів при 20–40 °С та концентрації 30–40 %. Рекомендовано технологічно доцільний проміжок часу найактивнішої фази дегідратації – 3 години, протягом яких реалізовувалось 59–71 % загальної втрати вологи та 35–55 % сумарного приросту СР. Визначено високу ефективність початкової фази дегідратації за осмотичними коефіцієнтами. Перевищення показника $k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$ над $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ у 1,1–9,6 рази. Максимальні значення коефіцієнтів спостерігались при використанні 30 % цукрового розчину, особливо за температури 100 °С, де $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ перевищував аналогічний показник за 30 °С у 2,4–3,1 раза.

Для подальшого виробництва цукатів зі свіжих плодів у виробничих

умовах рекомендовано проводити 4-стадійну осмотичну дегідратацію з поступовим підвищенням концентрації цукрового сиропу від 40 до 60 %. Проаналізовано процес осмотичної дегідратації заморожених плодів черешні та вишні. Визначено, що процес осмотичної дегідратації заморожених плодів черешні та вишні має динаміку змін, аналогічну свіжій сировині, з вищими інтенсивностями масообміну.

Розроблена методика вибору сортів для виробництва цукатів із свіжої та замороженої сировини дозволила визначити, що для виготовлення цукатів зі свіжих плодів черешні кращими було визначено сорти раннього, середнього та пізнього строків достигання – Kazka (1 ранг) − (X_5) = 4,67 та Zabuta′ (2 ранг) − (X_7) = 4,69; Talisman (1 ранг) − (X_5) = 3,58; Krupnoplidna (1 ранг) − (X_1) = 3,43. Для виготовлення цукатів зі свіжих плодів вишні найкращим було визначено сорт Griot Melitopolskyy (1 ранг) − (X_5) = 4,72.

Під час аналізування значень цільових функцій установлено ранжируваний ряд свіжозаморожених плодів черешні трьох строків достигання за рівнем збереженості їхніх якісних показників. У межах досліджуваної групи сортів раннього строку достигання оптимальним за досліджуваними параметрами виявився класичний сорт Valerii Chkalov (1 ранг) − (X_2) = 1,22; середньої групи – плоди сорту Kordia (1 ранг) − (X_8) = 0,65; пізньої групи – плоди сорту Udivitiel’na (1 ранг) − (X_5) = 1,07. Якісний аналіз заморожених плодів вишні визначив, що найкращим за збалансованістю якісних показників виявився сорт Griot Melitopolskyy (1 ранг) − (X_5) = 1,45.

На підставі якісних параметрів сортів черешні та вишні 1 рангу розроблено збалансований комплекс початкових біохімічних, товарних та органолептичних критеріїв, який дає змогу науково прогнозувати найбільшу придатність свіжих і заморожених плодів черешні та вишні до виробництва цукатів.

Дослідження багатостадійної дегідратації заморожених плодів при виробництві цукатів з поступовим підвищенням концентрації осмотичного агента (цукрового сиропу) показало, що максимальну сумарну сенсорну оцінку

отримали зразки цукатів, дегідратовані у дві стадії: перша з 50-відсотковим, друга – із 60-відсотковим розчинами цукрового сиропу

Завершальним етапом виконання експериментальних і наукових досліджень було впровадження розробленої технології зберігання за обробки органічними композиціями та переробки плодів на цукати на агропромислових та переробних підприємствах: ПрАТ «Київський маргариновий завод», м. Київ (2024–2025 рр.), ТОВ МЖК «Південний», м. Мелітополь, Запорізької області (2020–2021 рр.), ТОВ «Мошурівський консервний завод», с. Мошурів, Звенигородський район, Черкаська область (2023–2024 рр.).

Дослідження щодо впровадження розробленої технології зберігання плодової продукції комбінованим способом з обробкою органічною композицією підтвердили технологічну надійність і відтворюваність розроблених процесів у виробничих умовах. Впровадження у виробництво запропонованої технології при зростанні поточних витрат та збільшенні обсягу стандартної продукції призведе до зниження собівартості одиниці продукції та зростання доходу від реалізації продукції. Розрахунки свідчать, що економічна ефективність запропонованого способу охолодження становить понад 11,4 тис. грн на 1 тону продукції. Рівень рентабельності продукції зросте з 107,2 % до 113,44 % порівняно з наявним способом. Соціально-економічний ефект від збільшення виходу стандартної продукції високої якості при зберіганні плодів черешні та вишні комбінованим способом в розрахунку на 1 тонну становив 2918,2 грн та 2275,66 грн – відповідно за культурами. Впровадження у виробництво інноваційного продукту – цукатів – є достатньо ефективним та високорентабельним для підприємства. Прибуток від продажу 1 тонни цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні становить 133,9–171,16 тис. грн відповідно; прибуток від продажу 1 тони цукатів із заморожених плодів черешні – 111,26 тис. грн; вишні – 148,5 тис. грн. Виробництво інноваційного продукту із замороженої сировини також надасть можливість підприємству виробляти продукцію незалежно від сезонності.

Ключові слова: *харчова промисловість, осмотична дегідратація,*

процеси охолодження, сушіння, заморожування, теплообмін, масообмін, осмотичне середовище, плоди черешні, плоди вишні, математична модель, оптимізація процесу, критеріальні показники, органічна композиція, функціонально-технологічні показники плодів, цукати.

ABSTRACT

Ivanova Iryna Yevhenivna. Scientific basis of fruit cooling processes during storage and processing. Qualification scientific work as a manuscript.

The dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.18.12 ‘Processes and Equipment of Food, Microbiological and Pharmaceutical Production’, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Zaporizhzhia, Kyiv, 2026.

The dissertation is devoted to the scientific justification of fruit cooling processes and the development of innovative methods for its storage and processing. For this purpose, the mathematical modelling of the processes of the functional, technological and quality indicators formation of sour cherries and sweet cherries was carried out, the parameters of new methods of refrigeration treatment and storage of sour cherries and sweet cherries were evaluated, the physical and mathematical modelling of the processes of cooling fruit products and assessment of their quality parameters using the ‘flat factor field’ model, the functional and technological indicators of fresh fruit raw materials and frozen semi-finished products were determined, and a method for producing candied fruits from sour cherries and sweet cherries was developed.

The analytical stage of research is devoted to studying the theoretical foundations of technological processes for cooling and storing sour cherries and sweet cherries. The scientific and technical conditions for forming a raw material base and developing technologies for cooling and storing stone fruits are considered. A general description of sour cherries and sweet cherries as objects of cooling and storage is provided. The theoretical foundations and problems of cooling fruit raw materials as well as modern approaches and problems of storing sour cherries and sweet cherries are analysed.

The analysis has led to the formulation of a general scientific problem, a working hypothesis, research objectives and tasks, and the development of the main

stages of experimental research.

In the current scientific research, there is insufficient scientific justification for the parameters of the fruit raw material cooling process, which takes into account the relationship between the thermophysical properties of the raw material, cooling conditions and subsequent changes in its structural, mechanical, biochemical and organoleptic characteristics during storage and deep processing of these products. There is insufficient validity of the operating modes of the processes under study, a decrease in the efficiency of modern refrigeration equipment, which restrains the introduction of resource-saving technologies in the production of food products from fruit and vegetable raw materials with high quality and preserved biological value.

In addition, despite the availability of sufficient experimental research on the properties of fruit and berry products, recommendations and practical approaches to improving storage technologies and low-temperature processing of raw materials, the assessment of product quality characteristics and forecasting of its quality status is not effective due to the lack of sufficiently accurate mathematical models of quality, limitations of the factor space reflecting the complex of heat and mass exchange processes, phase and biochemical transformations during the cooling of fruits with different morphological characteristics. As a result, there is a lack of effective mathematical algorithms that reflect the influence of the main parameters of the processes under study and the interrelationships between the qualitative characteristics of products. This complicates the rational design of cooling modes, taking into account the type of raw materials, the intended purpose, and the further production of the finished product with specified functional properties.

To solve scientific problems in conducting research and mathematical modelling, the following scientific hypotheses were used:

– *The conceptual technological hypothesis* suggests that a combined approach to cooling fruit raw materials, which combines hydrocooling with biologically active substances and controlled cooling in an intensive air environment, will optimise mass exchange processes, slow down biochemical changes, reduce nutrient losses and preserve the quality of raw materials in the further production of finished

products (in particular, candied fruits), which will ensure increased economic efficiency and stability of the technological process.

- *The conceptual process hypothesis* states that the creation of multifactorial mathematical models of the fruit cooling process, which take into account the morphological structure of the fruit, its physical and chemical properties, thermal conductivity, mass exchange coefficients, and environmental parameters, will allow the dynamics of temperature and humidity changes in the fruit thickness to be predicted with high accuracy. The use of these models in combination with experimental research will make it possible to substantiate energy-efficient cooling modes that ensure minimal losses of mass, bioactive substances and quality indicators during further storage and production of the finished product, in particular candied fruits.

Scientific hypotheses for the implementation of mathematical modelling of the qualitative state of fruit and berry products are as follows:

- *The first hypothesis*: the quality of products is determined quantitatively by dimensionless values obtained through the ratio between normative and current assessment characteristics.

– *Second hypothesis*: assessment characteristics create corresponding quality spaces, the differentiated and integrated manifestation of which indicates the condition of the products.

– *Third hypothesis*: the accuracy of mathematical models for assessing product quality is determined by the skilled selection of assessment characteristics that adequately describe the quality status of products; it increases with the number of quality characteristics used for the object of study.

The objective of the dissertation is to provide scientific justification for the feasibility of applying an algorithm that characterises the functional, technological and qualitative state of sour cherries and sweet cherries, to develop parameters for air convective, liquid and combined refrigeration processes using a protective composition of organic acids, justification of the technology for producing candied fruits from fresh and frozen raw materials by forming the necessary experimental

base of characteristics of sour cherries and sweet cherries, mathematical modelling using principal component analysis, LASSO, the global and multi-criteria optimisation, the dimension theory, and factor spaces; sensory, social and technical-economic assessment.

The scientific research was conducted between 2007 and 2019 in the Food Technology Laboratory of the Food and Processing Technology Department in the Research Institute of Agrotechnology and Ecology at the Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University. For experimental research, the material and technical base of the educational and scientific laboratory of biochemical research, the laboratory for storing fruits and vegetables, and the laboratory for microbiological research of the Department of Food Technology and Hotel and Restaurant Business were used. The experiment was conducted using the educational and scientific laboratory of processes and apparatus, as well as the refrigeration equipment laboratory of the Department of Processing and Food Production Equipment named after Professor F.Yu. Yalpachyk at Dmitro Motornyi Tavria State Agrotechnological University (Melitopol). The study consisted of five experiments.

During the scientific experiment, the functional and technological indicators of sour cherry and sweet cherry fruits under the influence of abiotic factors were substantiated. The level of sour cherry and sweet cherry production was studied, and an analysis of the factors limiting the consumption of fresh fruit in Ukraine was carried out. The ranges of functional and technological characteristics of the fruit and the influence of abiotic factors on them in a fresh state were analysed. The results of the research show that for all groups of cherry varieties, regardless of the ripening period, the weather conditions during the years of research had a dominant influence on the formation of dry soluble substances, sugars, titratable acids, and fruit weight.

Taking into account the multi-dimensionality and non-linearity of changes occurring in sour cherry and sweet cherry fruits under the influence of temperature regimes, humidity and other weather parameters, mathematical modelling using the

least squares and LASSO methods was carried out for their objective assessment.

A methodology for mathematical modelling of the dependence of biochemical indicators of sour cherry and sweet cherry fruit quality on a complex of abiotic factors has been developed using the principal component method and LASSO. The generalised algorithm considers the multidimensional nature of the input variables, with a high degree of multicollinearity. It allows reducing the dimensionality of the predictor space without significant loss of information. The most significant abiotic determinants affecting the content of functional and technological parameters of fruits were determined on the basis of the transformation of correlated hydrometeorological variables into orthogonal latent factors and subsequent regression interpretation.

A sensory evaluation of the fruit was conducted, with the highest scores (9,0) awarded to the “Kazka”, “Vynka” and “Krupnoplidna” varieties of sweet cherry; among sour cherries, “Griot Melitopolskyi” and “Modnytsia” received 8,7 points.

A pattern has been established whereby the commercial characteristics of sour cherries of three ripening periods and sweet cherries improve as the ripening period increases. The maximum proportion of Class I fruit (up to 93,0% for the “Anons” variety) was observed in late-ripening fruit. Varieties with the lowest percentage of non-standard products (“Kazka”, “Temp”, “Anons”) and the highest yield of Class I products (“Solidarnist”) were identified.

An experimental assessment of the parameters of refrigeration treatment and storage processes for sour cherries and sweet cherries has been developed. At the first stage, the concentrations of organic acids for processing fruit raw materials were optimised. The optimal conditions for hydrocooling using protective compositions based on lactic and acetic acids have been established to extend the shelf life of sour cherries and sweet cherries. For the fruits of the “Valerii Chkalov” sweet cherry variety, the minimum average daily weight loss (0,0642%) was achieved at organic acid concentrations of x_1=2,161% (lactic) and x_2=1,705% (acetic). For “Vstrecha” sour cherry fruits, the optimal average daily loss (0,106 %) was achieved with the effect of the organic composition MC: OC in a ratio of

x_1=2,217 % to x_2=1,966 %, respectively.

The substantiation of the regimes and methods of preliminary cooling of sour cherry and sweet cherry fruits has been carried out under the action of passive air cooling (PAC), intensive air cooling (IAC), hydrocooling (HC), and combined cooling (CC).

The operating parameters of a combined pre-cooling method are proposed. A technological scheme for the cooling and storage of sour cherries and sweet cherries has been suggested, which involves, in the first stage, cooling the fruit with ice water (1,0±0,5°C) with the addition of lactic and acetic acids for 10±2 minutes to a temperature inside the fruit of 4±1°C, in the second stage – further cooling of the fruit in intensive cooling chambers with cold air at a speed of 3,0 m/s (air exchange rate of 90 volumes per hour) for 30±2 minutes to a temperature of 2±0,5°C. The temperature in the intensive cooling chambers was 0±1°C. The relative humidity was 90±1%. The total duration of preliminary cooling of the fruit using a combined method to a temperature of 2±0,5°C was 40±2 minutes.

The combined method of pre-cooling for preserving sour cherries and sweet cherries ensures minimal fruit weight loss (11,3–22,9 times less compared to passive and intensive air methods, respectively), a high level of quality preservation, and a significant reduction in the development of epiphytic microflora. It has been determined that pre-cooling of sweet cherries ensures their preservation for 40 days with a standard product yield of 98%.

The physical and mathematical modelling of sour cherry and sweet cherry fruit cooling processes using the second similarity theorem of Federman–Buckingham was carried out. During modelling, criterion equations were obtained for each of the cooling processes studied, which can be used to form a recommended range of operating parameters for the corresponding low-temperature processing of sour cherries and sweet cherries. The derived mathematical algorithms made it possible to determine the relationship between the main heat exchange parameters under the conditions of a specific factor field in the studied cooling processes, as well as to predict the course of convection in them.

On the basis of experimental studies of the main parameters of low-temperature processing of sour cherries and sweet cherries, criterion equations were obtained. The application of the Reynolds, Fourier, and Nusselt criteria in conjunction with the corresponding computational program made it possible to form a recommended range of operating mode parameters for slow, intensive, hydrodynamic, and combined cooling processes and to ensure effective convective heat exchange with controlled changes in the studied characteristics.

The quality parameters of fruit products were analysed using the 'flat factor field' modelling method with the following criteria: the coefficient of quality increase (k_{gq}) and decline in quality, the compliance coefficient with quality standards (k_{cqs}), and the specific coefficients of quality increase (φ_{gq}) and quality decrease (φ_{dq}). An effective comparative analysis of the main characteristics of fruits with standards was carried out, and changes in quality characteristics during storage and the prospects for the studied varieties of sour cherry and sweet cherry were predicted.

The best characteristics were found for the "Melitopolska Chorna" sweet cherry variety in terms of the growth of negative parameters after 30 days of storage in "Vstrecha". According to the results of the assessment of the qualitative properties of the studied fruits, the worst characteristics were found for the "Krupnoplidna" sweet cherry variety in terms of the growth of negative parameters after 30 days of storage, as well as for the "Valerii Chkalov" sweet cherry variety.

As a result of research aimed at improving the production processes of candied fruits from sour cherries and sweet cherries, methods of production were developed and processed products were obtained from light- and dark-coloured varieties of sweet cherries of three ripening periods and sour cherries – candied fruits. A methodology for selecting fresh and frozen sour cherries and sweet cherries using a multi-criteria optimisation method has been proposed.

The technological aspects of the production process of candied fruits from sour cherries and sweet cherries have been studied. A regular increase in the mass fraction of sugars and dry soluble substances in sour cherries and sweet cherries

during osmotic dehydration until osmotic equilibrium is reached has been established. It was determined that the duration of the process varied from 12 to 21 hours when the temperature was increased to 80–100°C, osmotic equilibrium was achieved in 12–21 hours, while at low temperatures and concentrations – up to 42 hours.

It has been confirmed that optimisation of the temperature and concentration parameters of the osmotic environment allows control of the intensity of mass exchange and the efficiency of the dehydration process. It has been established that the lowest intensity of mass exchange processes is recorded at 20–40°C and a concentration of 30–40%. The recommended technologically feasible time interval for the most active phase of dehydration is 3 hours, during which 59–71% of the total moisture loss and 35–55% of the total increase of soluble solids content (SC) were realised.

The high efficiency of the initial phase of dehydration was determined by osmotic coefficients. The coefficient k^3_{OSM} exceeded the total coefficient $k_{TOTAL/OSM}$ by 1,1–9,6 times. The maximum coefficient values were observed when using a 30% sugar solution, especially at a temperature of 100°C, where $k_{TOTAL/OSM}$ exceeded the corresponding value at 30 °C by 2,4–3,1 times.

For further production of candied fruits from fresh fruits in industrial conditions, it is recommended to carry out a 4-stage osmotic dehydration with a gradual increase in the concentration of sugar syrup from 40 to 60%. The process of osmotic dehydration of frozen sour cherries and sweet cherries was analysed. It was determined that the process of osmotic dehydration of frozen sour cherries and sweet cherries has a dynamic of changes similar to that of fresh raw materials, with higher mass exchange intensities.

The developed methodology for selecting varieties for the production of candied fruits from fresh and frozen raw materials made it possible to determine that for the production of candied fruits from fresh sweet cherries, the best varieties were those with early, medium and late ripening periods – “Kazka” (1st rank) − (X_5) = 4,67 and “Zabuta” (2nd rank) − (X_7) = 4,69; “Talisman” (1st rank) − (X_5) = 3,58;

“Krupnoplidna” (1st rank) − (X_1) = 3,43. For the production of candied fruits from fresh sour cherries, the best variety was determined to be “Griot Melitopolskyi” (1st rank) − (X_5) = 4,72.

When analysing the values of target functions, a ranked series of freshly frozen sweet cherries of three ripening periods was established according to the level of preservation of their quality indicators. Within the studied group of early ripening varieties, the classic variety “Valerii Chkalov” (1st rank) − (X_2) = 1,22 proved to be optimal in terms of the studied parameters; in the middle group – fruits of the “Kordia” variety (1st rank) − (X_8) = 0,65; in the late group – the fruit of the “Udivitelnaia” variety (1 rank) – (X_5) = 1,07. A qualitative analysis of frozen sour cherry fruit determined that the “Griot Melitopolskyi” variety (1 rank) – (X_5) = 1,45 was the best in terms of the balance of quality indicators.

According to the qualitative parameters of first-grade sweet cherry and sour cherry varieties, a balanced set of initial biochemical, commercial, and organoleptic criteria has been developed, which allows for scientific prediction of the greatest suitability of fresh and frozen sour cherry and sweet cherry fruits for candied fruit production.

A study of multi-stage dehydration of frozen fruits in the production of candied fruits with a gradual increase in the concentration of the osmotic agent (sugar syrup) showed that the maximum total sensory evaluation was obtained for samples of candied fruits dehydrated in two stages: the first with a 50% solution, the second with a 60% solution of sugar syrup.

The final stage of experimental and scientific research was the implementation of the developed technology for storage with treatment using organic compounds and processing of fruits into candied fruits at existing agro-industrial and processing enterprises: Private Joint Stock Company Kyiv Margarine Factory (Pjsc Kyiv Margarine Factory), Kyiv (2024-2025), limited liability company Molochno-Zhurovyi Kombinat Pivdennyi (ltd. MZK Pivdennyi), Melitopol, Zaporizhzhia region (2020-2021), LLC “Moshuriv Canning Plant”, Moshuriv, Zvenyhorodkyi District, Cherkasy region (2023-2024).

The research on the implementation of the developed technology for storing fruit products using a combined method with organic composition treatment confirmed the technological reliability and reproducibility of the developed processes in production conditions. The implementation of the proposed technology in production, with an increase in current costs and an increase in the volume of standard products, will lead to a reduction in the cost per unit of production and an increase in income from product sales. The calculations show that the economic efficiency of the proposed cooling method is more than 11,4 thousand UAH per 1 ton of product. The profitability of the product will increase from 107,2% to 113,44% compared to the existing method. The socio-economic effect of increasing the yield of standard high-quality products when storing sour cherries and sweet cherries using a combined method was 2918,2 UAH and 2275,66 UAH/ton, respectively, for each crop. The introduction of an innovative product – candied fruits – into production is quite effective and highly profitable for the enterprise. The profit from the sale of 1 ton of candied fresh sour cherries and sweet cherries is 133,9–171,16 thousand UAH, respectively; the profit from the sale of 1 ton of candied frozen sour cherries is 111,26 thousand UAH; sweet cherries – 148,5 thousand UAH. The production of an innovative product from frozen raw materials will also enable the company to manufacture products regardless of seasonality.

Keywords: *food industry, osmotic dehydration, cooling processes, drying, freezing, heat exchange, mass exchange, osmotic environment, cherry fruits, sour cherries and sweet cherries, mathematical model, process optimisation, key performance indicators, organic composition, functional and technological indicators of fruit, candied fruit.*

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія, що індексується наукометричною базою Scopus

1. **Ivanova I.,** Serdiuk M., Tymoshchuk T., Drobitko A., Pyurko O., Mulienok Y. A multi-criteria strategy for assessing the quality of frozen raw cherry fruits. *Innovative approaches in food processing and sustainability*: collective monograph/(Ed.) O. Priss. Tallinn: Harju maakond Estonia, 2025. Ch. 2. P. 30–52 (*Здобувачкою підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; узагальнено експериментальні дані та виконано статистичну обробку; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

Статті у періодичних наукових виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та/або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus

2. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Tymoshchuk T., Stotska S., Smahlii V., Slobodnyuk N., Golembovska N., Zahorko N. Substantiating the criteria for evaluating the quality of frozen sweet cherry fruits using the method of multi-criteria optimization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 135, Iss. 11. P. 71. DOI: 10.15587/1729-4061.2025.331599 (*Здобувачкою науково обґрунтувано критерії оцінки якості заморожених плодів черешні; здійснено аналіз статистичної оцінки свіжозаморожених плодів сортів черешні за комплексом параметрів та значеннями цільової функції; розроблено біохімічні та сенсорні критерії оцінки якості заморожених напівфабрикатів сортів черешні раннього, середнього та пізнього строків достигання для їх подальшого використання у виробництві*).

3. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Tymoshchuk T., Kravchuk M., Lomeiko O., Bakalova A., Klymenko T., Drobitko A., Arabadzhy-Tipenko L., Pyurko O., Zahorko N. New Approaches to Assessing the Quality of Cherry Fruit. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*. 2025. Vol. 13, No. 1. P. 44–56.

DOI: 10.5281/zenodo.15315497 (*Здобувачкою здійснено прогнозування технологічних характеристик плодів вишні методом RIDGE-регресії; розроблена математична модель для прогнозування формування маси плодів та кісточок у сортів вишні незалежно від умов навколишнього середовища*).

4. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Tymoshchuk T., Malkina V., Zinovieva O., Lisohurska D., Nevmerzhytska O., Lisohurska O. Minimizing sweet cherry fruit losses during storage under the influence of hydrocooling and protective organic composition. *Eastern-European Journal of Enterprise Tech nologies*. 2024. Vol. 4, No. 11(130). P. 16–25. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.309595 (*Здобувачкою досліджено технологію попередньої обробки плодів черешні з використанням органічної композиції; проведений аналіз та узагальнення результатів дослідження, підготовлено матеріали до друку*).

5. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Tymoshchuk T., Malkina V., Shkinder-Barmina A., Drobitko A., Zahorko N., Mulienok Y., Shepel A., Savchuk Y. Prediction of cherry fruit technological characteristics by RIDGE-regression method. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture & Society*. 2024. Vol. 12, No. 1. P. 39–50. DOI: 10.17170/kobra-202407218427 (*Здобувачкою проведені експериментальні дослідження, узагальнення результатів, підготовлено матеріали до публікації*).

6. Hutsol T., Priss O., **Ivanova I.,** Serdyuk M., Cupiał M., Tymoshchuk T., Havrylianchyk R., Prokopchuk L., Kowalczyk Z. Effectiveness of cooling methods in reducing losses during cherry storage. *Agricultural Engineering.* 2024. Vol. 28(1). P. 321–340. DOI: 10.2478/agriceng-2024-0020 *(Здобувачкою визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

7. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Tymoshchuk T., Shlieina L., Pokoptseva L., Zoria M., Taranenko H. The effects of weather factors on titrating acids accumulation in sweet cherry fruits. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture & Society*. 2023. Vol. 11, No. 1. P. 1–15. DOI: 10.17170/kobra-

202210056938 (*Здобувачкою проведені дослідження вмісту титрованих кислот у плодах черешні протягом 12 років; визначені середню та сильну кореляційну залежність між 11 погодними факторами та вмістом титрованих кислот для сортів черешні раннього, середнього та пізнього періодів дозрівання. Виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

8. **Ivanova I.,** Tymoshchuk T., Kravchuk M., Ishchenko I., Kryvenko A. Sensory evaluation of sweet cherries for sustainable fruit production in the European market. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, No. 10. P. 93–106. DOI: 10.48077/scihor10.2023.93 *(Здобувачкою визначено актуальність досліджень, розроблена методологія досліджень, проведені експериментальні дослідження, узагальнені результати, підготовлено матеріали до друку).*

9. Malkina V., **Ivanova I**., Serdyuk M., Kryvonos I., Bilous E. Regression analysis of the dependence of the cherry yield from hydrothermal factors in the conditions of multicolinearity. *Scientific Horizons*. 2019. Vol. 22, No. 11. P. 51–60. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-51-60 *(Здобувачкою виявлено вплив погодних факторів регіону на формування врожайності вишні упродовж 2007–2019 років досліджень. Запропоновано модель, що описує вплив гідротермічних факторів на врожайність вишні, на основі методу LASSO. На основі побудованої моделі проаналізовано фактори, що впливають на індекс врожайності вишні; визначено показники частки впливу кожного фактора на загальну дисперсію індексу врожайності вишні).*

10. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Tonkha O., Tsyz O., Mazur B, Herasko T., Havryliuk O. Cultivar features of polyphenolic compounds and ascorbic acid accumulation in the cherry fruits (*Prunus cerasus* L.) in the Southern Steppe of Ukraine. *Agronomy Research*. 2022. Vol. 20(3). P. 588–602. DOI: 10.15159/AR.22.065 *(Здобувачкою побудована математична модель на основі методу множинної лінійної регресії, яка виявляла ступінь впливу погодних факторів на динаміку поліфенольних сполук та накопичення аскорбінової кислоти в плодах вишні в підзоні Південного Степу України та в регіонах з*

подібними гідротермальними параметрами. Встановлено домінуючий вплив сортових особливостей на накопичення поліфенольних сполук у плодах вишні. Розроблена методологія досліджень, проведені експериментальні дослідження).

11. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Tymoshchuk T., Shkinder-Barmina A. Assessment of the influence of weather factors on the quantitative indicators of sweet cherry fruits by ridge regression. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No. 5. P. 60–73. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.60-73 *(Здобувачкою розроблена математична модель для прогнозування формування плодів та піренової маси черешні залежно від погодних факторів та сортових особливостей. Розроблена методологія досліджень, проведені експериментальні дослідження, підготовлено матеріали до друку).*

12. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Tymoshchuk, T., Vorovka, M., Mrynskyi I., Adamovych A. Studies of the impact of environmental conditions and varietal features of sweet cherry on the accumulation of vitamin C in fruits by using the regression analysis method. *Acta Agriculturae Slovenica.* 2022. Vol. 118(2). P. 1–12. DOI: 10.14720/aas.2022.118.2.2404 (*Здобувачкою обґрунтувана швидкість впливу погодних факторів, а також сортових особливостей на накопичення вітаміну С у плодах черешні. Доведено доцільність прогнозування вмісту вітаміну С у плодах черешні за середніми показниками для групи ранніх та пізніх сортів, а не окремо для кожного помологічного сорту. Розроблена методологія досліджень, проведені експериментальні дослідження, підготовлено матеріали до друку*).

13. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Mushtruk M., Rozbytska T. Factorial analysis of taste quality and technological properties of cherry fruits depending on weather factor. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 341–355. DOI: 10.5219/1766 (*Здобувачкою, шляхом проведення двофакторного дисперсійного аналізу, було визначено доцільність прогнозування вмісту основних компонентів хімічного складу (сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот) у плодах вишні за середніми значеннями*

та виявлено фактор, який максимально впливає на накопичення досліджуваних показників під час досліджень. Визначено домінуючий вплив погодних умов протягом років досліджень. Розроблена методологія досліджень, проведені експериментальні дослідження, підготовлено матеріали до друку).

14. **Ivanova I.,** Serdiuk, M., Malkina V., Bandura, I., Kovalenko, I., Tymoshchuk, T., Tonkha, O., Tsyz, O., Mushtruk M., Omelian A. The study of soluble solids content accumulation dynamics under the influence of weather factors in the fruits of cherries. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. Vol. 15. P. 350–359. DOI: 10.5219/1554 *(Здобувачкою розроблена залежність накопичення розчинних речовин різними сортами черешні від погодних умов Південного Степу України; проведено лабораторний, факторний, кореляційний та регресійний аналізи. Побудовано математичну модель із застосуванням методів факторного та регресійного аналізу з використанням методу головних компонент. Розроблена методологія досліджень, проведені експериментальні дослідження, підготовлено матеріали до друку).*

15. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Kotelnytska A., Moisiienko V. The forecasting of polyphenolic substances in sweet cherry fruits under the impact of weather factors. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32(2). P. 239–250. DOI: 10.15159/jas.21.27 (*Здобувачкою розроблені регресійні моделі аналізу ступеня впливу кожного погодного фактора на рівень фенольних речовин у плодах ранніх та пізніх груп сортів черешні. Розроблена методологія досліджень, проведені експериментальні дослідження, підготовлено матеріали до друку).*

16. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Priss O., Herasko T., Tymoshchuk T. Investigation into sugars accumulation in sweet cherry fruits under abiotic factors effects. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19(2). P. 444–457. DOI: 10.15159/AR.21.004 *(Здобувачкою вивчені питання прогнозування вмісту цукрів у плодах черешні залежно від частки погодних факторів у процесі транспортування, зберігання та переробки. Встановлено низьку та середню*

мінливість відібраних сортів за роками досліджень. Виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).

17. Serdyuk M., **Ivanova I.,** Malkina V., Kryvonos I., Tymoshchuk T., Ievstafiieva K. The formation of dry soluble substances in sweet cherry fruits under the influence aviotec factors. *Scientific Horizons*. 2020. Vol. 88, No. 3. P. 127–135. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-127-135. *(Здобувачкою досліджено вплив погодних факторів та особливостей сорту на формування запасу сухих розчинних речовин у плодах черешні протягом 2008–2019 років. Встановлено, що для всіх груп сортів, незалежно від терміну дозрівання, погодні умови років дослідження (фактор А) мали домінуючий вплив на формування запасу сухих розчинних речовин. Виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

18. **Ivanova I**., Serdyuk M., Kryvonos I., Yeremenko O., Tymoshchuk T. Formation of flavoring qualities of sweet cherry fruits under the influence of weather factors. *Scientific Horizons*. 2020. Vol. 89, No. 4. P. 72–81. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-89-4-72-81 (*Здобувачкою науково обґрунтувано вплив стресових погодних факторів та сортових особливостей на процес формування смаку плодів черешні протягом 2008–2019 років. Доведено, що для всіх груп сортів, незалежно від термінів дозрівання, погодні умови років досліджень мали домінуючий вплив на формування вмісту цукру та титрованих кислот).*

19. Malkina V., Serdyuk M., **Ivanova I.,** Kryvonos I. Regression analysis of the dependence of the cherry yield from hydro-thermal factors in the conditions of multicolineari. *Scientific Horizons*. 2019. Vol. 84, No. 11. P. 51–60. DOI: 10.33249/2663.2144-2019-84-11-51-60 *(Здобувачкою, в умовах Південного Степу України встановлено вплив погодних факторів регіону на формування врожайності вишні в межах 2007–2019 років досліджень. Запропоновано регресійну модель на основі методу LASSO, що описує вплив гідротермічних факторів на врожайність вишні. Визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті;*

взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).

20. **Ivanova I.,** Kryvonos I., Shleina L., Taranenko G, Gerasko T. Multicriteria optimization of quality indicators of sweet cherry fruits of Ukrainian selection during freezing and storage. *Modern Development Paths of Agricultural*: *Trends and Innovations.* 2019. Iss. 4. P. 707–718. DOI: 10.1007/978-3-030-14918-5 *(На основі проведених досліджень було розроблено біохімічні та сенсорні критерії оцінки якості заморожених напівфабрикатів ранніх, середньо- та пізніх сортів черешні для їх подальшого використання у виробництві. Визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

21. Gerasko T., Velcheva L., Todorova L., Pokoptseva L., **Ivanova I.** Effect of living mulch on chlorophyll index, leaf moisture content and leaf area of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Modern Development Paths of Agricultural: Trends and Innovations.* 2019. Iss. 4. P. 681–688. DOI: 10.1007/978-3-030-14918-5 *(Здобувачкою визначено актуальність досліджень, розроблена методологія досліджень, проведені експериментальні дослідження, узагальнені результати, підготовлено матеріали до друку).*

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

22. **Іванова І. Є.**, Кривонос І. А., Басанець С. В., Пендрак Я. І. Формування обсягів виробництва вишні за дії абіотичних чинників. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2025. Т. 15, № 1. С. 294–300. DOI: 10.32782/2220-8674-2025-15-1 *(Здобувачкою проведені експериментальні дослідження в умовах Півдня Степової зони України з впливу кліматичних чинників на врожайність вишні та створена математичну модель залежностей двох параметрів. За допомогою методу*

LASSO отримані достовірні оцінки параметрів регресії та зроблено аналіз погодних факторів, що мають вплив на врожайність вишні).

23. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Кривонос І., Пендрак Я. Математичне моделювання впливу погодних факторів на формування фонду поліфенольних речовин в плодах вишні. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки.* 2024. Т. 1(335), № 3. С. 369–376. DOI: 10.31891/2307-5732-2024-335-3-50 *(Здобувачкою проведені дослідження накопичення поліфенольних речовин в плодах 10 модельних сортів вишні. Проведений двофакторний дисперсійний аналіз, що дозволив визначити домінуючий вплив сортових особливостей (фактор В) на формування фонду поліфенольних речовин плодів вишні. Взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

24. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Кривонос І. А., Малкіна В. М., Басанець С. В., Пендрак Я. І. Дослідження частки впливу абіотичних чинників на накопичення фонду сухих розчинних речовин в плодах черешні за допомогою методу головних компонент. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. 2024. Вип. 24, т. 3. С. 161–176. DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-3-14 *(Здобувачкою досліджено вплив погодних факторів на формування фонду сухих розчинних речовин в плодах черешні; розроблено математичну модель прогнозування вмісту сухих розчинних речовин у плодах черешні 33 сортів трьох строків достигання залежно від погодних факторів Півдня Степової зони України для забезпечення подальшого збереження біологічної цінності плодової сировини).*

25. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Кривонос І. А. Прогнозування вмісту цукрів у плодах черешні для забезпечення безвідходного ланцюга використання плодової сировини. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі.* 2024. Вип. 1(35). С. 117–133. URL: https://repo.btu.kharkov.ua//handle/123456789/58395 *(Здобувачкою визначено актуальність проведених досліджень, розроблено методологію досліджень,*

проведені експериментальні дослідження, узагальнені результати, підготовлені матеріали до публікації).

26. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Кривонос І. А., Пендрак Я. І. Прогнозування вмісту вітаміну с у плодах вишні у безвідходному ланцюзі використання плодової сировини. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2024. Вип. 3. С. 89–95. URL: https://journals.udau.cherkasy.ua/index.php/visnyk/article/view/108/97 *(Здобувачкою визначено актуальність проведених досліджень, розроблено методологію досліджень, проведені експериментальні дослідження, узагальнені результати, підготовлені матеріали до публікації).*

27. **Іванова І. Є.**, Кривонос І. А., Зінов'єва О.Г., Басанець С. В. Мінімізація втрат споживчої якості при зберіганні плодів вишні за впливу гідро-охолодження та захисної композиції. *Здоров'я людини і нації.* 2024. № 3. С. 59–74. URL: https://www.humanhealth.nubip.edu.ua/index.php/hnh/article/view/42 *(Здобувачкою визначено актуальність досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

28. **Іванова І. Є.**, Кюрчева Л. М., Кривонос І. А., Філенко М. О. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для визначення сортопридатності плодової сировини до виробництва цукатів. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 1. С. 266–273. DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1-22 *(Здобувачкою, на підставі значень показників якості сорту вишні «Гріот Мелітопольський» визначено комплекс параметрів, який дозволяє науково прогнозувати найбільшу придатність плодів до виготовлення цукатів. Взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

29. **Іванова І.**, Сердюк М., Малкіна В., Колісниченко Т., Кривонос І., Івашина Л. Формування смакових якостей плодів вишні під впливом

абіотичних чинників в умовах півдня степової зони України. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування.* 2024. Вип. 2(12). С. 5–16. DOI: 10.32782/2708-4949.2(12).2024.1 *(Здобувачкою запропоновано прогнозування смакових якостей плодів вишні проводити за середнім сортовим значенням. Визначено середню та сильну кореляційну залежність впливу 19 погодних факторів на вміст досліджуваних біохімічних показників у плодах вишні).*

30. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Кривонос І. А., Басанець С. В. Оцінка якісних характеристик плодової сировини у безвідходному ланцюгу її переробки за вмістом титрованих кислот. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. Вип. 3. С. 95–108. DOI: 10.32782/tnv-tech.2024.3.10 *(Здобувачкою визначено вплив абіотичних чинників на накопичення вмісту титрованих кислот у плодах черешні з метою формування безвідходного ланцюга використання плодової сировини.).*

31. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Шкіндер-Барміна Г. М., Кривонос І. А. Вплив абіотичних чинників на формування смакових якостей плодів вишні. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2020. Вип. 96, ч. 1. С. 416–432 *(Здобувачкою проведені експериментальні дослідження щодо формування фонду сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот в плодах вишні 10 досліджуваних сортів. Виділено перспективні, з технологічної точки зору, сорти: за вмістом сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот).*

32. **Іванова І. Є.**, Білоус Е. С., Шкіндер-Барміна А. М. Сортодослідження свіжих та свіжозаморожених плодів вишні, що вирощені в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 106. С. 180–185 *(Здобувачкою визначено актуальність досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

33. **Іванова І. Є.**, Герасько Т. В., Долгова С. В. Аналіз біохімічного складу свіжих та свіжозаморожених плодів черешні трьох строків достигання,

що вирощені в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 2019. Вип. 105. С. 160–165 *(Здобувачкою визначено актуальність досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

34. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Герасько Т. В., Білоус Е. С., Кривонос І. А. Вибір сорту черешні з оптимальним комплексом параметрів за методом багатокритеріальної оптимізації. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Вип. 9, т. 1. С. 56 *(Здобувачкою проведені дослідження оцінки впливу сортових особливостей на товарні та біохімічні показники плодів черешні української селекції, що вирощені в умовах Півдня України; проведено науково – обґрунтовану оцінку свіжих плодів 12-ти районованих сортів черешні в стадії знімальної стиглості методом багатокритеріальної оптимізації).*

35**. Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Герасько Т. В., Кривонос І. А., Білоус Е. С. Визначення придатності сортів черешні та вишні до заморожування за критерієм кріозернистості. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2018. Вип. 8, т. 2. С. 53 *(Здобувачкою проведені дослідження щодо визначення придатності сортів черешні та вишні до заморожування за критерієм кріозернистості. Досліджено вплив сортових особливостей на втрату соку (кріозернистість) заморожених плодів для оцінки їхньої якості для глибокого заморожування).*

36. **Іванова І. Є.**, Білоус Е. С., Покопцева Л. А., Єременко О. А. Багатокритеріальна оптимізація показників якості плодів черешні української селекції при заморожуванні та зберіганні. *Таврійський науковий вісник.* 2017. Вип. 99. С. 76–82 *(Здобувачкою розглянуто застосування багатокритеріальної оптимізації для покращення якості заморожених плодів українських сортів черешні, аналізуючи різні показники якості. Взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

37. **Іванова І. Є**., Білоус Е. С., Пащенко Ю. П., Єременко О. А. Сортодослідження плодів черешні пізнього строку достигання на придатність до заморожування. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 71–76 *(Здобувачкою обґрунтована оцінка придатності 6-ти районованих сортів черешні пізнього строку достигання, які вирощені в умовах південного Степу України до заморожування та зберігання при низьких температурах за показниками: величина втрати соку, масова концентрація цукрів, масова концентрація титрованих кислот).*

38. **Іванова І. Є**., Покопцева Л. А. Вибір оптимального сорту черешні для швидкого заморожування і тривалого зберігання методом багатокритеріальної оптимізації та економічна ефективність заморожених сортозразків згідно ряду ранжування. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 93. С. 44–50 *(Здобувачкою проведено науково-обґрунтовану оцінку придатності районованих сортів черешні пізнього строку достигання (Мелітопольська чорна, Простір, Тотем, Аншлаг), які вирощені в умовах південного Степу України до заморожування та зберігання при низьких температурах методом багатокритеріальної оптимізації. Взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

39. **Іванова І. Є.**, Фазілова Е. С. Формування споживчих властивостей плодів черешні пізнього строку достигання протягом періоду вегетації. *Таврійський науковий вісник.* 2015. Вип. 92. С. 25–29 *(Здобувачкою проведено сортодослідження плодів черешні вітчизняної селекції пізнього строку достигання - Мелітопольська чорна, Тотем, Аншлаг, Простір за показниками: середня маса плоду, співвідношення кісточки до м'якоті, сухі розчинні речовини. Взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

40. **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. Вип.

88. С. 104–108 *(Здобувачкою проведена науково-обґрунтована оцінка придатності районованих сортів черешні пізнього строку достигання, вирощених в умовах Півдня України до заморожування та тривалого низькотемпературного зберігання протягом шести місяців. Встановлено, що за комплексом фізико-біохімічних параметрів встановлено ранжирований ряд сортів за ступенем придатності до заморожування та шестимісячного зберігання. Взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

41. **Іванова І. Є.**, Фазилова Е. С., Долгова С. В. Аналіз біохімічних показників свіжих плодів черешні, що вирощені в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник.* 2014. Вип. 88. С. 195–199 *(Здобувачкою проведено аналіз біохімічного складу свіжих плодів черешні сортів раннього, середнього та пізнього строків достигання за показниками: сума цукрів, уміст сухих розчинних речовин, сума БАР. У заморожених сортозразках 3-х строків достигання визначено параметр – величина втрати соку. Виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

Статті в інших виданнях

42. **Ivanova I.,** Serdiuk M., Malkina V., Tymoshchuk T., Bulygin S., Moisiienko V. Assessment of sweet cherry fruit quality according to the requirements of the modern market. *Plant and Soil Science*. 2023. Vol. 14(2). P. 21–32. DOI: 10.31548/plant2.2023.21 (*Здобувачкою визначено актуальність досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

43. **Ivanova I.,** Serdiuk M., Tymoshchuk T., Havryliuk O., Tonkha V. Dynamics of the average fruit weight and the ratio of stone to pulp in the cherry fruit grown in the south of the steppe zone of Ukraine. *Plant and Soil Science*. 2022. Vol. 13(3). P. 27–37. DOI: 10.31548/agr.13(3).2022.27-37 (*Здобувачкою визначено актуальність досліджень, проведено скринінг літературних*

джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).

44. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М. Сортові особливості накопичення фенольних речовин у плодах черешні в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 7(820). С. 32–39. DOI: 10.31073/agrovisnyk202107 *(Здобувачкою обґрунтувано частку впливу стресових погодних чинників і сортових особливостей на процес формування фонду фенольних речовин у плодах черешні; доведено, що впродовж періоду досліджень домінувальний вплив на формування фонду фенольних речовин для ранньої та пізньої груп сортів мали погодні умови. Виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

45. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Маренич М. М. Формування фонду вітаміну С у плодах черешні під впливом погодних чинників. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2021. № 2. С. 56–59. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.07 *(Здобувачкою доведено, що впродовж періоду досліджень домінуючий вплив на формування фонду вітаміну С для ранньої та пізньої груп сортів виявляли погодні умови. Для групи сортів середнього терміну достигання на накопичення вітаміну С виявлено більший вплив сортових особливостей).*

46. 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. № 4. С. 180–184. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)-5 *(Здобувачкою, в результаті комплексного використання методів математичної статистики, проаналізовані 20 парних кореляційних залежностей на етапах: вегетаційний період, цвітіння, дозрівання плодів і в період знімання врожаю. Визначено вплив десяти погодних факторів на показники урожайності вишні за період 2007-2019 роки. Розрахована модель врожайності вишні під впливом абіотичних погодних факторів, що дало можливість спрогнозувати*

врожайність вишні залежно від впливу стресових факторів навколишнього середовища).

47. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Герасько Т. В., Білоус Е. С., Кривонос І. А. Урожайність черешні залежно від кліматичних умов років вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. № 3. С. 61–70. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-3(103)-8 *(Здобувачкою визначено актуальність досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

48. 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. Т. 39. С. 49–52 *(Здобувачкою проведена комплексна оцінка фізико-хімічних та органолептичних показників плодів вишні та визначені придатні до виробництва сортів. Виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

49. **Іванова І**., Сердюк М. Вплив абіотичних чинників півдня степової зони України та формування врожайності черешні. *Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural scienes*: coll. monograph / Authors: V. Yu. Barshteyn, M. R. Vergolias, A. A. Vinyukov et al. Riga: Izdevnieciba "Baltija Publishing", 2020. P. 290–306. DOI: 10.30525/978-9934-588-73-0/1.15 *(Здобувачкою визначено актуальність досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

50**. Іванова І. Є**, Кривонос І. А., Басанець С. В., Пендрак Я. І. Формування обсягів виробництва вишні за дії абіотичних чинників Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 143. Ч. 1. С.113-120. DOI

https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.14 https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/143_2025/part_1/16.pdf. *(Здобувачкою в умовах Півдня Степової зони України, досліджено вплив кліматичних чинників на врожайність вишні та створено математичну модель залежностей двох параметрів. За допомогою методу LASSO отримані достовірні оцінки параметрів регресії та зроблено аналіз погодних факторів, що мають вплив на врожайність вишні. Виділено найбільш значущі температурні погодні параметри в період цвітіння, різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря, середнє з максимальних значень температур повітря, сума активних температур, гідротермічний коефіцієнт, сума активних температур за вегетаційний період (до фази достигання плодів).*

Патенти України на корисну модель

51. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів з черешні: патент на корисну модель 154284 Україна: МПК A23L 21/12. №u202301121; заявлено17.03.2023; опубліковано 01.11.23; Бюл. № 44. 4 с. *(Здобувачкою взято участь у виконанні наукових досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування).*

52. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів із замороженої черешні та вишні: патент на корисну модель 154285 Україна: МПК A23L 21/00. № u202301124; заявлено 17.03.2023; опубліковано 01.11.23; Бюл. № 44. 4 с. *(Здобувачкою оформлено заявку на корисну модель; взято участь у виконанні досліджень, у пошуку прототипу для оформлення патенту).*

53. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів зі світлих сортів черешні: патент на корисну модель 154525 Україна: МПК A23L 21/00. № u202301125; заявлено 17.03.2023; опубліковано 22.11.2023; Бюл. № 47. 4 с. *(Здобувачкою взято участь у*

виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування).

54. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів з персика: патент на корисну модель 155488 Україна: МПК A23L 21/12. № u20231126; заявлено 17.03.2023; опубліковано 07.03.2024; Бюл. № 10. 4 с. *(Здобувачкою взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування).*

55. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів з вишні: патент на корисну модель 155517 Україна: МПК A23L 21/12. № u202303847; заявлено 11.08.2023; опубліковано 07.03.2024, Бюл. № 10. *(Здобувачкою взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування).*

56. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів із замороженої вишні: патент на корисну модель 155636 Україна: МПК A23L 21/12. № u202303845; заявлено 11.08.2023; опубліковано 20.03.2024, Бюл. № 12. 4 с. *(Здобувачкою оформлено заявку на корисну модель; взято участь у виконанні досліджень, у пошуку прототипу для оформлення патенту).*

57. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб зберігання плодів черешні: патент на корисну модель 160498 Україна: МПК A23B7/04. № u202501147; заявлено 18.03.2025; опубліковано 10.09.2025, Бюл. № 37/2025. 4 с. *(Здобувачкою оформлено заявку на корисну модель; взято участь у виконанні досліджень, у пошуку прототипу для оформлення патенту).*

58. Загорко Н. П., **Іванова І. Є.,** Сердюк М. Є., Прісс О. П. Спосіб зберігання плодів вишні: патент на корисну модель 160688 Україна: МПК A23B7/04. № u202405952 ; заявлено 16.12.2024; опубл. 1.10.2025, Бюл. № 40/2025. 4 с. *(Здобувачкою проведений аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, підготовкою заявки на корисну модель).*

59. Cherry and sweets: торговельна марка. Свідоцтво УКРНОІВІ № 338920 /Власник Ірина Євгенівна Іванова. Заявка № 202126871 від 12.11.2021; опубліковано 18.10.2023, Бюл. 42. 5 с.

Тези наукових доповідей

60. **Іванова І. Є.** Аналіз результатів визначення придатності плодів черешні до виробництва цукатів методом багатокритеріальної оптимізації. «Інноваційні технології в рослинництві та землеробстві»: Міжнародна науково-практична конференція, м. Житомир, 3-4 квітня 2025 року: тези доповіді. Житомир, 2025. С 42–45.

61. **Іванова І**., Басанець С., Пендрак Я. Оцінка товарних показників плодової продукції відповідно до вимог сучасного ринку. «Органічне виробництво і продовольча безпека»*:* XI Міжнародна науково-практична конференція, м. Житомир, 23-24 травня 2024 року: тези доповіді. Житомир, 2024. С. 31–33. *(Здобувачкою проведений аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистичну обробку даних, підготовлено матеріали до друку).*

62. **Іванова І. Є**., Машківський В. В. Дегустаційна оцінка плодів черешні що вирощені в умовах Півдня України. «Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва»*:* Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Запоріжжя, 8 листопада 2023 року: тези доповіді. Запоріжжя, 2023. С. 100–102. *(Здобувачкою проведений аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистичну обробку даних, підготовлено матеріали до друку).*

63. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є. Удосконалення технології виробництва черешневих цукатів. «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини»*:* X Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. м. Прага, 2023. С. 66–67. *(Здобувачкою проведений аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистичну обробку даних, підготовлено матеріали до друку).*

64. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є. Удосконалення технології виробництва цукатів. «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії»: VII Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 2-3 листопада

2023 року: тези доповіді. Черкаси, 2023. С. 62–64. *(Здобувачкою проведений аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистичну обробку даних, підготовлено матеріали до друку).*

65. **Іванова І. Є.**, Пендак Я. І., Басанець С. В. Формування цукрів у плодах черешні, що вирощена в умовах Півдня України. «Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва»: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Запоріжжя, 8 листопада 2023 року: тези доповіді. Запоріжжя, 2023. С. 67–69. *(Здобувачкою проведений аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистичну обробку даних, підготовлено матеріали до друку).*

66. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Тонха О. Л. Біохімічні показники якості плодів черешні раннього строку достигання в умовах півдня України. «Інноваційний розвиток АПК України»*:* III Міжнародна науково-практична конференція, м. Житомир, 2-3 червня 2022 року: тези доповіді. Житомир, 2022. С. 77–80. *(Здобувачкою визначено актуальність досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

67. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Малкіна В. М., Коваленко І. М. Оцінка впливу погодних чинників на урожайність кісточкових культур в контексті ефективного управління садівництвом в умовах Півдня Степової зони України. «Perspectives of world science and education»: III International scientific and practical conference, Osaka, Japan, 27–29 November 2019: abstracts. Osaka, 2019. P. 191–202. *(Здобувачкою визначено актуальність досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

68. **Іванова І. Є.** Оцінка показників якості плодів черешні української селекції при довготривалому зберіганні в замороженому вигляді. «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини»: VIII Міжнародна науково-

практична інтернет-конференція, м. Донецьк, 19–20 квітня 2018 року: тези доповіді. Прага, 2018. С. 78–80.

69. **Іванова І. Є.** Динаміка величини втрати клітинного соку дефростованими плодами черешні пізніх строків при різних термінах зберігання. «Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства»*:* Міжнародна науково-практична конференція, м. Мелітополь, 7-8 червня 2018 року: тези доповіді. Мелітополь, 2018. С. 45–48.

70. **Іванова І. Є.** Аналіз динаміки середньої маси плоду та співвідношення до м'якоті в свіжих плодах черешні пізнього строку достигання протягом 2012–2014 рр. «Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК»*:* Міжнародна науково - практична конференція, м. Мелітополь, 7-14 квітня 2015 року: тези доповіді. Мелітополь, 2015. Т. 2. С. 9-12.

71. **Іванова І. Є.** Використання методу багатокритеріальної оптимізації для вибору кращого сорту черешні, придатного для виробництва високоякісної замороженої продукції. «Практичне природне землеробство: якість продукції, ефективність, перспектив»*:* Міжнародна науково-практична конференція, м. Мелітополь, 15 листопада 2013 року: тези доповіді. Мелітополь, 2013. С. 167–176.

72. **Іванова І. Є.** Оцінка величини втрати соку в плодах черешні селекції станції зрошувального садівництва ім. М. Ф. Сидоренка. «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату»*:* Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Мелітополь, 7-9 червня 2013 року: тези доповіді. Мелітополь, 2013. Вип. 2. С. 60–63.

73. **Іванова І. Є.** Багатокритеріальний вибір кращого сорту вишні для тривалого зберігання у замороженому вигляді. «Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління»*:* Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Мелітополь, 14-15 вересня 2009 року: тези доповіді. Мелітополь, 2009. Ч. 1. С. 163–166.

Підручник

74. Дослідницький практикум. Ч. 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції: підручник для здоб. ступеня вищої освіти / М. Є. Сердюк, О. П. Прісс, Н. А. Гапріндашвілі, Л. М. Здоровцева, О. І. Сухаренко, **І. Є. Іванова**. Мелітополь: Люкс, 2020. 370 с. *(Здобувачкою написано розділи: «Розділ 6. Відбір проб та підготовка їх до аналізу»; «Розділ 7. Визначення вмісту сухої, сухої розчинної речовини та вологи в харчових продуктах»; «Розділ 8. Визначення кислотності плодів і овочів та продуктів їх переробки», підібрано методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції).*

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ 2

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ..... 23

ЗМІСТ 23

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ..... 51

ВСТУП 54

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ ... 71

1.1 Науково-технічні передумови формування сировинної бази та розвитку технологій охолодження і зберігання кісточкових плодів**..... 71**

1.1.1 Виробничо-ресурсний потенціал плодів черешні та вишні для технологічної переробки та зберігання 71

1.1.2 Основні напрями використання плодів черешні та вишні в Україні та світі ……74

1.2. Загальна характеристика плодів черешні та вишні як об’єкта охолодження та зберігання **.....77**

1.2.1. Функціонально-технологічні і якісні показники плодів черешні та вишні як інтегрований результат генетичних та абіотичних чинників..... 77

1.2.2 Моніторинг процесів формування функціонально-технологічних показників плодів черешні та вишні під впливом абіотичних чинників 87

1.3. Теоретичні основи і проблеми охолодження плодової сировини **.....93**

1.3.1. Роль процесу охолодження у збереженні структурно-механічних та функціонально-технологічних властивостей плодів..... 93

1.3.2. Механізми дії холоду на метаболізм плодів 95

1.3.3. Порівняльна характеристика способів та режимів охолодження 98

1.4. Сучасні підходи і проблеми зберігання плодів черешні та вишні**.....105**

1.4.1. Аналіз сучасних способів зберігання плодів черешні та вишні 105

1.4.2 Зміни функціонально-технологічних властивостей плодів під час зберігання 112

1.5 Математичне моделювання процесів охолодження та зберігання плодів **.115**

Висновки до розділу 1 120
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 121
РОЗДІЛ 2 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 157
2.1 Постановка наукової проблеми, формулювання гіпотез та розроблення програми досліджень**.....157**
2.2 Методика проведення експериментальних досліджень **.....172**
2.2.1 Методи визначення компонентів хімічного складу та показників якості плодів ……...172
2.2.2 Розробка методики побудови математичних моделей залежності біохімічних параметрів якості плодів черешні та вишні від абіотичних факторів методом головних компонент 174
2.2.3. Розробка методики побудови математичних моделей залежності функціонально-технологічних і якісних показників плодів черешні та вишні від абіотичних факторів методом методом LASSO 177
2.2.4 Методика оцінювання сенсорних властивостей плодів черешні та вишні у свіжому стані 182
2.2.5. Модифікована методика оптимізації складу захисної композиції для обробки плодів черешні та вишні 185
2.2.6 Методика проведення фізико-математичного моделювання процесів низькотемпературної обробки досліджуваної плодової харчової сировини **...190**
2.2.7. Методика визначення параметрів оцінки якості продукції за використання моделі «плоского факторного поля» **.....197**
2.2.8. Розробка методики вибору свіжих плодів сортів черешні та вишні для виробництва цукатів на основі критеріальних показників 200
2.2.9. Розробка методики вибору сортів для виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні на основі критеріальних показників..201
2.2.10. Методи математичної обробки результатів 206
Висновки до розділу 2**.....206**
Список опублікованих праць за темою дисертаційного дослідження**.....207**

Список використаних джерел до розділу 2 **207**

РОЗДІЛ 3 МАТЕМАТЕЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ 212

3.1. Математечне моделювання процесів формування функціонально-технологічних і якісних показників плодів черешні та вишні методом головних компонент **214**

3.1.1. Математичне моделювання процесів формування сухих розчинних речовин у плодах черешні та вишні методом головних компонент 214

3.1.2. Математичне моделювання процесів формування цукрів у плодах черешні та вишні методом головних компонент 222

3.1.3. Математичне моделювання процесів формування титрованих кислот у плодах черешні та вишні методом головних компонент 228

3.1.4. Математичне моделювання процесів формування аскорбінової кислоти в плодах черешні методом головних компонент 233

3.2. Математичне моделювання процесів формування функціонально-технологічних і якісних показників плодів черешні та вишні методом LASSO **237**

3.2.1. Математичне моделювання процесів формування аскорбінової кислоти в плодах вишні методом LASSO 237

3.2.2. Математичне моделювання процесів формування фенольних речовин у плодах черешні та вишні методом LASSO 240

3.2.3. Математичне моделювання процесів формування технологічних показників плодах черешні та вишні методом LASSO 247

3.3. Сенсорне та комерційне оцінювання досліджуваної плодової продукції **254**

3.3.1. Сенсорне оцінювання плодів черешні та вишні 254

3.3.2 Комерційне оцінювання плодів черешні і вишні 259

Висновки до розділу 3 **267**

Список опублікованих праць за темою дисертаційного дослідження 270

Список використаних джерел до розділу 3 277

РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ.....279
ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ 279
4.1. Оптимізація складу захисної композиції для обробки плодів **.....279**
4.1.1. Результати оптимізації складу захисної композиції для оброблення плодів черешні.....281
4.1.2 Результати оптимізації складу захисної композиції для оброблення плодів вишні ……...285
4.2. Кінетика процесів охолодження плодів черешні та вишні **.....288**
4.2.1. Інтенсивність дихання та кінетика дихального термогенезу плодів черешні і вишні за різних способів охолодження 289
4.2.2. Закономірності перебігу дихальних процесів і тепловиділення плодів залежно від режимів попереднього охолодження 296
4.2.3. Аналіз динаміки втрат маси плодів залежно від застосованого способу попереднього охолодження 301
4.2.4. Динаміка зміни інтенсивності мікробіологічних процесів і фізіологічних розладів за різних способів охолодження.....303
4.2.5. Аналіз динаміки та закономірностей варіації функціонально-технологічних характеристик плодів черешні та вишні під впливом способів попереднього охолодження 306
4.3. Нові технологічні аспекти розроблених технологічних процесів **.....312**
Висновки до розділу 4**.....314**
Список опублікованих праць за темою дисертаційного дослідження**.....316**
Список використаних джерел до розділу 4 **.....317**
РОЗДІЛ 5 ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ.....323
5.1. Процес повільного охолодження досліджуваних плодів **.....323**
5.2. Процес інтенсивного охолодження досліджуваних плодів **.....330**
5.3. Процес гідроохолодження досліджуваних плодів**.....336**
5.4. Процес комбінованого охолодження досліджуваних плодів**.....342**

5.5. Оцінювання результатів фізико-математичного моделювання процесів охолодження плодів черешні та вишні **348**
Висновки до 5 розділу **350**
Список використаних джерел до розділу 5 .....**352**
РОЗДІЛ 6 ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ПЛОДОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ «ПЛОСКОГО ФАКТОРНОГО ПОЛЯ» **354**
6.1. Розробка моделі зміни якісних характеристик плодів у процесі повільного охолодження **354**
6.2Розробка моделі зміни якісних характеристик плодів у процесі інтенсивного охолодження **376**
6.3. Розробка моделі зміни якісних характеристик плодів у процесі гідроохолодження **398**
6.4.Розроблення моделі зміни якісних характеристик плодів у процесі комбінованого охолодження **418**
6.5. Оцінювання динаміки зміни параметрів якості плодів черешні та вишні за результатами моделювання **440**
Висновки до 6 розділу **449**
Список використаних джерел до розділу 6 .....**451**
РОЗДІЛ 7 ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ **452**
7.1. Процес виробництва цукатів із свіжих плодів черешні та вишні **452**
7.1.1. Теоретичні аспекти процесу виробництва цукатів із використанням осмотичної дегідратації з свіжих плодів 452
7.1.2. Аналіз результатів визначення придатності сировини до виробництва цукатів методом багатокритеріальної оптимізації 454
7.1.3. Дослідження впливу властивостей осмотичного агента на кінетику осмотичної дегідратації 458
7.1.4. Нові технологічні аспекти виробництва цукатів із свіжих плодів черешні та вишні 473

7.1.4.1. Виробництво цукатів із темнозабарвлених плодів черешні та вишні .473
7.1.4.2. Виробництво цукатів із світлозабарвлених плодів черешні 480
7.2. Процес виробництва цукатів із попередньо заморожених плодів черешні та вишні**.....481**
7.2.1. Теоретичні аспекти виробництва цукатів із попередньо заморожених плодів черешні та вишні 481
7.2.2. Дослідження впливу заморожування та тривалого зберігання на зміни технологічних, біохімічних та органолептичних показників плодів 485
7.2.2.1. Динаміка величини втрати соку в плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання 485
7.2.2.2. Динаміка сухих речовин у плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання 488
7.2.2.3. Динаміка цукрів у плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання.....489
7.2.2.4. Динаміка титрованих кислот у плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання 491
7.2.2.5. Динаміка аскорбінової кислоти у плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання 492
7.2.2.6. Динаміка суми фенольних сполук у плодах черешні та вишні при заморожуванні та подальшому зберіганні 494
7.2.2.7. Сенсорне оцінювання плодів черешні та вишні під час заморожування та їх подальшого зберігання 495
7.2.3. Аналіз результатів визначення придатності сортів до виробництва цукатів із заморожених плодів методом багатокритеріальної оптимізації.....497
7.2.4. Дослідження впливу властивостей осмотичного агента на кінетику осмотичної дегідратації під час виробництва цукатів із заморожених плодів…….....499
7.2.5. Виробництво цукатів із заморожених плодів черешні та вишні 509
Висновки до розділу 7 **.....512**
Список використаних джерел до розділу 7 **.....517**

РОЗДІЛ 8 ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ У ВИРОБНИЦТВО 525

8.1 Соціальний та економічний ефект від впровадження у виробництво технології комбінованого способу охолодження 525

8.1.1. Формування повної собівартості плодів черешні та вишні під час впровадження комбінованого способу охолодження **..... 529**

8.1.2. Економічна ефективність упровадження запропонованої технології охолодження плодів комбінованим способом 535

8.2. Обґрунтування ефективності виробництва цукатів зі свіжих та заморожених плодів черешні та вишні **..... 540**

8.2.1. Оцінювання ефективності виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні 541

8.2.1.1. Формування виробничої та повної собівартості виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні **..... 543**

8.2.1.2. Основні техніко-економічні показники ефективності впровадження розробленої технології виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні……...545

8.2.2. Оцінювання ефективності виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні 547

8.2.2.1. Формування повної собівартості виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні 547

8.2.2.2. Основні техніко-економічні показники ефективності впровадження розробленої технології виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні……...548

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 8 **..... 558**

Список використаних джерел до розділу 8 **..... 559**

ВИСНОВКИ 561

ДОДАТКИ……..567

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

ВВП	рівень відносної вологості повітряного середовища
ВП	фаза активної вегетації рослин (вегетаційний період)
ВР	реакційно-активні (вільні) радикали
ГТК	показник гідротермічного забезпечення (гідротермічний коефіцієнт)
ГО	спосіб гідроохолодження
ІПС	спосіб охолодження інтенсивним повітрям
КС	комбінований (змішаний) спосіб охолодження
МК	молочна кислота
ОК	оцтова кислота
ППС	повільний повітряний спосіб охолодження
СРР	сухі розчинні речовини
ТК	титровані кислоти
Ц	цукри
ЦКІ	цукрово-кислотний індекс;
в.о.	відносні одиниці
a	коефіцієнт температуропровідності
α	коефіцієнт конвективного теплообміну
Aj	критерії якості плодів для виробництва цукатів в абсолютних одиницях виміру
B	втрати маси плодів
c	теплоємкість
F	розрахункове значення критерія фішера
f^{+}	найвищий рівень j-го критерію аналізованих сортів
$f_j^{опт}$	оптимум j-го критерію
f^{-}	найменший рівень j-го критерію аналізованих сортів

$f_j(x_i)$	нормоване значення j-го критерію для *i*-го сорту
Fo_m	критерій Фур'є
HIP_{05}	найменша істотна різниця для рівня значимості 5 %
$k_{вн}$	коефіцієнт відповідності нормативам якості
L	метод LASSO
l	середній розмір плода (діаметр)
M_0	маса зразка перед початком осмотичної дегідратації
M_1	маса зразка в певний момент часу осмотичної дегідратації визначена експериментальним шляхом
$M_{Ц0}$	початкова масова частка цукрів
$M_{Ц1}$	масова частка цукрів, визначена за етапами дегідратації
$M_{СРР0}$	початкова масова частка сухих розчинних речовин
$M_{СРР1}$	масова частка сухих розчинних речовин
$M_{В0}$	початкова масова частка води в зразку перед дегідратацією
MSE_{λ_S}	середнє значення помилки прогнозу за методом LASSO
$m_{пл}$	маса плоду
Nu	критерій Нуссельта
ρ	густина продукції
PC_i	головні компоненти
P	середній рівень щодобових втрат
R^2	коефіцієнт детермінації
RSS^q	сума квадратів залишків регресії або помилка прогнозу за методом LASSO
R^2	коефіцієнт детермінації
Re	критерій Рейнольдса
$S_{пл}$	площа поверхні плоду
$S_{пр}$	площа правильного багатокутника
t	критерій Стьюдента
τ	час обробки одного завантаження продукції

VIF	коефіцієнт інфляції дисперсії
$V_{пл}$	об’єм плоду
υ	кінематична в’язкість холодоносія
v	лінійна швидкість руху потоку холодоносія
x_i	погодний фактор
$x^и$	ідеальний сорт (з оптимальними значеннями критеріїв)
y_i	кількість спостережень
Δ_i	дельта-коефіцієнт
z_{ij}	нормоване значення показника
Vp, %	коефіцієнт варіації
$r_{Y\ \ X_i}$	парний коефіцієнт кореляції для груп сортів
Δ_i	частка впливу погодного фактору на результуючий показник
λ	коефіцієнт теплопровідності
Θ	безрозмірна температура
$\varphi_{ся}$	коефіцієнт спадання якості
$\varphi_{зя}$	відносний коефіцієнт зростання якості
(x_i)	цільова функція і-го сорту
∇M_B	втрата води за певний період дегідратації t
M_{B1}	масова частка води після певного періоду (t) дегідратації, г.
$\upsilon\ \Delta M_в$	швидкість втрати вологи
$\Delta M_Ц$	накопичення цукрів (г) за певний період дегідратації t
$\upsilon\Delta M_Ц$	швидкість накопичення цукрів
t	тривалість певного періоду дегідратації
$k_{ОСМ}$	осмотичний коефіцієнт

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні вимоги до забезпечення продовольчої безпеки зумовлюють необхідність функціонування стійких та адаптивних продовольчих систем, ключовим компонентом яких є плодова продукція як джерело біологічно активних речовин. Незважаючи на відносно низьку енергетичну цінність, плоди відіграють винятково важливу роль у формуванні здорового харчування завдяки високій концентрації вуглеводів, вітамінів, фенольних сполук, органічних кислот, мінералів, фітонутрієнтів та інших нутрацевтиків. Уміст біологічно активних речовин у плодах може коливатися в межах 10–20 %, що зумовлює їх антиоксидантний, протизапальний, імуномодулювальний потенціал і, відповідно, доцільність щоденного споживання населенням упродовж усього року.

Проте згідно з оцінками Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), щорічні втрати плодів у ланцюгах постачання коливаються в межах 40–50 % від загального обсягу виробництва. Високий рівень втрат зумовлений їх біологічною нестабільністю, чутливістю до температурного, мікробіологічного та механічного впливів, а також сезонною нерівномірністю логістичних потоків.

Одним із найефективніших напрямів мінімізації таких втрат є науково обґрунтоване застосування процесу охолодження як ключового етапу в системі зберігання сировини та виробництва функціонального харчового продукту. Охолодження як фізико-технологічний процес реалізується на основі принципу анабіозу й забезпечує пролонговане пригнічення ферментативної активності та мікробіологічних змін, що сприяє подовженню терміну зберігання сировини, збереженню її морфологічної структури, біохімічного профілю, функціональних властивостей та сенсорних характеристик. В умовах сучасного харчового виробництва особливого значення набуває не лише регулювання температурного режиму, а й системний підхід до охолодження, що охоплює фізико-математичне

моделювання тепло- і масопереносу, адаптацію режимів до анатомо-фізіологічних характеристик об’єкту впливу штучного холоду та інтеграцію з подальшими стадіями виробництва готового продукту.

Науковим пошуком шляхів удосконалення наявних способів охолодження та подальшого холодильного зберігання займалися українські вчені: І. Г. Чумак, Є. Ф. Балан, В. А. Колтунов, В. М. Найченко, О. В. Бендерська , О. С. Біліченко, М. Є. Сердюк, Л. М. Шевчюк, В. Ф. Ялпачик, О. П. Прісс, І. П. Паламарчук, О. В. Василишина, М. М., Самілик, а також зарубіжні – Crispoto C. H., Mitcham E. J., Kader A. A., Habib M., Bhat M., Dar B. N., Wani A. A. Chiabrando V., Garavaglia L., Gicalone G. Їхні праці присвячені формуванню біоенергетичних основ холодильної обробки, зберігання та транспотрування рослинної сировини, вивченню механізмів дозрівання та старіння плодів, дії температурних чинників, регульованого газового середовища, впливу охолодження на ферментативну активність, фітогормональний баланс та мікробіологічну стабільність. Особливо цінними є дослідження щодо розробки систем попереднього охолодження та наукове обґрунтування параметрів повітряного й гідроохолодження.

Попри наявні досягнення низка питань досі відкриті. Аналіз сучасного рівня наукової інформації щодо процесів холодильної обробки плодової продукції свідчить про фрагментарність підходів до вирішення проблеми збереження її якості. Наявні дослідження переважно зосереджено на окремих аспектах зберігання, але немає інтегрованого наукового підходу, що поєднує моделювання процесів охолодження, аналіз впливу абіотичних стресорів та розробку технологій мінімізації втрат. Крім того, недостатня і кількість науково-обґрунтованих підходів щодо вибору сировини для зберігання та подальшого виробництва функціонального харчового продукту. Не встановлено надійні індикатори абіотичних стресів, які впливають на формування якісних параметрів плодів, що істотно ускладнює прогнозування термінів їх зберігання. На сьогодні відчутною є нестача систематизованих наукових даних щодо термодинамічних, теплофізичних та масообмінних

характеристик плодів під час охолодження, що ускладнює математичне моделювання та прогнозування змін якості в логістичному ланцюгу «поле – виробництво харчового продукту – споживач». Це ускладнює раціональне проєктування режимів охолодження з урахуванням типу сировини, цільового призначення та подальшого виробництва готового продукту із заданими функціональними властивостями.

У сучасних наукових дослідженнях простежується недостатня наукова обґрунтованість параметрів процесу охолодження плодової сировини, яка враховує взаємозв’язок між термофізичними властивостями сировини, умовами охолодження та подальшими змінами її структурно-механічних, біохімічних і органолептичних характеристик у процесах зберігання та глибинної переробки цієї продукції. Недостатньо обгрунтовано й робочі режими досліджуваних процесів, зменшення ефективності використання сучасного холодильного обладнання, що стримує впровадження ресурсозбережних технологій у виробництво харчових продуктів із плодоовочевої сировини, підвищеною якістю та збереженою біологічною цінністю.

Окрім того, за наявності достатньої кількості експериментальних досліджень властивостей плодово-ягідної продукції, рекомендацій та практичних підходів щодо поліпшення технологій зберігання та низькотемпературного оброблення сировини, оцінювання якісних характеристик продукції та прогнозування її якісного стану не відзначається ефективністю через відсутність достатньо точних математичних моделей якості, обмеження факторного простору, що відображають комплекс процесів тепломасообміну, фазових і біохімічних перетворень під час охолодження плодів із різними морфологічними характеристиками. Як наслідок, відсутність ефективних математичних алгоритмів, які відображають вплив основних параметрів досліджуваних процесів, взаємозв’язки між якісними характеристиками продукції; це ускладнює раціональне проєктування режимів охолодження з урахуванням типу сировини, цільового призначення та

подальшого виробництва готового продукту із заданими функціональними властивостями.

Для вирішення окреслених наукових проблем під час досліджень і математичного моделювання використано такі наукові гіпотези:

1. *Концептуальна технологічна гіпотеза* передбачає, що комбінований підхід до охолодження плодової сировини, який поєднує гідроохолодження з біологічно-активними речовинами та керованим охолодженням в інтенсивному повітряному середовищі, дасть змогу оптимізувати масообміні процеси, сповільнити біохімічні зміни, знизити втрати поживних речовин і зберегти якість сировини під час подальшого виробництва готового продукту (зокрема цукатів), що забезпечить підвищення економічної ефективності і стабільність технологічного процесу.

2. *Концептуальна процесна гіпотеза* стверджує, що створення багатофакторних математичних моделей процесу охолодження плодової сировини, які враховують морфологічну структуру плодів, їхні фізико-хімічні властивості, теплопровідність, коефіцієнти масообміну та параметри зовнішнього середовища, дасть змогу спрогнозувати динаміку температурних і вологісних змін у товщі плодів із високою точністю. Використання цих моделей у поєднанні з експериментальним дослідженням дасть змогу обґрунтувати енергоефективні режими охолодження, що забезпечують мінімальні втрати маси, біоактивних речовин і якісних показників під час подальшого зберігання і виробництві готового продукту, зокрема цукатів.

Наукові гіпотези для реалізації математичного моделювання якісного стану плодово-ягідної продукції мають такий вигляд:

Перша гіпотеза: якісний стан виробів визначають кількісно за безрозмірними величинами, отриманими через співвідношення між нормативними та поточними оціночними характеристиками.

Друга гіпотеза: оціночні характеристики створюють відповідні якісні простори, диференційований та інтегрований прояв яких свідчить про стан виробів.

Третя гіпотеза: точність математичних моделей оцінювання якості продукції визначають кваліфікованим вибором оціночних характеристик, які мають адекватно описати якісний стан виробів; підвищується зі збільшенням кількості використаних якісних характеристик об'єкту дослідження.

Недостатньо дослідженими є і питання комплексного впливу охолодження в поєднанні з біологічно активними речовинами на структурно-механічні, мікробіологічні та сенсорні характеристики плодів у процесі зберігання.

Отже, дослідження наукових основ процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці є *актуальним* багатокомпонентним завданням харчової науки. Його реалізацію спрямовано на мінімізацію післязбиральних втрат, розроблення нових підходів до ідентифікації об'єктивних чинників, які визначають динаміку збереження якості та потенціал лежкості плодової продукції на всіх етапах логістичного ланцюга – від поля до кінцевого споживача. Формування науково обґрунтованих режимів охолодження і зберігання сприятиме підвищенню ефективності використання сировинних ресурсів і впровадженню принципів безвідходного технологічного циклу під час переробки фруктів. Проте питання інтеграції інноваційних технологій у системи зберігання і переробки плодової сировини досі недостатньо вивчено, вони потребують подальшого наукового опрацювання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження проведено впродовж 2007–2019 років у лабораторії харчових технологій відділу харчових і переробних технологій НДІ агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Для експериментальних досліджень було використано матеріально-технічну базу навчально-наукової лабораторії біохімічних досліджень, лабораторії зберігання плодів та овочів, лабораторії мікробіологічних досліджень кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи, а також навчально-наукову лабораторію процесів і

апаратів і лабораторії холодильного устаткування кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф. Ю. Ялпачика Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь). Дисертаційну роботу виконано у межах науково-дослідних програм «Розробка наукових основ систем технологій і технічних засобів для переробки сільськогосподарської продукції» (ДР № 0102U000680), «Розробка нових і вдосконалення існуючих технологій зберігання продукції рослинництва з використанням антиоксидантних препаратів» (ДР № 0107U008969), «Розробка нових і вдосконалення існуючих технологій зберігання та первинної обробки продукції рослинництва в степовій зоні України за умов глобального потепління» (ДР № 0111U002553), «Обґрунтування та розробка нових і вдосконалення існуючих технологій охолоджених та консервованих рослинних продуктів» (ДР № 0116U002734), «Розроблення інноваційних технологій харчової та кулінарної продукції» (ДР № 0121U110200).

Впровадження результатів досліджень в освітній та виробничий процес проводили з 2021 до 2025 роки на базі Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь, м. Запоріжжя), а у виробничий процес була проведена на підприємствах ТОВ МЖК «Південний» (2020–2021 рр.), ТОВ «Мошурівський консервний завод» (2023–2024 рр.), ПрАТ «Київський маргариновий завод» (2024 – 2025 рр.).

Мета і завдання досліджень. Мета дисертаційної роботи – науково обґрунтувати доцільність застосування алгоритму, що характеризує функціонально-технологічний та якісний стан плодів черешні та вишні, розробити параметри процесів повітряного конвективного, рідинного та комбінованого способів холодильної обробки за дії захисної композиції з органічних кислот, обґрунтувати технології виробництва цукатів зі свіжої та замороженої сировини шляхом формування необхідної експериментальної бази характеристик плодів черешні та вишні, математичного моделювання під час використання методів головних компонент, LASSO, глобальної та

багатокритеріальної оптимізації, теорії розмірностей, факторних просторів, сенсорної, соціальної та техніко-економічної оцінки.

Відповідно до поставленої мети сформульовано такі **завдання** дослідження:

– провести науково-обґрунтований аналіз сучасного стану та перспектив розвитку технологічних процесів охолодження і зберігання плодової сировини, зокрема плодів черешні та вишні, з урахуванням тенденцій формування сировинної бази, вимог до якості продукції та техніко-економічних параметрів функціонування холодильних систем у харчовій промисловості;

– розробити математичні моделі залежностей функціонально-технологічних показників плодів черешні та вишні від абіотичних факторів, що дають змогу встановити закономірності їх впливу на фізіолого-біохімічні процеси, прогнозувати збереження якості сировини в умовах холодильного зберігання та подальшого виробництва харчового продукту.

– розробити захисну органічну композицію, оптимізувати концентрацію компонентного складу та дослідити її вплив на динаміку масообмінних, фізіологічних і мікробіологічних процесів у плодах під час холодильного зберігання;

– дослідити та проаналізувати вплив різних способів попереднього охолодження на динаміку масообмінних, фізіологічних, мікробіологічних і функціонально-технологічних процесів у плодах під час холодильного зберігання;

– побудувати узагальнені фізико-математичні моделі охолодження плодів із використанням безрозмірних критеріїв, що описують динаміку тепломасообміну та дають змогу адаптувати режими зберігання до різних технологічних умов;

– провести математичне моделювання змін якісних показників плодів залежно від сукупності фізичних, фізіолого-біохімічних і мікробіологічних параметрів методом «факторного плоского поля» з подальшою візуалізацією

багатофакторного впливу.

– сформулювати наукові принципи та технологічні підходи до використання процесів осмотичної дегідратації в переробці плодів черешні та вишні, встановити раціональні режими обробки для різних типів сировини, ідентифікувати біохімічні маркери збереження якості та сенсорні критерії готового харчового продукту – цукатів зі стабільними структурними та органолептичними властивостями.

– проаналізувати техніко-економічні показники ефективності з позицій ресурсозбереження, зменшення післязбиральних втрат та підвищення доданої вартості інтегрованої технології зберігання плодів черешні та вишні в умовах штучного холоду й подальшого виробництва цукатів.

– промислово апробувати інтегровану технологію зберігання плодів черешні та вишні в умовах штучного холоду й подальшого виробництва цукатів, оцінити технологічну надійність та відтворюваність розроблених процесів у виробничих умовах.

Об'єкт дослідження – процеси фізико-хімічної та біохімічної трансформації заморожування, осмотичної дегідратації плодів черешні та вишні; способи охолодження плодової сировини в умовах холодильного зберігання з використанням органічних композицій, технології переробки.

Предмет дослідження – технологія охолодження і зберігання плодової продукції з використанням органічних композицій, цукати зі свіжих та заморожених плодів, режими реалізації осмотичної дегідратації, фізичні, біохімічні, товарні, технологічні та сенсорні показники плодів черешні і вишні та готового функціонального продукту – цукатів.

Методи досліджень. Під час виконаня роботи використано як взаємопов'язані загальнонаукові, так і спеціальні методи, що їх спрямовано на всебічне дослідження закономірностей попереднього охолодження та зберігання плодів черешні та вишні. З-поміж загальнонаукових методів основними були аналітичний (для формування теоретичного підґрунтя роботи з критичного опрацювання науково-технічної літератури та результатів

проведених досліджень), синтетичний (для інтегрованого представлення отриманих результатів та узагальнення висновків), спостереження (для отримання показників якості та структурно-механічного стану плодової сировини під час попереднього охолодження, зберігання та переробки), експериментальний метод (для розроблення та реалізації схеми лабораторних випробувань із визначення параметрів процесу), моделювання (для створення і перевірки математичних моделей, що описують кінетику процесів тепло- та масообміну), індуктивно-дедуктивний підхід (для зіставлення результатів моделювання з емпіричними даними та виявлення закономірностей), сенсорний аналіз (для визначення якісних характеристик плодової продукції впродовж зберігання та переробки). Зі спеціальних методів застосовано математико-статистичну обробку (для оцінювання достовірності та відтворюваності експериментальних результатів), порівняльно-розрахунковий метод (для визначення економічної доцільності й ефективності технологічних рішень щодо зберігання плодів після обробки органічними композиціями, переробки плодів черешні та вишні на цукати).

Наукова новизна одержаних результатів.

На підставі теоретичних та експериментальних досліджень узагальнено отримані результати, розроблено та науково обґрунтовано процеси охолодження плодової сировини для подовження термінів зберігання та збереження якісного нутрієнтного складу плодів черешні та вишні. Проведено фізико-математичне моделювання масообмінних процесів під час охолодження плодів черешні та вишні, а також моделювання зміни їх якісного стану у функції від керованих технологічних параметрів. Розроблено та науково обґрунтовано інтегрований технологічний підхід до попереднього охолодження і подальшого зберігання плодів з використанням органічних композицій антимікробної дії, що сприяють пропонуванню термінів зберігання. Обґрунтовано раціональні технологічні параметри осмотичної дегідратації як методу отримання функціонального харчового продукту з високим ступенем збереженості біологічно активних речовин, фітонутрієнтів

та структурно-механічної стабільності у свіжих, заморожених плодах та цукатах з черешні та вишні.

У результаті комплексу аналітичних, експериментальних і виробничих досліджень вперше:

– на основі розроблених математичних моделей формування якісного складу плодів черешні та вишні залежно від абіотичних факторів агроекологічного походження із використанням методу головних компонент і LASSO-регресії, встановлено ключові предиктори варіації біохімічних і технологічних параметрів та створено аналітичну базу для прогнозування придатності сировини до тривалого зберігання та технологічної переробки;

– на основі фізико-хімічного аналізу та результатів стохастичного математичного аналізу проведено наукове обґрунтування можливості застосування біокомпозицій при застосуванні молочної та оцтової кислот для післязбиральної обробки плодів черешні та вишні з метою пригнічення мікробіологічної контамінації та стабілізації фізіолого-біохімічного стану сировини на етапах транспортування і холодильного зберігання;

– за результатами проведеного регресійного математичного моделювання із використанням методу найменших квадратів у межах досліджуваного факторного простору проведена оптимізація складу біокомпозиції на основі органічних кислот; визначено оптимальні концентрації з урахуванням мінімізації втрат маси, інтенсивності дихання, мікробіологічної стабільності та збереження біохімічного складу;

– науково обґрунтована доцільність інтеграції технологій охолодження з обробкою захисними біокомпозиціями як синергічного підходу до збереження біохімічного потенціалу, структурно-механічних, сенсорних властивостей плодів;

– досліджено та науково-обґрунтовано вплив різних способів охолодження на динаміку масообмінних, фізіологічних, мікробіологічних і функціонально-технологічних процесів у плодах черешні та вишні під час холодильного зберігання;

– на основі 2 теореми подібності Федермана-Букінгема та теорії розмірностей були складені критеріальні рівняння при використанні критеріїв Рейнольдса, Фур'є, Нуссельта; що дозволило отримати залежності основних параметрів процесів низькотемпературної обробки досліджуваних сортів вишні та черешні, сформувати рекомендований ряд параметрів робочого режиму при допомозі відповідної розрахункової програми для процесів повільного, інтенсивного, гідродинамічного та комбінованого охолодження з метою забезпечення ефективного перебігу конвективного теплообміну за контрольованої зміни досліджуваних характеристик;

– вперше оцінку якості досліджуваних плодів проводили математичним моделюванням методом «факторних площ» на основі результатів експериментального визначення основних параметрів досліджуваних процесів повільного, інтенсивного, гідродинамічного та комбінованого охолодження при допомозі таких критеріїв оцінки як факторні площі негативних та позитивних параметрів якості, коефіцієнти зростання $k_{яз}$ та спадання якості, коефіцієнт відповідності нормативам якості $k_{вн}$, питомі коефіцієнти зростання $\varphi_{яз}$ та спадання якості $\varphi_{яс}$, які дозволяють провести ефективний порівняльний аналіз основних характеристик плодів з нормативними, прогнозувати зміну якісних характеристик у процесі зберігання та перспективність досліджуваних сортів черешні та вишні. За даного методу реалізується об'єктивний аналіз якості продукції при застосуванні необмеженої кількості експериментальних параметрів якості досліджуваних плодів, які у процесі математичного аналізу були представлені у безрозмірному вигляді.

Подальший розвиток отримали:

– наукові підходи до використання штучного холоду як ключового фактору забезпечення збереження якісних показників напівфабрикатів із черешні та вишні на етапах підготовки до виробництва цукатів;

– методологія багатокритеріального аналізу та вибору параметрів товарної якості, хімічного складу та сенсорних характеристик свіжих і

заморожених напівфабрикатів, що забезпечують формування цукатів з високою харчовою та функціональною цінністю.

Наукова новизна технічних рішень підтверджена 8 патентами на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів полягає у впровадженні інноваційного підходу до зберігання плодів черешні та вишні, що включає застосування біокомпозиції у поєднанні з гідроохолодженням – як комбінованого способу технологічної обробки. Вперше розроблено методичні підходи до прогнозування змін якісних показників та харчової цінності плодової продукції під час зберігання, що ґрунтуються на виявлених предикторах втрат маси, зниження біохімічної стабільності та функціональної цінності плодів.

На підставі теоретичних та експериментальних досліджень узагальнено отримані результати, розроблено та науково обґрунтовано процеси охолодження плодової сировини для подовження термінів зберігання та збереження якісного нутрієнтного складу плодів черешні та вишні. Розроблено та науково обґрунтовано інтегрований технологічний підхід до попереднього охолодження і подальшого зберігання плодів з використанням органічних композицій—антимікробної дії, що сприяють пролонгуванню строків зберігання. Обґрунтовано раціональні технологічні параметри осмотичної дегідратації як методу отримання функціонального харчового продукту з високим ступенем збереженості біологічно активних речовин, фітонутрієнтів та структурно-механічної стабільності у свіжих, заморожених плодах та цукатах з черешні та вишні.

Запропоновані моделі та регламентовані параметри комбінованого охолодження дозволять виробникам харчового продукту завчасно оцінювати придатність плодів до тривалого зберігання або технологічної переробки, оптимізувати логістику сировинних потоків, зменшити післязбиральні втрати та забезпечити стабільну якість продукції. Виробничі випробування розробленої технології у реальних умовах холодильних і харчових

підприємств підтвердили її ефективність у подовженні термінів зберігання плодів з мінімізацією втрат сенсорних властивостей та збереженням високої біологічної цінності.

Науково обґрунтовано та розроблено комплексну технологію охолодження й зберігання плодів черешні та вишні, що забезпечує максимальне збереження їхнього нутрієнтного складу. Запропоновано інтегрований підхід до подовження термінів зберігання шляхом поєднання попереднього охолодження з використанням органічних антимікробних композицій. Визначено раціональні параметри осмотичної дегідратації, що дозволяють стабілізувати структуру та зберегти біологічно активні речовини у свіжих, заморожених плодах і цукатах.

На базі Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь, м. Запоріжжя) апробація результатів досліджень в виробничий процес була проведена на підприємствах ТОВ МЖК «Південний» (2020–2021 рр.), ТОВ «Мошурівський консервний завод»» (2023–2024 рр.), ПрАТ «Київський Маргариновий Завод» (2024–2025 рр.).

Реалізація роботи. Впровадження результатів досліджень: ТОВ МЖК «Південний», акти проведення дослідно-промислових перевірок за терміни 10.06.2021-01.09.2021; 30.05.2020-01.02.2021; 01.06.2020-30.12.2020 та 30.05.2020-01.09.2020. ПрАТ «Київський маргариновий завод», акти проведення дослідно-промислових перевірок за терміни 28.05.2024-02.09.2024; 28.05.2024-29.01.2025; 04.06.2024-29.12.2024; 28.05.2024-01.09.2024. ТОВ «Мошурівський консервний завод», акти проведення дослідно-промислових перевірок за терміни 26.05.2024-5.03.2025; 03.06.2024-28.12.2024; 28.05.2024-01.09.2024; 27.05.2024-01.09.2024.

Результати дисертаційної роботи впроваджено в освітній процес Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, що знайшло відображення в навчально-методичних розробках із дисциплін: «Технологія зберігання плодів та овочів», «Технологія сушіння плодів та овочів», «Технологія консервування плодів та овочів», «Процеси та апарати харчових виробництв», «Основи наукових досліджень в плодівництві

та виноградарстві», «Сільськогосподарська мікробіологія», «Науково-дослідна робота студентів», «Методологія та організація наукових досліджень з оновами інтелектуальної власності», «Статистичні методи аналізу та математичне моделювання у харчових технологіях, «Інноваційні технології галузі».

Визначені режимні параметри процесу осмотичної дегідратації мають універсальний характер, їх можна застосовувати не лише для зневоднення плодів черешні та вишні, що слугували об’єктами цього дослідження, але і для інших видів плодової сировини з подібними структурно-функціональними властивостями. Запропонований підхід придатний до масштабування на виробничі потужності різного рівня, що забезпечує його технологічну гнучкість і можливість промислового впровадження. Розроблена математична модель та оптимізаційні залежності процесів зберігання дає змогу інтегрувати комбіновані режими охолодження в системи тривалого зберігання плодів.

Технічні рішення, підтверджені патентами на корисну модель, мають прикладне значення, їх можна використати в харчовій промисловості для підвищення ефективності технологій зберігання та переробки фруктової сировини.

Екологічна ефективність розробленого способу полягає в зменшенні навантаження на довкіллія через скорочення витрат на вирощування сировини, через зниження логістичних витрат за рахунок комплексної переробки сировини та виробництва декількох харчових продуктів у межах одного підприємства, через скорочення енергоносіїв за рахунок інтенсифікації процесу зневоднення плодової сировини й зменшення числа органічних відходів, оскільки спосіб передбачає безвідходну переробку.

Соціально-економічна ефективність від впровадження розробок у практику полягає в розширенні асортименту харчових продуктів із доданою вартістю на основі свіжих та заморожених напівфабрикатів як доступної сировини, збільшення числа зайнятого населення в сільській місцевості.

Особистий внесок здобувача. Усі результати, представлені в

дисертаційній роботі, здобувач отримала особисто. Автор самостійно теоретично обґрунтувала тему, сформулювала наукову проблему, концептуальні та робочі гіпотези, мету, завдання та програму досліджень, а також розробила методичні підходи до їх реалізації. За безпосередньої участі здобувача проведено експериментальні дослідження у лабораторних і виробничих умовах, здійснено оброблення та узагальнення отриманих даних, виконано розрахунок показників економічної ефективності впровадження запропонованої технології. На основі проведених досліджень сформульовано наукові висновки, розроблено практичні рекомендації, підготовлено наукові публікації та оформлено патентну документацію.

Формування складу варіантів концентрацій органічних композицій, способів попереднього охолодження плодів, формулювання технологічних аспектів переробки плодів черешні і вишні на цукати, обговорення та узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим консультантом – доктором технічних наук, професором М. Є. Сердюк. Математичну інтерпретацію експериментальних даних у розділах 3 та 4 виконано спільно з професором Малкіною В.М.

Здобувач здійснювала наукове керівництво аспірантами Пендрак Я. І. та Басянець С. В. У співавторстві брала участь у плануванні експериментальних досліджень, визначенні методичних підходів, у проведенні експериментів, обробленні та аналізуванні отриманих результатів. Автор також інтерпретувала й узагальнювала експериментальні дані, готувала наукові доповіді та брала участь у підготовці публікацій за результатами спільних досліджень.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційного дослідження доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на: щорічних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу Таврійського державного агротехнологічного університету (2007–2025 рр., м. Мелітополь – м. Запоріжжя); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології в рослинництві та землеробстві» (м.

Житомир, 2025 р.), XI Міжнародній науково-практичній конференції «Органічне виробництво і продовольча безпека» (м. Житомир, 2024 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва» (м. Запоріжжя, 2023 р.), X Міжнародній науково-практичній ІНТЕРНЕТ-конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Прага, 2023 р.), VII Міжнародній науково-практичній конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії» (м. Черкаси, 2023 р.), III Міжнародній науково - практичній конференції «Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення» (м. Житомир, 2022 р.), III International scientific and practical conference «Perspectives of world science and education» (Osaka, Japan, 2019), VIII Міжнародній науково-практичній ІНТЕРНЕТ-конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Прага, 2018), Міжнародній науково-практичній конференції «Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства» (м. Мелітополь, 2018), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК» (м. Мелітополь, 2016 р., 2015 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Практичне природне землеробство: якість продукції, ефективність, перспектив» (м. Мелітополь, 2013 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату» (м. Мелітополь, 2013 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління» (м. Мелітополь, 2009 р.).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковано у 74 наукових та навчальних працях, з яких 1 монографія, 20 статей у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України, та/або наукових періодичних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 20 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 9 статей у інших наукових виданнях, 8 патентів України на корисну модель та 1 свідоцтво на

торговельну марку CHERRY SWEETS, 14 тез наукових доповідей, 1 підручник.

Структура та обсяг роботи. Дисертація викладена у 2 томах: Том 1. Результати досліджень. Том 2. Додатки, які викладено обсягом 566 та 262 сторінки відповідно. Дисертаційна робота (Том 1) містить 78 таблиць, 104 рисунки та складається зі вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел, що налічує 484 найменувань, з них 377 латиницею. Том 2 дисертаційної роботи представлений 11 додатками.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

1.1 Науково-технічні передумови формування сировинної бази та розвитку технологій охолодження і зберігання кісточкових плодів

1.1.1 Виробничо-ресурсний потенціал плодів черешні та вишні для технологічної переробки та зберігання

Пріоритетним напрямом трансформації продовольчих систем є впровадження технологій, що поєднують цілі сталого розвитку народного господарства з формуванням збалансованого харчування населення [1; 2]. Важливим завданням стає зменшення екологічного навантаження харчових систем, зокрема через оптимізацію технологічних процесів переробки та створення стійких ланцюгів постачання [3]. Плодова продукція відіграє ключову роль у розв’язанні проблем продовольчої безпеки та здорового харчування. Переробка продукції відкриває додаткові можливості для підвищення ресурсного потенціалу та мінімізації післязбиральних втрат, що є важливим чинником у досягненні Цілей сталого розвитку [4; 5]. Сучасні технології зберігання, переробки та виробництва продуктів на основі фруктів дають змогу не лише подовжити термін їхього споживання, а й створювати нові продукти з високою харчовою та функціональною цінністю [3; 6]. Визнання цієї ролі підкреслює проголошення Генеральною Асамблеєю ООН 2021 року Міжнародним роком фруктів і овочів, адже саме розвиток переробної галузі дає змогу посилити їхній внесок у стійкість продовольчих систем [7].

Україна традиційно займає провідні позиції у виробництві плодової сировини для переробки. Зокрема, з 1991 року наша держава стабільно входить до першої десятки світових виробників черешні (9-те місце за даними ФАО), врожайність якої перевищує середньосвітовий показник у 1,2 раза.

Виробництво черешні повністю задовольняє потреби внутрішнього ринку та переробної промисловості. За даними Української асоціації аграрного експорту, країна посідає друге місце у світі за валовим збором черешні, щорічно виробляючи близько 133 тис. тонн цієї культури [8]. Це створює значний потенціал для розвитку інноваційних напрямів її промислової переробки — виробництва соків, концентратів, цукатів, сушених та заморожених продуктів, що розширює можливості інтеграції України у світові ринки.

Сприятливі природно-кліматичні умови України та адаптований національний сортимент створюють оптимальні передумови для успішного культивування черешні. Основні площі виробництва зосереджено в південних регіонах, де клімат максимально відповідає біологічним потребам культури. Водночас широкомасштабне воєнне вторгнення призвело до зниження виробничих показників: площі насаджень і валове виробництво скоротилися на 14 % проти 2021 р. [9].

У глобальному вимірі близько 70 % світового виробництва солодкої вишні зосереджено в європейських країнах, 20 % – в Азії та 10 % – у Північній Америці [10; 11]. Попри це, темпи зростання досі недостатні, бо для задоволення світового попиту потрібно щонайменше 14 млн тонн плодів, тоді як фактичні обсяги виробництва майже в 6,5 рази нижчі. Це відкриває перспективи для українських виробників, адже розширення промислового вирощування конкурентоспроможної черешні, орієнтованої на експорт, може посилити позиції країни на світовому ринку. Для цього в Україні вже створено необхідні агротехнологічні та переробні передумови [12; 13].

У центральних і північних регіонах частка кісточкових культур представлена переважно вишнею. Зростання попиту на її споживання останніми роками стимулювало збільшення виробництва цієї культури. Окрім привабливого зовнішнього вигляду та високих смакових характеристик, вишня має виражені нутрицевтичні властивості та корисний вплив на здоров’я людини [14]. Завдяки цьому вона становить особливу цінність для переробної

промисловості, де їх використовують у виробництві соків, концентратів, сушених і заморожених плодів, кондитерських напівфабрикатів та інших продуктів із підвищеною функціональною цінністю.

Україна входить у трійку світових лідерів із виробництва вишень [15]. За статистикою «Укрсадпрому», у 2023 році загальне виробництво вишні у всіх категоріях господарств становило 162,2 тис. тонн [16]. Попри незначне зниження у 2023 році, загальна динаміка виробництва стабільна, хоча й у межах ±10 % щороку. Фактором, що обмежує масштаби промислових виробничих потужностей і впровадження інновацій, є висока частка господарств населення (≈93 %) у структурі вирощування кісточкових культур. Крім того, нарощування потужностей в умовах системної нестачі плодоовочесховищ, призводить до накопичення сировинних залишків, які не можна реалізувати в потрібні терміни.

Аналіз сучасної структури реалізації плодової продукції в Україні свідчить, що основні обсяги збуту здійснюють через посередницькі ланки (близько 53 %) та роздрібні канали – ринки, магазини й тимчасові торговельні точки (приблизно 38 %). Провідну роль у забезпеченні внутрішнього ринку відіграє Херсонська область, на частку якої припадає понад третина загального обсягу реалізованих плодів (приблизно 36 %), що відповідає її позиції лідера з виробництва кісточкових культур. Частка продукції, яка надходить на переробні підприємства, незначна – близько 9 %, хоча саме цей напрям реалізації мав би стати пріоритетним в умовах недостатньої розвиненості інфраструктури зберігання та охолодження. Розвиток переробної галузі в Україні відбувається уповільненими темпами, що частково зумовлено домінуванням іноземного капіталу: власники багатьох підприємств віддають перевагу використанню імпортної, більш доступної за ціною сировини. У господарствах населення близько 20 % урожаю кісточкових плодів реалізують на місцевих ринках, тоді як більша частка (65–70 %) використовують для власних потреб – у свіжому вигляді або для домашньої переробки. Така

структура свідчить про недостатню інтеграцію дрібнотоварного сектору в промислові ланцюги виробництва та зберігання плодової продукції.

Вишні та черешні мають дуже короткий маркетинговий цикл і найбільше їх (75 %) продають у червні-липні. Для подовження маркетингового періоду кісточкових плодів і збільшення частки реалізованої продукції необхідно застосовувати технологічні прийоми для подовження термінів зберігання в охолодженому та замороженому вигляді. Збільшення зацікавленості виробничників у таких стратегіях підтверджується найбільшим в історії України обсягом експорту заморожених ягід та інших фруктів – 87 тис. тонн у 2023 році [17].

1.1.2 Основні напрями використання плодів черешні та вишні в Україні та світі

Сьогодні в розвинутих країнах із високими доходами населення спостерігається зростання попиту на свіжі ягоди, ягідну продукцію, розширюється видовий склад ягід і фруктів на світовому ринку [18]. Черешні (Prunus avium L.) та вишні (Prunus cerasus L.) є популярними кісточковими плодами, які цінують не лише за привабливий смак, але й за високий вміст біологічно активних речовин, зокрема поліфенолів із потужною антиоксидантною дією [19]. Їх споживання асоціюється з низькою енергетичною цінністю (близько 63 ккал для черешень та 50 ккал для вишень у 100 г продукту) й одночасно зі значним вмістом фенольних сполук (приблизно 180 мг та 250 мг галової кислоти відповідно) [20]. Такий ефект пояснюють, зокрема, вмістом антоціанів (170 мг у черешнях і 55 мг у вишнях) та гідроксикоричних кислот.

Упродовж останнього десятиліття численні дослідження підтверджують фізіологічні переваги споживання плодів черешні та вишні. Вони є важливим компонентом здорового харчування людини завдяки вмісту моноцукрів, вітамінів, антиоксидантів поліфенольної природи, а також завдяки високим десертним і технологічним характеристикам. Науково доведено, що регулярне

споживання цих плодів має протиподагрову дію, яка проявляється в зниженні рівня сечової кислоти в крові. Антоціани, що домінують у складі обох культур, демонструють виражені протизапальні та антипроліферативні властивості. Вони інгібують процеси пероксидного окиснення ліпідів, перевищуючи за ефективністю деякі класичні антиоксиданти, та знижують ризик атерогенної оксидації ліпопротеїнів низької щільності, що є важливим у профілактиці серцево-судинних захворювань [20–22]. Завдяки вмісту фенольних сполук і антиоксидантів плоди черешні та вишні мають протизапальні, протиракові й антиоксидантні властивості [23; 24]. Споживання вишні асоціюється зі зменшенням ризику розвитку серцево-судинних захворювань, діабету II типу, оксидативного стресу, раку, а також зі зниженням запалення і болю при артриті та покращенням когнітивних функцій [25]. Наприклад, результати клінічного дослідження свідчать, що споживання 280 г черешень (близько 45 плодів *P. avium*) значно підвищує ліпофільну антиоксидантну здатність плазми крові [26]. Враховуючи зростання поширеності надмірної ваги та ожиріння, особливу цінність мають низькокалорійні продукти, зокрема фрукти та овочі [27]. Це підвищує актуальність використання черешні та вишні у виробництві широкого спектра продуктів – від свіжоспоживчої продукції до концентратів, соків, джемів, цукатів, сушених і заморожених плодів. Вивчення якості плодової сировини має особливе значення не лише для оцінювання харчової та лікувально-профілактичної цінності плодів, але й для розвитку сучасних технологій їхньої переробки в продукти з підвищеною функціональною цінністю. Черешні та вишні характеризуються не тільки гармонійним смаком, а і є перспективними дієтичними фруктами з функціональним потенціалом. Водночас ці плоди зараховують до категорії швидкопсувних, вони мають обмежену лежкість і низьку транспортабельність, що зумовлює необхідність їх переробки. За різними оцінками, лише 30–40 % урожаю споживають у свіжому вигляді, тоді як решту 60–70 % технологічно обробляють – пюре, соки, концентрати, заготовки з цукром або мармелад. Такі продукти широко застосовують у кондитерській та молочній промисловостях (зокрема, в

ароматизованих йогуртах, десертах, випічці тощо) [28]. Значну частину врожаю черешні заморожують і можуть у подальшому переробляти. Консервовані солодкі черешні в основному споживають як замінник свіжих плодів, тоді як кислі вишні використовують для виготовлення начинок і наповнювачів. Сушені черешні та вишні споживають як окремий продукт, додають до сумішей із сухофруктів і горіхів або глазурують шоколадом чи іншими видами глазурі. Варення та желе – це продукти переробки черешні та вишні, які виготовляють із цілих або подрібнених плодів. Коктейльні цукати (англ. Maraschino), глазуровані та зацукровані черешні чи вишні – це солодкі плоди, які були освітлені, забарвлені повторно та підсолоджені в розчинах сахарози; їх використовують як прикраси для напоїв і десертів [29].

Плоди черешні та вишні широко використовують у виробництві нектарів, лікерів та вин. Водночас варто зазначити, що вишня традиційно є більш затребуваною сировиною для переробки порівняно з черешнею. Це зумовлено відмінностями в хімічному складі, смаковому та ароматичному профілях плодів, які істотно впливають на органолептичні характеристики готової продукції. Зокрема, черешня, особливо сорти з високим вмістом цукрів, є менш стабільною під час термічної обробки та часто втрачає свій типовий аромат, що обмежує можливості її промислової переробки.

Комерційне значення черешні та вишні як поживних і функціонально цінних продуктів стимулює зацікавленість науковців до вивчення параметрів їхньої якості та пошуку ефективних способів її збереження [30]. Це особливо актуально у зв’язку з обмеженим ринковим сезоном реалізації свіжих плодів, які відзначаються високою швидкопсувністю та коротким терміном зберігання [31]. Тому розроблення інноваційних технологій переробки, спрямованих на стабілізацію якісних характеристик черешні та розширення асортименту продуктів її переробки, досі важливе завданням для харчової промисловості.

1.2 Загальна характеристика плодів черешні та вишні як об'єкта охолодження та зберігання

Придатність сортів вишні та черешні до зберігання і переробки тісно пов'язана з їхніми морфолого-анатомічними особливостями, структурно-механічними властивостями, хімічним складом та фізіологічною стабільністю після збору врожаю. Ці параметри визначають не лише термін зберігання, але й технологічну цінність плодів для переробної галузі.

1.2.1. Функціонально-технологічні і якісні показники плодів черешні та вишні як інтегрований результат генетичних та абіотичних чинників

Плоди черешні та вишні є типовими кісточковими плодами, які належать до родини *Rosaceae*, роду *Prunus* [32]. У ботанічному аспекті це однонасінні плоди з м'ясистим оплоднем, що складається з трьох чітко диференційованих шарів: екзокарпію, мезокарпію та ендокарпію. Екзокарпій (шкірка) складається з одношарового епідермісу з восковим нальотом і шаром кутикули. Колір шкірки варіює від світло-жовтого до темно-бордового, залежно від сорту, ступеня зрілості та концентрації антоціанів. Мезокарпій (м'якоть) – соковитий, м'ясистий та їстівний. Основна частина мезокарпію складається з тонкостінних паренхімних клітин із великими вакуолями, які накопичують воду, цукри (в основному глюкозу та фруктозу), органічні кислоти (яблучну, лимонну) та фенольні сполуки. У вишні м'якоть зазвичай щільніша й має вищу кислотність, тоді як у черешні - солодша, менш кисла та більш соковита. Кількість клітин у мезокарпії більша у черешні, що зумовлює її більші розміри. Ендокарпій (кісточка) – внутрішній, дерев'янистий шар, який захищає насінину. Кісточка має яйцеподібну або округлу форму, гладку або злегка борозенчасту поверхню. Вона містить одну насінину, покриту твердою оболонкою і внутрішнім білковим ендоспермом. Насінину зазвичай не використовують у харчовій промисловості, однак у фармацевтичній та косметичній галузях вивчають як джерело олії та біологічно активних речовин

(наприклад, амигдаліну).

Як для черешні, так і для вишні фізико-хімічні показники коливаються в широких діапазонах та залежать від багатьох факторів, визначальним серед яких є сортові особливості. Одними з найважливіших ознак сорту черешні та вишні, що визначають конкурентоспроможність та його технологічну придатність до тривалого зберігання і переробки, є середня маса плоду та співвідношення кісточки до м'якоті плоду [33; 34]. Маса плодів впливає на вартість зібраного врожаю, привабливість для споживачів і переробку фруктів на продукти харчування [35; 36]. Великі плоди придатні для споживання у свіжому вигляді та подальшої переробки. Тим не менш, іноді переробні підприємства віддають перевагу дрібним плодам для виготовлення шоколадних і кондитерських виробів [37]. У дрібних плодів швидше досягається необхідна температура в центрі плоду під час охолодження.

За розмірами, а відповідно й масою, плоди черешні і вишні, істотно відрізняються відповідно до сортової специфіки. Розмір плоду є ознакою сорту, яка коливається залежно від кліматичних умов і агротехнологій [38]. Маса 100 шт плодів, що їх традиційно вирощують в Іспанії, становила 565,86 г для черешні та 320,21 г для вишні [39]. Дослідники оцінювали 26 сортів черешень і маса 100 плодів різнилася від 455,35 г у локальних сортів до 676,38 г у сортів сучасної селекції. Цей показник для плодів черешні оцінювали турецькі науковці в роботі [40]. Вони встановили, що маса 100 плодів сорту Noir De Guben становить 561 г, а сорту 0–900 Ziraat – 843 г. У дослідженнях M Corneanu зазначено сорти черешні з найбільшими розмірами плодів – «Andreiaş», «Bucium», «Ştefan», «Paulică», «Golia», «Van» і «Stella». Середній діаметр плоду коливається в межах від 22,4 мм («George») до 25,8 мм («Paulică») [41]. У результаті досліджень 45 сортів черешні A. Khadivi встановив, що діаметр плодів черешні коливалася від 18,88 до 28,45 мм [32]. За даними E. Iurea, діаметр плоду досліджуваних сортів коливався від 21,8 (сорт Cetăţuia) до 24,0 мм (Cătălina) [41-43].

Оцінювання 26 генотипів дикорослої вишні було проведено в умовах

Туреччини за морфологічними й біохімічними показниками якості плодів [44]. Встановлено, що генотипи сильно відрізнялися за більшістю досліджуваних показників, зокрема, масою плодів (2,04–3,16 г), загальним умістом фенолів і антоціанів, антиоксидантною активністю. Німецькі вчені C. Grafe і M.Schuster упродовж трьох років вивчали фізико-хімічні властивості (маса плоду, щільність м'якоті плоду, вміст сухих речовин і титрованих кислот) плодів 78 генотипів вишні. Встановлено істотні відмінності за кожною з досліджуваних ознак якості плодів між сортами [11]. Proietti S. et al. визначили, що середня маса плодів вишні в умовах Італії становила 2,5 г, мінімальне й максимальне значення було на рівні 1,8 і 3,6 г відповідно [44]. A. Khadivi et al. в умовах Ірану оцінили морфологічну й помологічну мінливість 62 зразків вишні. Встановлено високу мінливість ознак у досліджуваних зразках. Так, маса плодів вишні варіювала від 1,36 до 2,67 г середня маса плодів була 2,04 г [32]. Більшість досліджуваних сортів вишні в умовах Польщі формували плоди із середньою масою понад 4,15 г, цей показник коливався від 2,10 г (Stevensbaer) до 6,10 г (Ksiazėcą) [37]. За даними G. Šebek, в умовах Чорногорії плоди сорту Oblačinska мали найменшу масу (3 г), а плоди сорту Heimanns Konservenweichsel – найбільшу (5,7 г) [45]. У дослідженнях M. Siddiq et al. встановлено, що маса плодів вишні коливалася в діапазоні від 3,95 до 8,17 г залежно від сорту [46]. Найбільшу масу плодів (8,7 г) спостережено в сорту Balaton. Такі самі істотні коливання, залежно від сортоспецифіки, зафіксували N. Papp et al. [47] від 3,40 г (Oblachinskha) до 7,17 г (Pándy 279), R. Pérez-Sánchez [39] від 3,2 г (Guindo del País 1) до 4,72 г (Guindo Tomatillo 2), R. Wang et al. [36] від 2,495 г (BS 5) до 5,890 г (Earey hungazihn). В Україні плоди вишні сорту Лотівка мали масу від 3,50 до 5,70 г, а сорту Нефріс – від 3,32 до 4,71 [48].

Проведені в регіоні Північної Португалії дослідження показали, що розмір і маса плоду, твердість м'якоті та схильність до розтріскування у вишні значною мірою залежать від сортових особливостей [49]. Загалом плоди вишні мають меншу масу проти черешні [33; 39; 50]. У працях T. Milošević та

співавторів доведено, що на формування розміру плодів вишні істотний вплив справляє вибір підщепи [51]. Отримані результати співвідносні з висновками інших дослідників, які підтвердили залежність морфометричних показників від генотипу та умов вирощування, що зумовлює значну варіабельність цих параметрів [52]. Застосовані статистичні методи повністю корелюють із підходами, наведеними в інших наукових працях, де також визначено мінімальні граничні значення для відбору плодових культур для подальшого використання у виробництві [53]. Узагальнені результати досліджень свідчать, що якість плодової сировини черешні залежить від особливостей сорту, що узгоджується з висновками інших авторів [54]. Це підтверджує потребу ураховувати генотипові й агротехнічні чинники пр формуванні сортименту, орієнтованого як на свіжий ринок, так і на технологічну переробку.

Дослідження, проведені в регіоні Північної Португалії, показали, що розмір і маса плоду, твердість м’якоті та схильність до розтріскування вишні істотно залежать від сортових особливостей [49]. Вагомими критеріями оцінювання якості плодів поряд із морфометричними характеристиками є їх біохімічні показники, зокрема вміст сухих розчинних речовин, цукрів, органічних кислот, вітамінів та поліфенольних сполук [53; 54]. Саме ці параметри визначають не лише харчову та функціональну цінність плодів, а й технологічну придатність сировини для різних напрямів переробки.

Наростання маси плодів відбувається внаслідок поступового накопичення в клітинних структурах як вільної, так і зв’язаної вологи, а також комплексу сухих речовин, що формують оптимальне співвідношення між соковитістю, смаком і стабільністю плодів під час зберігання та технологічного перероблення. У процесі виготовлення фруктових концентратів, паст, заморожених сумішей, конфітюрів, варення, джемів і повидла кінцеву готовність продукту визначають за досягненням заданої концентрації сухих речовин, яка є одним із головних критеріїв якості. Для консервного виробництва доцільно використовувати плоди вишні з вмістом сухих речовин не менше 14–15 %, цукрів – не менше 9–10 % і загальною

кислотністю не вище 1,0–1,2 % [57]. Сировина з підвищеним умістом сухих речовин є більш придатною для виробництва сушених фруктів і порошкоподібних продуктів, оскільки забезпечує вищий вихід готової продукції при знижених енергетичних витратах на зневоднення [58–60]. Вихідна концентрація сухих речовин у плодах безпосередньо впливає на ефективність технологічного процесу – витрати сировини, продуктивність обладнання, тривалість циклу виробництва і якість готових консервованих продуктів.

Сухі розчинні речовини плодів черешні та вишні представлені широким спектром біохімічних компонентів – органічними кислотами, цукрами, вітамінами, азотистими сполуками, пектинами в розчинній формі, фенольними сполуками, ферментами та мінеральними солями [50]. Значна частка цих компонентів належить до біологічно активних речовин з антиоксидантними властивостями, що зумовлює високий фізіологічний потенціал плодів. Високий рівень сухих розчинних речовин є визначальним чинником формування смако-ароматичного профілю черешні, а також впливає на перебіг окисно-відновних реакцій у процесі зберігання, визначаючи напрям і швидкість біохімічних змін [61]. Зниження концентрації сухих речовин та надмірна кількість вологи в плодах призводять до посилення транспіраційних процесів, що спричиняє втрату маси та погіршення товарних характеристик під час зберігання [62].

Діапазони співвідношень сухих розчинних та нерозчинних речовин у черешні коливається в межах 14,61–18,98 % та 2,15–2,65 % відповідно [63]. На півдні України плоди найкращих сортів черешні містять 12,1–19,9 % сухих розчинних речовин, у центральній частині країни – всього 11,3–12,8 % [64], хоча хімічний склад має ще вищу варіабельність за зонами вирощування. У південному Степу України плоди черешні відзначаються підвищеним вмістом сухих розчинних речовин (13,5–16,6 %), цукрів (10,5–15,2 %), органічних кислот (0,6–1 %) і вітаміну С (6,3–10,2 мг/100 г) [64]. У Східному Степу спостерігається нижчий рівень вмісту цукрів (8,65–9,85 %), однак

підвищений вміст аскорбінової кислоти (10,2–16,19 мг / 100 г) [65]. Черешні, вирощені в Центральному Лісостепу України, накопичують 14,5–17 % сухих розчинних речовин, 6–11 % цукрів, 0,45–0,75 % органічних кислот і містять 3,16–6,11 мг / 100 г вітаміну С [66]. Хімічний склад плодів черешні, отриманий у кліматичних умовах правобережної частини Західного Лісостепу, характеризується вмістом сухих розчинних речовин 15,0–20,5 %, цукрів – 9,6–14,4 % та кислот – 0,6–1,1 % [67].

Найбільш вагому частку сухих розчинних речовин у плодах становлять вуглеводи – основні продукти фотосинтетичної діяльності рослин, які є ключовими попередниками біосинтезу багатьох органічних сполук. Ці речовини беруть участь у формуванні клітинних стінок і структурних елементів тканин, виконують енергетичну та захисну функції, а також беруть участь у механізмах адаптації рослин до стресових чинників. Вуглеводи визначають харчову цінність, ароматичний профіль і смакові характеристики плодів. У загальному вуглеводному комплексі переважають цукри, частка яких становить близько 70–80 % усіх сухих розчинних речовин. У фруктах вони представлені переважно моносахаридами – фруктозою та глюкозою, а також дисахаридами, поміж яких домінує сахароза. Для кісточкових культур характерна висока концентрація простих цукрів, що істотно перевищує вміст інших компонентів сухого залишку [68].

У 100 г свіжих плодів вишні, вирощеної в умовах Центрально-Східної Польщі, вміст сухих розчинних речовин коливається в межах 14,4–23,1 %, із них загальна кількість вуглеводів становить близько 10,9 г, зокрема засвоюваних: глюкози – від 6,0 до 9,08 г, фруктози – від 3,54 до 4,91 г, сахарози – приблизно 0,4 г. Крім того, вишня містить близько 1 г харчових волокон і 3–12 мг вітаміну С [69]. Серед досліджуваних сортів вишні (Kelleris 16, Nefris та Łutówka). Łutówka була найпродуктивнішим сортом з найвищим вмістом вітаміну С та флавоноїдів, а також найнижчий загальний вміст цукрів та моносахаридів. Найменш продуктивним сортом був Нефріс, хоча його плоди містили найбільше сухих розчинних речовин, антоціанів та фенольних

кислот, а вітамін С – на найнижчому рівні. Келлеріс 16 був середньопродуктивним сортом, що характеризувався найвищим вмістом загального цукру та моносахаридів, а вміст антоціанинів та фенольних кислот був найнижчим [69].

Іншими польськими вченими були досліджено уміст цукрів, органічних кислот і фенольних сполук в плодах 21 сорту вишні [57]. Вчені встановили, що основними органічними кислотами вишні були яблучна та малонова, а основними цукрами були глюкоза та фруктоза. Найбільший уміст фенольних сполук мали плоди сортів Wieluń 17, Sokówka Nowotomyska, Grosenkirch, Meteor. Вони підтвердили залежність антиоксидантної здатності від складу фенольних речовин. Вивчення біохімічного складу плодів вишні залежно від видового і сортового складу насаджень чотирьох видів роду Prunus було проведено J.Cao в умовах Китаю. Вченими було відмічено придатність плодів вишні до переробки завдяки високому вмісту аскорбінової кислоти та антоціанів [70].

В умовах України 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 м г/100 г аскорбінової кислоти, 0,67–0,90 % дубильних і барвних речовин з цукрово-кислотним індексом 5,6–11,9 [71]. Вміст титрованих кислот у плодах визначається як сортовими особливостями, так і ступенем їх фізіологічної зрілості. У свіжих плодах черешні, вирощених в умовах Південної степової зони України, концентрація вільних органічних кислот і їх солей коливається в межах 0,43–0,76 %. Найвищі показники кислотності зафіксовано у сортів Valerii Chkalov, Dilema та Udivitiel’na, для яких діапазон значень становить 0,53–1,00 %. Переважна частка органічних кислот у черешні та вишні припадає на яблучну кислоту, частка якої перевищує 90 % загальної кислотності плодів [72].

Гармонійність смаку плодів визначається цукрово-кислотним індексом (далі – ЦКІ), який розраховується як співвідношення відсоткового вмісту

цукрів до відсоткового вмісту органічних кислот. За даними багатьох авторів, найбільш збалансованими за смаком вважаються плоди з ЦКІ у межах 15–30 одиниць. Для оцінки сенсорних властивостей вишні застосовуються різні методи тестування і стандартизовані шкали [73]. Сенсорні параметри якості визначають уподобаннями споживачів, які готові платити вищу ціну за фрукти з оптимальним поєднанням зовнішніх та внутрішніх характеристик. Тому значна кількість досліджень спрямована на виявлення найважливіших якісних показників, що зумовлюють ринкову привабливість вишні [74].

Для загального сприйняття плодів основними атрибутами є колір, смак та їх взаємодія [75; 76]. Смак – провідний параметр, що визначає вибір споживачів [77]. Оптимальні сенсорні характеристики охоплюють хрусткість, інтенсивний аромат, гармонійний баланс смаку, а також відсутність зовнішніх дефектів, шкідників і хвороб. За результатами онлайн-опитування споживачів у Сербії та Боснії і Герцеговині, найвагомішими зовнішніми ознаками плодів черешні виявилися колір, розмір, форма, наявність / відсутність пошкоджень і плодоніжки, а також її довжина. З-поміж внутрішніх показників респонденти виділили смак і твердість м’якоті [78]. Кореляційний аналіз, проведений різними науковцями, підтвердив взаємозв’язок між сенсорними характеристиками плодів вишні (зовнішній вигляд шкірки та плодоніжки, твердість, маса) і їх сприйняттям як експертами, так і споживачами [79]. За даними M. A. Cliff та ін., застосування комерційних покриттів для кутикули знижувало сенсорну твердість плодів та водночас підвищувало їхню соковитість порівняно з необробленими фруктами [74]. З погляду технологічної переробки, баланс смаку (ЦКІ), стабільність консистенції та стійкість сенсорних параметрів під час зберігання мають вирішальне значення. Вони визначають придатність вишні як для споживання у свіжому вигляді, так і для використання у виробництві соків, джемів, цукатів та функціональних продуктів.

Характерний колір і смак плодів вишні та черешні формуються завдяки наявності фенольних сполук. Автори [80] установили, що фенольні речовини

зменшують окиснення вітаміну С, який має стабілізувальний вплив на біофлавоноїди. Сорти черешні та вишні мають високу мінливість рівнів фенольних сполук [81] Одними з головних представників цих сполук є антоціани – природні барвники, які визначають інтенсивність забарвлення плодів. Їхня концентрація в плодах вишні й черешні істотно варіює залежно від сорту. Для вишні цей показник коливається в межах від 27,8 до 109 (сорт Сумадінка) мг ціанідин-3-глюкозидного еквівалента (CGE) /100 г мг /100 г [82–84]. Загальна кількість антоціанів черешні – від 30 (сорт Black Gold) до 79 мг CGE / 100 г (сорт Cristalina) [84; 85]. Дослідженнями установлено, що плоди 13-ти сортів черешні мали загальний уміст фенолів 44,3–87,9 мг еквівалента галової кислоти на 100 г свіжої маси, а антиоксидантна активність становила 8,0–17,2 мг еквівалентної антиоксидантної здатності аскорбінової кислоти, мг/100 г свіжої маси. Загальний вміст поліфенолів у плодах вишні становить 1539–2982 мг / 100 г сухої речовини [86]. Вміст антоціанів у деяких випадках досягає 462,7–1049 мг/100 г свіжої маси. Основними антоціановими сполуками вишні та черешні є пеларгонідин-3,5-ді-О-глюкозид, мальвідин-3-галактозид і ціанідин-3,5-ді-О-глюкозид [87–89]. Антоціани не лише надають плодам привабливого вигляду, а й виявляють потужну антиоксидантну активність, що сприяє профілактиці серцево-судинних захворювань, зумовлених окиснювальним стресом [90]. На думку авторів [81], кореляція антиоксидантної активності із загальним умістом фенолів і антоціанів залежить від сорту. Досліджували сорти вишні на предмет загального вмісту фенолів, антоціанів, загальної антиоксидантної здатності й активності інгібірування проліферації ракових клітин. Було встановлено, що сорти «Birgitte × Böttermö» та «Fanal», які характеризувалися найвищим вмістом загальних поліфенольних сполук (754 ± 13,4 й 596 ±5,7 мг еквівалента галової кислоти/100 г, відповідно), показали найвищу загальну антиоксидантну здатність (63,0±7,5 й 52,0±6,9 мкмоль еквівалента тролокса/г, відповідно) та активності інгібірування проліферації ракових клітин (63,0±1,7 й 70,0±1,6%, відповідно) [91]. Дослідження антиоксидантних властивостей плодів вишні на

сортах типу гріотів та аморелей залежно від забарвлення м’якоті. Автори встановили, що вміст антоціанів варіював від 11,3 до 93,5 мг/100 г, а сорт типу амарелле «Pipacs 1» показав найвищу антиоксидантну здатність (21,85 ммоль АА/л) і вміст аскорбінової кислоти (8,98 мг/100 г), вивчали біохімічний склад сортів вишні. Вони визначили, що найрозповсюдженішими антоціанами були похідні ціанідину [47]. Автори розробили профілі антоціанів, які виявились особливими як для певного виду плодів, так і для сорту [28]. За результатами клінічних досліджень, які пов’язані зі споживанням плодів вишні та продуктів їхньої переробки, що їх провів Келлі С. Д. зі співавторами, констатовано багатий вміст поліфенолів та аскорбінової кислоти, а також наявність антиоксидантних та протизапальних властивостей [92].

Крім антоціанів, плоди вишні та черешні містять інші поліфенольні сполуки – флаван-3-оли та похідні гідроксикоричних кислот, частка яких сягає 40 % [20]. Завдяки високій концентрації поліфенольних сполук та інших фітонутрієнтів, плоди вишні та черешні вважають продуктами з функціональними властивостями.

Мінеральний склад плодів черешні та вишні характеризується високим вмістом макроелементів, які відіграють важливу роль у формуванні їхньої харчової та фізіологічної цінності. Основними з них є калій – близько 200 мг/100 г, кальцій – у межах 9–14 мг/100 г, магній – 7–10 мг/100 г та фосфор – 9–20 мг/100 г. Також плоди містять значну кількість вітамінів (мг/100 г): С – 7–50, Е – 0,1, А – 64, В1, В2, В9, РР [93–97]. Отже, плоди черешні і вишні характеризуються комплексом показників котрі визначають їх технологічно функціональні властивості. Черешня має м’ясисті, великі плоди з привабливим забарвленням, що зазвичай мають вищу концентрацію цукрів, ніж вишня.

Сорти з щільною м’якоттю (наприклад, Regina, Kordia) краще витримують транспортування і зберігання. Однак, вони нестійкі до механічних пошкоджень, які призводять до потемніння, підтікання соку, мають низьку стійкість до грибкових захворювань (Botrytis, Monilia) під час зберігання.

Високий вміст цукру може сприяти швидшому псуванню під час порушення умов зберігання. Вишня має вищий вміст тированих кислот, і, відповідно, кращу мікробіологічну стійкість. Її плоди добре зберігаються в замороженому вигляді – підходять для довготривалого зберігання. Вміст антоціанів і фенолів вишні стабільніший у процесі зберігання. Проте, вишня має більш ніжну шкірку, ніж черешня, що позначається на транспортабельності. Деякі сорти (особливо ранні) швидко втрачають тургор і блиск під час зберігання. На жаль, плоди обох культур мають ніжну консистенцію м'якоті, високу інтенсивність дихання. Вони досить вразливі до механічних і мікробіологічних пошкоджень. Це обмежує їхній термін зберігання та негативно впливає на безвідходне виробництво фруктів.

1.2.2 Моніторинг процесів формування функціонально-технологічних показників плодів черешні та вишні під впливом абіотичних чинників

В умовах глобального потепління, кліматичних змін і щораз більших вимог до якості плодово-ягідної продукції особливої актуальності набувають дослідження впливу абіотичних чинників (температура, волога, освітлення, ґрунтові умови, мінеральне живлення, інсоляція тощо) на формування якісних характеристик плодів черешні та вишні. Ці культури мають високе промислове значення для плодоовочевого сектору України та світу, вони – важлива сировина для харчової промисловості (виробництва соків, концентратів, джемів, цукатів, замороженої продукції та функціональних інгредієнтів). Сучасний ринок орієнтований на сорти з покращеним сенсорним профілем плодів (смак, аромат, текстура), високим вмістом біоактивних речовин та стабільними фізико-хімічними властивостями, що забезпечують придатність до транспортування, зберігання та технологічної переробки [98]. Тому зацікавленість у розширенні площ насаджень вишні та черешні зумовлює необхідність створення й впровадження у виробництво нових адаптивних сортів, стійких до стресових біотичних і абіотичних факторів. Такі сорти

стають важливими не лише як джерело сировини з покращеною якістю, але й як донори цінних властивостей для селекційних програм, сприяючи збереженню біорізноманіття та сталості аграрного виробництва.

Плоди черешні й вишні відзначаються високою чутливістю до кліматичних стресів (різких температурних коливань, дефіциту або надлишку вологи, інтенсивності інсоляції), що безпосередньо впливає на їхні морфологічні, фізико-хімічні та функціонально-технологічні параметри. Зміни вмісту сухих речовин, цукрів, органічних кислот, поліфенолів, антоціанів та інших біоактивних компонентів визначають не лише органолептичні характеристики (смак, аромат, колір), але й технологічну цінність плодів — стійкість до механічних пошкоджень, ферментативну активність, здатність до заморожування, сушіння та інших методів переробки. Особливе значення мають і процеси дихальної активності, що впливають на післязбиральну якість і стабільність продукції під час зберігання [99]. Вивчення впливу абіотичних чинників на формування ключових технологічних властивостей вишні та черешні є необхідною передумовою для розроблення ефективних стратегій їх вирощування, зберігання та переробки, що забезпечуватиме підвищення конкурентоспроможності продукції на внутрішньому та міжнародному ринках. Адже розуміння відповіді плодів на чинники вирощування дозволить спрогнозувати якість плодів та підвищить конкурентоспроможність плодової сировини на сучасному ринку. Порівняльний аналіз ступеня впливу абіотичних факторів на досліджуваний показник допоможе сформувати безвідходний ланцюг використання плодової сировини.

Температурний режим і забезпеченість вологою відіграють основну роль у формуванні врожайності і якісного складу плодів вишні і черешні. У період достигання плодів черешні за умов високої температури повітря та обмеженої кількості опадів спостерігається інтенсивніше накопичення цукрів та СРР, тоді як рівень ТК та аскорбінової кислоти має тенденцію до зниження [100; 101]. Низькі температури (наприклад, −2,4 °C) під час цвітіння значно знижують продуктивність сортів вишні. Високі температури (33–37 °C) у поєднанні з

надмірними опадами можуть призводити до фізіологічного пошкодження плодів, що негативно позначається на врожайності [102]. Важливе значення для формування якісних характеристик має тривалість періоду від цвітіння до дозрівання [103]: ранньостиглі сорти досягають зрілості за 39–48 днів, середньостиглі сорти – за 49–57 днів, пізньостиглі сорти – за 52–65 днів.

Для забезпечення повного дозрівання необхідна сума активних температур понад +10 °С. Ранні сорти дозрівають протягом 5 днів (15–20 червня), середні – за 7 днів (21–28 червня), а пізні – протягом 14 днів (29 червня – 13 липня). Температура на початку достигання плодів прямо корелює з вмістом сухих речовин і цукрів: що температура вище (близько 11,5 °С), тим вище рівень цукрів. Занадто низькі температури призводять до зниження вмісту цукру, а підвищення вологості під час достигання сприяє зростанню вітаміну С у плодах черешні [104]. Загальний обсяг опадів негативно впливає на накопичення сухих речовин й органічних кислот у плодах вишні. Середня температура липня має позитивний вплив на вміст сухих речовин, а рівень опадів у цей період – негативний для загального вмісту цукрів [105; 106]. Встановлено сильну й обернену кореляційну залежність між вмістом сухих розчинних речовин та гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) фази достигання плодів вишні сорту Альфа (– 0,58 ± 0,61) і Пам’ять Артеменка (– 0,78 ± 0,44). Між умістом дубильних і барвних речовин і ГТК фази достигання плодів вишні сортів Альфа та Пам’ять Артеменка сильний прямий зв’язок (0,94 ± 0,23 та 0,99 ± 0,15) [107].

Закономірності зміни біохімічного складу плодів черешні різних строків достигання залежно від регіональних умов вирощування були встановлені зарубіжними дослідниками [108; 109]. Вміст моносахаридів та дисахаридів залежить від зони вирощування. По мірі просування культури з півночі на південь вміст цукрів у плодах одних і тих самих сортів зазвичай збільшується [110]. Результати досліджень учених підтверджують отримані дані стосовно впливу генотипів і умов років вирощування на велику варіабельність маси плоду і співвідношення м’якоті до кісточки [35; 69]. За даними вчених, маса

плодів вишні є ознакою сорту, але має значні коливання залежно від кліматичних і агротехнічних умов [36–37; 45; 111]. В умовах підвищених температур та опадів у період достигання може знижуватися вміст сухих розчинних речовин, погіршуватися транспортабельність плодів і скорочуватись термін зберігання через підвищену чутливість до грибкових захворювань. Результати досліджень Василишиної О. В. демонструють кореляційну залежність між сумою активних температур, кількістю опадів за період вегетації і втратою маси плодів вишні під час зберігання. Встановлено, що на втрати маси температура за період вегетації має прямий сильний зв'язок ($r = 0,81 \pm 0,01$), кількість опадів − обернений середній ($r = -0,65 \pm 0,05$) [112]. Отримані результати дають змогу прогнозувати рівень втрат маси плодів вишні під час зберігання з урахуванням температурного режиму та кількості опадів у період активної вегетації. Біохімічний склад плодів плодових культур формується не лише під впливом генетичних особливостей, а й значною мірою визначається метеорологічними чинниками вегетаційного періоду та ґрунтово-кліматичними умовами регіону вирощування. Хімічний профіль плодів характеризується вираженою географічною варіабельністю, що відображає адаптаційні особливості рослин до середовища. Так, Вільєвак-Вулетіс М. зі співавторами дослідили в Хорватії, як різні місця, роки та сорти впливають на вміст поліфенолів та антоціанів в плодах п’яти сортів вишні (Prunus cerasus L.). Вони констатують, що найбільше джерело мінливості серед вивчених факторів (місце – рік – сорт) – є сорт. Однак, встановлено, що сорт Мараска мав найбільший вміст поліфенолів та антоцианів, а сорт Облачинська – найменший вміст поліфенолів й антоцианів незалежно від року та місця вирощування [113]. Є дослідження, що вказують: коливання температури впродовж доби (удень або вночі) впливає на загальний вміст фенолів. Вирощування черешні за високих температур (25–30 °C) значно збільшує вміст антоціанів і загального фенолу [91]. Встановлено також зв'язок між строками достигання плодів із умістом у них флавонолів та антоціанів [57]. Дослідження вмісту фенольних речовин у плодах сорту вишні (21 сорт) були проведені в умовах

Польщі. Аналіз результатів досліджень свідчить про те, що кісточкові культури середнього та пізнього строків достигання містять більше флавонолів і антоціанів, ніж ранньостиглі сорти. Досліджувані середньостиглі та пізнього стиглі сорти вишні мали більш антиоксиданту здатність порівняно з ранньостиглими. За результатами досліджень [57] встановлено взаємозв'язок між біохімічними показниками плодів та кліматичними параметрами (середньодобові, максимальні й мінімальні температури, відносна вологість повітря) у період від цвітіння до повного достигання кісточкових культур. Натомість за оптимального поєднання температурного режиму та вологості формується щільніша текстура, збільшується концентрація антиоксидантів, що підвищує стійкість плодів до механічних і біохімічних пошкоджень під час заморожування або термічної обробки.

Істотний вплив на накопичення фонду вітаміну С відіграють погодні умови вегетаційного періоду. Залежність вмісту вітаміну С від метереологічних показників у період від цвітіння до достигання плодів кісточкових культур дослідили багато науковців [114]. Найбільша кількість вітаміну С формується у роки з помірно теплим та зволоженим вегетаційним періодом. Особливо сприятливо впливає на синтез аскорбінової кислоти добра освітленість плодів [115]. На основі наведених літературних джерел можна стверджувати про наявність сильної кореляції між вмістом вітаміну С та погодних умов регіону вирощування. Підвищений уміст вітаміну С у плодах відмічено у роки з достатнім вологозабезпеченням [105]. Встановлено, що вміст аскорбінової кислоти у плодах з субтропічних районів Бразилії значно вищий, ніж у зоні помірного клімату [116].

Управлінню якістю плодової черешневої продукції присвячені дослідження, що були проведені на Півдні Туреччини. Вченими оцінили якісні показники плодів черешні залежно від впливу позакореневих підживлень калієм перед збиранням врожаю та стан дерев в умовах пластикового укриття. Встановлено покращання якості плодів черешні сорту Regina під впливом калію залежно від сезону та регіону вирощування [117–119]. У публікації [120]

представлено результати оцінки впливу позакореневого підживлення калієм перед збиранням врожаю на якість зібраних плодів, а також стан дерев черешні, що їх вирощують в умовах пластикового укриття в садах на Півдні Чілі. Вони встановили, що інтенсивний режим калію може покращити якість плодів досліджуваного сорту черешні Regina; однак результати значно варіюють залежно від сезону й місцевості.

Дослідження змін у кількості накопичених біологічно активних речовин у плодах черешні сортів Skeena та Sweetheart проводили обприскуванням гібереліновою кислотою, абсцизовою кислотою, саліциловою кислотою та гліцин-бетаїном [120]. Дослідники виявили, що обприскування дерев цими регуляторами росту збільшує вміст антоціанів у солодкій вишні Skeena. Гіберелінова кислота та гліцин-бетаїн зменшили вміст каротиноїдів у Skeena та зменшили вміст аскорбінової кислоти в солодкій вишні Lubka. Гіберелінова кислота спричиняє найзначніші зміни, збільшуючи вміст антоціанів (42 %), зменшуючи вміст каротиноїдів (19 %) і вміст аскорбінової кислоти (53 %). Ascophyllum nodosum як один з нових методів обробки поряд з гліцин-бетаїном викликає протилежний ефект до гліцин-бетаїну, збільшуючи каротиноїди й аскорбінову кислоту, але зменшуючи вміст фенолів.

Отже, встановлення закономірностей впливу абіотичних чинників на формування функціонально-технологічних показників плодів черешні та вишні дасть змогу оптимізувати агротехнічні заходи для підвищення якості плодів залежно від кліматичних умов, підвищити ефективність зберігання та переробки завдяки кращому розумінню змін у складі та структурі плодів, забезпечити стабільність якості кінцевої продукції, особливо під час виробництва продуктів із доданою вартістю (заморожених, консервованих, сушених), розширити експортний потенціал українських черешні та вишні завдяки удосконаленню показників придатності до транспортування і довготривалого зберігання.

1.3. Теоретичні основи і проблеми охолодження плодової сировини

1.3.1. Роль процесу охолодження у збереженні структурно-механічних та функціонально-технологічних властивостей плодів

Наукові дослідження свідчать, що застосування охолодження як першочергового технологічного етапу дає змогу істотно сповільнити фізіологічне старіння плодів, зменшити інтенсивність ферментативних реакцій, попередити втрату маси та забезпечити пролонгацію збереження текстури, кольору, аромату й вмісту біологічно активних речовин. Холод виступає змінним чинником, що впливає як на макроскопічні, так і на клітинні параметри продукту. Охолодження і зберігання плодів в охолодженому стані є найбільш прийнятним способом, що обмежує їх псування, і є критичним етапом післязбирального холодового ланцюга для скорочення втрат і подовження термінів зберігання. Охолодження – основний спосіб зберігання, бо ефективно уповільнює метаболічні процеси дихання і пригнічує розвиток мікроорганізмів, а також уповільнює фізіологічну і біохімічну активність плодів, зменшує втрати від гниття і погіршення якості [121; 122].

Низькотемпературне середовище значною мірою стабілізує структурно-механічні характеристики плодів. Дослідження Guo et al. показує, що зберігання персиків за температури 6 °C порівняно з кімнатною температурою (25 °C) значно інгібує активність ферментів, причетних до деградації клітинних стінок плодів – полігалактуронази, пектинметилестерази, пектатліази [123]. Ці дані експериментально доводять, що зниження температури пригнічує ферментативне розпадання пектину в плодових тканинах. Інакше кажучи, охолодження позитивно впливає на стійкість клітинної стінки та запобігає надмірному розм’якшенню плодів. Це зберігає щільність м’якоті, попереджуючи текстурну деградацію, що є особливо актуальним для ніжних плодів черешні та вишні. Температурні коливання під час зберігання черешні стимулюють розм’якшення плодів. Вони вплинули не

лише на твердість плодів черешні (яка була на 13,7 % нижчою порівняно з плодами, що зберігалися при 5 °C), але й прискорили подальше зниження твердості під час ізотермічного зберігання (на 19,6 % нижче порівняно з контролем при 5 °C). Це пояснюється тим, що температурні коливання призводять до збільшення активності ферментів полігалактуронази (у 3,5 раза) і пектинметилестерази (у 1,5 раза). Унаслідок цього пектин у складі клітинної стінки розпадався на свої наноструктурні базові одиниці [124].

Органолептичні властивості плодів, включно з кольором, ароматом, консистенцією і смаком, також підтримують шляхом охолодження. Зниження температури гальмує деградацію антоціанів, які є основними пігментами червоної та темно-червоної вишні й черешні, запобігаючи ферментативному потемнінню. Хоча деякі автори вважають що деградація клітинних компартментів та кислот є більш важливими, ніж вміст антоціанів, для зміни кольору вишень [125–126]. Температура охолодження має вплив на смак плодів. Гіркий присмак було виявлено після 40 днів зберігання при 0 °C і 5 °C у плодів двох сортів черешні, тоді як у групі зберігання за умов температури близької до замерзання такий смак не фіксувався протягом усього періоду зберігання. Зберігання за умов температури близької до замерзання може істотно покращити органолептичну якість черешні [126]. Крім того, ці самі автори зазначають, що такі умови дають змогу підтримувати сприятливе співвідношення розчинних сухих речовин, титрованих кислот й ароматичних сполук протягом тривалого зберігання.

Функціональна якість плодової сировини, яка визначається вмістом вітамінів, фенольних сполук, антоціанів та інших антиоксидантів, напряму залежить від температурного режиму зберігання. Аскорбінова кислота – термолабільна сполука, що деградує під впливом високих температур та кисню. Згідно з дослідженнями Park та ін. [127] під час зберігання черешні за різних температурних режимів, рівень загальної акнтиоксидантної активності та флавоноїдів були вищим за умови 0,7 ± 0,6 °C (найнижча з дослідних режимів), ніж за інших умов. Рівні поліфенолів та вітаміну C істотно не

відрізнялися між зберіганням 0,7 ± 0,6 °C та 3,5 ± 2,8 °C. Активність DPPH була найвищою за умови 0,7 ± 0,6 °C.

Під дією холоду активуються ферментативні антиоксидантні системи – каталаза, пероксидаза, які нейтралізують вільні радикали та сповільнюють окислювальні процеси. У роботі He S. Y. зі співавторами зазначено, що активність каталази в черешні, збереженій при +1 °C, перевищувала аналогічний показник у плодів, що зберігались при +20 °C, майже вдвічі. Це вказує на реалізацію адаптивної стратегії клітинної відповіді на холодовий стрес, що водночас сприяє збереженню біохімічної стабільності [128]. У цій роботі показано, що процес охолодження також відіграє роль у збереженні товарної придатності плодів через інгібування розвитку фітопатогенної мікрофлори. Установлено, що вакуумне охолодження плодів черешні інгібує розвиток E. coli на поверхні черешні [128]. У дослідженні [129] було виявлено, що при температурі 0 °C кількість грибів роду Botrytis, Alternaria та інших збудників значно знижується порівняно до зразків, що зберігались при температурі 25 °C. Температурні умови істотно вплинули на склад поверхневої мікробіоти черешні. Це підтверджує універсальний ефект холодового контролю розвитку патогенів. Отже, охолодження є багатофакторною технологією, що забезпечує синергетичне збереження структурної цілісності, органолептичної привабливості та біохімічної функціональності плодів. Застосування раціональних режимів охолодження з опертям на сортові особливості черешні та вишні є ключовою умовою для продовження терміну зберігання без втрати споживчих властивостей. Поглиблене розуміння механізмів дії холоду на біологічні системи плодів відкриває перспективи для подальшої оптимізації холодового ланцюга з урахуванням вимог сучасного плодівництва та логістики

1.3.2. Механізми дії холоду на метаболізм плодів

Післязбиральну холодильну обробку десятиліттями традиційно використовують для подовження термінів зберігання черешні та вишні, але

механізми, що лежать в основі холодозалежного післязбирального дозрівання плодів, усе ще розкрито недостатньо [130]. Показано, що під час холодильного зберігання, метаболізм плодів впливає на рівень фенольних сполук та інших антиоксидантів [131]. Умови зберігання та сортоспецифіка мають істотний вплив на поліфенольний комплекс загалом і на вміст антоціанів зокрема [132]. Відразу після збору врожаю спостерігається підвищення рівня фенольних сполук, яке в подальшому переважно стабілізується під час зберігання [133–134]. Під час холодильного зберігання дослідники зафіксували загальне зростання вмісту фенолів на 40–60 % [85; 135]. З деградацією антоціанінів як загальних, так і індивідуальних пов’язують втрату інтенсивного блискучого червоного кольору під час зберігання [136]. На зміну кольору також істотно впливають фізіологічні та біохімічні процеси, зокрема втрата цілісності клітинних структур і розпад органічних кислот, які можуть мати більший вплив, ніж безпосередньо зміни вмісту антоціанів [125]. Зберігання фруктів за температури 1 °C забезпечує стабільність загальних фенольних сполук і суттєво знижує активність ферментів порівняно з фруктами під час їх збирання. Зберігання фруктів за температури 20 °C навпаки спричиняли вищий рівень загальної активності антоціанів і фенілаланін-амілаксидази [137].

Окислювальні ферменти, такі як пероксидаза та поліфенолоксидаза, активізуються під час зберігання. Крім того, активність ферментів, що впливають на структуру плодів – пектинметилестерази та полігалактуронази, зростає в середньому у 2–2,5 раза протягом перших п’яти днів зберігання, що спричиняє руйнування клітинної стінки та погіршення текстури плодів [138].

Механічні пошкодження плодів, зокрема внаслідок ударів, посилюються зі зниженням температури зберігання, що може призводити до утворення тріщин та ушкоджень поверхні. Застосування попереднього кондиціонування, або термічної обробки (помірної чи високої інтенсивності) перед переміщенням у холодові умови може зменшити негативний вплив низьких температур. Такі заходи сприяють підвищенню стійкості плодів до патогенних

інфекцій, інактивації збудників хвороб, а також тимчасовому пригніченню процесів дозрівання та сповільненню старіння плодів [139].

Зберігання плодів черешні та вишні при занадто низьких температурах (≤ −1,5 °C) може спричинити фізіологічні пошкодження, що проявляються як поверхневі точкові ураження та порушення цілісності епітикулярного воскового шару [126]. Порушення режимів холодильного зберігання призводить до погіршення якості плодів через активізацію фізіологічних процесів та прискорену втрату вологи [140; 141]. Це знижує органолептичні та технологічні показники фруктів, збільшує відсоток втрат і обмежує термін придатності продукції, що негативно впливає на міжрегіональну та транскордонну реалізацію свіжої продукції [142].

Для підвищення частки споживання свіжих плодів необхідне впровадження нових маркетингових стратегій та вдосконалення технологій зберігання, що дозволить продовжити свіжість і зберегти якісні характеристики фруктів [143]. Водночас значна частина виробництва фруктів і овочів є сезонною та характеризується коротким маркетинговим циклом, що призводить до перенасичення ринку в пікові періоди та великих втрат і відходів. Фрукти та овочі посідають провідні позиції у світових рейтингах харчових втрат, досягаючи 40–50 % виробленої продукції. Це також тягне за собою неефективне використання ресурсів: приблизно 25 % водних ресурсів, що їх щорічно витрачає сільське господарство, і 23 % орних земель залучають для виробництва продуктів, які не будуть використані, генеруючи близько 8 % річних світових викидів парникових газів [144]. Отже, оптимізація режимів післязбирального зберігання та розроблення стратегій переробки і збуту свіжої продукції є критично важливою для підвищення економічної ефективності, зменшення харчових втрат і мінімізації негативного впливу на довкілля.

1.3.3. Порівняльна характеристика способів та режимів охолодження

Зменшення втрат фруктової та овочевої продукції шляхом удосконалення способів та режимів охолодження дає змогу не лише вивільнити додаткову кількість харчових ресурсів, але й зменшити негативний вплив на довкілля та підвищити ефективність використання ресурсів харчової промисловості. Різні методи охолодження плодів – від традиційного повітряного охолодження до сучасних технологій швидкого та контрольованого охолодження (наприклад, гідрокулінг, вакуумне охолодження, кріогенне заморожування) – відрізняються швидкістю зниження температури, впливом на втрату вологи, сенсорні та фізико-хімічні властивості фруктів. Традиційне повільне охолодження забезпечує поступове зниження температури, але має більші втрати вологи та ризик розвитку фізіологічних пошкоджень. Швидке охолодження, навпаки, скорочує післязбиральну дихальну активність і уповільнює метаболізм плодів, зберігаючи їх текстуру, аромат і колір. Гідрокулінг ефективно знижує температуру поверхні плодів, зменшує втрати маси та відновлює охолоджувальний баланс, тоді як вакуумне та кріогенне охолодження зберігає високу якість фруктів протягом тривалого періоду, мінімально впливаючи на смакові та функціональні властивості. Ефективне використання енергії та ресурсів у процесах охолодження є критично важливим для сталого розвитку продовольчих систем. З огляду на крихкість сучасних ланцюгів постачання, багато країн надають пріоритет розвитку стійких технологій післязбирального зберігання, які дають змогу підтримувати якість плодів і водночас знижують енергетичні витрати. Потреба переходу до більш стійких дієт та продовольчих систем стає дедалі очевиднішою. Наразі рекомендації ФАО включають переважно рослинні дієти, акцент на сезонні та місцеві продукти, а також закликають до скорочення харчових відходів [145]. Удосконалення способів і режимів охолодження плодів черешні та вишні дозволяє поєднати економічну ефективність,

збереження харчової цінності та стійкість продовольчих систем, одночасно зменшуючи втрати продукції та негативний вплив на довкілля.

Для кісточкових плодів зменшення температури продукції в ланцюгу її постачання від збирання врожаю до споживача здійснюють у два кроки: 1-ий крок – попереднє охолодження продукції забезпечується під час розміщення плодів на кілька годин або діб у контейнерах у холодильному приміщенні; 2-ий крок – зберігання плодів після попереднього охолодження проводять при температурах близько 0 ˚С [146]. Це дозволяє знизити інтенсивність дихання та ферментативних процесів, уповільнити розвиток патогенної мікрофлори та подовжити термін зберігання до 2–3 тижнів. Відомо, що середні втрати якості плодів у межах холодового ланцюга за відсутності етапу попереднього охолодження можуть перевищувати аналогічні показники в системах із його застосуванням майже на 23 % [147].

Процес попереднього охолодження передбачає інтенсивне видалення так званого польового тепла зі свіжозібраних фруктів, тобто швидке зниження їх температури від температури навколишнього середовища під час збирання до оптимальних значень, рекомендованих для зберігання [148]. Така операція забезпечує сповільнення інтенсивності дихання плодів, пригнічує розвиток і розмноження мікрофлори [149], що сприяє зменшенню втрат від мікробіологічних уражень і подовженню терміну зберігання продукції [150, 151]. Попереднє охолодження необхідно проводити безпосередньо після збирання врожаю. За даними Ozturk та співавторів [146], навіть затримка цього процесу на одну годину при польовій температурі близько 35 °С призводить до скорочення тривалості подальшого зберігання приблизно на одну добу, навіть за оптимальних холодильних умов. Цей технологічний етап широко застосовують у світовій практиці для зниження інтенсивності дихання, тепловиділення та метаболічної активності плодів [152; 153].

За допомогою цього способу можна уповільнити фізіологічну і біохімічну активність плодів, зменшити гниття і погіршення якості. Попереднє охолодження фруктів і овочів базується на сильній взаємодії між

моделюванням, інженерією, фізіологією та комерційними результатами. Попереднє охолодження проводять різними методами: примусове повітряне, гідроохолодження, охолодження рідким льодом, вакуумне охолодження і поєднання попереднього охолодження з обробкою речовинами різної природи. Ці методи засновані на принципі швидкої передачі тепла від плодової продукції до охолоджувального середовища [154–156]. Особливості ефективності різних методів охолодження наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Порівняння типового впливу на продукцію та ефективності для шести поширених методів охолодження (за Thompson [157])

Параметр	Примусова вентиляція	Гідро-охоло-дження	Вакуумне охолодження	Обприс-кування водою	Охолоджен-ня льодом	Охоло-дження в камері
Типовий час охолодження (год.)	1–10	0,1–1,0	0,3–2,0	0,3–2,0	0,1–0,31	20–100
Втрати вологи продукцією (%)	0,1–2,0	0–0,5	2,0–4,0	немає даних	немає даних	0,1–2,0
Контакт води з продукцією	ні	так	ні	так	так	ні
Потенціал до зараження гниллю	низький	високий[1]	відсутній	високий[1]	низький	низький
Капітальні витрати	низькі	низькі	середні	середні	високі	низькі[2]
Енерго-ефективність	низька	висока	висока	середня	низька	низька
Потрібна водостійка упаковка	ні	так	ні	так	так	ні
Мобільність	іноді	рідко	поширено	поширено	поширено	ні
Охолодження на лінії	рідко	так	ні	ні	рідко	ні

Примітка:

[1] Ризик забруднення під час гідроохолодження та обприскування зростає за умов використання неякісної води.

[2] Витрати можуть бути вищими під час використання обладнання для виробництва льоду.

Примусове повітряне охолодження підходить для більшості фруктів і забезпечує істотне скорочення часу післязбирального охолодження порівняно

з зберіганням при кімнатній температурі, що зменшує ризик мікробіологічних ушкоджень під час зберігання [158; 159]. Проте цей метод є повільнішим за інші способи попереднього охолодження, і збільшення тривалості охолодження призводить до більш значних втрат вологи та погіршення органолептичних властивостей плодів. До того ж примусове повітряне охолодження характеризується високими втратами маси, що негативно впливає на комерційну цінність продукції.

Гідроохолодження є альтернативою з низкою переваг: низька вартість упровадження, висока енергоефективність і мінімальні втрати маси плодів порівняно з примусовим повітряним охолодженням [160; 161]. Однак цей метод має суттєві обмеження: плоди після гідроохолодження більш схильні до розвитку гниття під час зберігання, що зумовлює необхідність одночасного застосування дезінфікувальних засобів і контролю за якістю води. Охолодження в приміщенні (ambient cooling) є технологічно простим методом, але він потребує значної площі та забезпечує повільну швидкість зниження температури порівняно з іншими системами охолодження. Крім того, тривале зберігання в таких умовах часто призводить до втрат вологи та зневоднення плодів, що погіршує їх органолептичні та технологічні властивості [161]. Отже, вибір методу охолодження плодів повинен базуватися на балансі між швидкістю зниження температури, економічною ефективністю, збереженням маси та якісних характеристик плодів. Примусове повітряне охолодження та гідроохолодження є найбільш застосовними для промислових масштабів, але кожен метод має специфічні обмеження, які необхідно враховувати, організовучи післязбиральне зберігання та переробку.

Гідроохолодження характеризується значно вищою швидкістю тепловідведення порівняно з повітряним способом охолодження. Високу ефективність цього процесу зумовлено великою теплоємністю води та її здатністю до інтенсивного теплоперенесення. За типовими технологічними параметрами та діапазоном температур охолоджувальне середовище на основі води відводить тепло приблизно у 15 разів швидше, ніж повітря. У результаті

тривалість охолодження продукції за використання гідросистеми скорочується втричі порівняно з повітряним інтенсивним способом і майже у десять разів – відносно охолодження безпосередньо в камерах зберігання [162].

Подібні результати отримали й інші автори. Втрати ваги плодів вишні двох сортів – Kordia та Regina – зменшуються під час гідроохолодження протягом 10 хвилин за температури 0,9 °C. Під час зберігання протягом 15 днів за температури 1 ºC та вологості 85–95 % ці плоди зберегли високу твердість та мали меншу втрату ваги порівняно з контрольними плодами без попереднього гідроохолодження [163]. Гідроохолодження є одним із поширених методів післязбирального охолодження плодів черешні, проте наукові джерела свідчать про неоднозначність оцінок його ефективності. У низці досліджень встановлено, що інтенсивність сповільнення процесів старіння і тривалість зберігання після гідроохолодження залежать від сортових особливостей і температурного режиму плодів після обробки [125]. Натомість інші повідомили про відсутність позитивного ефекту, зокрема після двох тижнів холодного зберігання [164; 165].

В останні роки було досягнуто нового прогресу в попередньому охолодженні [166; 167]. У статті Yin et al. [168] висвітлено питання оптимізації технології попереднього охолодження та дослідження основного принципу, що полягає в тепломасообміні між плодовою сировиною і середовищем її охолодження. Різні способи охолодження по-різному впливають на окремі види фруктів. Ефективність гідроохолодження може варіюватися залежно від виду фруктів, оскільки деякі з них чутливі до механічних пошкоджень, що можуть виникати під час або після контакту з водним охолоджувальним середовищем [148]. Попереднє охолодження холодною водою рекомендовано для лічі і не придатне для полуниці, яка схильна до гниття. Zhang et al. [169] встановили, що найефективнішими методами подовження строків зберігання жовтих персиків і збереження їхньої якості після збирання врожаю є попереднє охолодження в холодильнику і попереднє охолодження холодною водою. Liu et al. [170] визначено, що поєднання попереднього охолодження

черешні з обробкою озоном зменшує інтенсивність дихання, позитивно впливає на збереження блиску фруктів та їх біохімічний склад, а також сповільнює розм'якшення плодів протягом усього періоду зберігання. Гідроохолодження плодів черешні проводять безпосередньо в полі або в пакувальних цехах перед пакуванням у контейнери для експорту на великі відстані [171]. Повітряне охолодження зібраної черешні до оптимальної температури зберігання зазвичай займає 20–24 години залежно від початкової польової температури. Період охолодження фруктів в гідрокулері до температури 6–8 °C становить всього 10 хв. У дослідженнях Alique et al. [165] висвітлено інтенсивність дихального метаболізму для сорту черешні Ambrunés групи Picotas залежно від попередньої термічної обробки при 50 °C протягом 2 хв, гідроохолодження і нормального охолодження. За гідроохолодження виявлено низьку дихальну активність, що сповільнює старіння, продовжує строки зберігання фруктів і зменшує втрату якості. Обробка плодів гарячою водою прискорює достигання черешні, а швидке споживання глюкози і яблучної кислоти в процесі дихальної активності збільшує м'якість фруктів. У дослідженнях Esti et al. [126] було оцінено вплив охолодження на якісні характеристики двох сортів черешні Sciazza і Ferrovia після 15 днів зберігання при 1 °C і відносній вологості повітря 95 %. Зафіксовано збільшення вологості та зміни вмісту кислот і цукру внаслідок дії високої швидкості дихання плодів (близько 5 мл CO_2/кг год при 0 °C). Установлено, що зміна якості плодів залежить від режимів зберігання в охолодженому стані та сортових особливостей черешні. У сорту Ferrovia відмічено більша дихальна активність ніж у сорту Sciazza. Науковці Грузії провели порівняльну характеристику трьох сортів черешні, що зберігались до 42 діб в холодильній камері при температурі 0–1 ºC [172]. Сортові особливості мали значний вплив на стійкість під час холодильного зберігання. Сорт Kordia характеризувався найкращою придатністю до холодильного зберігання за втратами та вмістом цінних речовин. Втрати маси плодів черешні двох сортів Kordia та Regina скорочуються під час гідроохолодження протягом 10 хвилин за температури

0,9 °C. Під час зберігання протягом 15 діб за температури 1 ºC і вологості 85–95 % ці плоди мали високу твердість і менші втрати маси порівняно з контрольними плодами без попереднього гідроохолодження [173]. Науковці Бендерська О. В. та Процюк Д. С. [137] визначили, що поєднання попереднього охолодження черешні з обробкою озоном ефективно зменшує інтенсивність дихання плодів, сприяє збереженню блиску шкірки та стабілізує біохімічний склад фруктів. Крім того, такий підхід уповільнює розм'якшення плодів протягом усього періоду зберігання, підвищуючи їхню комерційну та технологічну цінність.

Разом із тим, ефективність такого методу значною мірою залежить від виду плодів, початкової та кінцевої температури охолодження, а також від швидкості зниження температури, що може змінюватися залежно від сорту та специфіки конкретної партії [174]. Наприклад, у дослідженні Шена та колег черешні сорту Black Pearl (Prunus avium L.) охолоджували до 6,1 °C у серцевині плоду протягом лише 0,5 години за допомогою крижаної суспензії [175]. Цей експеримент підтверджує, що час та ефективність охолодження значною мірою залежать від початкової температури плодів, а також від видових та сортових особливостей. Отже, використання різних методів попереднього охолодження – включно з повітряним, гідроохолодженням, крижаною суспензією та комбінованими підходами з обробкою озоном – може стати ефективним інструментом для скорочення втрат, подовження термінів зберігання та збереження технологічних і сенсорних властивостей плодів вишні та черешні. Водночас необхідно враховувати специфіку сорту, початкову температуру та режим охолодження, оскільки неврахування цих факторів може призвести до фізіологічних пошкоджень, втрат вологи та зниження якості плодів.

1.4. Сучасні підходи і проблеми зберігання плодів черешні та вишні

1.4.1. Аналіз сучасних способів зберігання плодів черешні та вишні

Післязбиральна товарна обробка плодів черешні та вишні є надзвичайно складною через їхню високу чутливість до псування. Плоди швидко втрачають товарний вигляд унаслідок ущільнення шкірки, розм'якшення м'якуша, змін у співвідношенні цукрів і кислот, зневоднення, потемніння плодоніжки та через наявність плям на поверхні [165; 176]. Волога інтенсивно транспірується як з м'якоті, так і з плодоніжки, що спричиняє подальше зниження вмісту цукрів у клітинах, посилене розм'якшення тканин і потемніння плодоніжки [177].

Ступінь інтенсивності метаболізму плодоовочевої продукції під час зберігання найкраще відображає процес дихання. Знання параметрів дихальної активності має критичне значення для оптимізації умов зберігання, заснованих на сповільненні метаболізму, а тому й продовженні термінів зберігання, адже після відділення від материнського організму плоди продовжують свій життєвий цикл, спрямований на процеси дозрівання, і старіння та псування є закономірним процесом. Вишня та черешня некліматичні плоди, які демонструють інтенсивне дихання, яке збільшується з підвищенням температури зберігання, на що вказують багато досліджень. Неклімактеричні плоди мають зовсім іншу поведінку дозрівання, без піку дихання або вироблення етилену [178]. За 0,5 °C інтенсивність дихання черешні коливалася від 3,34 до 7,94 мг CO_2 кг − 1 год − 1 залежно від саду та року вегетації. За 5 °C, швидкість дихання коливалася від 6,41 до 16,32 мг CO_2 кг−1 год−1 залежно від саду та року вегетації, а при 10 °C – від 11,06 до 26,89 мг CO_2 кг−1 год−1 залежно від саду та року вегетації [179]. Значення інтенсивності дихання для вишні показують ширший діапазон (до 50 мг CO_2 кг−1 год−1 при 20–25 °C), залежно від сорту та клімату [180]. Zoffoli рекомендує використовувати температури, наближені до точки замерзання для зберігання черешні з метою зменшення інтенсивності дихання, розм'якшення та накопичення малон-

діальдегіду, що знижує швидкість розвитку гнилі [181].

Хоча штучне охолодження має найбільший вплив (з відомих сьогодні способів) на ступінь гальмування післязбирального метаболізму плодів, його активно доповнюють іншими методами. Зазвичай, післязбиральні заходи, спрямовані на подовження терміну зберігання продукції, поділяють на чотири основні категорії: (1) використання контрольованої (КА) або модифікованої (МА) атмосфери, (2) нанесення їстівних покриттів, (3) опромінення, (4) альтернативні методи контролю післязбирального метаболізму [182–184]. Однак усі перераховані заходи використовують тільки як доповнення до зберігання в охолодженому стані [185].

Одним із ефективних способів зберігання плодів вишні та черешні є МА. Пакування в модифікованій атмосфері (МАР) – це визнана технологія для уповільнення фізико-хімічних змін, уповільнення мікробного псування та збереження кольору шляхом зменшення окислення для подовження терміну придатності [186; 187]. Kupferman та Sanderson вивчали використання МА для зберігання плодів черешні за різних температур і продемонстрували, що псування плодів значно сповільнюється при нижчій температурі порівняно з плодами, що зберігалися при вищих температурах [188]. Цей спосіб заснований на зберіганні плодоовочевої продукції при відносно низькій температурі (0–4°C) у газовому середовищі з підвищеним вмістом діоксиду вуглецю й зниженим вмістом кисню, що створюється біологічним шляхом за рахунок процесів дихання продуктів, які поміщають у полімерні упаковки. Під час зберігання плодоовочевої продукції в МА реалізується принцип локального кондиціонування повітря. Іншими словами, усередині упаковки із селективного плівкового матеріалу створюється мікроклімат, зумовлений біофізичними властивостями продукту (теплотою дихання і його випарною здатністю), що не залежить від вологості повітря в холодильній камері [117].

Утворення певного газового складу залежить від товщини плівки. Гарну газопроникність мають плівки товщиною від 15 до 80 мкм. Їх використовують для зберігання продуктів у пакетах місткістю 3–5 кг, герметично запаяних

термозварюванням. Газове середовище містить 2–6 % CO_2 й 8–14 % O_2 [117]. Ефективно розроблені упаковки МА мають менше дихання та дозрівання, що сповільнює втрату вологи [145, 189]. Ця технологія є найефективнішою в поєднанні з охолодженням, оскільки нижчі температури допомагають уповільнити процеси псування [139]. Однією з найважливіших властивостей МА є те, що так можна зберегти зелений колір плодоніжки та твердість плодів, що є критично важливими атрибутами для продажу черешні в роздрібних магазинах [190]. МА ефективно сповільнює погіршення певних параметрів якості черешні [191] та гниття, спричинене ростом грибків [192]. Змінюючи рівень газів у пакеті МА, можна досягти зменшення різних природних процесів псування, включаючи зниження швидкості дихання, зменшення окислення та запобігання росту бактерій та грибів.

Зберігання плодів та овочів у МА характеризується значними перевагами і широко використовувався до недавнього часу. Однак сьогодні більшість розвинених країн накладає серйозні обмеження на використання полімерних матеріалів, котрі не є біодеградабельними та наносять шкоду навколишньому середовищу. Сучасні технологічні досягнення включають інновації в галузі матеріалознавства, зокрема розробку газоселективних нанокомпозитних плівок та багатофункціональних біоактивних покриттів [193]. Наноструктуровані полімерні плівки вирізняються високими бар’єрними властивостями завдяки оптимізованим параметрам газопроникності, а біологічні їстівні покриття містять природні антимікробні агенти та поглиначі активних форм кисню, що дозволяє ефективно пригнічувати процеси псування та окислювального стресу [194].

Контрольовану атмосферу можна створити в цілком герметичних камерах зберігання плодоовочевої продукції. Найкращі умови зберігання соковитої рослинної сировини в кожному конкретному випадку можуть бути різні, залежно від температури, вмісту O_2 і CO_2. Чутливість плодів до знижених концентрацій O_2, до підвищеного вмісту CO_2 і до температури зберігання коливається в широких межах [119]. За температури зберігання 0–5

°C було показано, що черешня переносить дуже низький рівень кисню (0,02% O_2 протягом 21–25 днів) і може зберігатися протягом кількох тижнів при концентрації 0,5–1 % O_2 або 20–40 % CO_2 [195]. Було проведено дослідження різних умов КА, і повідомлялося, що використання 10–30 % CO_2 та 5–20 % O_2 ефективно підтримує твердість плодів черешні, рівень вітаміну С і титрованих кислот без розвитку стороннього присмаку [196; 197]. Однак існує розбіжність щодо критичного рівня CO_2, оскільки Goliáš et al. повідомляли, що черешня розвивала сторонній присмак під час зберігання в умовах КА з концентрацією понад 10 % CO_2 і до 5 % O_2 [198]. Установлено, що під час низькокисневого зберігання краще зберігаються твердість, свіжість, кислотність плодів; знижується або повністю усувається ймовірність внутрішнього побуріння їх м'якуша, не стимулюється інтенсивність дихання. Суворе дотримання температурного режиму, складу газового середовища особливо важливе у використанні герметичних камер із КА. Коливання температури в камерах із КА не повинно перевищувати 0,5 °C, для цього в них установлюють автоматичні терморегулятори [199].

Нанесення їстівних покриттів на основі альгінату, желатину, хітозану або полісахаридів також може відігравати роль у захисті плодів від втрати вологи та кисню. У поєднанні з холодильним зберіганням покриття зберігають блиск, текстуру та біоактивні сполуки плодів упродовж 2–3 тижнів. Нанесення покриттів на поверхню плодоовочевої продукції активно використовують з початку 2000-х років. На відміну від синтетичного полімерного пакування, біодеградабельні покриття є досить екологічним рішенням. Їстівні покриття діють як додатковий шар, який покриває продихи. Основною функцією їстівних покриттів є обмеження дихального газообміну та транспірації. Тим самим уповільнюють і процес дозрівання та старіння плоду [200]. Найбільшого поширення та застосування набули харчові покриття на основі полісахаридів, такі як хітозан, альгінат, крохмаль та ін. [201–204].

Василишина О. В. встановила, що 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 0,1–0,7 %. Обробка плодів вишні перед закладанням на зберігання 2 % розчином карагенану, збільшила тривалості зберігання плодів до 28 діб, підвищила вихід товарної продукції на 4,9–7,3 %, зменшила втрати маси плодів на 19–29 %, втрати щільності на 15,2–17,1 %; інтенсивність дихання – на 12,5–22,2 %, знизила на 5,5–6,2 % втрат сухих розчинних речовин, цукрів – на 3,9–6,7 %, титрованих кислот на 57,2–53,7 %. Автор також показала, що доцільною є обробка плодів вишні перед зберіганням у 5-відсотковому розчині альгінату натрію, яка 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 [71].

Комбінація полісахаридів з іншими активними речовинами демонструє виражений синергетичний ефект [205; 206]. Застосування 2 % розчину нітрату кальцію у поєднанні з післязбиральною обробкою 0,1 % хітозану дає змогу подовжити термін зберігання та зберегти якість плодів китайської карликової вишні до 30 діб [207]. Попередня обробка хітозаном із саліциловою кислотою плодів черешні знижує втрати маси і дихання, обмежує збільшення малонового диальдегіда, запобігає втраті сухих розчинних речовин та аскорбінової кислоти. Інтенсивність дихання знижується в результаті обмеженого газообміну між плодами і довкілля. Обробка розчином хітозану з саліциловою кислотою дала змогу знизити інтенсивність дихання на 27−38 %, а також запобігти окислювальному стресу плодів, про що свідчить вища активність каталази 30,8−35,7 % та аскорбатпероксидази − 44−50 % порівняно з необробленими плодами вишні. Тому для подовження терміну зберігання, сповільнення інтенсивності дихання і збереження ферментативної активності плоди вишні необхідно обробляти розчином хітозану із саліциловою кислотою [208].

Саліцилова кислота і її похідні (ацетилсаліцилова й метилсаліцилова) є рослинними гормонами, що відіграють важливу роль у фізіологічних процесах, зокрема і стійкості до стресу [209; 210], тому післязбиральна обробка саліцилатами попереджає псування, підвищує стійкість до хвороб, покращує зовнішній вигляд і харчову цінність [211]. Зокрема, використовується для обробки абрикосу, гранату, черешні, вишні, ківі. Попередня обробка саліциловою кислотою персика призвела до зниження вільних радикалів супероксиддисмутази і активності ліпоксигенази і підвищення активності антиоксидантних ферментів: каталази, аскорбатпероксидази протягом зберігання порівняно з контрольними плодами [209; 210].

Провідним фактором псування плодоовочевої продукції під час зберігання є розвиток мікробіологічних уражень. У сучасних дослідженнях значну увагу приділяють пошуку технологічних рішень, спрямованих на пригнічення росту та розмноження збудників цих захворювань. Плоди вишні характеризуються підвищеною кислотністю (приблизно 1,5 %) та низьким значенням pH (близько 3,1), що зумовлює специфічний склад мікробіоти, здатної до розвитку в такому середовищі. Основними агентами мікробіального псування є плісеневі гриби та дріжджові мікроорганізми. Для їх контролю застосовують сполуки з антимікробною активністю – сорбінову, бензойну, лимонну кислоти, етиловий спирт та інші речовини інгібуючої дії [170]. Використання мікробіологічного ефекту деяких природних сполук є ще одним напрямом досліджень, спрямованим на подовження терміну зберігання плодів. Afonso та ін. [212] виявили, що застосування екстрактів Satureja montana L. та Thymus vulgaris L. дає змогу зберегти фізико-хімічні характеристики черешні протягом 14 діб післязбирального зберігання за температури 2 ± 1 °C, відносної вологості 95 % у темряві. Раніше Maghenzani та ін. [213] довели, що пари ефірних олій цих рослин здатні пригнічувати післязбиральні патогени.

У дослідженні використовували їстівне покриття на основі камеді трагаканту та екстракту Eremurus для обробки черешні сорту Takdaneh

Mashhad. Випробування тривало до 45-ої доби зберігання і показало покращення якості плодів, що сприяє підвищенню їхньої товарної придатності. Одне з оброблень (12,5 г/л трагаканту та Eremurus) виявило здатність підтримувати твердість плодів, зменшувати зміни кольору, сприяти накопиченню сухих розчинних речовин, зберігати кислотність і водночас зменшувати втрати маси [214].

Китайські вчені H. Zhang та інші дослідили вплив біологічних і хімічних консервантів на зберігання двох сортів вишні (Prunus pseudocerasus) Manaohong і Longjianhong. Установлено, що поліфеноли чаю і нізин більш інтенсивно сповільнювали погіршення якості сортів китайської вишні після збирання врожаю. За даними вчених, сорт вишні Manaohong виявився більш стабільним порівняно із сортом Longjianhong залежно від їх обробки різними біологічними консервантами (поліфеноли чаю, саліцилова кислота) і хімічними консервантами (нізин, натаміцин) протягом зберігання [215]. Інші методи, як фумігація SO_2, опромінення, ультразвукове оброблення, зберігання в динамічній контрольованій атмосфері, усе частіше досліджують для ягід, зокрема вишні та черешні, у зв’язку з підвищеним попитом на свіжу органічну продукцію [216–218].

Альтернативні підходи (наприклад, обробка озоном) ефективно знижують мікробне навантаження [219]. Останнім часом озон набуває популярності як нетоксичний дезінфектант, здатний ефективно знижувати мікробне навантаження на плоди. Озон проявляє виражену антимікробну активність і здатний ефективно інактивувати широкий спектр мікроорганізмів, зокрема цвілеві гриби, дріжджі та бактеріальні клітини, а також руйнувати продукти їхнього метаболізму (токсини) і знищувати комах-шкідників. У дослідженні Wang et al. [220] показано, що газоподібний озон у концентрації 60 мг/м³ знижує рівень грибкової інфекції Monilinia spp. та зберігає органолептичні властивості черешні протягом 14 діб. Проте застосування озону вимагає чіткого контролю концентрації і експозиції, оскільки надмірна доза може викликати окислювальне пошкодження клітин [221]. Кожна із

зазначених технологій має свої переваги та експлуатаційні обмеження, що зумовлює необхідність обґрунтованого вибору залежно від специфіки зберігання та комерційних завдань.

1.4.2 Зміни функціонально-технологічних властивостей плодів під час зберігання

Зміни функціонально-технологічних властивостей під час зберігання плодоовочевої продукції залежать від багатьох чинників: сортової та видової специфіки, режимів та способів зберігання, післязбиральних обробок тощо. Проте досить закономірним є поступове зниження якості плодової продукції з відповідними змінами у її біохімічному складі та фізичних властивостях.

Твердість черешні зменшувалась із 238 г до приблизно 193 г за 45 днів зберігання у холоді [222], а під час зберігання у МА – з 240 до 205 г. Також Alique et al. та Serrano et al. повідомляли, що твердість плодів зменшується зі збільшенням тривалості зберігання, причому втрати були менші в плодів, збережених у МА [123, 223]. Утім, за даними Kupferman and Sanderson, у випадку зберігання черешні в МА з використанням лайфспен-лайнерів при температурі 34 °F (~1 °C) спостерігалося навіть підвищення твердості [188]. Також Wargo та ін. повідомили про аналогічний ефект під час зберігання плодів у поліетиленових мішках (LDPE) при 38 °F (~3 °C) протягом 28 днів у звичайних умовах [224].

Фрукти, збережені в атмосфері з 5 % O_2 та 10 % CO_2, мали вищу твердість [197]. Застосування гібереліновоі кислоти під час зберігання також сприяло збереженню більш високих показників твердості [220].

Встановлено, що під час зберігання плодів черешні в умовах охолодження, діапазон загальної кількості сухих розчинних речовин черешні (11–20 Вх) практично не змінюється протягом кількох тижнів, такі ж дані отримано і під час зберігання продукції в умовах МА [197, 222, 224]. За іншими даними, під час холодного зберігання загальна кількість сухих розчинних речовин зменшується або постійна, тоді як титрована кислотність

зменшується, що призводить до збільшення співвідношення ЦКІ незалежно від умов упакування [225]. Кислотність черешні коливається від 0,4 до 1,5 % під час зберігання в нормальній атмосфері та поводиться по-різному в різних середовищах. Титрована кислотність черешні постійно знижується протягом періоду зберігання і до 10-го тижня досягає приблизно 50 % свого значення [226]. Вміст титрованих кислот зменшується під час зберігання без охолодження, в охолодженому стані, а також при зберіганні в МА за різних температур і коливається від 0,97 до 0,44 % [138; 188; 197; 224; 227]. Вміст титрованих кислот знизився з 0,97 % під час збору врожаю до 0,67 % у черешнях, упакованих у перфоровані коробки. Черешні, упаковані в суцільні коробки, мали титрованих кислот 0,63 %, тоді як черешні, упаковані в будь-які з коробок МА, містили 0,70 % титрованих кислот після 45 днів холодного зберігання [228]. За умов зберігання плодів черешні за температур 0 °С і 5 °С спостерігалося істотне зниження вмісту титрованих кислот, тоді як за температур, близьких до замерзання, цей показник протягом 80 діб залишався практично незмінним [126]. Зниження вмісту фруктових кислот зазвичай скорочувало потенційний термін зберігання / транспортування черешень, а органічні кислоти могли служити джерелом вуглецю для трикарбонового циклу як основної частини дихального процесу [229]. Контрольована атмосфера дозволяє підтримувати твердість плодів черешні, рівень вітаміну С і титрованих кислот [196; 197].

Окремі автори повідомляли про збільшення вмісту антоціанів під час зберігання [138; 230]. Remón et al. встановили, що загальний вміст антоціанів після збору урожаю зростає як під час зберігання в умовах МА, так і без неї, але більшою мірою – без МА [138]. Однак інші дослідники зростання вмісту цих речовин не підтверджують, але зазначають, що загальний вміст фенольних сполук поступово знижується [231]. Вміст антоціанів у черешнях не змінювався під час охолодженн, але знижувався протягом зберігання, ймовірно, через високу окислювальну активність поліфенолоксидази та зростання pH [225]. Подібні результати отримали також Esti et al. [126].

Навпаки, під час зберігання черешень у МА таких змін не спостерігалося. У черешень сорту Lambert, що зберігалися 12 днів у холодильнику, вміст антоціанів не змінювався, тоді як у зразках, оброблених 1-метилциклопропеном, середній вміст знизився на 9 % – з 576 до 525 мг [132]. Вміст вітаміну С швидко знижувався протягом зберігання, однак плоди, збережені в атмосфері з 5 % O_2 та 10 % CO_2, мали відносно вищий рівень вітаміну С порівняно з іншими варіантами [197].

Щодо впливу зберігання на загальну антиоксидантну активність черешні і вишні, то дані Giacalone G. та інші вказують, що під час холодильного зберігання загальна антиоксидантна активність зростає, але зберігання плодів черешні в МА не впливає на загальну антиоксидантну активність [231; 232]. В одному з досліджень було встановлено, що зберігання черешень в атмосфері з 5 % O_2 і 10 % CO_2 значно пригнічувало активність поліфенолоксидази та пероксидази, зменшувало вміст малоніальдегіду, що знижувало потемніння м’якоті, псування та розклад плодів, подовжуючи термін зберігання порівняно з іншими способами [197]. Було встановлено, що з їстівним покриттям плоди черешні мають кращі якісні показники, такі як твердість, втрата маси, титровані кислоти, вміст сухих розчинних речовин, вміст аскорбінової кислоти та зовнішнє забарвлення порівняно з необробленими плодами [233–242]. Післязбиральна обробка плодів вишні 1 % розчином хітозану сприяла подовженню терміну їх зберігання та покращенню якісних характеристик. Через 21 день зберігання втрата маси плодів склала 4,6 %, а вихід продукції залишався на рівні 85,5 %. Ці результати підтверджуються фізіологічними та хімічними змінами в плодах: знижується інтенсивність дихання, втрата цукру не перевищує 6,7 %, кислот – 33 %, а аскорбінової кислоти – 18 %. Застосування 1 % розчину хітозану після збирання врожаю має позитивний вплив на товарну якість вишні [243]. Водночас слід зазначити, що різні їстівні покриття мають різні властивості, а отже, і різний вплив на тривалість зберігання черешні і якісні характеристики плодів. Наприклад, покриття шелаком виявилось

ефективнішим у зниженні інтенсивності дихання та збереженні якісних характеристик плодів, ніж покриття з хітозану або ізоляту сироваткового білка [127]. Покриття з вищим ступенем гідрофобності були більш ефективними для збереження маси плодів, їхньої твердості, а також для сповільнення псування [244–246].

Зберігання черешні та інших кісточкових плодів супроводжується складними змінами функціонально-технологічних властивостей, які залежать від температурного режиму, газового складу атмосфери, використання їстівних покриттів, сорту та післязбиральних обробок. Незважаючи на певні варіації даних, загальною тенденцією є зниження твердості плодів, вмісту титрованих кислот і вітаміну С при тривалому зберіганні. Однак застосування контрольованої атмосфери, зберігання при температурах, наближених до точки замерзання, та використання органічних кислот, їстівних покриттів або природних екстрактів може значно зменшити температуру якісної деградації. Такі технології дозволяють не лише подовжити термін зберігання, а й зберегти зовнішній вигляд, смакові якості, вміст антоціанів і антиоксидантну активність плодів.

1.5 Математичне моделювання процесів охолодження та зберігання плодів

Сучасні тенденції у сфері післязбиральної логістики плодової продукції дедалі частіше пов’язані з використанням математичного моделювання як інструмента прогнозування, оптимізації та управління технологічними процесами охолодження і зберігання.

Для забезпечення достовірності, об’єктивності, відтворюваності та надійності результатів експериментів традиційно застосовують методи математичної статистики, зокрема дисперсійний (ANOVA) та кореляційно-регресійний аналізи [247]. Розрахунок основних статистичних величин проводять за допомогою програм Statistica (версія 10.0) та Excel. Перед

аналізом дані перевіряють на нормальність та однорідність дисперсії за допомогою критеріїв Шапіро-Вілка та Левена [248; 249].

Проте традиційні статистичні методи не завжди достатні для комплексної оцінки результатів експерименту, особливо коли аналізують складні багатофакторні явища. Аналіз кожного показника якості окремо не дозволяє сформувати інтегровану характеристику, що визначає найкращий сорт плодів.

Для вирішення цієї проблеми застосовують методи багатокритеріального моделювання. Одним із таких є узагальнена функція бажаності Харрінгтона, яка дає змогу об’єднати різні показники якості в єдиний комплексний індекс [250; 251]. Завдяки цьому можна визначити оптимальний сорт або технологічний режим, що забезпечує найвищу якість продукції. Критичним обмеженням стандартної функції бажаності є те, що вона не враховує кореляцій та взаємозалежностей між критеріями – кожен з них оцінюється незалежно. Це може призводити до необ’єктивного ранжування альтернатив, особливо при наявності тісно пов’язаних характеристик, таких як твердість плодів і вміст сухих речовин або цукрів і кислот. Отже, для комплексного і достовірного моделювання якості плодів доцільно поєднувати традиційні статистичні методи з багатокритеріальними підходами, зокрема функцією бажаності, із додатковою корекцією на кореляційні взаємозв’язки між показниками. Це дозволяє більш точно визначати оптимальні сорти та технологічні режими, що важливо для виробництва високоякісної плодової продукції та переробки.

Математичні моделі дають змогу формалізувати складні багатофакторні явища, що відбуваються в плодах та в середовищі їх зберігання, описати теплові, масообмінні та газообмінні процеси, а також оцінити вплив конструктивних, технологічних і фізіолого-біохімічних параметрів на кінцеву якість продукції [252; 253].

Найбільш популярним в умовах сьогодення вважається моделювання на основі комп’ютерної гідродинаміки (Computational Fluid Dynamics, CFD).

Відповідно до наявних літературних джерел [254–258] дає змогу з високою точністю відтворювати розподіл швидкостей повітряних потоків, температурних полів і градієнтів вологості в охолоджуваному об’ємі, у тарі та безпосередньо в плодовій тканині. Розрахункові моделі враховують геометрію контейнерів, кількість і розташування вентиляційних отворів, схему укладання плодів, а також параметри технологічного повітряного потоку. Валідовані CFD-дослідження демонструють, що зміна площі або конфігурації вентиляційних отворів у пакуванні може скорочувати час досягнення цільової температури на 15–30 %, підвищувати рівномірність охолодження, зменшувати енерговитрати та ризики утворення зон перегріву чи конденсації. Для полуниці, цитрусових, яблук і вишні опубліковано приклади оптимізації конструкції тари з урахуванням аеродинаміки потоку, які безпосередньо інтегруються в практику проєктування «розумної» тари. Окремі роботи демонструють ефективність створення цифрових двійників (digital twins) пакувальних систем, що моделюють альтернативні конфігурації ще до виготовлення дослідних зразків [259–261].

Важливою складовою є моделювання внутрішнього тепломасообміну в плоді, що враховує шарувату структуру тканин, теплопровідність і теплоємність шкірки та м’якоті, а також особливості пористої структури й вмісту клітинного соку. Тривимірні тепломасообмінні моделі відображають динаміку видалення польового тепла, утворення градієнтів температури між поверхнею і центром плоду та передбачають потенційні зони переохолодження або недостатнього охолодження. Такі моделі є незамінними для тонкошкірних і дрібноплідних культур (черешня, вишня), де швидкість проникнення холоду та рівномірність температурного поля мають ключове значення для мінімізації фізіологічних пошкоджень і втрат маси. Дослідження показують, що в разі оптимізації схеми укладання та напрямку потоку охолоджуваного повітря можна досягти зниження середньої температури в партії на 2–3 °C без збільшення тривалості процесу, що істотно впливає на термін зберігання [262–266].

Окремий пласт математичних розробок стосується моделювання процесів у модифікованому (МГС) та регульованому (РГС) газовому середовищі. Тут використовують рівняння дифузії та пермеації для описування проникності пакувальних матеріалів щодо O_2 і CO_2, а також кінетичні рівняння дихання плодів, що враховують залежність інтенсивності газообміну від температури й концентрації газів у середовищі. Сучасні моделі МГС / РГС дають можливість з високою точністю прогнозувати динаміку газового складу всередині пакування протягом усього терміну зберігання, оптимізувати співвідношення газових компонентів і підбирати пакувальні плівки з потрібними бар'єрними властивостями. Експериментально підтверджено, що правильне математичне налаштування параметрів МГС дає змогу, утримуючи твердість й інтенсивність забарвлення, подовжити термін зберігання вишні та черешні на 20–30 % [267–273].

Прогностичне кінетичне моделювання терміну зберігання базується на описуванні погіршення окремих показників якості (твердість, колір, вміст розчинних сухих речовин, титрованих кислот, вітаміну С) за допомогою моделей нульового або першого порядку реакцій з інтеграцією залежності швидкості реакцій від температури за рівнянням Арреніуса. Останні роботи пропонують розширені підходи, що враховують вплив динамічних температурних профілів, зокрема коливань температури в логістичному ланцюгу, а також поєднання механістичних моделей з алгоритмами машинного навчання для корекції прогнозів у режимі реального часу на основі даних від бездротових сенсорів. Такі гібридні моделі дають можливість не лише оцінювати залишковий термін зберігання, але й своєчасно сигналізувати про ризики передчасного псування [274–279].

Порівняльний аналіз показує, що CFD- та тепломасообмінні моделі після належної валідації характеризуються високою точністю й універсальністю та дають змогу оптимізувати конструктивні й технологічні параметри процесів без значних матеріальних витрат. Моделі МГС / РГС значно зменшують потребу в тривалих експериментальних дослідженнях підбору газового

середовища та пакувальних матеріалів, а кінетичні моделі якості забезпечують простоту впровадження на виробництві та сумісність із системами контролю якості [280–284].

Водночас усі ці підходи мають обмеження: CFD-моделювання потребує точних експериментальних даних для валідації, а біологічна варіабельність плодів (сорт, розмір, ступінь стиглості, мікропошкодження) знижує репрезетативність результатів. Моделі МГС / РГС можуть недооцінювати локальні коливання газового складу та конденсаційні процеси, якщо приймають ізотермічні або стаціонарні умови. Кінетичні підходи чутливі до похибок у визначенні показників якості й не враховують комплексного впливу біохімічних та мікробіологічних факторів.

У роботі представлено [285] інтегральні методи комплексної оцінки плодів за сукупністю узагальнених показників. Водночас не запропоновано чітко визначеного комплексу критеріальних показників для оцінювання саме замороженої плодової сировини, призначеної для виготовлення цукатів. Оновлення сортового складу черешні зумовлює потребу провести всебічне оцінювання замороженої сировини, щоб обґрунтовано обрати оптимальний сорт для подальшої переробки.

Незважаючи на значний прогрес у математичному моделюванні процесів охолодження та зберігання фруктової продукції, включно з розробкою високоточних CFD-моделей, тепломасообмінних та газообмінних алгоритмів, а також кінетичних моделей погіршення якості, у цій галузі досі є низка відкритих питань. Зокрема потребує подальшої уваги проблема підвищення точності моделей за умов високої біологічної варіабельності плодів та нестабільних логістичних умов; інтеграції впливу мікробіологічних і біохімічних чинників у прогнозні розрахунки; врахування динаміки коливань температури та вологості в режимі реального часу. Актуальним також є вдосконалення методів валідації та калібрування моделей на основі великомасштабних експериментів. Подальші дослідження в цих напрямах здатні забезпечити не лише оптимізацію процесів зберігання, але й істотне

зменшення втрат продукції, підвищення енергоефективності та стійкості агропродовольчих систем.

Висновки до розділу 1

1. Плоди черешні та вишні мають високий потенціал для технологічної переробки та зберігання, що підтверджується їх значною поширеністю в Україні, наявністю сортового різноманіття та сезонною концентрацією врожаю, що потребує впровадження ефективних технологій охолодження і зберігання.

2. Морфолого-анатомічні та фізико-хімічні властивості черешні й вишні формують критичні вимоги до умов зберігання, зокрема до швидкості охолодження, вологості та умов середовища. Через високу інтенсивність дихання та чутливість до механічного пошкодження ці плоди є надзвичайно вразливими до розвитку мікробіологічної псуваності.

3. Охолодження як технологічний процес відіграє найважливішу роль у зниженні метаболічної активності плодів, зменшенні втрат маси та сповільненні розпаду полімерних структур клітинних стінок. Дослідження механізмів дії холоду на клітинному рівні є важливими для подальшого вдосконалення режимів холодильної обробки.

4. Порівняльний аналіз наявних способів охолодження свідчить про переваги інтенсивних технологій, які забезпечують швидке зниження температури до оптимального рівня з мінімальними втратами якості. Застосування комбінованих способів з одночасною обробкою біологічно активними речовинами розглядається як перспективний напрям.

5. Одним з актуальних підходів до збільшення тривалості зберігання та стабілізації функціонально-технологічних властивостей плодів є обробка органічними кислотами, зокрема оцтовою та молочною. Ці сполуки мають антимікробну дію, здатні знижувати pH поверхні плодів, пригнічувати ріст

пліснявих грибів і дріжджів, а також позитивно впливати на збереження товарної якості, біологічної цінності та сенсорних показників.

6. Доцільність проведення подальших досліджень процесів охолодження плодів черешні та вишні зумовлена сукупністю технологічних, біохімічних та економічних чинників, а також потребою наукового обґрунтування режимів реалізації цього процесу. Особливої уваги заслуговує розроблення математичних моделей, які дають змогу кількісно описати закономірності впливу дії штучного холоду на збереження структурно-механічних, мікробіологічних та органолептичних властивостей плодів упродовж холодильної обробки та зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Market foods, own production, and the social economy: how food acquisition sources influence nutrient intake among ecuadorian farmers and the role of agroecology in supporting healthy diets / Deaconu A., Berti P. R., Cole D. C. et al. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, iss. 8. Article 4410. DOI: 10.3390/su13084410

2. Fruit and non-starchy vegetable acquisition and supply in Solomon Islands: identifying opportunities for improved food system outcomes / Farrell P., Sharp M. K., Reeve E. et al. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, iss. 2. Article 1742. DOI: 10.3390/su15021742

3. Dogbe W., Revoredo-Giha C. Nutritional and environmental assessment of increasing the content of fruit and vegetables in the UK diet. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, iss. 3. Article 1076. DOI: 10.3390/su1303107614

4. Rigorous monitoring is necessary to guide food system transformation in the countdown to the 2030 global goals / Fanzo J., Haddad L., Schneider K. R. et al. *Food Policy*. 2021. Vol. 104. Article 102163. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-43

5. Nishi N. Food system for sustainable healthy diets: global and local efforts. *Journal of nutritional science and vitaminology*. 2022. Vol. 68. P. 98–100. DOI: https://doi.org/10.3177/jnsv.68.S98.

6. Association between fresh fruit and vegetable consumption and purchasing behaviors, food insecurity status and geographic food access among a lower-income, racially/ethnically diverse cohortin central texas / Janda K. M., Ranjit N., Salvo D. et al. *Nutrients.* 2022. Vol. 14. Article 5149. DOI: 10.3390/nu14235149

7. Fruit and vegetables – your dietary essentials (The international year of fruits and vegetables). Rome, Italy : FAO, 2021. URL: https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb2395en

8. Україна на другому місці в світі з виробництва черешні / Українська асоціація аграрного експорту. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3063240-ukraina-na-drugomu-misci-v-sviti-z-virobnictva-ceresni-ekspert.html?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.05.2025).

9. Виробництво кісточкових культур за 2022-2023 рр. Укрсадвинпром: веб-сайт. 2024. URL: https://ukrsadvinprom.com/novyny/analityka/virobnitstvo-kistochkovikh-kultur-za-2022-2023-rr?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.05.2025).

10. Genetic diversity and molecular fingerprinting of Prunus cerasus var. austera from central Italy / Gaudet M., Villani F., Cherubini M. et al. *Plant Biosystems*. 2019. Vol. 153(4). P. 491–497. DOI: https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1498403

11. Sanderson V., Bamber N., Pelletier N. Cradle-to-market life cycle assessment of Okanagan (Canada) cherries: Helicopters, seasonal migrant labour and flying fruit. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 229. P. 1283–1293. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.398

12. Ходаківська Ю. Б. Особливості вирощування черешні в Україні. Аграрна наука та практика України: веб-сайт. URL: https://agroscience.com.ua/sadivnictvo/viroshuvannya-chereshni (дата звернення: 05.05.2025).

13. Садівництво та ягідництво: наукові дослідження. Інститут садівництва НААН України: веб-сайт. URL: http://sad-institut.com.ua/uk/naukovi-doslidzhennya (дата звернення 05.05.2025).

14. Composition of the cherry (*Prunus avium* L. and Prunus cerasus L.; Rosaceae) / Serradilla M. J., Hernández A., López-Corrales M. et al. *Nutritional composition of fruit cultivars* / (Eds.) M. S. J. Simmonds, V. R. Preedy. New York, USA : Academic Press, 2016. P. 127–147. DOI: 10.1016/B978-0-12-408117-8.00006-4

15. Україна входить у трійку світових лідерів з виробництва вишень. 2024. URL: https://ukragro.net.ua/ukraina-vkhodyt-u-trijku-svitovykh-lideriv-z-vyrobnytstva-vyshen/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.05.2025).

16. Богданюк О. В. Оцінка впливу чинників на урожайність плодово-ягідних культур в контексті ефективного управління садівництвом. Молодий вчений. 2016. № 11. С. 555-558. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2016_11_130 (дата звернення: 22.07.2019).

17. У 2023 році частка агропродукції в експорті зросла до 62% / Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки». 2024. URL: https://skilky-skilky.info/u-2023-rotsi-chastka-ahroproduktsii-v-eksporti-zrosla-do-62/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.05.2025).

18. Галат Л. М. Світовий ринок ягід: сучасні тенденції та перспективи для України. *Ефективна економіка*. 2021. № 2. DOI: https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.2.76

19. Heinonen I. M., Meyer A. S., Frankel E. N. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1998. Vol. 46. P. 4107–4112.

20. Blando F., Oomah B. D. Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits. *Trends in food science &technology*. 2019. Vol. 86. P. 517–529.

21. Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries / Faienza M. F., Corbo F., Carocci A. et al. *Journal of Functional Foods.* 2020. Vol. 69. Article 103945. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103945

22. A Comprehensive Review of the Benefits of and the Barriers to the Switch

to a Plant-Based Diet / Fehér A., Gazdecki M., Véha M. et al. *Sustainability.* 2020. Vol. 12, iss. 10. Article 4136. DOI: https://doi.org/10.3390/su12104136

23. Fruit and vegetable-based – beverages nutritional properties and health benefits / Butu M., Rodino S. *Natural Beverages* / (Eds.) Butu M., Rodino S., Grumezescu A. M., Holban A. M. Cambridge, MA, USA : Academic Press, 2019. P. 303–338. DOI: 10.1016/B978-0-12-816689-5.00011-0

24. Characterization of new tart cherry (*Prunus cerasus* L.): Selections based on fruit quality, total anthocyanins, and antioxidant capacity / Siddiqui M., Iezzoni A., Khan A. et al. *International Journal of Food Properties.* 2011. Vol. 14(2). P. 471–480. DOI: 10.1080/10942910903277697

25. Effects of processing on chemical composition of extracts from sour cherry fruits, a neglected functional food / Cairone F., Fraschetti C., Menghini L. et al. *Antioxidants.* 2023. Vol. 12. Article 445. DOI: 10.3390/antiox12020445

26. Plasma antioxidant capacity changes following a meal as a measure of the ability of a food to alter in vivo antioxidant status / Prior R. L., Gu L., Wu X. et al. *Journal of the American College of Nutrition.* 2007. Vol. 26. P. 170–181.

27. Arnotti K., Bamber M. Fruit and Vegetable Consumption in Overweight or Obese Individuals: A Meta-Analysis. *Western Journal of Nursing Research.* 2019. Vol. 42, iss. 4. P. 306–314. DOI: https://doi.org/10.1177/0193945919858699

28. Species-and cultivar-dependent traits of Prunus avium and Prunus cerasus polyphenols / Picariello G., De Vito V., Ferranti P. et al. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2016. Vol. 45. P. 50–57. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.10.002

29. Cherry / Kappel F., Granger A., Hrotkó K., Schuster M. *Fruit Breeding*: Handbook of Plant Breeding / (Eds.) Badenes M., Byrne D. USA : Springer Science+Business Media, 2012. P. 459–504. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-9_13

30. Physical and phytochemical composition of 23 Portuguese sweet cherries as conditioned by variety (or genotype) / Gonçalves A. C., Campos G., Alves G. et

al. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 335. Article 127637. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127637

31. Principal component analysis and fuzzy comprehensive evaluation of fruit quality in cultivars of cherry / Wu P., Jia C., Fan S., Sun Y. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 34, No. 17. P. 291–300. DOI: 10.11975/j

32. Khadivi A., Mohammadi M., Asgari K. Morphological and pomological characterizations of sweet cherry (*Prunus avium* L.), sour cherry (*Prunus cerasus* L.) and duke cherry (Prunus × gondouinii Rehd.) to choose the promising selections. *Scientia horticulturae*. 2019. Vol. 257. Article 108719. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108719

33. Morphological characterization of sweet and sour cherry cultivars in a germplasm bank at Portugal / Rodrigues L. C., Morales M. R., Fernandes A. J. B., Ortiz J. M. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2008. Vol. 55(4). P. 593–601.

34. Consumer sensory evaluation of sweet cherry cultivars in Oregon, USA / Turner J., Seavert C., Colonna A., Long L. E. *Acta Horticulturae*. 2008. Vol. 795. P. 781–786. DOI: https://doi.org/10.17660/actahortic.2008.795.125

35. Grafe C., Schuster M. Physicochemical characterization of fruit quality traits in a German sour cherry collection. *Scientia Horticulturae*. 2014. Vol. 180. P. 24–31. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.047

36. Quality characteristics and inhibitory xanthine oxidase potential of 21 sour cherry (*Prunus cerasus* L.) varieties cultivated in China / Wang R., Zhang F., Zan S. et al. *Frontiers in Nutrition*. 2021. Vol. 8. Article 796294. DOI: https://doi.org/10.3389/fnut.2021.796294

37. Evaluation of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) fruits for their polyphenol content, antioxidant properties, and nutritional components / Wojdyło A., Nowicka P., Laskowski P., Oszmiański J. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. Vol. 62. P. 12332–12345. DOI: https://doi.org/10.1021/jf504023z

38. Performance of sweet cherry cultivars and advanced selections on Gisela 5 rootstock in young orchards / Lanauskas J., Kviklys D., Uselis N., Stanys V. *Plants*. 2023. Vol. 12. P. 614. DOI: https://doi.org/10.3390/plants12030614

39. Pérez-Sánchez R. P., Gómez-Sánchez M. A., Corts R. M. Agromorphological characterization of traditional Spanish sweet cherry (Prun*us avium* L.), sour cherry (*Prunus cerasus* L.) and duke cherry (Prunus x gondouinii Rehd.) cultivars. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2008. Vol. 1. P. 42–55.

40. Vursavuş K., Kelebek H., Selli S. A study on some chemical and physico-mechanic properties of three sweet cherry varieties (*Prunus avium* L.) in Turkey. *Journal of Food Engineering*. 2006. Vol. 74(4). P. 568–575.

41. Corneanu M., Iurea E., Sîrbu S. Biological properties and fruit quality of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars from Romanian assortment. *Agronomy Research*. 2020. Vol. 18(4). P. 2353–2364. DOI: https://doi.org/10.15159/AR.20.231

42. Iurea E., Corneanu M., Sîrbu S. Results in breeding of early ripening sweet cherry assortment obtained at RSFG IASI. *Fruit Growing Research*. 2019. Vol. XXXV. P. 17–20. DOI: https://doi.org/10.33045/fgr.v35.2019.03

43. Bozhuyuk M. R. Morphological and Biochemical Characterization of Wild Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Germplasm. *Erwerbs-Obstbau*. 2022. Vol. 64. P. 357–363. DOI: https://doi.org/10.1007/s10341-022-00656-z

44. Quality and Nutritional Compounds of Prunus Cerasus L. Var. / Proietti S., Moscatello S., Villani F. et al. *Austera Fruit Grown in Central Italy, HortScience*. 2019. Vol. 54(6). P. 1005–1012. DOI: https://doi.org/10.21273/HORTSCI13960-19

45. Šebek G. Pomological and chemical characteristics of fruit of some sour cherry cultivars grown in the conditions of bijelo polje. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2019. Vol. 26. P. 100–104.

46. Characterization of new tart cherry (*Prunus cerasus* L.): Selections based on fruit quality, total anthocyanins, and antioxidant capacity / Siddiq M., Iezzoni A.,

Khan A. et al. *International Journal of Food Properties*. 2011. Vol. 14(2). P. 471–480. DOI: https://doi.org/10.1080/10942910903277697

47. Main quality attributes and antioxidants in Hungarian sour cherries: Identification of genotypes with enhanced functional properties / Papp N., Szilvássy B., Abrankó L. et al. *International Journal of Food Science and Technology*. 2010. Vol. 45. P. 395–402. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02168.x

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

49. Cracking in sweet cherry cultivars early bigi and lapins: Correlation with quality attributes / Pereira S., Silva V., Bacelar E. et al. *Plants.* 2020. Vol. 9(11). Article 1557. DOI: 10.3390/plants9111557

50. Sansavini S., Lugli S. Sweet cherry breeding programs in Europe and Asia. *Acta Horticulture.* 2008. Vol. 795. P. 41–58. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.795.1

51. Milošević T., Milošević N., Mladenović J. Combining fruit quality and main antioxidant attributes in the sour cherry: The role of new clonal rootstock. *Scientia Horticulturae.* 2020. Vol. 265. Article 109236. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109236

52. Quality and nutritional compounds of Prunus cerasus L. Var. Austera fruit grown in Central Italy / Proietti S., Moscatello S., Villani F. et al. *HortScience.* 2019. Vol. 54, iss. 6. P. 1005–1012. DOI: 10.21273/HORTSCI13960-19

53. Influence of fruit size on sweet cherry respiration: a multi-cultivar analysis introducing the size factor / Patel S., Torres C. A., Tang J. et al. *Journal of Food Measurement and Characterization.* 2025. Vol. 19, iss. 6. P. 4085–4092. DOI: https://doi.org/10.1007/s11694-025-03235-4

54. Ropelewska E., Konopacka D., Piecko J. The quality assessment of sour cherries dried using an innovative simultaneous osmotic–microwave–vacuum approach based on image textures, color parameters, and sensory attributes.

Agriculture. 2024. Vol. 14(1). Article 54. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture14010054

55. Agronomic, physicochemical, aromatic and sensory characterization of four sweet cherry accessions of the Campania Region / Magri A., Malorni L., Cozzolino R. et al. *Plants*. 2023. Vol. 12. Article 610. DOI: https://doi.org/10.3390/plants12030610

56. Evaluation of different postharvest conditions to preserve the amount of bioactive compounds, physicochemical quality parameters and sensory attributes of ‘Sweetheart’ cherries / Gonzalez-Gomez D., Ayuso M. C., Bernalte M. J., Fernández-León M.-F. *Acta horticulturae*. 2017. Number 1161, Vol. 1: *VII International Cherry Symposium* (June 23, 2013). P. 581–586. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.92

57. Chemical Composition of 21 Cultivars of Sour Cherry (*Prunus cerasus*) Fruit Cultivated in Poland / Sokół-Łętowska A., Kucharska A. Z., Hodun G., Gołba M. *Molecules*. 2020. Vol. 25(19). Article 4587. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules25194587

58. Comparison of some new apple and sweet cherry cultivars under the environmental conditions of kyustendil, Bulgaria / Blagov A., Christov N., Sotirov D., Stoyanova A. *Acta Horticulturae*. 2009. Number 825 : *I Balkan Symposium on Fruit Growing* (November 15, 2007). P. 89–96. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.825.10

59. Bublyk M. O., Fryziuk L. A., Levchuk L. M. Fruit crop production distribution in Ukraine: A research note. *Chemistry and Chemical Biology: Methodologies and Applications*. 2014. Vol. 9(18). P. 207–218.

60. A new middle ripening sweet cherry cultivar 'Linglongcui' / Chen L., Wu Y., Cheng H. et al. *Acta Horticulturae Sinica*. 2018. Vol. 45, No. 7. P. 1419–1420. DOI: https://doi.org/10.16420/j.issn.0513-353x.2017-0895

61. Compositional changes in cell wall polysaccharides from five sweet cherry (*Prunus avium* L,) cultivars during on-tree ripening / Basanta M. F., Ponce N.

M. A., Salum M. L. et al. *Jounal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. Vol. 62, No. 51. P. 12410–12427. DOI: https://doi.org/10.1021/jf504357u

62. Mikhailik V. A., Dmitrenko N. V., Snezhkin Yu. F. Change in the specific heat capacity of parenchymal tissues of apples due to dehydration. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics.* 2014. Vol. 87(1). P. 48–53. DOI: https://doi.org/10.1007/s10891-014-0983-7

63. Pomological characteristics and biochemical fruit compositio n of some Canadian sweet cherry cultivars / Radicevic S., Cerovic R., Mitrovic O., Gilisic I. *Acta Horticulturae*. 2008. Number 795, Vol. 1: *V International Cherry Symposium.* P. 283–286. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.795.39

64. Толстолік Л. М. Біохімічний склад і технологічні властивості плодів елітних форм та сортів черешні. *Національне виробництво й економіка в умовах реформування: Стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції :* збірник наук. праць II міжнар. наук.-практ. конф. Тернопіль : Крок, 2016. С. 64–65.

65. Чигрин Н., Можаєва Л., Тонконоженко А. Якість врожаю Бахмутська ДСР ІС НААН. *Садівництво по-українськи.* 2020. № 5. С. 41.

66. Вміст основних хімічних елементів у плодах черешні різних строків достигання / Л. А. Шубенко та ін. *Агробіологія.* 2021. № 1. С. 173–179. DOI: https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-163-1-173-179

67. Кіщак О. А., Слободянюк А. В. Хімічний склад перспективних сортів черешні *Cerasus avium* (L.) Moenh, вирощених в Лісостепу України. *Агробіологія*. 2024. № 1. С. 84–89. DOI: https://doi.org/10.2310-9270.84-89

68. Serdyuk M., Stepanenko D. Formation of the taste of plum fruits under the influence of abiotic factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2015. Vol. 4, No. 10. P. 55–60. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.46579

69. 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. DOI: https://doi.org/10.24326/asphc.2018.1.6

70. Physicochemical characterisation of four cherry species (*Prunus* spp.) grown in China / Cao J., Jiang Q., Lin J. et al. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 173. P. 855–863. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.094

71. Василишина О. В. Первинна обробка продуктів рослинництва. Наукові основи формування та збереження якості плодів вишні з полісахаридними плівкоутворюючими композиціями : дис. … доктора с.-г. наук : 06.01.15 / Уманський національний університет садівництва. Умань, 2024. 532 с.

72. Pomological and chemical characteristics of sweet cherry cultivars grown in Dalmatia, Croatia / Radunic M., Spika M. J., Strikic F. et al. *Acta Horticulturae*. 2014. Number 1020 : *VI International Cherry Symposium.* P. 385–388. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1020.54

73. Höfer M., Giovannini D. Phenotypic characterization and evaluation of european cherry collections: a survey to determine the most commonly used descriptors. *Journal Horticulture Science Research.* 2017. Vol. 1(1). P. 7–12. DOI: 10.36959/745/392

74. Cliff M. A., Stanich K., Toivonen P. M. A. Evaluation of the sensory, physicochemical, and visual characteristics of a sweet cherry cultivar treated in a commercial orchard with a cherry cuticle supplement when a rainfall event does not occur. *HortTechnology.* 2017. Vol. 27, iss. 3. P. 416–423. DOI: 10.21273/HORTTECH03621-16

75. Fruit sensory test of new sweet cherry cultivars / Amidei R., Castellari L., Missere D. et al. *Acta Horticulturae.* 2017. Number 1161, Vol. 1: *VII International Cherry Symposium* (June 23, 2013). P. 593–598. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.94

76. Defining key parameters and predictive markers of ‘Early Bigi’ cherry consumer satisfaction by means of differential storage scenarios / López L., Larrigaudière C., Bordonaba J. G., Echeverría G. *Postharvest Biology and*

Technology. 2023. Vol. 195(8). Article 112117. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2022.112117

77. Ahmad M. S., Siddiqui M. W. Commercial Quality of Fruits: Part I. Mohammad Shamsher Ahmad, Mohammed Wasim Siddiqui. *Postharvest Quality Assurance of Fruits*. USA : Springer, 2015. P. 61–89. DOI: 10.1007/978-3-319-21197-8_5

78. Preferences in sweet cherry fruits among consumers in Serbia and Bosnia and Herzegovina / Paunović G., Hajder Đ., Korićanac A., Pašalić B. *Horticultural Science (Prague)*. 2022. Vol. 49, iss. 4. P. 189–196. DOI: 10.17221/8/2022-HORTSCI

79. Sensory evaluation of sweet cherry cultivars / Dever M. C., MacDonald R. A., Cliff M. A., Lane W. D. *HortScience*. 1996. Vol. 31(1). P. 150–153. DOI: 10.21273/HORTSCI.31.1.150

80. Sensory, Nutritive and Functional Properties of Sweet Cherry as Affected by Cultivar and Ripening Stage / Díaz-Mula H., Castillo S., Martínez-Romero D. et al. *Food Science and Technology International*. 2010. Vol.15(6). P. 535–543. DOI: https://doi.org/10.1177/1082013209351868

81. 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(1). P. 185–192. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.004

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

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

84. Cherry Antioxidants: From Farm to Table / Ferretti G., Bacchetti T., Belleggia A. et al. *Molecules*. 2010. Vol. 15(10). P. 6993–7005. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules.15106993

85. Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars / Serrano M., Díaz-Mula H. M., Zapata P. J. et al. *J. of Agricultural and Food Chemistry*. 2009. Vol. 57, No. 8. P. 3240–3246. DOI: https://doi.org/10.1021/jf803949k

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

87. Content of anthocyanin and other phenolic compounds in cherry species and interspecific hybrids / Bendokas V., Stepulaitiene I., Stanys V. et al. *Acta Horticulturae*. 2017. Number 1161: *VII International Cherry Symposium*. P. 587–592. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.93

88. Procyanidins in fruit from sour cherry (*Prunus cerasus*) differ strongly in chainlength from those in laurel cherry (*Prunus lauracerasus*) and cornelian cherry (*Cornus mas*) / Capanoglu E., Boyacioglu D., Vos Ric C. H. et al. *Journal of Berry Research*. 2011. Vol. 1. P. 137–146.

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

90. Relation between polyphenols content and skin colour in sour cherry fruits / Viljevac M., Dugalic K., Jurkovic V. et al. *Journal of Agricultural Sciences.* 2012. Vol. 57(2). P. 57–67.

91. Bioactivity and total phenolic content of 34 sour cherry cultivars / Khoo G. M., Clausen M. R., Pedersen B. H., Larsen E. *J. Food Compos. Anal.* 2011. Vol. 24. P. 772–776. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.03.004

92. Kelley S. D., Adkins Y., Laugero D. K. A Review of the health benefits of cherries. *Nutrients.* 2018. Vol. 10. P. 368. DOI: https://doi.org/10.3390/nu10030368

93. 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.

94. 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.

95. Milosevic T., Milosevic N. Fruit quality attributes of sour cherry cultivars. *ISRN Agronomy*. 2012. Vol. 2012. Article 593981. DOI: 10.5402/2012/593981

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

97. Poll L., Petersen M., Nielsen G. S. Influence of harvest year and harvest 115 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. Vol. 216, No. 3. P. 212–216.

98. Malchev S., Vasileva K. Bulgarian local cherry genetic resources towards sustainable agriculture. *Sustainability.* 2023. Vol. 15. Article 174. DOI: 10.3390/su15010174

99. Effect of abiotic factors on the respiration intensity of fruit vegetables during storage / Priss O., Evlash V., Zhukova V. et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2017. Vol. 6, No. 11–90. P. 27–34. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.117617

100. Vávra R., Blažková J., Danková V. Fruit characteristics of sweet cherry cultivars bred in the Czech Republic. *Acta Hortic*. 2021. Number 1307: *XV EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics.* P. 91–96. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1307.14

101. Туровцев М. І., Туровцева В. І. Районовані сорти плодових і ягідних культур селекції Інституту зрошуваного садівництва. Київ : Аграрна наука, 2002. 148 с.

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

103. Шкіндер-Барміна А. М. Оптимізація сортименту вишні (Cerasus vulgaris Mill.) для створення насаджень в умовах Південного Степу України. *Садівництво*. 2015. Вип. 70. С. 15–21.

104. Revell J. M. Sensory profile & consumer acceptability of sweet cherries : Doctoral dissertation / University of Nottingham. Nottingham, 2008.

105. Lakatos L., Dussi M. C., Szabo Z. The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. *Acta horticulturae*. 2014. Number 1020: *VI International Cherry Symposium.* P. 287–292. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1020.41

106. The role of meteorological variables of blossoming and ripening within the tendency of qualitative indexes of sour cherry / Lakatos L., Szab T., Sun Z. et al. *International J. of Horticultural Science*. 2010. Vol. 16(1). P. 7–10.

107. Василишина О., Постоленко Є. Вплив погодних умов на формування компонентів хімічного складу плодів вишні. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98, № 2. С. 29–36.

108. A new middle ripening sweet cherry cultivar 'Linglongcui" / Chen L., Wu Y., Cheng H. et al. *Acta Horticulturae Sinica*. 2018. Vol. 45(7). P. 1419–1420. DOI: https://doi.org/10.16420 / j.issn.0513-353x.2017-0895

109. Fruit Dry Weight and quality of ‘Bing’ sweet cherries grown without Sourse Limitations / Cittadini E. D., Keulen van H., Ridder de N. et al. *Acta Horticulturae*. 2008. Vol. Number 795, Vol. 2 : *V International Cherry Symposium*. P. 639–644. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.795.99

110. Біохімія плодів та овочів / В. В. Євлаш, О. П. Прісс, М. Є. Сердюк та ін.; ТДАТУ. Мелітополь : Люкс, 2019. 205 с.

111. Fruit quality trait discovery and metabolic profiling in sweet cherry genebank collection in Greece / Karagiannis E., Sarrou E., Michailidis M. et al. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 342. Article 128315. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128315

112. Василишина О. В. Вплив погодних умов вегетації на втрати маси плодів вишні під час зберігання. *Збірник наук. праць Уманського нац. університету садівництва.* 2012. Вип. 79. С. 111–115.

113. Season, location and cultivar influence on bioactive compounds of sour cherry fruits / Viljevac-Vuleti´c M., Dugali´c K., Mihaljevi´c I. et al. *Plant Soil Environ*. 2017. Vol. 63, No. 9. P. 389–395. DOI: https://doi.org/10.17221/472/2017-PSE

114. Chemical characterisation and bioactive properties of *Prunus avium* L.: the widely studied fruits and the unexplored stems / Bastos C. A. A., Barros L., Dueñas M. et al. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 173. P. 1045–1053. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.14

115. Alkadi H. A. Review on free radicals and antioxidants. *Infectious Disorders–Drug Targets*. 2020. Vol. 20(1). P. 16–26. DOI: https://doi.org/10.2174/1871526518666180628124323

116. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits / Rios de Souza V., Pereira P. A. P., Teodoro da Silva T. L. et al. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 156. P. 362–368. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.125

117. The relationship between fruit color and fruit quality of sweet cherry (*Prunus avium* L. cv. '0900 Ziraat') / Aglar E., Saracoglu O., Karakaya O. et al. *Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences*. 2019. Vol. 1. P. 1–5.

118. Ates U., Ozturk B. Fruit quality characteristics of different sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in ordu province of Turkey. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*. 2022. Vol. 12. P. 168–177. DOI: https://doi.org/10.31466/kfbd.1000507

119. Bujdosó G., Hrotko K. Cherry production. *Cherries: Botany, Production and Uses* / (Eds.) Quero-García J., Iezzoni A., Pulawska J., Lang G. Wallingford, UK : CABI, 2017. P. 1–13. DOI: https://doi.org/10.1079/9781780648378.0000

120. Climate conditions and spray treatments induce shifts in health promoting compounds in cherry (*Prunus avium* L.) fruits / Correia S., Aires A., Queirós F. et al. *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 263. Article 109147. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109147

121. Study of microbiological quality of controlled atmosphere packaged ‘Ambrunés’ sweet cherries and subsequent shelf-life / Serradilla M. J., del Carmen Villalobos M., Hernández A. et al. *Int. J. Food Microbiol.* 2013. Vol. 166. P. 85–92.

122. The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage / Serrano M., Martínez-Romero D., Castillo S. et al. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2005. Vol. 6. P. 115–123.

123. Low-temperature storage alleviates chilling injury in peach fruit by regulating pectin-degrading enzymes and maintaining cell wall integrity / Guo M., Jin P., Li X. et al. *Journal of Food Science*. 2023. Vol. 88, No. 7. P. 3047–3057. DOI: https://doi.org/10.1111/1750-3841.16731

124. Effect of temperature fluctuation on colour change and softening of postharvest sweet cherry / Ying Xin, Zhenzhen Liu, Yuanwei Zhang et al. *RSC Advances*. 2021. Vol. 11. P. 22969–22982. DOI: https://doi.org/10.1039/D1RA02610K

125. Influence of storage delay on quality of ‘Van’sweet cherry / Bernalte M. J., Sabio E., Hernandez M. T., Gervasini C. *Postharvest Biology and Technology*. 2003. Vol. 28(2). P. 303–312. DOI: 10.1016/S0925-5214(02)00194-1

126. Physicochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage / Esti M., Cinquanta L., Sinesio F. et al. *Food Chemistry*. 2002. Vol. 76, iss. 4. P. 399–405.

126. Improving postharvest quality and antioxidant capacity of sweet cherry fruit by storage at near-freezing temperature / Zhao H., Wang B., Cui K. et al. *Sci. Hortic.* 2019. Vol. 246. P. 68–78. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.10.054

127. 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. 51–58. DOI: https://doi.org/10.4163/jnh.2016.49.1.51

128. Effects of vacuum cooling on the enzymatic antioxidant system of cherry and inhibition of surface-borne pathogens / He S. Y., Zhang G. C., Yu Y. Q. et al. *International Journal of Refrigeration*. 2013. Vol. 36, iss. 8. P. 2387–2394. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2013.05.018

129. Variable characteristics of microbial communities on the surface of sweet cherries under different storage conditions / Zhang Q., Shi W., Zhou B. et al. *Postharvest Biology and Technology*. 2021. Vol. 173. Article 111408.

130. Postharvest responses of sweet cherry fruit and stem tissues revealed by metabolomic profiling / Karagiannis E., Michailidis M., Karamanoli K. et al. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018. Vol. 127. P. 478–484. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.04.029

131. Influence of postharvest processing and storage on the content of phenolic acids and flavonoids in foods / Amarowicz R., Carle R., Dongowski G. et al. *Molecular nutrition & food research*. 2009. Vol. 53, iss. S2. P. 151–183. DOI: https://doi.org/10.1002/mnfr.200700486

132. Mozetič B., Simčič M., Trebše P. Anthocyanins and hydroxycinnamic acids of Lambert Compact cherries (*Prunus avium* L.) after cold storage and 1-methylcyclopropene treatment. *Food Chemistry*. 2006. Vol. 97, iss. 2. P. 302–309.

133. Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables / Kevers C., Falkowski M., Tabart J. et al. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2007. Vol. 55, No. 21. P. 8596–8603. DOI: 10.1021/jf071736j

134. Chitosan coatings with different degrees of deacetylation regulate the postharvest quality of sweet cherry through internal metabolism / Zheng H., Deng W., Yu L. et al. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024. Vol. 254. Article 127419. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.127419

135. Effect of ripeness and postharvest storage on the phenolic profiles of cherries (*Prunus avium* L.) / Gonçalves B., Landbo A. K., Knudsen D. et al. *Journal*

of Agricultural and Food Chemistry. 2004. Vol. 52, No. 3. P. 523–530. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.08.039

136. Effect of ripeness and postharvest storage on the evolution of colour and anthocyanins in cherries (*Prunus avium* L.) / Gonçalves B., Silva A. P., Moutinho-Pereira J. et al. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 103, iss. 3. P. 976–984. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.08.039

137. Бендерська О. В., Процюк Д. С. Використання озону в технологіях зберігання плодів та овочів. *Крок у науку: дослідження у галузі природничо-математичних дисциплін та методик їх навчання* : тези доповідей Всеукр. наук.- практ. конф. студентів, аспірантів і молодих учених (20 листоп. 2020 р). Чернігів : НУЧК ім. Т. Г. Шевченка, 2020. С. 13. URL: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/32304 (дата звернення: 11.04.2025).

138. Burlat cherry quality after long range transport: optimisation of packaging conditions / Remón S., Venturini M. E., Lopez-Buesa P., Oria R. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2003. Vol. 4, iss. 4. P. 425–434.

139. Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life / Wani A. A., Singh P., Gul K. et al. *Food packaging and Shelf line*. 2014. Vol. 1(1). P. 86–99. DOI: 10.1016/j.fpsl.2014.01.005

140. Lufu R., Ambaw A., Opara U. L., The contribution of transpiration and respiration processes in the mass loss of pomegranate fruit (cv. Wonderful). *Postharvest Biology and Technology*. 2019. Vol. 157. Article 110982. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.110982

141. Valero D., Mirdehghan S. H., Sayyari M., Serrano M. Chapter 23 - Vapor Treatments, Chilling, Storage, and Antioxidants in Pomegranates. *Processing and Impact on Active Components in Food* / (Ed.) Victor Preedy. Amsterdam ; Boston : Academic Press, 2015. P. 189–196. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00023-8

142. A review of computational fluid dynamics for forced-air cooling process / Zhao C.-J., Han J.-W., Yang X. et al. *Applied Energy*. 2016. Vol. 168. P. 314–331. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.01.101

143. Factors of the marketing macro system effecting children's food production / Dunn J., Brunner T., Legeza D. et al. *Economic Annals-XXI.* 2018. Vol. 170, No. 3/4. P. 49–56. DOI: https://doi.org/10.21003/ea.V170-09

144. Cassani L., Gomez-Zavaglia A. Sustainable Food Systems in Fruits and Vegetables Food Supply Chains. *Frontiers in Nutrition.* 2022. Vol. 9. Article 829061. DOI: https://doi.org/10.3389/fnut.2022.829061

145. Fischer C. G., Garnet T. Plates, pyramids and planets. Developments in national healthy and sustainable dietary guidelines: a state of play assessment. Rome, Italy : Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and The Food Climate Research Network at The University of Oxford, 2016. Issue May. DOI: https://www.fao.org/3/i5640e/i5640e.pdf

146. Storage temperature affects phenolic content, antioxidant activity and fruit quality parameters of cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) / Ozturk B., Celik S. M., Karakaya M. et al. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017. Vol. 41(1). Article e12774. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpp.12774

147. Gong Y. F., Cao Y., Zhang X. R. Forced-air precooling of apples: Airflow distribution and precooling effectiveness in relation to the gap width between tray edge and box wall. *Postharvest Biology and Technology*. 2021. Vol. 177(3). Article 111523. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2021.111523

148. Albayati O. A. Z., Kumar R., Chauhan G. Forced air precooling studies of perishable food products. *International Journal of Food Engineering*. 2007. Vol. 3, No. 6. Article 1119. DOI: https://doi.org/10.2202/1556-3758.1119

149. Zhang X. R. Super cold chain-a high quality, energy-efficient, and environment-friendly method. *International Journal of Energy Research*. 2017. Vol. 41, No. 9. P. 1225–1228. DOI: https://doi.org/10.1002/er.3757

150. Liang Y. S. Influence of hydrocooling on browning and quality of litchi cultivar Feizixiao during storage. *International journal of refrigeration*. 2013. Vol. 36, No. 3. P. 1173–1179. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2012.11.007.

151. Niranjana P. Effect of pre-cooling and heat treatment on antioxidant enzymes profile of mango and banana. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 2009. Vol. 9, No. 5. Article 45097. DOI: https://doi.org/10.4314/ajfand.v9i5.45097

152. Gao Y.-S., Zheng Q.-Y., Zhang X.-R. Numerical investigation of Marangoni effect during precooling of fruits and vegetables. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2019. Vol. 43, iss. 4. Article e13916. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpp.13916

153. Assessment of the growth and fruiting of 19 oyster mushroom strains for indoor cultivation on lignocellulosic wastes / Myronycheva O., Bandura I., Bisko N. et al. *BioResources*. 2017. Vol. 12, iss. 3. P. 4606–4626. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.15376/biores.12.3.4606-4626

154. Lomeiko O., Yefimenko L., Tarasenko V. Vacuum cooling technology for pre-cooling of cherry fruits. *Modern Development Paths of Agricultural Production* / (Ed.) V. Nadykto. Cham, Switzerland : Springer, 2019. Ch. I. P. 281–28. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_29

155. Effect of precooling on quality of pear fruits during storage / Mahajan K., Gupta S. K., Sharma S. R., Kapoor S. *Indian Journal of Horticulture*. 2022. Vol. 79, No. 40. P. 502–506. DOI: https://doi.org/10.5958/0974-0112.2022.00052.4

156. Kumar A., Kumar R., Subudhi S. Numerical modeling of forced-air pre-cooling of fruits and vegetables: A review. *International Journal of Refrigeration*. 2023. Vol. 145. P. 217–232. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2022.09.007

157. Thompson J. F. Precooling and storage facilities. *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks /* (Eds.) K. C. Gross, C. Y. Wang, M. Saltveit. Washington, DC : U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 2016. No. 66.

158. Numerical modeling of forced-air cooling of palletized apple: Integral evaluation of cooling efficiency / Han J. W., Zhao C. J., Qian J. P. et al. *International Journal of Refrigeration.* 2018. Vol. 89. P. 131–141. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2018.02.012

159. Alonso J., Alique R. Sweet cherries. *Handbook of fruits and fruit processing* / (Ed.) Y. H. Hui. First edit. Iowa, USA : Blackwell Publishing, 2006. P. 359–367.

160. Strawberry Bruising Sensitivity Depends on the Type of Force Applied, Cooling Method, and Pulp Temperature / Ferreira M. D., Sargent S. A., Brecht J. K., Chandler C. K. *HortScience Horts.* 2009. Vol. 44, iss. 7. P. 1953–1956. DOI: https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.7.1953

161. Chaves A., Zaritzky N. Cooling and Freezing of Fruits and Fruit Products. *Fruit Preservation: Novel and Conventional Technologies* / (Eds.) A. Rosenthal, R. Deliza, J. Welti-Chanes, G. V. Barbosa-Cánovas. New York : Springer, 2018. P. 127–180. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3311-2_6

162. Manganaris G. A. The effect of hydrocooling on ripening related quality attributes and cell wall physicochemical properties of sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.). *International Journal of Refrigeration.* 2007. Vol. 30, iss. 8. P. 1386–1392. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2007.04.001

163. Cooling sweet cherry fruits prolongs their use value / Ristić Z., Stanivuković S., Pašalić B., Đurić G. *Agro-Knowledge Journal.* 2021. Vol. 22, No. 2. P. 49–59. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.7251/AGREN2202049R

164. Fügel R., Carle R., Schieber A. A novel approach to quality and authenticity control of fruit products using fractionation and characterisation of cell wall polysaccharides. *Food Chemistry*. 2004. Vol. 87, iss. 1. P. 141–150. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.10.031

165. Effect of heat and cold treatments on respiratory metabolism and shelf-life of sweet cherry, type picota cv “Ambrunés” / Alique R. et al. *Postharvest Biology and Technology*. 2005. Vol. 35, iss. 2. P. 153–165. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.07.003

166. Thermodynamics analysis for forced air pre-cooling of cherry / Liu F., Jia B., Li Z., Zhang X. *Journal of Food Process Engineering*. 2021. Vol. 44, iss. 4. Article e13881. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpe.13881

167. The effect of alternating ventilation on forced air pre-cooling of cherries / Jia B., Liu F., Yuan S., Li Z. *International Journal of Food Engineering.* 2021. Vol. 17, iss. 6. P. 423–433. DOI: https://doi.org/10.1515/ijfe-2020-0253

168. Research progress in simultaneous heat and mass transfer of fruits and vegetables during precooling / Yin J., Guo M., Liu G. et al. *Food Engineering Reviews.* 2022. Vol. 14, iss. 2. P. 307–327. DOI: https://doi.org/10.1007/s12393-022-09309-z

169. Effects of different postharvest precooling treatments on cold-storage quality of yellow peach (*Amygdalus persica*) / Zhang Y., Guo M., Mei J., Xie J. *Plants*. 2022. Vol. 11. Article 2334. DOI: https://doi.org/10.3390/plants11182334

170. Combination of precooling with ozone fumigation or low fluctuation of temperature for the quality modifications of postharvest sweet cherries / Liu Z., Li W., Zhai X., Li X. *Journal of Food Processing and Preservation.* 2021. Vol. 45, No. 6. Article e15504. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpp.15504

171. Thompson J. F., Gordon Mitchell F., Kasmire R. F. Cooling horticultural commodities. *Postharvest Technology of Horticultural Crops* / (Ed.) A. A. Kader. 3rd Edition. Oakland, Calif. : University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002. P. 97–112.

172. Jgenti M., Turmanidze T., Khorava I. Comparison of characteristics of sweet cherry varieties grown in Georgia and their changes during the storage. *Ukrainian Food Journal*. 2022. Vol. 11(2). P. 259–268. DOI: https://doi.org/10.24263/2304- 974X-2022-11-2-6

173. Cooling sweet cherry fruits prolongs their use value / Ristic Z., Stanivukovic S., Pasalic B., Duric G. *Agro-Knowledge Journal*. 2021. Vol. 22, No. 2. P. 49–59. DOI: https://doi.org/10.7251/AGREN2202049R

174. Saquet A., Barbosa A., Almeida D. Cooling rates of fruits and vegetables. *CYTEF 2016. VIII Congreso Ibérico y VI Congreso Iberoamericano de*

las Ciencias y Técnicas del Frío : conference proceedings (Coimbra-Portugal, 3-6 mayo, 2016). Coimbra, Portugal : Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI), SECYTEF (Sociedad Española de Ciencias y Técnicas del Frío), 2016. P. 1–8. DOI: https://www.researchgate.net/publication/303017647

175. The effect of plasma-activated ice slurry with both pre-cooling and antifungal activity on postharvest sweet cherry fruit / Shen C., Jiang F., Shao S. et al. *Postharvest Biology and Technology*. 2024. Vol. 212. Article 112867. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.112867

176. Modified atmosphere packaging of sweet cherry (*Prunus avium* L., ev.‘Sams’) fruit: metabolic responses to oxygen, carbon dioxide, and temperature / Petracek P. D., Joles D. W., Shirazi A., Cameron A. C. *Postharvest Biology and Technology*. 2002. Vol. 24(3). P. 259–270. DOI: https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00192-2

177. Yaman Ö., Bayındırlı L. Effects of an edible coating, fungicide and cold storage on microbial spoilage of cherries. *European Food Research and Technology*. 2001. Vol. 213, iss. 1. P. 53–55.

178. Do non-climacteric fruits share a common ripening mechanism of hormonal regulation / Fan D., Wang W., Hao Q., Jia W. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Article e923484. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2022.923484

179. An assessment of the attributes of Staccato sweet cherries at harvest and upon storage in relation to orchard growing factors / Ross K. A., Toivonen P. M. A., Godfrey D. V., Fukumoto L. *Canadian Journal of Plant Science*. 2020. Vol. 100, iss. 6. P. 609–628. DOI: 10.1139/cjps-2019-0303

180. *Prunus* spp. Fruit Quality and Postharvest: Today's Challenges / Ricardo-Rodrigues S., Laranjo M., Elias M., Agulheiro-Santos A. C. *New Advances in Postharvest Technology* / (Academic Editor) İ. Kahramanoğlu. Language, German : IntechOpen, 2023. DOI: 10.5772/intechopen.112638

181. Zoffoli J. P. New post harvest technologies for high quality sweet cherries. *Italus Hortus*. 2022. Vol. 29(1). P. 68–81. DOI: https://doi.org/10.26353/j.itahort/2022.1.C5

182. Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use / Chockchaisawasdee S., Golding J. B., Vuong Q.V. et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. Vol. 55. P. 72–83. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.002

183. Effect of Asparagus Chitosan-Rutin Coating on Losses and Waste Reduction During Storage / Priss O., Hutsol T., Glowacki S. et al. *Journal of Agricultural Engineering.* 2024. Vol. 28, No. 1. P. 99–118. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.2478/agriceng-2024-0008

184. Priss O., Kalytka V. Effect of heat treatment with antioxidants on oxygen radical scavenging during storage of zucchini squash. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2015. Vol. 6, No. 10(77). Article 47. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.56188

185. Solution roadmap to reduce food loss along your postharvest supply chain from farm to retail / Schudel S., Shoji K., Shrivastava C. et al. *Food Packaging and Shelf Life*. 2023. Vol. 36. Article 101057. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101057

186. Recent advances in extending the shelf life of fresh Agaricus mushrooms: a review / Singh P., Langowski H. C., Wani A. A., Saengerlaub S. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010. Vol. 90, No. 9. P. 1393–1402.

187. Prusky D. Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects. *Food Security.* 2011. Vol. 3, iss. 4. P. 463–474. DOI: https://doi.org/10.1007/s12571-011-0147-y

188. Kupferman E., Sanderson P. Temperature management and modified atmosphere packing to preserve sweet cherry quality. *Postharvest Information Network*. 2001. Vol. 1. P. 1–9.

189. Modified atmosphere packaging for vegetable crops using high-watervapor-permeable films / Aharoni N., Rodov V., Fallik E. et al. *Intelligent and*

active packaging for fruits and vegetables / (Ed.) Charles L. Wilson. Boca Raton : CRC Press Taylor & Francis Group, 2007. P. 73–112.

190. Padilla-Zakour O. I., Tandon K. S., Wargo J. M. Quality of modified atmosphere packaged 'Hedelfingen' and 'Lapins' sweet cherries. *HortTechnology*. 2004. Vol. 14(3). P. 331.

191. Artés F., Gómez P. A., Artés-Hernández F. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Stewart Postharvest Review*. 2006. Vol. 2. P. 1–13.

192. Evaluation of the use of high CO_2 concentrations and cold storage to control of Monilinia fructicola on sweet cherries / Tian S., Fan Q., Xu Y. et al. *Postharvest Biology and Technology*. 2001. Vol. 22(1). P. 53–60.

193. Kouhi M., Prabhakaran M. P., Ramakrishna S. Edible polymers: An insight into its application in food, biomedicine and cosmetics.*Trends Food Sci. Technol.*2020. Vol 103. P. 248–263.

194. Development of predictive models for shelf-life of sweet cherry under different storage temperatures / Xing W., Liu W., Li H. et al. *LWT*. 2025. Vol. 217. Article e117442.

195. Efficacy of a combination quarantine treatment at 3°C as a potential disinfestation treatment for Queensland fruit fly (Bactrocera tryoni (Froggatt)) in cherry fruit / Golding J. B., Jessup A., Spohr L. et al. *ISHS Asta Horticulture*. 2012. Number 934 : *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on Postharvest Technology in the Global Market.* P. 343–346. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.934.43

196. Wang L., Vestrheim S. Controlled atmosphere storage of sweet cherries (*Prunus avium* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Plant Soil Science*. 2002. Vol. 52, iss. 4. P. 136–142.

197. Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage / Tian S. P., Jiang A. L., Xu Y., Wang Y. S. *Food chemistry*. 2004. Vol. 87, iss. 1. P. 43–49. DOI: 10.1016/j.foodchem.2003.10.014

198. Storage of sweet cherries in low oxygen and high carbon dioxide atmospheres / Goliáš J., Němcová A., Čaněk A., Kolenčíková D. *Horticultural Science*. 2007. Vol. 34, iss. 1. P. 26–34. DOI: 10.17221/1843-HORTSCI

199. 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.

200. Priss O., Glowacki S. Strategies for reducing postharvest losses of vegetables through integral assessment of antioxidant status. *Food technology progressive solutions /* (Ed.). O. Priss. Tallinn : Scientific Route OÜ, 2024. Ch. 1. P. 4–27. DOI: https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.ch1

201. 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.

202. Merino D., Casalongué C., lvarez V. Polysaccharides as eco-nanomaterials for agricultural applications. *Handbook of Economaterials* / (Eds.). L. Martínez, O.Kharissova, B. Kharisov. Cham : Springer, 2018. P. 1–22. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-48281-1_124-1

203. Effect of Asparagus ChitosanRutin Coating on Losses and Waste Reduction During Storage / Priss O., Hutsol T., Glowacki S. et al. *Journal of Agricultural Engineering.* 2024. Vol. 28, No. 1. P. 99–118. DOI: https://doi.org/10.2478/agriceng-2024-0008.

204. Василишина О. В. Оптимізація зберігання плодів вишні з попередньою обробкою розчином хітозану. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 3(103). С. 80–87.

205. Effect of chitosan on the in vitro control of Colletotrichum sp., and its influence on post-harvest quality in Hass avocado fruits / Xoca-Orozco L. A., Aguilera-Aguirre S., López-García U. M. et al. *Revista Bio Ciencias*. 2018. Vol. 5(1). Article 355. DOI: 10.15741/revbio.05.01.13

206. Antimicrobial nanoparticles incorporated in edible coatings and films for the preservation of fruits and vegetables / Xing Y., Li W., Wang Q. et al. *Molecules*. 2019. Vol. 24. Article 1695. DOI: 10.3390/molecules24091695

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

208. Primary metabolites analysis of induced citrus fruit disease resistance upon treatment with oligochitosan, salicylic acid and Pichia membranaefaciens / Wang S., Zhou Y., Luo W. et al. *Biological Control*. 2020. Vol. 148. Article 104289. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2020.104289

209. 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, No. 1. P. 33–40. DOI: https://doi.org/10.13128/ahs-21323

210. 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.

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

212. Innovative edible coatings for postharvest storage of sweet cherries / Afonso S., Oliveira I., Ribeiro C. et al. *Scientia Horticulturae.* 2022. Vol. 310. Article e111738. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111738

213. Effects of treatment by vapour of essential oil from *Thymus vulgaris* and *Satureja montana* on postharvest quality of sweet cherry (cv. Ferrovia) / Maghenzani M., Chiabrando V., Santoro K. et al. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2018. Vol. 57, No. 2. P. 161–169.

214. Improving postharvest quality of sweet cherry fruit by using Tragacanth and Eremurus / Esmaeili A., Jafari A., Ghasemi A., Gholamnejad J. *International*

Journal of Fruit Science. 2022. Vol. 22, No. 1. P. 370–382. DOI: https://doi.org/10.1080/15538362.2022.2043221

215. The effect of exogenous salicylic acid on antioxidant activity, bioactive compounds and antioxidant system in apricot fruit / Zhang X., Xu L., Cao J., Jiang W. *Scientia Horticulturae.* 2015. Vol. 181(2). P. 113–120. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.10.055

216. Enhancement of storage quality and antioxidant capacity of harvested sweet cherry fruit by immersion with β-aminobutyric acid / Wang L., Zhang H., Jin P. et al. *Postharvest Biol. Technol*. 2016. Vol. 118. P. 71–78.

217. Sub-zero temperature preservation of fruits and vegetables: A review / Liu D.-K., Xu C.-C., Guo C.-X., Zhang X.-X. *J. Food Eng.* 2020. Vol. 275. Article e109881. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2019.109881

218. Dong F., Wang X. Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry. *LWT.* 2018. Vol. 89(8). P. 117–122. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.10.035

219. Whangchai K., Saengnil K., Uthaibutra J. Effect of ozone in combination with some organic acids on the control of postharvest decay and pericarp browning of longan fruit. *Crop Prot.* 2006. Vol. 25, iss. 8. P. 821–825. DOI: 10.1016/j.cropro.2005.11.003

220. Effects of ozone treatment on postharvest quality and shelf life of sweet cherry / Wang H., Fan J., Wang X., Zhang X. *Postharvest Biology and Technolog*. 2023. Vol. 201. Article e112320. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112320

221. Horvitz S., Cantalejo M. J. Application of ozone for the postharvest treatment of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2014. Vol. 54, iss. 3. P. 312–339. DOI: 10.1080/10408398.2011.584353

222. 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, iss. 1. P. 159–167. DOI: https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00173-4

223. Alique R., Martínez M. A., Alonso J. Influence of the modified atmosphere packaging on shelf life and quality of Navalinda sweet cherry. *European Food Research and Technology*. 2003. Vol. 217, iss. 5. P. 416–420.

224. Wargo J. M., Padilla-Zakour O. I., Tandon K. S. Modified atmosphere packaging maintains sweet cherry quality after harvest. *New York Fruit Quarterly*. 2003. Vol. 11, number 2. P. 5–8.

225. Ready-to-eat sweet cherries: Study on different packaging systems / Conte A., Scrocco C., Lecce L. et al. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2009. Vol. 10(4). P. 564–571. DOI: 10.1016/j.ifset.2008.12.005

226. Modified atmosphere packaging of ‘Lapins’ sweet cherry / Meheriuk M., Girard B., Moyls L. et al. *Food Research International*. 1995. Vol. 28, number 3. P. 239–244.

227. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages / Serrano M., Guillén F., Martínez-Romero D. et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005. Vol. 53, iss. 7. P. 2741–2745. DOI: 10.1021/jf0479160

228. Crisosto C. H., Crisosto G. M., Ritenour M. A. Testing the reliability of skin color as an indicator of quality for early season ‘Brooks’(Prunus avium L.) cherry. *Postharvest Biology and technology*. 2002. Vol. 24(2). P. 147–154. DOI: 10.1016/S0925-5214(01)00190-9

229. Wang Y., Xie X., Long L. E. The effect of postharvest calcium application in hydro-cooling water on tissue calcium content, biochemical changes, and quality attributes of sweet cherry fruit. *Food chemistry*. 2014. Vol. 160. P. 22–30. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.03.073

230. Influence of storage delay on quality of “Van” sweet cherry / Bernalte M. J., Sabio E., Hernandez M. T., Gervasini C. *Postharvest Biology and Technology*. 2003. Vol. 28. P. 303–312.

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

232. Василишина О. В. Вплив обробки полісахаридними композиціями на антиоксидантні ферменти плодів вишні під час зберігання. *Вісник Полтавської держ. аграрної акад.* 2020. № 1. С. 67−73. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.07

233. Aday M. S., Caner C. E. N. G. Understanding the effects of various edible coatings on the storability of fresh cherry. *Packaging Technology and Science*. 2010. Vol. 23(8). P. 441–456. DOI: 10.1002/pts.910

234. 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. DOI: 10.1007/s11947-011-0599-2

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

236. Dhall R. K. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2013. Vol. 53, iss. 5. P. 435–450. DOI: 10.1080/10408398.2010.541568

237. Alginate-edible coatings for application on wild andean blueberries (*Vaccinium meridionale* Swartz): Effect of the addition of nanofibrils isolated from cocoa by-products / Medina-Jaramillo C., Quintero-Pimiento C., Gómez-Hoyos C. et al. *Polymers(Basel).* 2020. Vol. 12, iss. 4. Article 824. DOI: https://doi.org/10.3390/polym12040824

238. Nanocomposite coating based on carrageenan and ZnO nanoparticles to maintain the storage quality of mango / Meindrawan B., Suyatma N. E., Wardana A. A., Pamela V. Y. *Food Packaging Shelf.* 2018. Vol. 18. P. 140–146. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.10.006

239. Effects of different coatings on preserving fruit quality of sweet cherries grown in Skardu valley of Gilgit-Baltistan during storage / Mir M. N. Q., Masood S. B., Muhammad A. K. et al. *International Journal of Biosciences.* 2014. Vol. 5(5). P. 24–32. DOI: 10.12692/ijb/5.5.24-32

240. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review / Hassan B., Chatha S. A. S., Hussain A. I. et al. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017. Vol. 109. P. 1095–1107. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097

241. Recent advances on edible films based on fruits and vegetables – A Review / Otoni C. G., Avena-Bustillos R. J., Azeredo H. M. C. et al. *Comprehensive reviewsin food science and food safety*. 2017. Vol. 16. P. 1151–1169. DOI: 10.1111/1541-4337.12281

242. Multivariate cherry quality assessment using morphological, biochemical and volatile compound traits / Ouaabou R., Ennahli S., Nabil B. et al. *International journal of fruit science*. 2020. Vol. 239 (sup3). P. 1–20. DOI: 10.1080/15538362.2020.1785988

243. Vasylyshyna E. The quality of sour cherry fruits (*Prunus cerasus* L.), treated with chitosan solution before storage. *Acta Agriculturae Slovenica*. 2018. Vol. 111, No. 3. P. 633–637. DOI: https://doi.org/10.14720/aas.2018.111.3.11

244. Mahfoudhi N., Hamdi S. Use of almond gum and gum Arabic as novel edible coating to delay postharvest ripening and to maintain sweet cherry (Prun*us avium*) quality during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2015. Vol. 39, No. 6. P. 1499–1508. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpp.12369

245. Рожко І. С. Сучасні технології зберігання соковитої продукції : навч. посібник. Львів, 2023. 164 с.

246. Новікова В. В. Дослідження зберігання кісточкових плодів, оброблених плівкоутворюючими композиціями з використанням лікарсько-рослинної сировини : дис. … канд. техн. наук : 05.18.15 / Харківській державний університет харчування. Харків, 2021. 167 с.

247. Is it really robust? Reinvestigating the robustness of ANOVA against violations of the normal distribution assumption / Schmider E., Ziegler M., Danay E. et al. *Methodology*. 2010. Vol. 6(4). P. 147–151. DOI: 10.1027/1614-2241/a000016

248. Lee S. Y., Song X. Y. Evaluation of the normality of complex survey data using the modified Shapiro-Wilk test. *Journal of Survey Statistics and Methodology.* 2014. Vol. 2, iss. 4. P. 517–531.

249. Zhang Y., Liu H., Chen Z. Comparison of Levene's test and Brown-Forsythe test under violation of normality and homogeneity of variance assumptions. *Journal of Modern Applied Statistical Methods.* 2018. Vol. 17(1). P. 28–44. DOI: 10.22237/jmasm/1517389560

250. Comprehensive assessment of technical condition of vehicles during operation based on Harrington's desirability function / Aulin V., Rogovskii I., Lyashuk O. et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2024. Vol. 1, No. 3(127). P. 37–46. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298567

251. Vural N., Algan-Cavuldak Ö., Akay M. A. Desirability function approach for the optimization of hydroalcoholic solvent extraction conditions for antioxidant compounds from olive leaves. *Anais Da Academia Brasileira De Ciencias.* 2024. Vol. 96(1). Article e20230602. DOI: https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230602

252. Modeling ice recrystallization in frozen carrot tissue during storage under dynamic temperature conditions / Vicent V., Ndoye F. T., Verboven P. et al. *Journal of food engineering.* 2020. Vol. 278(3). Article 109911. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2020.109911

253. Insights into the optimisation of the clean-in-place technique: cleaning, disinfection, and reduced environmental impact using ozone-based formulations / Avila-Sierra A., Vicaria J. M., Lechuga M. et al. *Food and Bioproducts Processing.* 2021. Vol. 129(13). P. 124–133. DOI: 10.1016/j.fbp.2021.08.003

254. Opara U. L., Ambaw A., Berry T. CFD investigation of fresh produce cooling processes and effects of package stacking. *Computational fluid dynamics in food processing* / (Ed.) Da-Wen Sun. 2nd Edition. Boca Raton : CRC Press, 2018. P. 121–148.

255. Wang G., Zhang X. Evaluation and optimization of air-based precooling for higher postharvest quality: literature review and interdisciplinary perspective.

Food Quality and Safety. 2020. Vol. 4, iss. 2. P. 59–68. DOI: 10.1093/fqsafe/fyaa012

256. Berry T. M. Optimisation of multi-scale ventilated package design for next-generation cold chain strategies of horticulture produce : Dissertation presented for the degree of Doctor of Philosophy in the Faculty of Engineering at Stellenbosch University / Stellenbosch University. Stellenbosch, 2017. 202 p.

257. Numerical and experimental investigation on forced-air cooling of commercial packaged strawberries / Wang D., Lai Y., Zhao H. et al. *International Journal of Food Engineering*. 2019. Vol. 15, No. 7. Article 0384. DOI: 10.1515/ijfe-2018-0384

258. Mukama M. Optimising ventilated package design for postharvest handling of pomegranate fruit in the cold chain : PhD Food Science / Stellenbosch University. Stellenbosch, 2019. 222 p.

259. Towards Digitalization of Fruits and Vegetables Supply Chain: Digital Twins and Internet of Things Approach / Falayi A., Ayeni A., Adebayo B., Abdullahi A. Glob. J. Res. Eng.: G. Ind. Eng. 2024. Vol. 24, No. 1.

260. Bai L., Liu M., Sun Y. Overview of food preservation and traceability technology in the smart cold chain system. Foods. 2023. Vol. 12, iss. 15. Article 2881.

261. Modelling cooling of packaged fruit using 3D shape models / Gruyters W., Verboven P., Diels E. et al. *Food and Food Research International*. 2018. Vol. 11. P. 2008–2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11947-018-2163-9

262. Dominant physical mechanisms governing the forced-convective cooling process of white mushrooms (*Agaricus bisporus*) / Salamat R., Ghassemzadeh H. R., Ranjbar S. F. et al. *Journal of Food Science and Technology*. 2020. Vol. 57, iss. 13. P. 3696–3707. DOI: 10.1007/s13197-020-04402-9

263. Renu R., Waghray K., P. Dinesh Sankar Reddy. Optimization of Modelling of storage conditions in forced Air cooling of SAPOTA (MANILKARAZAPOTA) using Response Surface Methodology. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*. 2021. Vol. 9, No. 6. P. 669–

674.

264. Giannakourou M. C., Dermesonlouoglou E. K. Advances in refrigeration and freezing technologies. *Food process engineering and quality assurance* / (Eds.) C. O. Mohan, Elizabeth Carvajal-Millan, C. N. Ravishankar, A. K. Haghi. New York : Apple Academic Press, 2018. P. 109–177.

265. Research progress in simultaneous heat and mass transfer of fruits and vegetables during precooling / Yin J., Guo M., Liu G. et al. *Food Engineering Reviews*. 2022. Vol. 14, iss. 2. P. 307–327. DOI: 10.1007/s12393-022-09309-z

266. González Pacheco J. I., Maldonado M. B. Diffusion in biological media: a comprehensive numerical-analytical study via surface analysis and diffusivities calculation. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14, No. 1. Article 16513. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-67348-4

267. Badillo G. M., Segura-Ponce L. A. Classic and reaction-diffusion models used in modified atmosphere packaging (MAP) of fruit and vegetables. *Food Engineering Reviews*. 2020. Vol. 12, iss. 2. P. 209–228. DOI: 10.1007/s12393-020-09214-3

268. Application of Modified Atmosphere Preservation Technology in Cherry Storage: A Review / Liu L., Lin H., Zhou X. et al. *Agriculture*. 2025. Vol. 15, iss. 5. Article 462. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture15050462

269. Kargwal R. Modelling of modified atmosphere packaging of vegetables for shelf life enhancement. Hisar : Processing and food engineering, 2021. 106 p.

270. Belay Z. A., Caleb O. J., Opara U. L. Modelling approaches for designing and evaluating the performance of modified atmosphere packaging (MAP) systems for fresh produce: A review. *Food Packaging and Shelf Life*. 2016. Vol. 10. P. 1–15. DOI: 10.1016/j.fpsl.2016.08.001

271. A comprehensive simulation program for modified atmosphere and humidity packaging (MAHP) of fresh fruits and vegetables / Jalali A., Seiiedlou S., Linke M., Mahajan P. *Journal of Food Engineering*. 2017. Vol. 206. P. 88–97.

272. Modeling of Moisture Transfer in Food Systems Packed in Polysaccharide-Based Films / Kaur P., Kaur G., Kirandeep D., Kaur G.

Polysaccharide Based Films for Food Packaging: Fundamentals, Properties and Applications / (Eds.) Tawheed Amin, Syed Zameer Hussain, H. R. Naik, Sajad Mohd Wani. Singapore : Springer Nature Singapore, 2024. P. 293–330.

273. Moisture adsorption isotherm model for edible food film packaging–a review / Nazreen A. Z., Jai J., Ali S. A., Manshor N. M. *Scientific Research Journal.* 2020. Vol. 17, iss. 2. P. 221–245.

274. Comparing apple and pear phenology and model performance: what seven decades of observations reveal / Drepper B., Gobin A., Remy S., Van Orshoven J. *Agronomy.* 2020. Vol. 10, No. 1. Article 73. DOI: 10.3390/agronomy10010073

275. Tagliavini G., Defraeye T., Carmeliet J. Multiphysics modeling of convective cooling of non-spherical, multi-material fruit to unveil its quality evolution throughout the cold chain. *Food and Bioproducts Processing.* 2019. Vol. 117. P. 310–320.

276. Apple and pear model for optimal production and fruit grade in a changing environment / Sousa M. L., Gonçalves M., Fialho D. et al. *Horticulturae.* 2022. Vol. 8, iss. 10. Article 873. DOI: https://doi.org/ 10.3390/horticulturae8100873

277. Egea J. A., Egea J., Ruiz D. Reducing the uncertainty on chilling requirements for endodormancy breaking of temperate fruits by data-based parameter estimation of the dynamic model: a test case in apricot. *Tree Physiology.* 2021. Vol. 41, iss. 4. P. 644–656. DOI: 10.1093/treephys/tpaa054

278. Integrated Physical–Mechanical Characterization of Fruits for Enhancing Post-Harvest Quality and Handling Efficiency / Ghonimy M., Alayouni R., Alshehry G. et al. *Foods.* 2025. Vol. 14, iss. 14. Article 2521. DOI: https://doi.org/10.3390/foods14142521

279. Mukama M., Ambaw A., Opara U. L. Thermophysical properties of fruit – a review with reference to postharvest handling. *Journal of Food Measurement and Characterization.* 2020. Vol. 14, iss. 5. P. 2917–2937. DOI: 10.1007/s11694-020-00536-8

280. CFD Simulation of porous canopy heat transfer in apple orchard-based frost protection / Hua W., Heinemann P., He L., Yuan W. *Journal of the ASABE.* 2023. Vol. 66(4). P. 825–837. DOI: 10.13031/ja.15550

281. Cooling / Estévez-Sánchez K. H., Ochoa-Velasco C. E., Ruiz-Espinosa H., Ruiz-López I. I. *Smart Food Industry: The Blockchain for Sustainable Engineering, Fundamentals, Technologies, and Management /* (Eds.) Eduardo Jacob-Lopes, Leila Queiroz Zepka, Mariany Costa Deprá. Boca Raton : CRC Press, 2023. Vol. 1. P. 132–148.

282. Kaur R., Watson J. A. A scoping review of postharvest losses, supply chain management, and technology: implications for produce quality in developing countries. *Journal of the ASABE.* 2024. Vol. 67(5). P. 1103–1131. DOI: 10.13031/ja.15660

283. Van Hilten M., Wolfert S. 5G in agri-food-A review on current status, opportunities and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture.* 2022. Vol. 201. Article 107291.

284. Ojo M. O., Zahid A. Deep learning in controlled environment agriculture: A review of recent advancements, challenges and prospects. *Sensors.* 2022. Vol. 22, iss. 20. Article 7965. DOI: https://doi.org/10.3390/s22207965

285. Preliminary insights in sensory profile of sweet cherries / Silva V., Pereira S., Vilela A. et al. *Foods.* 2021. Vol. 10(3). Article 612. DOI: 10.3390/foods 10030612

РОЗДІЛ 2
ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Постановка наукової проблеми, формулювання гіпотез та розроблення програми досліджень

Сутність наукової проблеми полягає в тому, що незважаючи на наявність практичних підходів до охолодження плодової сировини, немає достатньо точних математичних моделей, що відображають комплекс тепломасообміну, фазових і біохімічних перетворень під час охолодження плодів із різними морфологічними характеристиками. Це ускладнює раціональне проєктування режимів охолодження з урахуванням типу сировини, цільового призначення та подальшого виробництва готового продукту із заданими функціональними властивостями.

Для вирішення окреслених наукових проблем, виконуючи дослідження та проводячи математичне моделювання, використали такі наукові гіпотези (рис. 2.1).

Рис. 2.1. Наукові гіпотези для виконання досліджень та проведення математичного моделювання

Наукові гіпотези для реалізації математичного моделювання якісного стану плодової продукції мають такий вигляд (рис. 2.2).

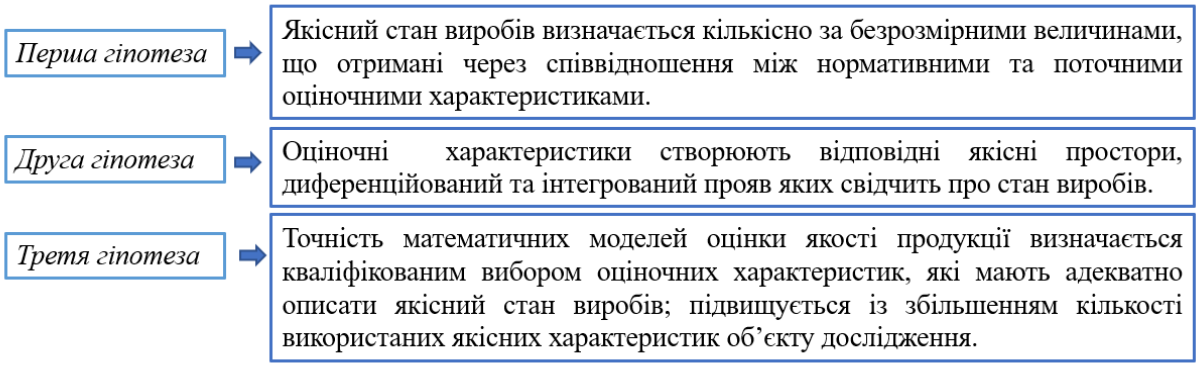


Рис. 2.2. Наукові гіпотези для реалізації математичного моделювання якісного стану плодової продукції

Для впорядкування основних напрямів, послідовності та логіки виконання аналітичних і експериментальних досліджень було розроблено цілісну програму, структурну схему якої наведено на рис. 2.3. Програма визначає взаємозв'язок між етапами теоретичного аналізу, експериментального опрацювання та узагальнення результатів, що дало змогу забезпечити системність і наукову обґрунтованість проведених досліджень.

Аналітичний етап передбачав глибоке опрацювання теоретичних і прикладних аспектів, пов'язаних із вивченням сучасного стану, тенденцій розвитку та невирішених проблем формування сировинної бази для охолодження, зберігання й комплексного перероблення плодів черешні та вишні як на вітчизняному, так і на світовому рівнях. Особливу увагу приділено аналізуванню технологічних, морфолого-анатомічних і фізико-хімічних характеристик плодів черешні та вишні як об'єктів термодинамічної дії холоду. Докладно розглянуто теоретичні основи процесів тепломасообміну під час охолодження плодової сировини, а також роль низькотемпературного впливу в збереженні її структурно-механічних, біохімічних та функціонально-технологічних властивостей.

У межах аналітичного блоку виконано порівняльне оцінювання наявних

методів і режимів охолодження, виявлено їхні переваги, недоліки та межі технологічної ефективності. Критично проаналізовано сучасні підходи до зберігання плодів черешні та вишні, зокрема особливостей зміни їхніх якісних і функціональних показників у процесі холодильного зберігання. Окремий напрям досліджень стосувався вивчення та узагальнення методів математичного моделювання процесів охолодження і тривалого зберігання плодової сировини, що стало основою для подальшого розроблення оптимізаційних рішень у межах експериментальної частини роботи.

Комплекс наукових досліджень виконано впродовж 2007–2019 рр. у лабораторії харчових технологій відділу харчових і переробних технологій Науково-дослідного інституту агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Крім того, для проведення експериментів було залучено матеріально-технічну базу низки спеціалізованих навчально-наукових підрозділів університету, зокрема: лабораторії біохімічних досліджень, лабораторії зберігання плодів і овочів, лабораторії мікробіологічних досліджень кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи, а також лабораторії процесів і апаратів і лабораторії холодильного устаткування кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф. Ю. Ялпачика. Дослідження охоплювали п’ять взаємопов’язаних експериментальних етапів, спрямованих на вивчення фізико-хімічних, мікробіологічних і технологічних аспектів охолодження та зберігання плодів черешні та вишні. Завершальним етапом стала практична апробація отриманих результатів і виконання економічного аналізу ефективності запропонованих технологічних рішень у 2020–2025 рр.

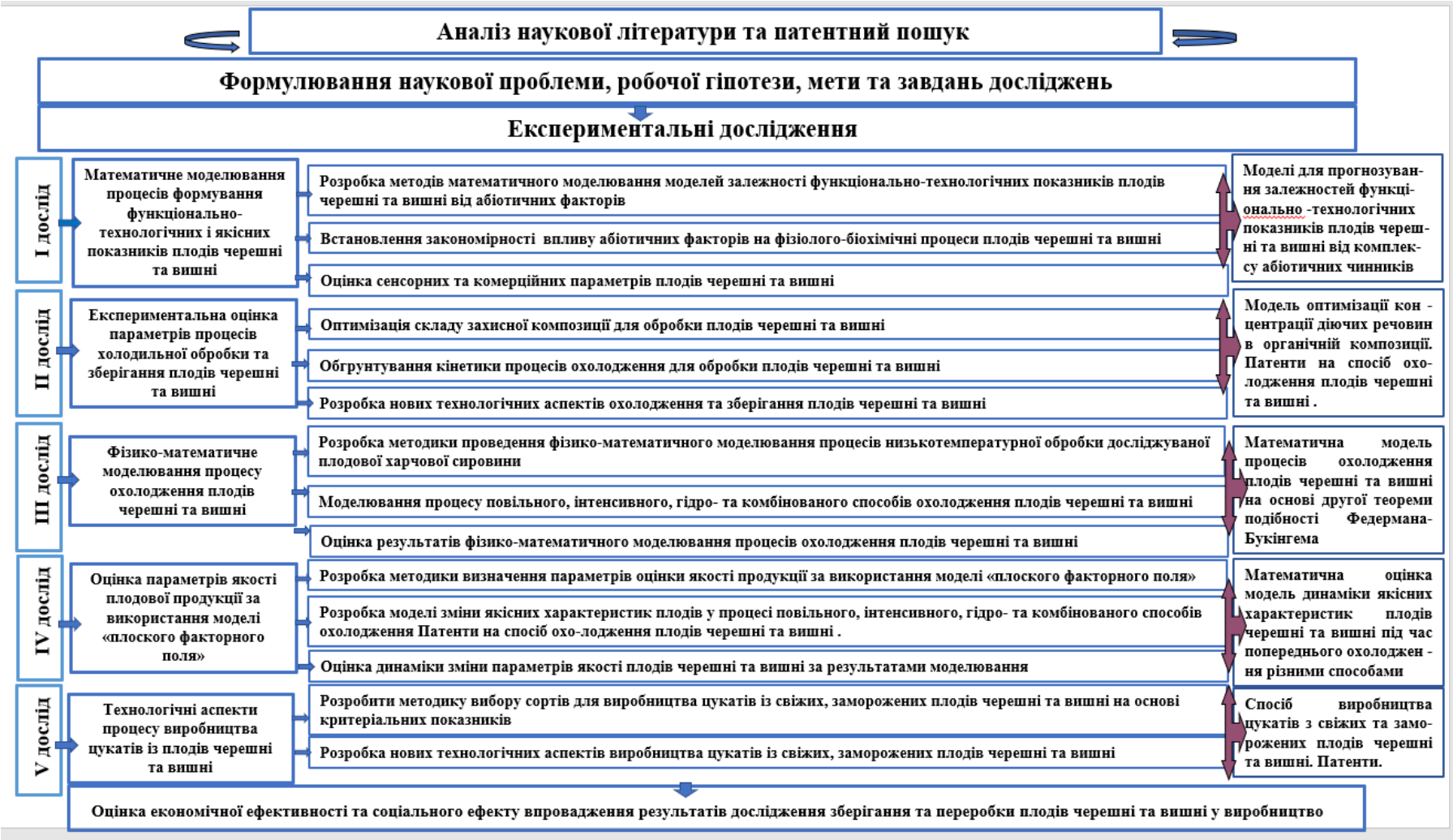


Рис. 2.3. Структурно-логічна схема напрямів та етапів аналітичних й експериментальних досліджень

Дослід 1. Обґрунтування функціонально-технологічних показників плодів вишні та черешні

Щоб дослідити функціонально-технологічні показники плодів вишні та черешні, упродовж 2007–2019 рр. використано плоди модельних сортів, вирощених в умовах господарств Запорізького південного регіону (науково-дослідний сад ТДАТУ, ДПДГ «Мелітопольське» ДСС ім. М. Ф. Сидоренка, ТОВ «БЛЕКСІ ФРУТ КОМПАНІ», ГК «Мелітопольська черешня»). Щоденні метеорологічні дані за аналізований період зібрано на Мелітопольській метеостанції, а також їх надало Головне управління статистики в Запорізькій області.

Відбір проб плодів черешні та вишні для проведення досліджень здійснювали в стані споживчої стиглості в умовах садівничих господарств південної частини Степової зони України (географічні координати: 46°46’N, 35°17’E) відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 874:2002 [1]. Відібрана сировина відповідала критеріям якості, визначеним нормативними документами ДСТУ 8153:2015 «Черешня свіжа. Технічні умови» та ДСТУ 8325:2015 «Вишня свіжа. Технічні умови» [2; 3]. У межах експериментальних досліджень проведено систематизований аналіз морфометричних та якісних характеристик плодової сировини для визначення її відповідності класифікаційним ознакам першого та другого товарних сортів згідно з нормативно-технічною документацією. Оцінювали за комплексом параметрів, що охоплював визначення лінійних розмірів плодів за значенням найбільшого поперечного діаметра, а також кількісне оцінювання допустимих відхилень від регламентованих показників якості у відсотковому вираженні. До групи контрольованих дефектів зараховано: відсутність плодоніжки, наявність макро- та мікротріщин епідермісу, прояви фізіологічного перезрівання або недозрілості, механічні пошкодження різної етіології, фітосанітарні ураження ентомошкідниками, локальні та дифузні прояви побуріння паренхіми, а також ознаки мікробіологічного псування.

Календарні строки знімання плодів визначали на основі комплексного

оцінювання морфологічних і якісних показників свіжої продукції. Основними критеріями були типова для помологічного сорту форма та забарвлення плодів, наявність або відсутність плодоніжки, ступінь механічних пошкоджень епідермісу, прояви ураження шкідниками чи мікроміцетами, а також розмір плодів, який визначали за найбільшим поперечним діаметром. Безпосередньо після збору врожаю плоди пакували насипом у пластикові ящики розміром 600×400×116 мм масою нетто 10 кг. Подальші фізіологічні, біохімічні та мікробіологічні дослідження проводили в зазначених попереду лабораторіях.

У межах експериментальної частини досліджено 33 сорти черешні, які характеризувалися різними термінами достигання (урожай 2008–2019 рр.):

сорти раннього терміну достигання: Sweet Early, Merchant, Biharro Burlat, Rubinova Rannia, Valerii Chkalov, Kazka, Zabuta′;

сорти середнього терміну достигання: Kordia, Oktavia, Vynka, Pervystok, Temp′, Liubymytsia Turovtseva, Talisman, Dilema, Melitopol’s’ka chorna, Orion, ′Chervneva Rannia, Dachnytsia, Prostir;

сорти пізнього терміну достигання – Karina, Regina, Mirazh′, Krupnoplidna, Udivitiel’na, Zodiak, Surpryz, Kolhoznytsia, Kosmichna, Prazdnichna, Anons, Temporion, Meotyda.

Розширену морфолого-технологічну характеристику досліджуваних сортів наведено в додатку А1.

Дослідження також охоплювали 10 сортів вишні різних термінів достигання (врожай 2007–2019 рр.):

ранній: Ozhydaniye;

середній: Vstriecha, Shalun’ia, Siyanets Turovtsovoi, Griot Melitopolskyy, Modnytsia, Expromt;

пізній: Melitopolska purpurna, Solidarnist’, Ighrushka.

Морфолого-технологічне оцінювання плодів сортів вишні, взятих для дослідження надано в додатку А2.

У межах виконаних досліджень проведено комплексне оцінювання

впливу абіотичних чинників середовища на формування фізико-хімічних, технологічних і сенсорних характеристик свіжих плодів черешні трьох термінів достигання та вишні. Оцінювання здійснювалося з позицій їхньої конкурентоспроможності та придатності до охолодження та подальшого зберігання й технологічної переробки. Узагальнені дані щодо метеорологічних характеристик у роки проведення експериментів наведено в додатку А3.

На цьому етапі досліджень визначено функціональні показники плодів (сухі розчинні речовини, цукри, титровані кислоти, фенольні речовини, вітамін С; технологічні показники плодів черешні та вишні (маса плоду, маса кісточки, співвідношення маси плоду до маси кісточки)) і проведено сенсорне і комерційне оцінювання плодів [4–10]. За результатами досліду обрано критерії ідентифікації та отримано моделі для прогнозування вмісту компонентів хімічного складу та показників товарної якості плодів черешні трьох термінів достигання та вишні залежно від абіотичних чинників.

З метою прогнозування формування показників якості плодів та підбору модельних сортів для безвідходного ланцюга використання плодової продукції на етапах реалізація-зберігання-переробка черешні та вишні досліджено частка участі абіотичних чинників та сорту. Математична інтерпретація експериментальних даних була виконана за методами «головних компонент» та «LASSO».

Дослід 2. Експериментальне оцінювання параметрів процесів холодильної обробки та зберігання плодів черешні та вишні

Дослід 2.1. Оптимізація концентрацій органічних кислот для обробки

В наших дослідженнях було досліджено дію комбінованого способу охолодження за обробки природними органічними композиціями на зберігання плодів черешні та вишні модельних сортів. До складу органічної композиції входили кислоти оцтова (ОК) та молочна (МК), розчинені в дистильованій воді (ДВ). Співвідношеннями кислот МК : ОК складало від 0,00 до 2,25 % .

Молочна кислота (CH_3–CH(OH)–COOH) належить до α-оксипропіонових

одноосновних оксикарбонових кислот і класифікується як харчова добавка Е270. У харчовій промисловості її використовують переважно як консервант і регулятор кислотності. За фізико-хімічними характеристиками це безбарвна прозора рідина з вираженим кислим смаком і типовим для органічних кислот запахом. Молочна кислота має антисептичні властивості, пригнічує розвиток мікрофлори, що спричиняє небажане бродіння, а також виконує антиоксидантну та детоксикаційну функції. Завдяки цим властивостям вона сприяє стабілізації якості харчових продуктів і формує їхній смаковий та ароматичний профіль [11; 12].

Оскільки молочна кислота є природним метаболітом, який синтезується в організмі людини в процесі нормального обміну речовин, її використання як харчової добавки Е270 дозволене в більшості країн світу без установлення гранично допустимих концентрацій. Цю сполуку широко застосовують у виробництві молочно-кислих продуктів (сирів, йогуртів, кефірів), майонезів, а також у технології виготовлення безалкогольних напоїв, кондитерських і борошняних виробів [13].

Оцтова кислота (CH_3COOH) належить до класу насичених монокарбонових кислот і є зареєстрованою харчовою добавкою Е260, яку використовують як регулятор кислотності та консервант. У харчовій промисловості її зазвичай застосовують у формі водних розчинів різної концентрації: 3–9% як столовий оцет та 70–80% як оцтову есенцію. Речовина має характерний різкий запах і кислий смак. За фізико-хімічними властивостями оцтова кислота є безбарвною рідиною з вираженими гігроскопічними властивостями, здатною поглинати вологу з навколишнього середовища. При температурі 16,5 °C переходить у кристалічний стан, утворюючи прозорі безбарвні кристали. У водному середовищі проявляє властивості слабкої кислоти, однак у концентрованому вигляді характеризується високою корозійною активністю. Токсикологічна дія оцтової кислоти на організм людини визначається її концентрацією: розчини з умістом кислоти понад 30 % є небезпечними для здоров’я, оскільки можуть

спричиняти хімічні опіки шкіри та слизових оболонок. Водночас низькоконцентровані розчини, що їх використовують у виробництві харчових продуктів, визнано безпечними і дозволено до застосування в більшості країн світу [14]. У харчових технологіях оцтову кислоту (Е260) широко використовують у консервній, кондитерській і кулінарній галузях, а також у виробництві соусів, майонезів, маринадів і готових страв як засіб стабілізації кислотності та гальмування розвитку мікрофлори. Завдяки вираженим антимікробним властивостям оцтова кислота проявляє консервувальний ефект, її можна використовувати для профілактики післязбиральних мікробіологічних уражень плодів, зокрема кісточкових культур. Її походження пов’язане з розкладом пероксооцтової (перуксусної) кислоти, від якої вона утворюється як стабільний продукт із вираженим біоцидним потенціалом [14].

Охолодження плодів комбінованим способом проводили у два етапи впродовж 40±2 хв до температури в центрі плоду 2±0,5°С. Обробку плодів розчином молочної та оцтової кислот проводили на першому етапі. Варіанти органічних композицій МК : ОК додавали до льодяної води (1,0±0,5 °С), якою проводили охолодження плодової продукції.

На другому етапі проводили доохолодження плодів у камерах інтенсивного охолодження холодним повітрям.

Повторність кожного варіанту п’ятиразова. Розмір повторності – один ящик [1; 15]. Як модельний сорт використано сорт черешні – Valerii Chkalov, вишні – Vstriecha.

Температуру у внутрішніх тканинах плодів вимірювали за допомогою цифрового термометра ТМ-902 СР, оснащеного термопарою К-типу, що забезпечує широкий діапазон вимірювання – від мінус 50 °С до 1300 °С з дискретністю 0,1 °С у межах температур мінус 50–200 °С.

Для визначення оптимального співвідношення молочної (МК) та оцтової (ОК) кислот у складі захисної композиції при гідроохолоджені (ГО) та охолодженні комбінованим способом (КС) у плодах черешні та вишні оцінювали низку показників відповідно до стандартних методик. Зокрема,

визначали рівень втрат від мікробіологічних захворювань і фізіологічних розладів, величину природних втрат маси плодів під час зберігання і розраховували показник середніх добових втрат плодів [13; 14; 15].

Дослід 2.2 Обґрунтування режимів та способів попереднього охолодження плодів черешні та вишні

Обґрунтування режимів та способів попереднього охолодження досліджуваної продукції проводили шляхом дослідження впливу 4-х способів попереднього охолодження плодів черешні та вишні на якісні показники. Як модельні сорти використано плоди черешні різних строків достигання Valerii Chkalov (ранній), Melitopol’s’ka chorna (середній), Krupnoplidna (пізній) і сорт вишні Vstriecha.

Умови способів попереднього охолодження представлені такими варіантами:

Варіант 1. Процес охолодження плодів пасивним повітряним способом

Попереднє охолодження плодів проводили повітрям зі швидкістю руху 0,5 м/с (кратність повітрообміну 30 об’ємів за годину). Температура в камерах зберігання становила 5 ± 1 °С. Відносна вологість повітря – 90 ± 1 %.

Варіант 2. Процес охолодження плодів інтенсивним повітряним способом

Попереднє охолодження плодів проводили холодним повітрям із швидкістю руху 3,0 м/с (кратність повітрообміну 90 об’ємів за годину). Температура в камерах інтенсивного охолодження становила 0 ± 1°С. Відносна вологість повітря була 90 ± 1 %.

Варіант 3. Процес гідроохолодження плодів

Охолодження здійснювали в стаціонарному палетному гідрокулері MAS- HC-2000-PAL-ST з продуктивністю 2 т/год. Охолодження виконували льодяною водою (1,0±0,5 °С) з додаванням молочної та оцтової кислот.

Варіант 4. Комбінований процес охолодження плодів

Процес охолодження здійснювали у два послідовні етапи:

Етап 1. Початкове охолодження проводили у водному середовищі з

температурою 1,0 ± 0,5 °С, до якого додавали молочну та оцтову кислоти. Тривалість обробки становила 10 ± 2 хв, до досягнення температури в середині плоду 4 ± 1 °С.

Етап 2. Подальше зниження температури плодів виконували в камері інтенсивного повітряного охолодження. Швидкість повітряного потоку становила 3,0 м/с при кратності повітрообміну 90 об'ємів/год. Тривалість доохолодження – 30 ± 2 хв, до досягнення температури у центрі плодів 2 ± 0,5 °С. Робоча температура повітря в камері підтримувалася на рівні 0 ± 1 °С, за відносної вологості 90 ± 1 %. Загальна тривалість комбінованого охолодження до температури 2 ± 0,5 °С становила 40 ± 2 хв. Для забезпечення достовірності результатів кожен варіант виконували у п'яти повтореннях, одиницею повторності був один стандартний ящик плодів (10 кг) [1, 15].

Для встановлення та обгрунтування ефективного способу охолодження визначали такі показники за стандартними методиками: інтенсивність дихання і дихального теплогенезу, втрата маси плодів під час попереднього охолодження; кількісний склад епіфітної мікрофлори на поверхні плодів через 30 діб зберігання [10; 16; 17].

За результатами досліду 3 буде розроблений оптимальний спосіб попереднього охолодження плодів черешні і вишні для збереження їхньої якості і продовження строку зберігання.

Дослід 3. Фізико-математичне моделювання процесів охолодження плодів черешні та вишні

Моделювання проводилося на основі експериментальних досліджень процесів повільного, інтенсивного, комбінованого охолодження та гідроохолодження плодів черешні трьох строків достигання. Плоди черешні та вишні були відібрані для дослідження у споживчій стиглості в умовах садівничих господарств півдня Степової зони України. Якість плодів відповідала стандартним вимогам. Відразу після збирання плоди пакували насипом у пластикові ящики по 10 кг в кожному. З метою подовження строків зберігання плодової сировини і збереження її якості були досліджені способи і

режими попереднього охолодження. Дослідження фізіологічних і мікробіологічних показників проводили у лабораторіях Науково-дослідного інституту агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь). У якості модельних сортів були використані плоди різних строків достигання: ранній сорт черешні Valerii Chkalov, середній сорт черешні Melitopol's'ka chorna, пізній сорт черешні Krupnoplidna, а також сорт вишні Vstriecha. Були визначені наступні фізико-механічні характеристики досліджуваних сортів плодів: маса плоду, поперечний діаметр плодів, площа поверхні плоду, об'єм плоду. Розраховані коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м·К), коефіцієнт температуропровідності а, 10^{-8}м^2/с, теплоємкість с, Дж/(кг·К).

В ході досліджень було визначено залежності для безрозмірних параметрів, що використовуються у створенні математичної моделі. Були складені критеріальні рівняння процесу. Застосовано графоаналітичний метод визначення степеневих коефіцієнтів.

В ході проведення досліджень будуть отримані критеріальні рівняння та розроблено програму, знайдено рекомендований ряд параметрів робочого режиму для відповідного низькотемпературного процесу обробки плодів вишні та черешні. Будуть виведені математичні алгоритми, які дозволять визначати співвідношення між основними параметрами теплообміну за умов дії означених факторів у досліджуваному процесі, а також прогнозувати перебіг конвекції у них.

Дослід 4. Оцінювання параметрів якості плодової продукції з використанням моделі «плоского факторного поля»

Оцінка параметрів якості плодової продукції за використання моделі «плоского факторного поля» проводилось на плодах модельних сортів різних строків достигання: ранній сорт черешні Valerii Chkalov, середній сорт черешні Melitopol's'ka chorna, пізній сорт черешні Krupnoplidna, а також сорт вишні Vstriecha в 2 етапи:

Етап 1. Оцінка динаміки зміни параметрів якості плодів черешні та

вишні за результатами моделювання.

На підставі даних математичного моделювання методом факторних просторів буде отримано параметри якості плодів черешні та вишні після попереднього охолодження**.** Буде здійснено порівняльний графоаналітичний аналіз процесів охолодження досліджуваних плодів черешні та вишні.

Етап 2. Розробка моделі зміни якісних характеристик плодів у процесі охолодження.

При розробці математичної моделі оцінки якості досліджуваних плодів черешні та вишні у процесі повільного, інтенсивного, гідроохолодження, комбінованого охолодження будуть використані параметри якості плодів черешні та вишні після попереднього охолодження.

Для встановлення та обґрунтування ефективного способу охолодження за потенціалом збереження якості досліджуваних плодів були використані такі показники: втрата маси, %; інтенсивність дихання, мг CO^2/кг·год; інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С; Бактерії х10^3, КУО/г; гриби х10^3, КУО/г; активність поліфенолоксидази та пероксидази ,мкмоль/г за хв; ФР/ПФО, ЦКІ, твердість м’якоті плодів кг/$см^2$, Вміст сухих розчинних речовин,цукрів,титрованих кислот,%; та аскорбінової кислоти,фенольних речовин, мг на 100 г [10].

Дослід 5. Технологічні аспекти процесів виробництва цукатів з плодів черешні та вишні

Під час досліджень виготовлено цукати зі свіжої сировини, а продукти переробки із заморожених плодових напівфабрикатів черешні та вишні [18].

В ході дослідження розроблено способи виробництво цукатів із темнозабарвлених плодів черешні та вишні та виробництво цукатів із світлозабарвлених свіжих напівфабрикатів. Вибір модельних сортів для виробництва цукатів зі свіжої сировини проведено на підставі оцінювання якості плодів за такими показниками: сухі розчинні речовини, цукри, титровані кислоти, фенольні речовини, вітамін С, співвідношення маси кісточки до маси плоду, сенсорнае оцінювання плодів.

Предметом досліджень була плодова продукція. Плоди черешні 33 сортів трьох термінів стиглості: Sweet Early, Merchant, Biharro Burlat,Rubinova Rannia, Valerii Chkalov, Kazka, Zabuta (сорти ранніх строків достигання); Kordia, Oktavia, Vynka, Pervystok, Temp, Liubymytsia Turovtseva, Talisman, Dilema, Melitopol's'ka chorna, Orion, Chervneva Rannia, Dachnytsia, Prostir (сорти середніх строків достигання); Karina, Regina, Mirazh, Krupnoplidna, Udivitiel'na, Zodiak, Surpryz, Kolhoznytsia, Kosmichna, Prazdnichna, Anons, Temporion, Meotyda (сорти пізніх строків достигання). Обрані для дослідження 7 інтродукованих сортів іноземної селекції, а також 26 сортів селекції СС імені М. Ф. Сидоренка УААН. Із 33 досліджуваних сортів 29 внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, та є районованими для південної степової підзони України, 4 сорти мають статус перспективних сортів.

Плоди вишні 10 сортів селекції СС імені М. Ф. Сидоренка УААН трьох строків стиглості: ранностиглий – Ozhydaniye; середньостиглі – Vstriecha, Shalun'ia, Siyanets Turovtsovoi, Griot Melitopolskyy, Modnytsia, Expromt; пізньостиглі – Melitopolska purpurna, Solidarnist', Ighrushka. Із 10 досліджуваних сортів вишні 7 внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, та є районованими для південної степової підзони України, 3 сорти мають статус перспективних сортів. Докладну сортову характеристику плодів черешні та вишні наведено в додатках А1, А2.

За допомогою застосування методу багатокритеріальної оптимізації отримано ранжувальний ряд сортів за показниками якості плодів та рекомендовано оптимальну сировину для подальшої переробки на цукати в розрізі раннього, середнього та пізнього строків достигання плодів черешні та вишні.

Для оптимізації способу виробництва цукатів проведено дослідження впливу властивостей осмотичного агента на кінетику осмотичної дегідратації. Для цього буде досліджений вплив різних концентрацій осмотичного агенту

(30, 40, 50, 60 та 70 % сахарози) за різних температур (20, 40, 60, 80, 100 °С) на якість цукатів. Основними експериментальними показниками були маса плодів, масова частка цукрів, частка сухих розчинних речовин, масова частка води визначена відповідно до стандартних методик та сенсорне оцінювання продуктів переробки. На основі отриманих та науково-обґрунтованих результатів розроблено технологічні схеми процесів виробництва цукатів із темнозабарвлених плодів черешні, вишні та світлозабарвлених плодів черешні. Дослідженнями передбачено обґрунтувати процес виробництва цукатів із попередньо заморожених плодів черешні та вишні.

На цьому етапі оцінено якість заморожених напівфабрикатів 33 сортів черешні трьох строків достигання та 10 сортів вишні за величиною втрати соку, біохімічними показниками (вміст сухих речовин, цукрів, вітаміну С, титрованих кислот, фенольних речовин), сенсорним оцінюванням плодів [4–10; 19; 20].

Оцінювали параметри якості у свіжих плодах одразу після заморожування, через 3 та 6 місяців зберігання заморожених варіантів досліду. На підставі аналізування якості замороженої продукції обґрунтувано оптимального періоду зберігання сировини для подальшого вибору модельних сортів та переробки на цукати плодів вишні і черешні.

Модельні сорти черешні в розрізі раннього, середнього та пізнього строків достигання та вишні обрано шляхом використання методу багатокритеріальної оптимізації із застосуванням геометричної згортки критеріїв. Розроблено методику вибору сортів для виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні на основі критеріальних показників. Основними експериментальними показниками в цукатах із заморожених напівфабрикатів були маса плодів, масова частка цукрів, частка сухих розчинних речовин, масова частка води. На підставі отриманих даних у досліді 5 представлено технологічний процес виробництва цукатів з свіжої та замороженої сировини у вигляді технологічної та структурно-апаратної схем виробництва цукатів зі свіжих та заморожених плодів черешні та вишні. Для

дослідження впливу властивостей осмотичного агенту на кінетику осмотичної дегідратації при виробництві цукатів із заморожених плодів був проведений науковий експеримент, в ході якого вивчено вплив різних концентрацій осмотичного агенту за різних температур.

2.2 Методика проведення експериментальних досліджень

2.2.1 Методи визначення компонентів хімічного складу та показників якості плодів

Під час виконання наукової роботи використано як стандартні (загальноприйняті) методи, так і спеціальні (модифіковані та вдосконалені). Використані стандартні методи дослідження плодової сировини у свіжому вигляді, під час зберігання та в продуктах переробки наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Стандартні методи дослідження сировини

Метод	Нормативна документація або методика визначення	Наукове джерело
1	**2**	**3**
Відбір плодів для проведення досліджень	ДСТУ ISO 874-2002	[1]
Визначення товарних якостей плодів черешні	ДСТУ 8153:2015	[2]
Визначення товарних якостей плодів вишні	ДСТУ 8325:2015	[3]
Визначення вмісту сухих розчинних речовин	ДСТУ 8402:2015, рефрактометр РПЛ-3М	[4, 5]
Визначення масової концентрації цукрів	ДСТУ 4954:2008	[6]
Визначення титрованої кислотності	ДСТУ 4957:2008, титриметричний метод	[7]
Визначення вмісту фенольних речовин	ДСТУ 4373:2005, реактив Фоліна-Деніса	[8]

Продовження таблиці 2.1

Метод	Нормативна документація або методика визначення	Наукове джерело
Визначення вмісту аскорбінової кислоти	ДСТУ ISO 6557-2:2014, йодометричний метод за реактивом Тільманса	[9]
Маса плодів черешні та вишні зважуванням на вагах	зважування на вагах	[10]
Діаметр плодів черешні та вишні	вимірювання мікрометром	[10]
Природні втрати маси плодів черешні та вишні	метод фіксованих проб	[10]
Вимоги щодо зберігання та транспортування в умовах охолодження черешні та вишні	ДСТУ ISO 7920:2009	[15]
Визначення кількості плодів черешні та вишні з ознаками фізіологічних розладів	оглядовий метод	[10]
Визначення кількості плодів черешні та вишні з ознаками мікробіологічних захворювань	оглядовий метод	[10]
Кількісний склад епіфітної мікрофлори на поверхні плодів черешні та вишні	ГОСТ 26668-85 ДСТУ 8051: 2015	[16]
Змиви з поверхні і підготовку живильних середовищ	ГОСТ 26670-91 ДСТУ 8535: 2015	[17]
Інтенсивність дихання	Метод Толмачова І. П.	[10]
Інтенсивність тепловиділення	за розрахунком кількістю CO_2, що виділяється під час дихання	[10]
Твердість (щільність) плодів черешні та вишні	пенетрометр Fruit penetrometer GY-4	[5]
Визначення активності поліфенолоксидази	за Х.П. Починком	[10]
Визначення активності пероксидази	метод титрування нерозкладеного залишку перекису водню тіосульфатом натрію	[10]
Величина втрати соку заморожених плодів черешні та вишні	визначення різниці за масою плодів після дефростації	[10]

Продовження таблиці 2.1

Метод	Нормативна документація або методика визначення	Наукове джерело
Вимоги щодо оцінювання якості цукатів	ДСТУ 6075-2009	[18]
Органолептичні та якісні вимоги щодо якості заморожених плодів черешні та вишні	ДСТУ 4837-2007	[19]
Визначення вмісту сухих речовин	ДСТУ ISO 751:2004-термогравіметричним методом	[20]
Масова частка води в цукатах	ДСТУ 8004:2015	[21]

Джерело: розробила автор

2.2.2 Розробка методики побудови математичних моделей залежності біохімічних параметрів якості плодів черешні та вишні від абіотичних факторів методом головних компонент

Для забезпечення наукової обґрунтованості та достовірності результатів математичного аналізу на початковому етапі дослідження необхідним є формування чіткої методики моделювання, яка передбачає визначення вхідних змінних, параметрів дослідження та вибір оптимального математичного апарату. У цьому контексті застосування методу головних компонент потребує попереднього структурування експериментальних даних і стандартизації показників з метою подальшого виявлення ключових факторів, що зумовлюють формування якісних та функціонально-технологічних властивостей плодів.

У багатьох прикладних і фундаментальних дослідженнях для кількісного оцінювання взаємозв’язку між множинними чинниками та цільовими показниками об’єкта традиційно використовують інструменти регресійного та кореляційного аналізу. Проте в умовах, коли кількість незалежних змінних значно перевищує обсяг емпіричних спостережень, застосування класичної процедури найменших квадратів втрачає статистичну обґрунтованість через

ризики мультиколінеарності, нестійкості оцінок та переорієнтування моделей. У подібних ситуаціях доцільним є використання методів багатовимірного статистичного аналізу, зокрема методу головних компонент, який дозволяє зменшити розмірність простору предикторів шляхом виявлення латентних факторів, що пояснюють основну частку дисперсії в даних, водночас мінімізуючи втрату інформаційного навантаження [22].

У межах нашого дослідження метод головних компонент було застосовано як аналітичний інструмент для побудови узагальнених математичних моделей, що описують функціональні залежності між комплексом абіотичних факторів та рівнем накопичення ключових біохімічних показників якості плодів черешні та вишні. Зокрема, було проаналізовано залежності вмісту сухих розчинних речовин, суми цукрів, титрованих кислот у плодах черешні, а також вмісту *L*-аскорбінової кислоти в плодах вишні.

З огляду на викладені теоретичні положення та обґрунтовану доцільність застосування методу головних компонент для аналізу складних багатофакторних систем розроблено послідовний алгоритм побудови математичних моделей. Процес побудови включав 5 етапів:

Етап 1. Визначення вмісту показників якості (залежні змінні) за наведеними попереду методиками (дод. Б, табл. Б1-Б3; табл. Б7; табл. Б9; табл. Б12; табл. Б14-16; табл. Б18; табл. Б20–22).

Етап 2. Систематизація інформації та створення бази даних погодних умов у роки досліджень. На цьоому етапі визначено перелік критично-впливових абіотичних факторів (незалежні змінні): середні мінімальні температури повітря (*Сер. min. T*), середні температури повітря (*Сер. T*), середні максимальні температури повітря (*Сер. max. T*), абсолютні мінімальні температури повітря (*min. T*), абсолютні максимальні температури повітря (*max. T*), сума опадів (*СО*), середня відносна вологість повітря (*Сер. ВВП*), середня мінімальна відносна вологість повітря (*Сер .min. ВВП)*, абсолютна мінімальна відносна вологість повітря (*min. ВВП)*. На основі визначених показників розраховано такі показники: гідротермічний коефіцієнт (*ГТК*),

різниці температур за певні періоди, суми активних температур (*САТ*), суми ефективних температур (*СЕТ*). Натуральні числові значення даних погодних чинників наведено в таблицях А3.1 – А 3.12 додатку А3.

Етап 3. На основі кореляційного аналізу визначення погодних чинників, що істотно впливають на накопичення біохімічних показників черешні та вишні.

Етап 4. Аналіз визначених у пункті 3 чинників методами факторного та регресійного аналізу з метою визначення ступеня впливу кожного чинника на біохімічні показники черешні та вишні.

Аналіз даних парних коефіцієнтів кореляції є першочерговою, але достатньо приблизною оцінкою ступеня впливу окремого фактору (незалежної змінної) на кожний досліджуваний показник (залежну змінну). Для більш поглибленого дослідження питання прийнято рішення щодо застосування інших інструментів статистичного аналізу [22].

Етап 5. На цьому етапі моделювання, у межах проведеного дослідження, як незалежні змінні (x_j) було відібрано 25 гідрометеорологічних факторів, які, за результатами попереднього аналізу, мають найбільш критичний вплив на формування біохімічного складу плодів черешні та вишні (тобто j = 1–25). Водночас обсяг спостережень, який охоплює багаторічні дані за 12 вегетаційних сезонів (y_{1i}, y_{2i}, y_{3i}, де i = 1–12), є істотно меншим за кількість змінних, що унеможливлює застосування класичної процедури множинного регресійного аналізу в рамках методу найменших квадратів.

Крім того, міжфакторний кореляційний аналіз виявив високу залежність між значною частиною незалежних змінних (коефіцієнти кореляції r близькі до ±1), що свідчить про виражений ефект мультиколінеарності у вхідному масиві даних. У зв’язку з цим, для визначення структурно важливих предикторів, зменшення розмірності простору змінних та мінімізації інформаційного впливу, було застосовано метод головних компонент.

Суть методу полягає в перетворенні початкової множини корельованих змінних x_j на нову систему ортогональних векторів – головних компонент

(PCi, де $i = 1 \ldots n$), що являють собою лінійні комбінації вхідних змінних та максимально відображають загальну дисперсію вихідних даних. Отже, метод головних компонент дає змогу виявити латентні фактори, які найповніше відображають варіативність зовнішніх умов і можуть бути використані як інформативна основа для подальшого регресійного моделювання біохімічних показників якості плодів [23].

Аналіз статистичних даних проводили за такою схемою:

- розрахунок набору головних компонент:

$$PC_i = \sum_{i=1}^{m} p_{ij} \ldots x_{ij}, i = 1 \ldots n \quad (2.1)$$

- побудова регресійного рівняння залежності між показником, що досліджуємо Y і головними компонентами:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^{m} b_i \cdot PC_i, \quad (2.2)$$

- перетворення моделі шляхом підстановки у формулу 2.3 через вихідний набір факторів та отримання залежності від показників погодних чинників:

$$\hat{Y} = a_0 + \sum_{i=1}^{m} a_j \cdot X_j, \quad (2.3),$$

де X_j – фактори, a_j – параметри моделі, Y – якісні показники моделі;

- проведення аналізу та побудова за формулою 2.4 регресії;
- розрахунок дельта-коефіцієнтів Δ_j для визначення ступеня впливу кожного з факторів на досліджувані показники якості:

$$\Delta_i = \left| \frac{\tilde{a}_i \cdot r_{yx_i}}{R^2} \right|, \quad (2.4),$$

де $\tilde{a}i$ – параметри регресійної моделі в стандартизованих факторах $\tilde{X}_i$;

r_{yxi} – парні коефіцієнти кореляції;

R^2– коефіцієнт детермінації.

Для виконання статистичного аналізу застосовані засоби сучасних комп’ютерних технологій *DataMining* – програмне середовище *RStudio*.

2.2.3. Розробка методики побудови математичних моделей залежності функціонально-технологічних і якісних показників плодів

черешні та вишні від абіотичних факторів методом методом LASSO

Для побудови математичних моделей залежності формування біохімічних і технологічних показників плодів черешні та вишні (вміст фенольних сполук, вітаміну С, маса плоду та маса кісточки) від погодних умов застосовано метод LASSO. Наукова гіпотеза полягала в тому, що використання методу LASSO уможливить побудову стійкої та інтерпретованої регресійної моделі для оцінювання впливу погодних факторів на показники якості плодів черешні та вишні за умов високого рівня мультиколінеарності між природними чинниками. Передбачалося, що завдяки регуляризації та автоматичному відбору значущих змінних метод нівелює вплив надлишкової кореляції між незалежними предикторами та підвищить точність оцінювання часткових ефектів окремих предикторів.

Згідно з теоремою Гауса-Маркова для отримання незміщених і ефективних оцінок параметрів лінійної регресії необхідне виконання умови лінійної незалежності факторів [24]. Порушення цієї умови призводить до мультиколінеарності – ситуації, коли між незалежними змінними наявні тісні кореляційні зв’язки. Це ускладнює ідентифікацію внеску окремих предикторів у варіацію залежної ознаки та супроводжується нестабільністю, зміщенням і підвищеною дисперсією оцінювання параметрів моделі. Такі проблеми типові для багатофакторного аналізу впливу погодних умов на якість плодів, оскільки абіотичні фактори часто взаємопов’язані [25; 26].

Одним із найбільш інформативних інструментів діагностики мультиколінеарності є показник коефіцієнт інфляції дисперсії - *Variance Inflation Factor* (VIF), що дає змогу кількісно оцінити зростання дисперсії оцінки коефіцієнта регресії внаслідок кореляції між факторами. Наявність високого коефіцієнта детермінації за одночасної статистичної неважливості ряду параметрів моделі (критерій Стьюдента) за формальної адекватності моделі (критерій Фішера) також вказує на мультиколінеарність.

Метод LASSO, використаний у дослідженні, поєднує регуляризацію та селекцію предикторів, що одночасно зменшує складність моделі та підвищує її

прогностичну здатність. Завдяки введенню штрафного члена до функції втрат відбувається обмеження значень коефіцієнтів, що забезпечує нівелювання впливу мультиколінеарних змінних і збереження лише тих факторів, що відіграють найбільшу роль у формування ознак якості плодів.

Моделювання за методом LASSO виконували за такими етапами:

Етап 1. Визначення вмісту показників якості (залежні змінні) за наведеними попереду методиками (додаток Б, табл. Б24, Б26, Б29, Б31–З3, Б37).

Етап 2. Створення бази даних погодних умов у роки досліджень. На цьому етапі визначено перелік критично-впливових абіотичних факторів (незалежні змінні): середні мінімальні температури повітря (*Сер. min. T*), середні температури повітря (*Сер. T*), середні максимальні температури повітря (*Сер. max. T*), абсолютні мінімальні температури повітря (*min. T*), абсолютні максимальні температури повітря (*max. T*), сума опадів (*СО*), середня відносна вологість повітря (*Сер. ВВП*), середня мінімальна відносна вологість повітря (*Сер. min. ВВП)*, абсолютна мінімальна відносна вологість повітря (*min. ВВП)*. На основі визначених показників розраховано такі показники: гідротермічний коефіцієнт (*ГТК*), різниці температур за певні періоди, суми активних температур (*САТ*), суми ефективних температур (*СЕТ*). Натуральні числові значення даних погодних чинників наведено в таблицях А3.1 – А 3.12 додатку А 3.

Етап 3. Визначення погодних факторів, що істотно впливають на досліджувані якісні показники черешні та вишні.

Етап 4. Виявлення мультиколінеарності через аналіз на основі показника *Variance Inflation Factor (VIF)*, що кількісно оцінює зростання дисперсії оцінок регресійних коефіцієнтів порівняно з дисперсією у випадку однофакторної регресії [27].

VIF для окремого регресора X_j обчислюють за формулою:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2}, \quad (2.5),$$

де R_j^2 – коефіцієнт детермінації при регресії змінної X_j на всі інші незалежні змінні моделі.

Вважають [25; 26]: якщо *VIF ≈ 1* – мультиколінеарність відсутня, *1<VIF<5* – мультиколінеарність незначна, *VIF>5* (іноді *VIF>10*) – мультиколінеарність істотна та потрібна корекція моделі.

За умов мультиколінеарності традиційно пропонують виключати корельовані фактори, що, однак, призводить до втрати інформації й унеможливлює оцінювання їхнього впливу на залежну ознаку. У нашому випадку корелює більшість факторів, тому такий підхід робить модель неефективною. Для подолання цієї проблеми доцільно застосовувати методи регуляризації, зокрема LASSO [28], що забезпечують стабільність оцінок і коригують відхилення залишків від нормального розподілу.

Етап 5. Визначення параметрів регресійної моделі шляхом мінімінізації функцій на основі МНК:

$$RSS = \sum_{i=1}^{n}(y_i - \widetilde{y_i})^2, \qquad (2.6),$$

де y_i – експериментальні значення регресанта, $\hat{y_i}$ – теоретичні значення регресанта, яке розраховують на основі побудованого рівняння регресії.

Етап 6. Регуляризація факторів: згідно з методом LASSO, для визначення параметрів моделі знаходять мінімум функції:

$$L = RSS + \lambda \sum_{i=1}^{n}|\beta_i|, \qquad (2.7),$$

де λ– заданий параметр (штраф); β_i – коефіцієнти регресійної моделі.

Іншими словами, вводиться штраф за невиправдано великі значення параметрів β_i. Причому, величина цього штрафу пропорційна величині параметра λ, за допомогою якого можна підібрати більш стійке рішення.

Суть алгоритму визначення параметра λ полягає в такому:

Дані випадковим чином розбивають на Q підвиборок. Одна з підвибірок є контрольною, інші $Q-1$ в сукупності утворюють загальну вибірку. Визначають вектор значень λ={λs} з деяким кроком. Для λs за навчальною вибіркою будують регресійну модель.

Етап 7. Обчислення помилки прогнозу. Для кожної моделі обчислюють

помилку прогнозу, тобто суму квадратів залишків регресії:

$$RSS_{\lambda_s}^{q} = \sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \sum_{j=0}^{k-1}\hat{b}_j(q,\lambda_s)x_{ij}\right)^2 \quad (2.8),$$

де q = 1, q – номер блоку, обраного як вибірку;

y_i – експериментальні значення регресанта;

x_{ij} – експериментальні значення регресорів;

λ_s – параметр.

Етап 8. Обчислення середнього значення помилки за всіма блоками:

$$MSE_{\lambda_S} = \frac{1}{Q}\sum_{q=1}^{Q} RSS_{\lambda_S}^{q}, \quad (2.9).$$

Як оптимальне λ обирають таке λ_s, при якому $MSE_{\lambda s}$ буде мінімальним.

Етап 9. Обчислення коефіцієнта детермінації:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}, \quad (2.10),$$

де $\hat{y}i$ – теоретичні значення показника, розраховані на підставі регресійній моделі, y_i – експериментальні значення показника, $\bar{y}$ – середнє значення показника.

Етап 10. Визначення коефіцієнта регресійної моделі:

$$\beta_i = b_i \frac{\bar{s}_{x_i}}{\bar{s}_y}, \quad (2.11),$$

де b_i – розраховані коефіцієнти регресійної моделі, $\bar{S}_{xi}$ – середні квадратичні відхилення факторів, $\bar{S}_y$ – середнє квадратичне відхилення показника y.

Етап 11. Нормування значень для приведення різнопланових показників до єдиної шкали вимірювань:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\bar{\sigma}_i}, \quad (2.12),$$

де x_{ij} – реальне значення фактора x_i в *j-му* спостереженні, $\bar{\sigma}_i$ – дисперсія фактору x_i, $\bar{x}_i$ – середнє значення фактора:

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}}{n} \quad (2.13).$$

Етап 12. Розрахунок дельта-коефіцієнтів Δ_j для визначення ступеня впливу кожного з факторів на досліджувані біохімічні показники за

формулою 2.4.

У цьому дослідженні для налаштування параметрів моделі LASSO використовувався метод k-кратної крос-валідації (k = 10), що забезпечує об’єктивне оцінювання якості моделі на незалежних підвибірках і мінімізує ризик перенавчання. Оптимальне значення регуляризаційного параметра λ визначалося як таке, що мінімізує середньоквадратичну помилку прогнозу (MSE) на валідаційній вибірці. Для контролю стабільності результатів застосовували процедуру повторної стратифікованої вибірки (bootstrap, 1000 ітерацій), що дала змогу отримати довірчі інтервали для коефіцієнтів регресії та підвищити надійність висновків.

Якість побудованих моделей оцінювали за комплексом критеріїв: коефіцієнт детермінації (R^2) для характеристики частки поясненої варіації, середня абсолютна помилка (MAE) та корінь середньоквадратичної помилки (RMSE) для кількісного оцінювання відхилень прогнозованих значень від експериментальних. Додатково перевіряли статистичну значущість коефіцієнтів (t-критерій Стьюдента) з рівнем значущості α = 0,05, що дало можливість оцінити надійність відібраних предикторів. Для підтвердження адекватності моделі використовували критерій Фішера (F-test), а для аналізу мультиколінеарності – показник VIF, що забезпечує кількісну інтерпретацію ступеня залежності між факторами.

Застосування такої багаторівневої системи оцінювання дало змогу не лише побудувати інтерпретовану модель, але й підтвердити її достовірність з погляду як статистичної значущості параметрів, так і стійкості прогнозів у різних вибірках. Це надало можливість зробити коректні висновки щодо ролі окремих погодних факторів у формуванні біохімічних та морфометричних показників плодів черешні та вишні.

2.2.4 Методика оцінювання сенсорних властивостей плодів черешні та вишні у свіжому стані

Дослідження проводили впродовж 2008–2019 рр. у лабораторіях Науково-дослідного інституту агротехнології та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.

Для визначення маси, діаметру і сенсорної оцінки плодів черешні обрано модельні сорти трьох строків достигання: 1-й (ранній) – Sweet Early, Merchant, Biharro Burlat,Rubinova Rannia, Valerii Chkalov, Kazka, Zabuta′; 2-й (середній) – Kordia, Oktavia, Vynka, Pervystok, Temp′, Liubymytsia Turovtseva, Talisman, Dilema, Melitopol’s’ka chorna, Orion, ′Chervneva Rannia, Dachnytsia, Prostir; 3-й (пізній) – Karina, Regina, Mirazh′, Krupnoplidna, Udivitiel'na, Zodiak, Surpryz, Kolhoznytsia, Kosmichna, Prazdnichna, Anons, Temporion, Meotyda.

Для проведення експерименту взято плоди 10 модельних сортів вишні: Vstriecha, Ozhydaniye, Shalun’ia, Siyanets Turovtsovoi, Griot Melitopolskyy, Solidarnist’, Ighrushka; Melitopolska purpurna, Modnytsia, Expromt.

Для дослідження плоди відбирали з типових дерев для кожного помологічного сорту одного віку з середньою інтенсивністю плодоношення. Сенсорне оцінювання якості плодів черешні та вишні проводили за 9-бальною шкалою (дод. А, табл. А 4).

Сенсорне оцінювання плодів черешні та вишні здійснювали в період споживчої стиглості. У цей період м’якоть плодів була ще достатньо щільна, смак і забарвлення властиві досліджуваному помологічному сорту. Для визначення діаметру одного плоду черешні брали пробу зі 100 плодів із 3–5 типових дерев у період споживчої стиглості. Повторність досліду триразова. Плоди відбирати так, щоб відібрана проба була характерною за якістю для врожаю конкретного сезону. Плоди з дерев досліджуваних сортів знімали повністю. При нерівномірному достиганні плодів їх знімали частково – пропорційно розміщенню врожаю на дереві. Оцінювали якість плодів в сортувальному приміщенні. Усі відібрані плоди калібрували за діаметром, потім визначали діаметр одного плоду шляхом поділу загальної маси на їхнє число (100 шт). Для оцінювання сенсорних властивостей брали нормально розвинені, типові за розмірами плоди, без дефектів, у фазі споживчої стиглості.

Маса проби становила 1,0–1,5 кг.

Для встановлення сенсорного профілю бальні оцінки дегустаторів були доповнені показниками:

- зовнішня привабливість плодів (розмір, форма, забарвлення);
- консистенція плодів (консистенція м’якоті, соковитість плодів і характер шкірочки);
- смакові якості плодів (характер смаку, індивідуальні відтінки смаку).

Смакові якості залежать в основному від співвідношення в плодах цукрів і кислот, наявності дубильних речовин. Сенсорний профіль смакових якостей плодів черешні встановлювали за 7-ма критеріями (дод. А, табл. А 5).

Сенсорне оцінювання плодів досліджуваних сортів черешні та вишні проводили 10 навчених експертів. Плоди кожного сорту мали код. Оцінки експерти заносили до дегустаційних аркушів. Дегустатори додатково фіксували різні індивідуальні відтінки смаку, наявність терпкуватості, гіркоти і різних присмаків. Далі розраховували середнє значення сенсорних показників якості плодів черешні та вишні. Цей показник було введено, щоб відбрати найкращі сорти черешні та вишні за усіма строками достигання.

З метою відбору найкращого сорту черешні та вишні вдосконалено стандартну методику оцінювання сенсорних властивостей свіжих плодів. Комплексне оцінювання сортів черешні та вишні доповнено показником – середнє значення сенсорних показників. Для цього визначали середнє значення розміру, привабливості, смаку та загального сприйняття від сорту вишні за 9-бальною шкалою.

Щоб встановити сенсорний профіль для більш перспективних сортів, бальні оцінки дегустаторів доповнили показниками: зовнішня привабливість плодів (розмір, форма, забарвлення), консистенція плодів (консистенція м’якоті, соковитість плодів та характер шкірочки), смакові якостей плодів (характер смаку, індивідуальні відтінки смаку). Результати роботи дегустаторів (10 осіб) заносили до протоколів (дегустаційних аркушів). Далі розрахували середні оцінки плодів черешні та вишні за сенсорними

показниками, які представлені в додатку А, табл. А6–А9.

2.2.5. Модифікована методика оптимізації складу захисної композиції для обробки плодів черешні та вишні

Щоб подовжити тривалість зберігання плодів та збереження їхніх споживчих і технологічних якостей, дослідили ефективність комбінованого охолодження черешні й вишні. За модельні об’єкти обрано плоди черешні раннього строку достигання сорту Valerii Chkalov і вишні сорту Vstriecha, які характеризуються високими органолептичними властивостями та різним рівнем стійкості до післязбиральних фізіологічних змін. Відбір плодів черешні проводили згідно з ДСТУ ISO 8153:2015 [1], вишні – ДСТУ ISO 8325:2015 [3].

Контроль якісних характеристик плодів черешні та вишні впродовж періоду зберігання здійснювали за показниками, регламентованими ДСТУ ISO 7920:2009 (ISO 7920:1984, IDT) «Настанови щодо зберігання та транспортування в умовах охолодження». Методика оцінювання базувалася на стандартизованих критеріях, що передбачають уніфіковану систему вимірювань, допусків та класифікаційних ознак, забезпечуючи можливість порівняльного аналізу результатів у межах міжнародного науково-технічного простору [15].

Комбіноване охолодження плодів здійснювали безпосередньо після збирання врожаю у два послідовні етапи.

Етап 1 – гідроохолодження. Процес проводили у стаціонарному палетному гідрокулері MAS-HC-2000-PAL-ST із продуктивністю 2 т/год. Охолодження виконували у льодяній воді температурою 1,0 ± 0,5 °С із додаванням органічних кислот – молочної (МК) та оцтової (ОК). Тривалість етапу становила 10 ± 2 хв до досягнення температури у центрі плоду 4 ± 1 °С. У межах цього етапу за результатами аналітичних досліджень сформовано 10 варіантів захисних органічних композицій. Для оцінювання їхньої ефективності використовували розчини із концентраціями МК та ОК: 0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00 %, за сталого співвідношення

МК : ОК = 1 : 1. Контрольний зразок гідроохолоджували, не додаючи органічні кислоти.

Етап 2 – доохолодження. Плоди черешні охолоджували в камері інтенсивного повітряного охолодження холодним повітрям упродовж 30 ± 2 хв до досягнення температури 2 ± 0,5 °С. Швидкість повітряного потоку становила 3,0 м/с, кратність повітрообміну – 90 об'ємів/год. Температуру повітря підтримували на рівні 0 ± 1 °С, за відносної вологості 90 ± 1 %.

Загальна тривалість комбінованого охолодження становила 40 ± 2 хв, до стабілізації температури у центрі плоду 2 ± 0,5 °С. Кожен варіант виконували в п'яти повтореннях, одиницею повторюваності був один ящик масою 10 кг (розміри 600 × 400 × 115 мм).

Після завершення обох етапів плоди черешні та вишні закладали на зберігання за температури 1,5 ± 0,5 °С і відносної вологості повітря 93 ± 1 %. Зберігали в модернізованих холодильних камерах типу КХ-48, обладнаних системою контролю температури Eliwell EWDR 902 і датчиками вологості Eliwell EWHS 31. Охолодження камер забезпечували батарейною системою. Фізико-технологічні параметри середовища визначали та підтримували згідно з вимогами ДСТУ ISO 2169:2003 [29].

Контрольні ревізії проводили кожні 10 діб; загальний термін зберігання становив 40 діб. Оцінювали зміни якості після виймання зразків із камери та їх отеплення до 15–20 °С. Дослідження впливу органічних композицій на якість плодів черешні та вишні сортів Valerii Chkalov і Vstriecha проводили у дворічному циклі (2018–2020 рр.). Температуру у внутрішніх тканинах плодів вимірювали цифровим термометром ТМ-902СР із термопарою типу К. Діапазон вимірювань становив від мінус 50 °С до +1300 °С, із дискретністю 0,1 °С у межах від мінус 50 до +200 °С.

Ефективність дії різних концентрацій органічних кислот оцінювали за середнім добовим рівнем втрат плодів під час зберігання, що його визначали як суму втрат маси та пошкоджень, зумовлених мікробіологічними ураженнями й фізіологічними розладами, приведена до тривалості періоду

зберігання:

$$P = \frac{B_M + B_{МБХ+ФР}}{\tau} \quad (2.14),$$

де P – середній рівень щодобових втрат, % за добу;

B_M – втрати маси, %;

$B_{МБХ+ФР}$ – сумарні втрати маси, спричинені мікробіологічними хворобами і фізіологічними розладами, %;

τ – тривалість зберігання, діб [30].

Побудову регресійної моделі та визначення оптимальних параметрів досліджуваного показника – середнього добового рівня втрат плодів під час зберігання черешні сорту Valerii Chkalov і вишні сорту Vstriecha – здійснювали послідовно у два етапи:

Етап 1. Формування регресійної залежності на основі отриманих експериментальних даних.

Етап 2. Визначення точки глобального оптимуму та побудова довірчого інтервалу для неї.

Етап 1. Формування регресійної моделі.

Регресійну залежність формували, застосовуючи метод найменших квадратів, суть якого полягає в мінімізації суми квадратів відхилень між експериментальними та розрахунковими значеннями залежної ознаки:

$$F = min \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad (2.15),$$

де y_i – експериментальні значення залежного показника,

$\hat{y}_i$ – теоретичні (модельні) значення, отримані в результаті апроксимації даних.

У цьому дослідженні регресійну залежність описували поліномом другого порядку, що забезпечує адекватне відображення нелінійного характеру зміни показника в межах експериментального простору:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_1^2 + b_4 x_2^2 + b_5 x_1 x_2, \quad (2.16),$$

де $\hat{y}$ – розрахункові (модельні) значення результативного показника;

b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 – коефіцієнти регресії, що кількісно характеризують вплив відповідних факторів на залежний показник;

x_1, x_2 – рівні варіювання незалежних факторів.

Значення коефіцієнтів регресійного рівняння визначали шляхом розв'язання системи нормальних лінійних рівнянь, отриманих у результаті застосування методу найменших квадратів:

$$\begin{cases} \sum y_i = b_0 n + b_1 \sum x_{1i} + b_2 \sum x_{2i} + b_3 \sum x_{1i}^2 + b_4 \sum x_{2i}^2 + b_5 \sum x_{1i} x_{2i} \\ \sum x_{1i} y_i = b_0 \sum x_{1i} + b_1 \sum x_{1i}^2 + b_2 \sum x_{1i} x_{2i} + b_3 \sum x_{1i}^3 + b_4 \sum x_{1i} x_{2i}^2 + b_5 \sum x_{1i}^2 x_{2i} \\ \sum x_{2i} y_i = b_0 \sum x_{2i} + b_1 \sum x_{1i}\, x_{2i} + b_2 \sum x_{2i}^2 + b_3 \sum x_{1i}^2\, x_{2i} + b_4 \sum x_{2i}^3 + b_5 \sum x_{1i} x_{2i}^2 \\ \sum x_{1i}^2 y_i = b_0 \sum x_{1i}^2 + b_1 \sum x_{1i}^3 + b_2 \sum x_{1i}^2\, x_{2i} + b_3 \sum x_{1i}^4 + b_4 \sum x_{1i}\, x_{2i}^2 + b_5 \sum x_{1i}^3\, x_{2i} \\ \sum x_{2i}^2 y_i = b_0 \sum x_{2i}^2 + b_1 \sum x_{1i} x_{2i}^2 + b_2 \sum x_{2i}^3 + b_3 \sum x_{1i}^2 x_{2i}^2 + b_4 \sum x_{2i}^4 + b_5 \sum x_{1i} x_{2i}^3 \\ \sum x_{1i} x_{2i}\, y_i = b_0 \sum x_{1i} x_{2i} + b_1 \sum x_{1i}^2\, x_{2i} + b_2 \sum x_{1i} x_{2i}^2 + b_3 \sum x_{1i}^3\, x_{2i} + b_4 \sum x_{1i} x_{2i}^3 + b_5 \sum x_{1i}^2 x_{2i}^2 \end{cases}$$

Для встановлення залежності між незалежними змінними та результативним показником визначали коефіцієнт множинної кореляції за рівнянням:

$$R = \frac{\sum_{i=0}^{n} (y_i - \bar{y})(\hat{y}_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^{n} (y_i - \bar{y})^2 \sum_{i=0}^{n} (\hat{y}_i - \bar{y})^2}}, \qquad (2.17),$$

де y – експериментальні значення залежного показника;

$\hat{y}_i$ – розрахункові (модельні) значення залежного показника;

$\bar{y}$ – середнє арифметичне значення залежного показника.

Статистичну значущість коефіцієнта множинної кореляції перевіряли за критерієм Стьюдента. Якщо рівень вагомості α=0,05, формулювали нульову гіпотезу H_0: ρ=0, де ρ – коефіцієнт множинної кореляції генеральної сукупності. Для її перевірки обчислювали t-статистику за формулою:

$$t = \frac{R\sqrt{n-p-1}}{\sqrt{1-R^2}}, \qquad (2.18),$$

де R – вибірковий коефіцієнт множинної кореляції;

n – кількість спостережень;

p – число факторів моделі.

Важливість окремих коефіцієнтів регресії перевіряли за t-критерієм Стьюдента, оцінюючи нульову гіпотезу H_0:β_j=0 для кожного параметра при рівні значущості α=0,05, де β_j – оцінки узагальнених регресійних коефіцієнтів.

Розрахункове значення t-статистики при числі ступенів свободи *(n-p-1)*

визначали за рівнянням:

$$t = \frac{|b_j|}{\hat{\sigma}_{b_j}}, \quad (2.19),$$

де $\hat{\sigma}^2_{b_j} = \frac{\hat{\sigma}_{b_j}}{\sum_{i=1}^{n}(x_1-\bar{x})^2}$ – оцінка дисперсії коефіцієнта b_j;

$\hat{\sigma}^2_{b_0} = \frac{\hat{\sigma}^2_{b_0}\sum_{i=1}^{n}x_i^2}{n\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}$ – оцінка дисперсії коефіцієнта b_0;

$\hat{\sigma}^2_{\varepsilon} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i)^2}{n-p-1}$ – оцінка дисперсії випадкових похибок моделі;

n – кількість спостережень;

p – число незалежних факторів.

Довірчі межі параметрів β у структурі узагальненої регресійної залежності встановлювали відповідно до рівняння:

$$\left[b_j \pm t_{\text{кр}}\hat{\sigma}_{b_j}\right], \left(j = \overline{0,5}\right), \quad (2.20)$$

де b_i – оцінені коефіцієнти регресійної моделі;

$t_{\text{кр}}$ – критичне значення t-критерію Стьюдента;

$\hat{\sigma}_{b_j}$ – середньоквадратичне відхилення параметра регресії.

Для кількісної оцінки якості апроксимації даних використовували узагальнений коефіцієнт детермінації, який визначали за співвідношенням:

$$R^2_{yx_1x_2-x_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i-\bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}, \quad (2.21),$$

де $\hat{y}_i$ – модельні (теоретичні) значення результативного показника;

$\bar{y}$ – середнє значення результативного показника.

Адекватність побудованої регресійної моделі перевіряли за критерієм Фішера (F-тестом). Нульову гіпотезу формулювали у вигляді:

$$H_0: \hat{\sigma}^2_{\hat{y}} = \hat{\sigma}^2_{\varepsilon}, \quad (2.22),$$

що свідчить про відсутність істотних відмінностей між дисперсією теоретичних і експериментальних значень, тобто модель неадекватна експериментальним даним. Для прийняття або відхилення гіпотези обчислювали F-статистику за рівнянням:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i-\bar{y})^2/p}{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2/(n-p-1)}, \quad (2.23),$$

де $\hat{y}_i$ – розрахункові значення залежного показника;

$\bar{y}$ – середнє арифметичне залежного показника;

n – кількість експериментальних спостережень;

p – число незалежних факторів моделі.

Етап 2. Визначення точки глобального оптимуму та побудова довірчого інтервалу для неї.

Після побудови регресійної моделі виконували пошук точки глобального екстремуму функції відгуку, що описується рівнянням:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1^2 + b_4x_2^2 + b_5x_1x_2 \qquad (2.24).$$

Координати стаціонарної точки X_0 визначали з умови:

$$\Delta f(X_0) = 0,$$

що відповідає нульовому значенню градієнта функції. Для ідентифікації типу екстремуму досліджували властивості матриці Гессе, обчисленої за другими частинними похідними. Достатню умову існування екстремуму в точці X_0 перевіряли на основі знаку визначника цієї матриці:

$$H = \begin{pmatrix} \frac{d^2y}{dx_1^2} & \frac{d^2y}{dx_1x_2} & \cdots & \frac{d^2y}{dx_1x_n} \\ \frac{d^2y}{dx_1x_2} & \frac{d^2y}{dx_2^2} & \cdots & \frac{d^2y}{dx_2x_n} \\ \cdots & \cdots & & \cdots \\ \frac{d^2y}{dx_1x_n} & \frac{d^2y}{dx_2x_n} & \cdots & \frac{d^2y}{dx_n^2} \end{pmatrix} \qquad (2.25)$$

Якщо визначник матриці Гессе має від’ємне значення, то стаціонарна точка X_0 відповідає мінімуму функції. За додатного значення визначника ця точка характеризує максимум функції.

2.2.6 Методика проведення фізико-математичного моделювання процесів низькотемпературної обробки досліджуваної плодової харчової сировини

Вихідні дані для моделювання. Моделювання проводили на основі експериментальних досліджень процесів повільного, інтенсивного,

комбінованого охолодження та гідроохолодження плодів черешні і вишні трьох строків достигання. Плоди черешні та вишні були відібрані для дослідження у споживчій стиглості в умовах садівничих господарств півдня Степової зони України. Якість плодів відповідала стандартним вимогам. Відразу після збирання плоди пакували насипом у пластикові ящики по 10 кг у кожному. Для подовження строків зберігання плодової сировини і збереження її якості дослідили способи і режими попереднього охолодження. Дослідження фізіологічних і мікробіологічних показників проводили у лабораторіях Науково-дослідного інституту агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь). Як модельні сорти використали плоди різних строків достигання: ранній сорт черешні Valerii Chkalov, середній сорт черешні Melitopol’s’ka chorna, пізній сорт черешні Krupnoplidna, а також сорт вишні Vstriecha; основні фізико-механічні характеристики яких представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Основні фізико-механічні характеристики досліджуваних сортів плодів

№ з/п	Показник	Сорт	Середня величина
1	Маса плоду $m_{пл}$, г	Valerii Chkalov (черешня)	8,35
		Melitopol’s’ka chorna (черешня)	9,37
		Krupnoplidna (черешня)	11,67
		Vstriecha (вишня)	7,87
2	Найбільший діаметр, мм	Valerii Chkalov (черешня)	22,49
		Melitopol’s’ka chorna (черешня)	25,72
		Krupnoplidna (черешня)	33,11
		Vstriecha (вишня)	23,75
3	Площа поверхні плоду $S_{пл}$, см^2	Valerii Chkalov (черешня)	15,89
		Melitopol’s’ka chorna (черешня)	20,782
		Krupnoplidna (черешня)	34,440
		Vstriecha (вишня)	17,721

Продовження таблиці 2.2

№ з/п	Показник	Сорт	Середня величина
4	Об'єм плоду $V_{пл}$, $см^3$	Valerii Chkalov (черешня)	5,955
		Melitopol's'ka chorna (черешня)	8,907
		Krupnoplidna (черешня)	19,002
		Vstriecha (вишня)	7,013
5	Коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м·К)	Valerii Chkalov (черешня)	0,54
		Melitopol's'ka chorna (черешня)	0,54
		Krupnoplidna (черешня)	0,54
		Vstriecha (вишня)	0,57
6	Коефіцієнт температуропро-відності *a*, $10^{-8}м^2/с$	Valerii Chkalov (черешня)	16,5
		Melitopol's'ka chorna (черешня)	16,5
		Krupnoplidna (черешня)	16,5
		Vstriecha (вишня)	15,1
7	Теплоємкість с, Дж/(кг·К)	Valerii Chkalov (черешня)	3490
		Melitopol's'ka chorna (черешня)	3490
		Krupnoplidna (черешня)	3490
		Vstriecha (вишня)	3790

Джерело: розробила автор

Визначення залежностей для безрозмірних параметрів, що їх використовують у створенні математичної моделі. Основними факторами цього процесу є густина продукції або щільність маси холодоносія $\boldsymbol{\rho}$, коефіцієнт динамічної μ або кінематичної $\boldsymbol{\upsilon}$ в'язкості технологічного середовища, коефіцієнти теплопровідності $\boldsymbol{\lambda}$ та конвективного теплообміну $\boldsymbol{\alpha}$, технологічний час обробки $\boldsymbol{\tau_m}$, коефіцієнт температуропровідності $\boldsymbol{a}$, геометричні розміри плодів $\boldsymbol{\ell}$, швидкість потоку холодоносія $\boldsymbol{v}$.

Враховуючи представлений факторний простір та особливості перебігу досліджуваного процесу

- критерій Нуссельта Nu як міра відношення інтенсивності

конвективного та кондуктивного теплообміну на межі розділення взаємодіючих фаз;

• критерій Фур'є тепловий $Fo_т$ як міра відношення теплоти, що передається теплопровідністю та локальними пульсаціями в нестаціонарному потоці;

• критерій Рейнольдса Re як міра відношення інерційних сил у потоці до сил в'язкісного тертя.

Представлені критерії подібності визначають усі основні фізико-механічні та реологічні фактори процесу, що досліджувався.

Критерій Нуссельта *Nu* класично розраховують, як

$$Nu = \ell \cdot \alpha / \lambda \qquad (2.26),$$

де ℓ – характерний розмір за умов досліджуваного теплообміну, що можна ототожнити із середньою величиною діаметра плодів для відповідного сорту черешні та вишні (табл. 5.1); λ – коефіцієнт теплопровідності для цього типу продукції (табл. 5.1); α – коефіцієнт конвективного теплообміну.

Коефіцієнт конвективного теплообміну визначали, використовуючи формулу 2.27 [32]:

$$\alpha = \frac{c \cdot m_{пл} \cdot \ln \theta^{-1}}{S \cdot \tau_m} \qquad (2.27),$$

де $m_{пл}$ – маса плода; S – площа контактної взаємодії потоку холодоносія з поверхнею плоду: для конвективного повітряного теплообміну можна прийняти, що $S = 0{,}5\ S_{пл}$; $S_{пл}$ – площа плоду (табл. 5.1); τ_m = 245–260 *хв* для плодів черешні та для плодів вишні τ_m = 225 *хв*; *c* – теплоємкість плодів (табл. 5.1); Θ – безрозмірна температура, величину якої можна визначити з формули 2.28 [32]:

$$\theta = \frac{t - t_x}{t_0 - t_x}, \qquad (2.28),$$

де *t* – поточна температура, за якою приймали кінцеву температуру охолодження у процесі, тобто $t = 2\ °C$; t_x – температура холодоносія, яка для досліджуваного процесу повільного охолодження складає $t_x = 1–5\ °C$; t_0–

початкова температура в зоні обробки, яка складала для цього процесу $t_0 = 21{,}5–23{,}5$ °*C*.

Критерій Рейнольдса *Re* можна представити такою залежністю:

$$\mathrm{Re} = \frac{v \cdot \ell}{\upsilon} = \frac{v \cdot \ell \cdot \rho}{\mu} \qquad (2.29),$$

де v – лінійна швидкість потоку холодоносія: для досліджуваного процесу повільного охолодження складала $v = 0{,}5$ *м/с*; υ – кінематична в'язкість холодоносія; μ – динамічна в'язкість холодоносія: у даному процесі $\mu = 17{,}4 \cdot 10^{-6}$ *Па·с* для $t_x = 2\ ^0C$; ρ – щільність маси холодоносія: $\rho = 1$ *кг/м*^{3}.

Критерій Фур'є тепловий можна визначити за формулою:

$$\mathrm{Fo}_m = \frac{a \cdot \tau_m}{\ell^2}, \qquad (2.30),$$

де a – коефіцієнт температуропровідності маси продукції (табл. 2.2); τ_m – час охолодження продукції згідно із заданої технології обробки: $\tau_m = 225$ *хв*.

Складання критеріального рівняння процесу. Моделювання проводили з використанням другої теорії подібності Федермана-Букінгема та методу «теорії розмірностей», що дає змогу обробити отримані експериментальні дані у формі критеріального рівняння, при складанні якого застосували таку методику [32; 33].

На першому етапі розрахунку розкладаємо представлені попереду параметри досліджуваного процесу за розмірностями у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Основні розрахункові параметри процесу охолодження

№ з/п	*Найменування параметрів процесу*	*Розмірність*
1	Густина продукції (щільність маси холодонія) ***ρ***, *кг/м*^{3}	*кг·м*$^{-3}$
2	Середній розмір плода (діаметр) ***l***, *м*	*м*
3	Кінематична в'язкість холодоносія υ, *м*^{2}*/с*	*м*^{2}*·с*$^{-1}$
4	Коефіцієнт температуропровідності ***a***, *м*^{2}*/с*	*м*^{2}*·с*$^{-1}$
5	Коефіцієнт теплопровідності ***λ***, *Вт/(м·К)*	*кг·м·с*$^{-3}$*·К*$^{-1}$
6	Лінійна швидкість руху потоку холодоносія *v*, *м/с*	*м·с*$^{-1}$
7	Коефіцієнт конвективного теплообміну ***α***, *Вт/(м*^{2}*·К)*	*кг·с*$^{-3}$*·К*$^{-1}$
8	Час обробки одного завантаження продукції *τ*, с	*с*

Джерело: розробила автор

Зважаючи на багатофакторний характер процесу, замість прямого опису співвідношень між окремими параметрами використано систему безрозмірних критеріїв подібності, що узагальнюють взаємозв'язки між визначальними факторами. Матрицю розмірностей для подальших розрахунків побудовано відповідно до даних табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Матриця розмірностей досліджуваного процесу охолодження плодів

Параметри	***ρ***, *кг/м³*	***v***, *м/с*	*a*, *м²/с*	υ, *м²/с*	***λ***, *Вт/(м·К)*	***τ***, ***с***	***ℓ***, ***м***	***α***, *Вт/(м²·К)*
М, кг	1				1			1
L, м	-3	1	2	2	1		1	
τ, с		-1	-1	-1	-3	1		-3
Т, К					-1			-1
Степеневі коефіцієнти	*ε*	*n*	*ξ*	*i*	*j*	*r*	*δ*	

Джерело: розробила автор

У загальному випадку взаємозв'язок між наведеними параметрами можна представити у функціональній формі [34; 35]:

$$\alpha = f(\rho, \boldsymbol{\upsilon}, \tau_m, a, l, v, \lambda) \qquad (2.31).$$

На основі побудованої (табл. 5.3) матриці розмірностей указану залежність можна подати як степеневу функцію:

$$\alpha = \tau^{r} \cdot v^{n} \cdot \rho^{\varepsilon} \cdot \upsilon^{i} \cdot \lambda^{j} \cdot l^{\delta} \cdot a^{\xi} \qquad (2.32).$$

Для розглянутого факторного простору кількість змінних у рівнянні (2.32) становить 7, тоді як число незалежних безрозмірних груп, відповідно до π-теореми Букінгема, дорівнює 7 – 4 = 3. Це відповідає трьом основним критеріям подібності – числам Нуссельта (Nu), Рейнольдса (Re) та Фур'є (Fo), що характеризують закономірності процесу теплообміну.

Графоаналітичний метод визначення степеневих коефіцієнтів. Для отримання вихідних даних під час виконання графоаналітичного аналізу досліджуваного процесу визначили значення поданих попереду критеріїв Нуссельта, Рейнольдса, Фур'є, коефіцієнта теплообміну за формулами (2.26),

(2.27), (2.28), (2.29) та (2.30) відповідно та за допомогою експериментальних даних, отриманих за результатами проведених досліджень (табл. 2.2).

На основі отриманих даних провели графоаналітичне визначення степеневих коефіцієнтів рівняння (2.32). За останніми даними побудували графік функції Nu = *f (Re)*. Побудована функція є лінійною, графік якої складає з віссю абсцис кут φ. Тоді величина першого степеневого коефіцієнта становить відповідно для черешні та вишні $n_1 = tg\varphi_1$ та $n_2 = tg\varphi_2$.

Використовуючи попередню методику розрахунку побудували графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n} = f(\mathrm{Fo}_m)$ та знайшли кут ψ його нахилу до осі абсцис та визначили величину другого степеневого коефіцієнта за формулою $(n + \xi) = tg\psi$.

Аналогічно попередній методиці розрахунку побудували графік функції:

$$\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n \cdot Fo^{(n+\xi)}} = f(\mathrm{Fo}_m) \qquad (2.33),$$

з якого знайшли кут γ його нахилу до осі абсцис та визначили величину наступного – третього – степеневого коефіцієнта відповідно для черешні та вишні за формулами $i_1 = tg\,\gamma_1$ та $i_2 = tg\,\gamma_2$.

Далі побудували графік функції

$$\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n \cdot \mathrm{Fo}_m^{(\xi+n)} \cdot \mathrm{Fo}_m^{\,i}} = f\left(K\right) \qquad (2.34)$$

та визначили константу процесу К. Так було визначено всі складові критеріального рівняння досліджуваного процесу охолодження плодової харчової сировини, що набув такого вигляду для низькотемпературного процесу оброблення відповідно плодів черешні та вишні

$$Nu = K_1 \cdot \mathrm{Re}^{n_1} \cdot Fo^{(\xi_1+n_1)} \cdot Fo^{i_1}, \qquad (2.35)$$

$$Nu = K_2 \cdot \mathrm{Re}^{n_2} \cdot Fo^{(\xi_2+n_2)} \cdot Fo^{i_2}, \qquad (2.36)$$

Використовуючи складені критеріальні рівняння (2.35) та (2.36) та розроблену програму, знаходимо рекомендований ряд параметрів робочого режиму для відповідного низькотемпературного процесу обробки плодів

вишні та черешні. Виведені математичні алгоритми дають змогу визначати співвідношення між основними параметрами теплообміну за умов дії означених факторів у досліджуваному процесі, а також прогнозувати перебіг конвекції у них.

2.2.7. Методика визначення параметрів оцінки якості продукції за використання моделі «плоского факторного поля»

Для оцінки позитивних та негативних параметрів якості використано відповідні коефіцієнти [36; 37].

Для негативних параметрів якості використовували коефіцієнт відповідності нормативам якості:

$$k_{\text{вн}} = \frac{S_i}{S_n} \quad (2.37),$$

де *Si* – поточне значення досліджуваного параметра,

Sn – нормативне або еталонне значення.

Зазначений коефіцієнт характеризує ступінь наближення фактичних властивостей продукції до нормативних або оптимальних показників. Його величина може бути інтерпретована алгебраїчно – за мірою наближення значення $k_{\text{вн}}$ до одиниці, або геометрично – за формою багатокутника, що відображає симетрію простору поточних показників відносно нормованого еталона.

Для визначення відсоткової частки негативних характеристик у просторі нормативних значень використовували відносний ***коефіцієнт спадання якості***, який визначали за формулою:

$$\varphi_{\text{ся}} = \frac{|S_n - S_i|}{S_n} \cdot 100\% \quad (2.38).$$

Для кількісної характеристики ***позитивних параметрів якості*** розроблено та застосовано систему коефіцієнтів, що дає змогу оцінити потенціал підвищення споживчих і технологічних властивостей продукції.

Коефіцієнт зростання якості визначали за формулою:

$$k_{\text{зя}} = \frac{S_i}{S_n} \quad (2.39).$$

Цей показник відображає, у скільки разів поточні якісні характеристики продукції перевищують базові нормативні рівні, що дає можливість оцінити перспективи її подальшого вдосконалення.

Для визначення частки нормативних значень у межах простору поточних позитивних параметрів використовували ***відносний коефіцієнт зростання якості,*** який обчислювали за співвідношенням:

$$\varphi_{зя} = \frac{|S_i - S_n|}{S_i} \cdot 100\% \qquad (2.40),$$

що відображає частку (%) нормативних параметрів у загальному просторі поточних позитивних характеристик якості.

Отримані на основі математичного моделювання результати дали змогу сформувати алгоритми оцінювання якості для визначення найбільш технологічно перспективних сортів продукції.

$$k_{вн} = \frac{S_i}{S_н} \to 1 \quad \text{або} \quad k_{вн} = \frac{S_i}{S_н} \to \min \qquad (2.37),$$

$$\varphi_{ся} = \frac{|S_н - S_i|}{S_н} \cdot 100\% \to 0 \ \text{або} \ \varphi_{ся} = \frac{|S_н - S_i|}{S_н} \cdot 100\% \to \min \qquad (2.38),$$

$$k_{зя} = \frac{S_i}{S_н} \to \max \qquad (2.39),$$

$$\varphi_{зя} = \frac{|S_i - S_н|}{S_i} \cdot 100\% \to 100 \ \text{або} \ \varphi_{зя} = \frac{|S_i - S_н|}{S_i} \cdot 100\% \to \max \qquad (2.40).$$

Величини плоских факторних просторів параметрів якості *Si* визначали на основі усереднених експериментальних показників, отриманих для кожного досліджуваного сорту продукції. Для розрахунків застосовано геометричний метод декомпозиції багатокутника на трикутники, що дало змогу розробити відповідні математичні алгоритми та створити програмний модуль для обчислення площ неправильних багатокутників.

Нормативні або найбільш ефективні величини плоских факторних просторів параметрів якості $S_н$ подали як правильний багатокутник, площу якого можна визначити за такою методикою.

Площу правильного багатокутника $S_{пр}$ обчислювали за загальновідомою формулою:

$$S_{пр} = \frac{ma^2}{4tg\left(\frac{180}{m}\right)} \quad (2.41),$$

де m – кількість сторін (кутів) багатокутника; a – довжина його сторони, яку можна виразити через напівдіагональ R як:

$$a = 2R\sin(\frac{180}{m}) \quad (2.42).$$

Відповідно, шукану площу багатокутника визначали як:

$$S_{пр} = \frac{mR^2\sin^2(\frac{180}{m})}{tg\left(\frac{180}{m}\right)} = mR^2\sin(\frac{180}{m})\cdot\cos(\frac{180}{m}) = 0,5mR^2\sin(\frac{360}{m}) \quad (2.43).$$

Очевидно, що кут α = $\frac{180}{m}$, то формулу для визначення площі правильного багатокутника можна остаточно відтворити як

$$S_{пр} = S_н = 0,5mR^2\sin\alpha \quad (2.44).$$

Використовуючи цю формулу, визначили площі багатокутників за нормованими параметрів для всіх досліджуваних просторів, а саме, для оцінювання за трьома, чотирма, п’ятьма, шістьма і десятьма параметрами, тобто:

$S_{н3} = 0,5mR^2\sin\alpha = 0,5\cdot 3\cdot\sin 120 = 1,299$ од.^{2}

$S_{н4} = 0,5\cdot 4\cdot\sin 90 = 2$ од.^{2}

$S_{н5} = 0,5\cdot 5\cdot\sin 72 = 2,378$ од.^{2}

$S_{н6} = 0,5\cdot 6\cdot\sin 60 = 2,598$ од.^{2}

За цього враховували, що із другої гіпотези математичного моделювання R = 1, а кут α складає відповідно для правильного трикутника α = 120^0, для правильного чотирикутника α = 90^0; правильного п’ятикутника α = 72^0; правильного шестикутника α = 60^0, для правильного 10-кутника α = 18^0, для

правильного 9-кутника α = 20^0.

$$S_{н10} = 0,5 \cdot 10 \cdot \sin 18 = 1,545 од^2 \quad S_{н9} = 0,5 \cdot 9 \cdot \sin 20 = 1,539 од^2$$

2.2.8. Розробка методики вибору свіжих плодів сортів черешні та вишні для виробництва цукатів на основі критеріальних показників

Виробництво цукатів є складним технологічним процесом, який потребує неодмінного врахування багатьох чинників, пов'язаних із властивостями сировини, технологічними вимогами та якісними очікуваннями споживачів. Особливої уваги в цьому переліку потребує правильний вибір сировини. Черешня і вишня, плоди яких розглядають як сировину для виготовлення цукатів, характеризуються широкою лінійкою сортів, кожен із яких має свої унікальні властивості. Щоб забезпечити високу якість продукту та знизити витрати, важливо провести науково обґрунтований вибір сорту.

Вибір оптимального сорту фруктової сировини для отримання цукатів із високими показниками якості та мінімальними втратами передбачає проведення порівняльної оцінки сортів за їхніми властивостями. Плоди черешні та вишні як сировина характеризуються численними параметрами, що впливають на якість цукатів. До їх числа передусім зараховують вміст основних хімічних компонентів, фізичні та органолептичні властивості. Зазначені критерії мають різну вагу для різних виробничих умов. Тому вибір оптимального сорту черешні неможливий без комплексного врахування цих чинників. З огляду на це виникає потреба використати метод багатокритеріальної оптимізації (геометрична згортка критеріїв), який ґрунтується на встановленні зв'язку між якісними критеріями плодів та їхніми допустимими значеннями [38].

В основі методу лежить застосування механізму прийняття рішень за багатьма попередньо обраними критеріями, який виключає вплив їхніх одиниць вимірювання, а також величин інтервалів допустимих значень кожного критерію на вибір сорту (цільову функцію). Щоб наукового обґрунтувати вибір сорту фруктової сировини для виробництва цукатів

методом багатокритеріальної оптимізації, ми розробили такий алгоритм виконання основних етапів:

1. Формулювання завдання оптимізації. На цьому етапі визначаються основні критерії та їхня важливість для кінцевого продукту. За основні критерії *Aj* обрано біохімічні, товарні та органолептичні показники плодів вишні та черешні раннього, середнього, пізнього строків достигання у свіжому вигляді: вміст сухих розчинних речовин (A_2); цукрів (A_4); титрованих кислот (A_6); аскорбінової кислоти (A_8), а також сумарний вміст фенольних сполук (A_{10}), співвідношення кісточки до м'якоті (A_{11}), середня сенсорне оцінювання плодів (A_{12}). Щоб отримати більш коректні результати оптимізації, важливо враховувати не тільки абсолютні значення, а й ступінь стабільності або мінливості обраних критеріїв у часі, що характеризує коефіцієнт варіації. Коефіцієнт варіації дає змогу порівнювати стабільність різних сортів за окремими показниками хімічного складу. У випадку, коли критерії оптимізації характеризуються низьким коефіцієнтом варіації, цукати, виготовлені з цього сорту будуть мати більш передбачувану стабільну якість у різні роки. З огляду на це, за критерії ми обрали коефіцієнти варіації зазначених попереду біохімічних, товарних та органолептичних показників свіжих плодів упродовж 12 років досліджень (відповідно критерії A_1, A_3, A_5, A_7, A_9).

3. Збір експериментальних даних виконували впродовж 2007–2019 рр. Об'єктами досліджень були свіжі плоди 33 сортів черешні трьох строків достигання та 10 сортів вишні. Назви та характеристики сортів наведено в розділі 2 (дод. А1–А2). Визначення компонентів хімічного складу, технологічних та органолептичних показників виконували в день збору плодів за стандартними методиками (табл. 2.1). Отримані експериментальні дані, коефіцієнти варіації та їх аналіз наведено в розділі 3 (дод. Б, табл. Б1–Б 56).

3. Нормування критеріїв. Виконуємо з метою виключення впливу одиниць виміру біохімічних, товарних і органолептичних критеріїв плодів різних сортів, яка дає можливість перевести їхні значення в безрозмірні величини ($f_j \rightarrow \hat{f}_j$).

Перед проведенням операції нормування необхідно встановити:

– максимальне (f_j^+) та мінімальне (f_j^+) значення j-го критерію досліджуваних сортів (x_i);

– оптимальне значення j-го критерію за таким правилом:

якщо оціночний критерій (f_j) прагне до мінімального значення

$$(f_j^{опт} \to \min),\ \text{то} = f_j^{опт} = f_j^-;$$

якщо оцінний критерій (f_j) прагне до максимального значення

$$(f_j^{опт}\ \max),\ \text{то} = f_j^{опт} = f_j^+.$$

Прагнення оптимального значення j-го критерію ($f_j^{опт}$ min; $f_j^{опт}$ max) враховується під час вибору формул (2.46) або (2.47) для проведення операції нормування

$$\hat{f}_j(x_i) = \begin{cases} \dfrac{(f_j(x_i) - f_j^-)}{(f_j^+ - f_j^-)}, & якщо\ \ f_j^{опт} \to max \qquad (2.46) \\ \dfrac{(f_j^+ - f_j(x_i))}{(f_j^+ - f_j^-)}, & якщо\ \ f_j^{опт} \to min \qquad (2.47) \end{cases}$$

$\hat{f}_j(x_i)$ – значення j-го критерію в нормованому вигляді для *i-го* сорту;

($f_j(x_i)$ – значення j-го критерію для *i-го* сорту у відповідних одиницях виміру;

$f_j^+; f_j^-$ – діапазон допустимих значень j-го критерію порівнюваних сортів.

1. Обчислення значень цільової функції. Після проведення операції нормування проводиться обчислення значень цільової функції (φ) для кожного сорту (x_i) за формулою (2.48):

$$\varphi(x_i) = \sum^{n} \left| \hat{f}_j(x_i) - \hat{f}_j(x^u) \right| \to \min,\ где\ 0 \le \hat{f}_j(x_i) \le 1; \qquad (2.48)$$
$$\hat{f}_j(x^u) = 1$$

$\varphi(x_i)$ – цільова функція *i-го* сорту;

N – кількість критеріїв.

$\widehat{f}_j(x_i)$ – значення j-го критерію в нормованому вигляді для *і-го* сорту;

$\hat{f}_j(x^u)$ – значення j-го критерію в нормованому вигляді для ідеального сорту;

x^u – ідеальний сорт (з оптимальними значеннями критеріїв).

Доказ, що $\widehat{f}_j(x^u)$ = 1.

Якщо $f_j^{опт} \to$max, то згідно з формулою (2.46) значення j-го критерію в нормованому вигляді для ідеального сорту для перевірки можемо розрахувати за формулою (2.49):

$$\widehat{f}_j(x^u) = \frac{f_j(x^u) - f_j^-}{f_j^+ - f_j^-}, \text{ т.як } f_j(x^u) = f_j^{опт} = f_j^+, \text{ то}$$
$$\widehat{f}_j(x^u) = \frac{f_j^+ - f_j^-}{f_i^+ - f_i^-} = \frac{1}{1} = 1 \qquad (2.49)$$

Якщо $f_j^{опт} \to$min, то згідно з формулою (2,47) значення j-го критерію в нормованому вигляді для ідеального сорту для перевірки можемо розрахувати за формулою (2.50);

$$\widehat{f}_j(x^u) = \frac{f_j^+ - f_j(x^u)}{f_j^+ - f_j^-}, \text{ т.як } f_j(x^u) = f_j^{опт} = f_j^-, \text{ то}$$
$$\widehat{f}_j(x^u) = \frac{f_j^+ - f_j^-}{f_j^+ - f_j^-} = \frac{1}{1} = 1 \qquad (2.50)$$

2. Аналіз отриманих результатів. Вибір найкращого сорту визначають з умов максимального наближення його цільової функції до цільової функції ідеального сорту, яка дорівнює нулю.

Доведемо, що $\varphi(x^u)$ = 0.

Відповідно до формули (2.48),

$$\varphi(x^u) = \sum^n \left| \widehat{f}_j(x^u) - \widehat{f}_j(x^u) \right| = \sum^n |1-1| = 0. \qquad (2.51)$$

Отже, що менша величина цільової функції сорту в діапазоні значень критеріїв досліджуваних сортів, тим вища придатність сировини до виготовлення цукатів. На цьому принципі засновано побудову ранжованого

ряду і вибір у діапазоні значень критеріїв найкращого для виготовлення цукатів сорту черешні та вишні.

2.2.9. Розробка методики вибору сортів для виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні на основі критеріальних показників

У виробництві цукатів із замороженої сировини, так само як і зі свіжої, особливої уваги потребує питання науково-обґрунтованого вибору сорту. В Україні черешню та вишню вважають одними з найпопулярніших фруктів, що їх використовують для виробництва замороженої продукції. Як було зазначено попереду, кожен сорт черешні та вишні має свої унікальні біохімічні, товарні та органолептичні характеристики, які не тільки визначають сенсорні характеристики плодів після заморожування, але й впливають на їхню технологічну придатність для подальшої переробки. Наукове обґрунтування вибору сортів для виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні виконували за модифікованою методикою, яку описали в розділі про виробництво цукатів зі свіжих плодів (див. розділ 7, п. 7.1.2 та п.7.2.3.).

Вибір найбільш придатного до заморожування сорту виконували методом багатокритеріальної оптимізації. Проте критерії придатності обрали інші. Вибір критеріїв зумовлений основними вимогами до плодів черешні та вишні, що їх подано в ДСТУ 4837:2007. Фрукти та ягоди швидкозаморожені. Технічні умови [19]. Найбільш важливими серед них є такі: плоди повинні бути великих розмірів, однорідного інтенсивно-червоного кольору, з тонкою шкірочкою, щільною м'якоттю, маленькою кісточкою. Вони повинні характеризуватися низькою схильністю до побуріння, мати оптимальне співвідношення органічних кислот і цукрів (цукрово-кислотний індекс). Плоди вишні повинні мати не надто кислий, а черешні – достатньо інтенсивний смак.

Алгоритм виконання основних етапів не відрізнявся від розроблено раніше (розділ 7, п.7.1.2, п.7.2.3).

1. Формулювання завдання оптимізації. За основні критерії

оптимізації обрано показники, що відображають хімічний склад і сенсорну якість плодів, а саме: втрату соку, % (A_1) вміст сухих розчинних речовин, % (A_2); вміст цукрів, % (A_3); рівень титрованої кислотності, % (A_4); загальний вміст фенольних сполук (A_5); вміст вітаміну С, мг/100 г (A_6), та інтегральну органолептичну оцінку плодів, бали (A_7).

2. Збір і систематизацію експериментальних даних здійснювали протягом 2007–2019 рр. у межах багаторічного циклу досліджень. Як об’єкти вивчення було використано свіжі плоди 33 сортів черешні трьох груп достигання та 10 сортів вишні, які відрізнялися за біохімічним складом і морфологічними ознаками. Лінійку дослідних сортів та їхню характеристику наведено в додатку А, таблиці А1, А2. Плоди черешні та вишні для подальшого заморожування збирали в споживній стадії стиглості, сортували, інспектували, мили та заморожували в морозильній камері повільним способом розсипом за температури мінус 24 ± 1 °С до досягнення всередині плоду температури мінус 18 °С, фасували в пакети з поліетиленової плівки масою по 0,5 кг та зберігали впродовж трьох місяців за температури мінус 18 °С. Визначення компонентів хімічного складу, технологічних та органолептичних показників виконували тричі: у свіжих плодах у день збору, свіжозаморожених та плодах, що їх зберігали 1 та 3 місяці. Усі визначення виконували за стандартними методиками (див. розділ 2, табл. 2.1). Отримані експериментальні дані проаналізовано далі (додаток Д, таблиці Д. 11 – Д. 38).

3. Нормування критеріїв.

4. Обчислення значень цільової функції.

5. Аналіз отриманих результатів.

Останні етапи нормування критеріїв, обчислення значень цільової функції та аналіз отриманих результатів виконували аналогічно розробленій методиці для свіжих плодів (див. розділ 7, п. 7.1.2).

На основі проведених розрахунків побудовано ранжовані ряди для плодів кожного строку достигання, проаналізовано значення цільових функцій та визначено оптимальні критеріальні показники сорту для виробництва

цукатів.

2.2.10. Методи математичної обробки результатів

Для забезпечення достовірності, об’єктивності, відтворюваності і надійності результатів експерименту використано методи математичної статистики, зокрема дисперсійний (ANOVA) і кореляційно-регресійний аналізи [39]. Розрахунок основних статистичних величин експерименту виконано за допомогою програмного забезпечення Statistica (версія 10.0) та Excel. Дані спочатку перевіряли на нормальність та однорідність дисперсії за допомогою критеріїв Шапіро-Вілка та Левена відповідно. Середні значення та стандартні відхилення розраховано для всіх рядів даних (змінних). Рівень значущості був встановлений на $p < 0,05$.

Висновки до розділу 2

1. За результатами аналітичного опрацювання наукових джерел і практичних розробок у сфері охолодження та зберігання плодів черешні та вишні сформульовано загальнонаукову проблему, робочі гіпотези, розроблено програму проведення експериментальних досліджень та алгоритм експериментального моделювання процесів, що охоплює дослідження змін фізико-хімічних і сенсорних властивостей плодів у різних умовах охолодження.

2. Системно охарактеризовано об’єкти дослідження – плоди черешні та вишні, які є перспективною сировиною для виробництва функціональних харчових продуктів. Наведено опис допоміжних матеріалів для проведення експериментальних досліджень, зокрема створення біозахисних композицій. Докладно описано технологію виготовлення композицій на основі органічних кислот з урахуванням їх стабільності та харчової безпеки.

3. Сформовано методичну основу дослідження, яка включає стандартизовані методи визначення фізико-хімічних параметрів, оцінювання

мікробіологічної стабільності та сенсорних властивостей плодів. Описано методи математичної обробки експериментальних даних.

Список опублікованих праць за темою дисертаційного дослідження

1. Дослідницький практикум. Ч. 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції: підручник для здоб. ступеня вищої освіти / М. Є. Сердюк, О. П. Прісс, Н. А. Гапріндашвілі, Л. М. Здоровцева, О. І. Сухаренко, **І. Є. Іванова**. Мелітополь: Люкс, 2020. 370 с. *(Здобувачкою написано розділи: «Розділ 6. Відбір проб та підготовка їх до аналізу»; «Розділ 7. Визначення вмісту сухої, сухої розчинної речовини та вологи в харчових продуктах»; «Розділ 8. Визначення кислотності плодів і овочів та продуктів їх переробки», підібрано методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції).*

Список використаних джерел до розділу 2

1. ДСТУ ISO 874: 2002. Фрукти та овочі свіжі. Відбір проб (ISO 874:1980, IDT). [Чинний від 01.10.2003]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. (Інформація та документація).

2. ДСТУ 8153: 2015. Черешня свіжа. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 5 с. (Національний стандарт України).

3. ДСТУ 8325: 2015. Вишня свіжа. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 4 с. (Національний стандарт України).

4. ДСТУ 8402: 2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин. [Чинний від 01.07.2017]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 19 с. (Національний стандарт України).

5. Найченко В. М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства : навч. посібник. Київ: ФАДА ЛТД, 2001. 211 с.

6. ДСТУ 4954: 2008. Визначення масової концентрації цукрів.

[Чинний від 01.01.2009]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 21 с. (Інформація та документація).

7. ДСТУ 4957: 2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. [Чинний з 01.07.2009]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10 с. (Інформація та документація).

8. ДСТУ 4373: 2005. Фрукти, овочі та продукти їх переробляння. Методи визначення вмісту поліфенолів. [Чинний від 01.04.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 9 с. (Інформація та документація).

9. ДСТУ ISO 6557-2: 2014. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Визначення вмісту аскорбінової кислоти. [Чинний від 01.06.2015]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 10 с. (Інформація та документація).

10. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції : підручник / М. Є. Сердюк., О. П. Прісс, Н. А. Гапріндашвілі та ін. Мелітополь: Люкс, 2020. 370 с.

11. Walker R. P., F. Famiani. Organic acids in fruits: metabolism, functions and contents. *Horticultural Reviews* / (Ed.) Ian Warrington. Hoboken, New Jersey, U.S : Wiley, 2018. Vol. 45. P. 371–430. DOI: 10.1002/9781119431077.ch8

12. Lactic acid properties, applications and production: A review / Martinez F., Balclunas E., Salgado J. et al. *Trends in food science & technology.* 2013. Vol. 30(1). P. 70–83. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.11.007

13. Харчові добавки. URL: https://uk.dobavkam.net/additives/e-270 (дата звернення: 15.01.2024).

14. Smilanick J. L., Mansour M., Sorenson D. Performance of fogged disinfectants to inactivate conidia of Penicillium digitatum within citrus degreening rooms. *Postharvest Biol. Technol.* 2014. Vol. 9. P. 134–140.

15. ДСТУ ISO 7920: 2009. Черешня та вишня. Настанова щодо зберігання та транспортування в умовах охолодження (ISO 7920:1984, IDT). [Чинний від 01.01.2011]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. (Інформація та документація).

16. ДСТУ 8051: 2015. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів. [Чинний від 01. 07.2017]. Вид. офіц. Київ, 2016. 7 с. (Інформація та документація).

17. ГОСТ 26670-91. ДСТУ 8535: 2015. Методи культивування мікроорганізмів. [Чинний від 01. 07.2017]. Вид. офіц. Київ, 2016. 14 с. (Інформація та документація).

18. ДСТУ 6075: 2009. Цукати. Технічні умови. [Чинний від 10.01.2009]. Вид. офіц. Київ, 2008. 21 с. (Інформація та документація).

19. ДСТУ 4837: 2007. Фрукти та ягоди швидкозаморожені Технічні умови. [Чинний від 01.01.2009]. Вид. офіц. Київ, 2008. 31 с. (Інформація та документація).

20. ДСТУ ISO 751: 2004. Продукти перероблення фруктів і овочів. Метод визначення сухих речовин, нерозчинних у воді (контрольний метод) (ISO 751:1998, IDT). [Чинний від 01.07.2005]. Вид. офіц. Київ, 2005. 8 с. (Інформація та документація).

21. ДСТУ 8004: 2015. Концентрати харчові. Методи визначання вологи. [Чинний від 22.06.2015]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 15 с. (Інформація та документація).

22. Chigozie A. K. Regression and Principal Component Analyses: a Comparison Using Few Regressors. *American Journal of Mathematics and Statistics.* 2012. Vol. 2(1). P. 1–5. DOI: https://doi.org/10.5923/j.ajms.20120201.01

23. Ming-ming C., Jing-lian M. Application of principal component regression analysis in economic analysis. *Proceedings of the 2015 3rd International Conference on Management Science, Education Technology, Arts, Social Science and Economics* (Held 21-22 November 2015, Qingdao, China). Amsterdam, Netherlands :_Atlantis Press, 2015. Vol. 41. P. 1205–1208. DOI: https://doi.org/10.2991/msetasse-15.2015.255

24. Damodar N. G. Basic Econometrics. 4-th ed. New York : McGraw-Hill, 2004.

25. Aiken Leona S., West Stephen G. Multiple Regression: Testing and Interpreting Interactions. Newbury Park : Sage Publications, 1991.

26. Graham Michael H. Confronting Multicollinearity in Ecological Multiple Regression. *Ecology*. 2003. Vol. 84, No. 11. P. 289–281.

27. Kutner M. H., Nachtsheim C., Neter J. Applied Linear Statistical Models. 4th ed. Homewood, Illinois : McGraw-Hill Education, 2004. 701 p.

28. Hastie T., Tibshirani R., Wainwright M. Statistical Learning with Sparsity. The Lasso and Generalization. London, New York : Chapman & Hall, 2015.

29. ДСТУ ISO 2169: 2003. Фрукти й овочі. Фізичні умови зберігання на холоді. Визначання та вимірювання. ГОСТ 26668-85. ДСТУ 8051: 2015. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів. [Чинний від 01.07.2017]. Вид. офіц. Київ, 2016. 7 с. (Інформація та документація).

30. Lomeiko O., Yefimenko L., Tarasenko V. Vacuum Cooling Technology for Pre-cooling of Cherry Fruits. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. 2019. Vol. II. P. 281–289. DOI: http://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_29

31. Grippo L., Sciandrone M. Introduction to Methods for Nonlinear Optimization. Cham: Springer, 2023. DOI: http://doi.org/10.1007/978-3-031-26790-1

32. Physical-mathematical modelling of the process of infrared drying of rape with vibration transport of products / Palamarchuk I. P., Mushtruk M. M., Palamarchuk V. I. et al. *Mechatronic Systems 1. Applications in Transport, Logistics, Diagnostics, and Control* / (Eds.) Waldemar Wójcik, Sergii Pavlov, Maksat Kalimoldayev. London: Routledge, 2021. P. 243–253. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003224136-21

33. Using the Similarity Theory in Designing Vibroconveyor Dryer for Grain : Lecture Notes in Mechanical Engineering / Palamarchuk I., Palamarchuk V., Mushtruk M. et al. 2024. P. 550–560. URL: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208018791

34. Physical and mathematical modelling of the massing process of marinated pork and beef preparation technology / Palamarchuk I., Shtonda O., Semeniuk K. et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2023. Vol. 17. P. 929–944. DOI: 10.5219/1926

35. Modelling the centrifugal mixing process of minced meat to optimise the production of chopped meat semi-finished products / Palamarchuk I., Mushtruk M., Vasyliv V. et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2024. Vol. 18. P. 297–312.

36. Assessment of the Ecological Safety of Honey with the Help of "Factor Area" / Palamarchuk I., Adamchuk L., Palamarchuk V. et al. *Models Sustainability (Switzerland).* 2024. Vol. 16(22). Article 9960.

37. Математичні моделі якості м'ясопродуктів з рослинними домішками / Паламарчук І. П., Загорко Н. П., Яременко Я. В., Сватова Н. С. *Праці Таврійського держ. агротехнологічного університету.* 2024. Вип. 24, т. 3. С. 177–187. DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-3

38. Василишина О. В. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для вибору кращого сорту заморожених плодів вишні. *Наукові горизонти.* 2019. № 7(80). С. 70−74. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-80-7-70-74

39. Zhang Y., Liu H., Chen Z. Comparison of Levene's test and Brown-Forsythe test under violation of normality and homogeneity of variance assumptions. *Journal of Modern Applied Statistical Methods.* 2018. Vol. 17(1). Article 2844. DOI: https://doi.org/10.22237/jmasm/1517389560

РОЗДІЛ 3

МАТЕМАТЕЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

У контексті сучасних наукових підходів до оптимізації технологій охолодження, зберігання та переробки харчової сировини, щоб отримати функціональні харчові продукти, особливої актуальності набувають дослідження, спрямовані на вивчення впливу абіотичних чинників на зміну функціонально-технологічних та якісних показників плодів.

Черешня та вишня як сировина з високою біологічною цінністю демонструють складну динаміку фізіолого-біохімічних перетворень під впливом зовнішніх фізичних чинників, зокрема під час охолодження, зберігання та підготовки до подальшої переробки. Ці процеси істотно впливають на придатність сировини до промислового використання та визначають стабільність якості готового функціонального продукту.

З огляду на багатофакторність і нелінійність змін, які відбуваються в плодах під впливом температурних режимів, вологості та інших факторіальних параметрів охолодження та зберігання, об’єктивне оцінювання таких змін потребує застосування математичного моделювання.

Створення кількісно обґрунтованих моделей дозволить не лише ідентифікувати найбільш важливі зовнішні змінні, але й встановити закономірності їхнього впливу на вміст біологічно активних сполук, рівень метаболічної активності та збереження функціональної придатності плодів.

Особливу увагу під час проведення досліджень доцільно приділити змінним, які характеризують вміст сухих розчинних речовин, редукуючих цукрів, титрованих кислот, фенольних сполук та аскорбінової кислоти як ключових маркерів якісного стану сировини.

Математичне моделювання таких залежностей дає змогу формалізувати

зв’язки між зовнішніми чинниками та внутрішніми фізико-хімічними процесами, що лежать в основі змін технологічно вагомих властивостей.

У цьому дослідженні для попередньої обробки даних використано метод головних компонент, який забезпечує редукцію розмірності простору ознак шляхом ідентифікації латентних змінних, що акумулюють основну частину варіації.

Це дає можливість уникнути проблеми мультиколінеарності, знизити навантаження на моделі та виявити ключові фактори, що визначають зміну досліджуваних властивостей плодів.

Для побудови прогнозних моделей з високим ступенем інтерпретованості та стабільності параметрів, застосовано регресійний метод LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator), який одночасно оцінює коефіцієнти і вибір найбільш вагомих предикторів.

Перевагою цього підходу є здатність до селекції релевантних змінних за наявності високої кореляції між ознаками, що є типовим для даних, отриманих у процесах охолодження та зберігання харчової сировини.

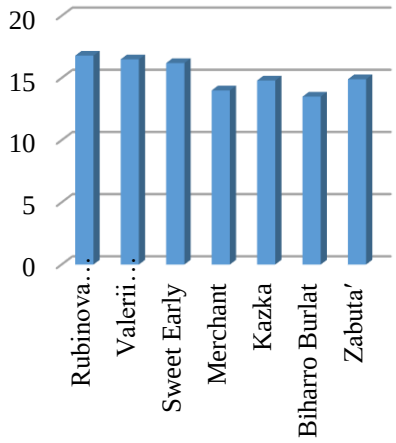
Метод LASSO дає змогу отримати компактні, математично стійкі та фізично інтерпретовані моделі, що забезпечують науково обґрунтоване прогнозування змін якості плодової сировини в умовах дії зовнішніх чинників. Важливість визначення функціонально-технологічних показників зумовлена їхнім прямим впливом на реологічні, сенсорні та структурні властивості напівфабрикатів і готової продукції.

Встановлення достовірних моделей цих взаємозв’язків дає можливість здійснювати точний процесний контроль, прогнозувати поведінку сировини в технологічному циклі та забезпечувати цільову якість кінцевого продукту, що відповідає вимогам функціонального харчування та сучасної харчової інженерії.

3.1. Математечне моделювання процесів формування функціонально-технологічних і якісних показників плодів черешні та вишні методом головних компонент

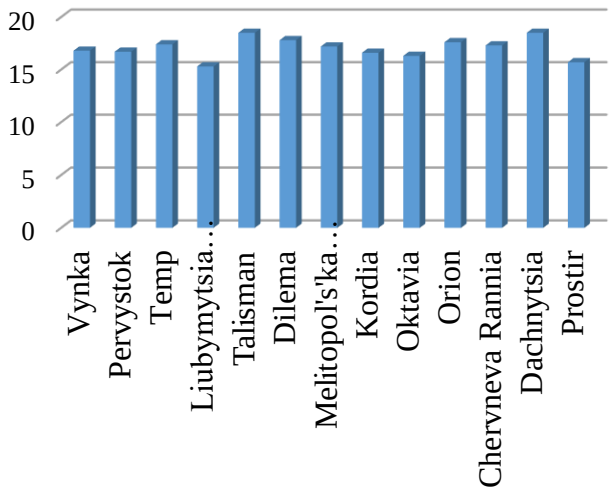
3.1.1. Математичне моделювання процесів формування сухих розчинних речовин у плодах черешні та вишні методом головних компонент

Як було зазначено в методиці, першим етапом побудови математичної моделі є визначення значень залежної змінної – у наному випадку вмісту сухих розчинних речовин (СРР). Середній сортовий рівень СРР у плодах черешні 33 досліджених сортів становив 16,7 %. У групі ранньостиглих сортів цей показник був на 8,4 % нижчим (15,3 %), максимальний рівень СРР зафіксовано в сорту Rubinova Rannia (16,8 %) (рис. 3.1*а*, дод. Б.1). Сорти середнього та пізнього строків достигання характеризувалися підвищеним вмістом СРР – на 1,8 % та 7,2 % вище середнього значення відповідно. Найвищі значення виявлено в сортів Dachnytsia, Talisman, Krupnoplidna й Udivitiel'na (18,5–18,6 %) (рис. 3.1 *б*, 3.2 *в*; дод. Б.2, Б.3). Із технологічного погляду перспективними є сорти, що поєднують високий вміст СРР зі стабільністю цього показника за різних гідрометеорологічних умов. Для оцінювання стабільності використано коефіцієнт варіації (*Vp*). Сорти з *Vp* < 10 % вважають стабільними, із *Vp* 10–20 % – середньостабільними, з *Vp* > 20 % – нестабільними. У групі сортів раннього строку достигання вміст СРР відзначався високою варіативністю (*Vp* 22,7–22,8 % для сортів Valerii Chkalov та Kazka). Середньостабільними були сорти Zabuta′, Merchant, Biharro Burlat (*Vp* 18,4–19,6 %), хоча вміст СРР у них був відносно низьким. Для сортів середнього строку достигання варіативність була середньою (*Vp* 19,6 %). Найстабільнішим був сорт Dachnytsia (*Vp* 14 %), а найбільш варіативним – Prostir (*Vp* 29 %). У групі сортів пізнього строку достигання варіативність також була середньою (*Vp* 17,7 %), з мінімальними значеннями у сортів Krupnoplidna та Prazdnichna



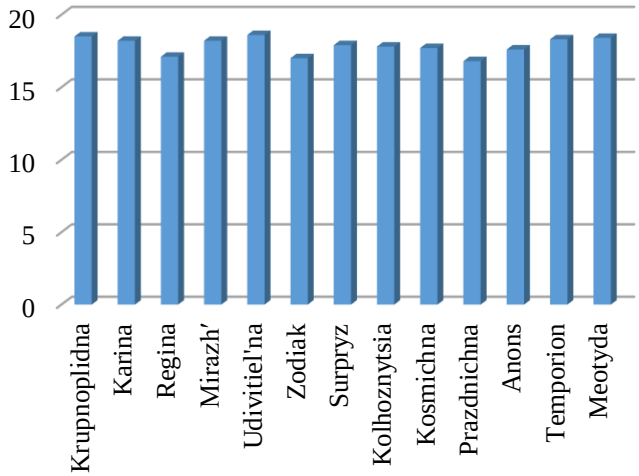
НІР $_{05}$ =0,416%

а



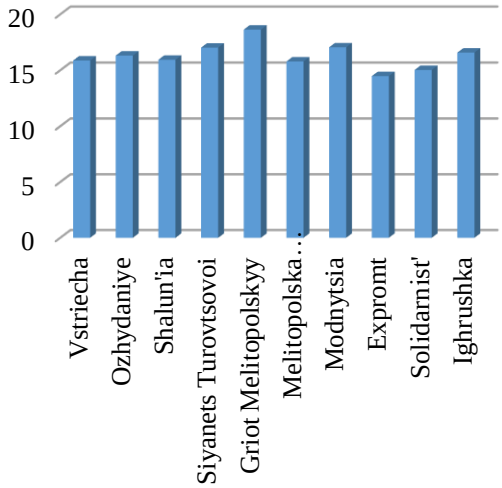
НІР $_{05}$ = 0,455%

б



НІР $_{05}$ = 0,635%

в



НІР $_{05}$ = 0,615%

г

Рис. 3.1. Середній вміст СРР у плодах черешні та вишні: *а* – сортів черешні раннього, *б* – середнього, *в* – пізнього терміну достигання, *г* – сортів вишні, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

(*Vp* 13,4 % і 13,7 % відповідно). Отже, з огляду на вміст СРР та його стабільність, найбільш технологічно цінними для зберігання й переробки є сорти Dachnytsia (середньостиглий) та Krupnoplidna (пізньостиглий). Для ранньостиглих сортів перспективного за сукупністю показників виявити не вдалося через високу варіативність за роками досліджень.

Переважальний вплив погодних чинників на формування фонду СРР підтверджено результатами дисперсійного аналізу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування фонду СРР у плодах черешні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Група сортів черешні раннього строку достигання						
Фактор А (рік)	2074,4	11	188,6	2892,5	1,8	74,5
Фактор В (сорт)	346,2	6	57,7	885,0	2,2	12,4
Взаємодія АВ	351,4	66	5,3	81,7	1,4	12,6
Група сортів черешні середнього строку достигання						
Фактор А (рік)	3226,4	11	293,3	3753,0	1,8	61,9
Фактор В (сорт)	409,7	12	34,1	436,9	1,8	7,9
Взаємодія АВ	1550,5	132	11,8	150,3	1,3	29,7
Група сортів черешні пізнього строку достигання						
Фактор А (рік)	3254,9	11	295,9	1947,6	1,8	69,4
Фактор В (сорт)	144,6	12	12,0	79,3	1,8	3,1
Взаємодія АВ	1237,2	132	9,4	61,7	1,3	26,4

Джерело: розробила автор

Аналіз результатів показав, що незалежно від строків достигання, вирішальний вплив на формування фонду сухих розчинних речовин (СРР) у плодах черешні мали погодні умови (фактор А). Частка їх впливу становила: для сортів раннього достигання – 74,5 %, середнього – 61,9 %, пізнього –

69,4 %. Вплив сортових особливостей (фактор В) був значно меншим і коливався у межах 3,1–12,4 %.

Отримані дані свідчать про доцільність прогнозування вмісту СРР на основі усереднених значень для груп сортів із близьким строком достигання, що підвищує точність математичних моделей і практичну цінність технологічних розрахунків.

Для встановлення взаємозв'язку між накопиченням СРР у плодах черешні різних строків достигання (Y_1, Y_2, Y_3) та гідротермічними показниками середовища (X_i) проведено кореляційний аналіз. У вибірку внесено 25 метеорологічних параметрів, зокрема середні, мінімальні та максимальні температури, суму ефективних і активних температур, а також показники відносної вологості в ключові фази вегетації (цвітіння, травень–червень).

За результатами статистичної обробки встановлено наявність слабких, середніх і сильних лінійних зв'язків між окремими гідротермічними показниками й накопиченням СРР у плодах. Вагомість коефіцієнтів кореляції оцінювали за критерієм Стьюдента з рівнем важливості α=0,05 достовірними вважалися зв'язки, для яких

$$|rY_jX_i| \geq 0{,}55,\ i = 1 \ldots 25,\ j = 1 \ldots 3.$$

У додатку Б.4 наведено погодно-кліматичні фактори – (X_i) та відповідні парні коефіцієнти кореляції (rY_1X_i, rY_2X_i , rY_3X_i) для 3-х груп сортів (Y_1, Y_2, Y_3) з оглдяу на формування фонду сухих розчинних речовин у плодів черешні.

У такий спосіб для ранніх та середніх сортів визначено 17, пізніх – 16 погодних чинників, для яких встановлено сильну та середню лінійну кореляційну залежність з показником, що його аналізують.

Побудована регресійна залежність описує взаємозв'язок показника накопичення СРР (Y_1,Y_2,Y_3) із комплексом погодних чинників, виражених у стандартизованих змінних ($\tilde{x}_i$).

$$Y_1 = 11{,}95 + 0{,}31\tilde{x}_1 + 0{,}14\tilde{x}_3 + 0{,}37\tilde{x}_4 + 0{,}05\tilde{x}_5 + 0{,}34\tilde{x}_7 + 0{,}34\tilde{x}_8 + 0{,}12\tilde{x}_{10} -$$

$$-0{,}02\tilde{x}_{12} + 0{,}09\tilde{x}_{14} - 0{,}38\tilde{x}_{15} - 0{,}03\tilde{x}_{16} + 0{,}11\tilde{x}_{18} + 0{,}01\tilde{x}_{19} - 0{,}03\tilde{x}_{21} - 0{,}02\tilde{x}_{22} - \quad -$$

$$0{,}35\tilde{x}_{15} - 0{,}21\tilde{x}_{24} - 0{,}22\tilde{x}_{25},$$

$$Y_2 = 12{,}85 + 0{,}24\tilde{x}_1 + 0{,}18\tilde{x}_3 + 0{,}02\tilde{x}_4 + 0{,}24\tilde{x}_5 + 0{,}15\tilde{x}_7 + 0{,}26\tilde{x}_8 + 0{,}26\tilde{x}_{10} + 0{,}08\tilde{x}_{12} - 0{,}02\tilde{x}_{14} + 0{,}03\tilde{x}_{15} + 0{,}07\tilde{x}_{16} - 0{,}61\tilde{x}_{18} - 0{,}03\tilde{x}_{19} - 0{,}01\tilde{x}_{21} - 0{,}39\tilde{x}_{22} + +0{,}09\tilde{x}_{15} - 0{,}19\tilde{x}_{24} - 0{,}19\tilde{x}_{25}$$

$$Y_3 = 13{,}11 + 0{,}06\tilde{x}_1 + 0{,}31\tilde{x}_2 + 0{,}08\tilde{x}_3 + 0{,}18\tilde{x}_6 - 0{,}05\tilde{x}_7 + 0{,}09\tilde{x}_8 + 0{,}32\tilde{x}_9 + 0{,}08\tilde{x}_{10} - 0{,}25\tilde{x}_{11} + 0{,}14\tilde{x}_{13} + 0{,}13\tilde{x}_{17} - 0{,}03\tilde{x}_{18} - 0{,}23\tilde{x}_{20} - 0{,}29\tilde{x}_{23} - 0{,}39\tilde{x}_{22} + +0{,}09\tilde{x}_{15} - 0{,}22\tilde{x}_{24} - 0{,}25\tilde{x}_{25}$$

На основі розроблених регресійних моделей для кожного з аналізованих метеорологічних чинників обчислено часткові коефіцієнти впливу Δ_i, i=1...25 відповідно до формули (2.4). Отримані коефіцієнти Δ_i характеризують питому частку внеску кожного окремого чинника в загальну дисперсію показника вмісту сухих розчинних речовин (СРР) у плодах черешні.

Для сортів раннього та середнього строків достигання значення коефіцієнтів Δ_i змінювалися в межах від 0,12 до 16,06 % (дод. Б, табл. Б.5), тоді як для групи пізнього достигання частка впливу окремих чинників коливалася від 0,84 до 13,98 % (дод. Б, табл. Б.6).

Для систематизації отриманих результатів усі метеорологічні показники було класифіковано за величиною коефіцієнтів Δ_i на три групи залежно від рівня впливу на накопичення СРР. До першої групи зараховано чинники з вираженим впливом $\Delta_i \geq 9{,}50$ %. Для сортів черешні раннього строку достигання до таких факторів належать середньомісячна, абсолютна максимальна, середня максимальна та мінімальна температури повітря травня, а також абсолютна мінімальна відносна вологість цього місяця (дод. Б, табл. Б.5).

Для сортів середнього строку достигання визначальними були середньомісячна та середня мінімальна температури травня, середня максимальна температура квітня, сума ефективних температур понад 15 °С за рік та абсолютна мінімальна відносна вологість травня. У плодів пізнього

строку достигання найбільший вплив на формування фонду СРР мали середньомісячна, середня максимальна і мінімальна температури червня, а також абсолютна мінімальна та середня відносна вологість повітря у фазі цвітіння (дод. Б, табл. Б.6).

До другої групи внесено чинники із середнім ступенем впливу, для яких значення коефіцієнта Δ*i* становило від 2,00 до 9,48 %. Третю групу утворюють показники слабкої дії, де величина Δ*i* не перевищувала 2,00 %. Сумарна частка впливу цієї групи на загальну варіабельність показника накопичення СРР становила для сортів раннього достигання 5,3 %, середнього – 4,62 %, пізнього – 4,18 %.

Отримані результати підтверджують, що на процес накопичення сухих розчинних речовин у плодах черешні незалежно від строку достигання найістотніший вплив мають гідротермічні умови останнього місяця активного росту плодів. Для сортів раннього та середнього достигання вирішальними є параметри травневої погоди, тоді як для пізніх сортів – температурно-вологісні умови червня, що збігаються з періодом найбільш інтенсивного нагромадження цукрів і поліфенольних сполук у м’якоті плодів.

Середній вміст СРР у плодах вишні за роки досліджень становив 16,27 % (рис. 3.1*г*, дод. Б.7). Найвищий середній рівень СРР відзначено в сортів Siyanets Turovtsovoi (17,02 %) та Modnytsia (17,05 %), найнижчий – у сорту Expromt (14,48 %). Встановлено середню та істотну варіативність вмісту СРР залежно від року вирощування. Найбільш чутливими до абіотичних чинників виявилися сорти Siyanets Turovtsovoi (*Vp* = 20,6 %) та Solidarnist’ (*Vp* = 24,1 %), найстабільнішим – сорт Ozhydaniye (*Vp* = 12,5 %). Сорт Modnytsia поєднував високий середній вміст СРР із середньою варіативністю (*Vp* = 16,8 %). Дисперсійний аналіз (табл. 3.2) підтвердив переважний вплив погодних умов (фактор А) на формування фонду СРР (61,9 %), тоді як сортові особливості (фактор В) мали менший вплив (13,0 %). Отримані дані свідчать про доцільність використання усереднених сортових показників під час побудови математичних моделей.

Таблиця 3.2

Результати двохфакторного дисперсійного аналізу під час формування фонду СРР у плодах вишні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Фактор А (рік)	2238,1	2	186,5	1435,7	1,8	61,9
Фактор В (сорт)	471,1	9	52,3	402,9	1,9	13,0
Взаємодія АВ	855,6	108	7,9	60,9	1,3	23,7

Джерело: розробила автор

Було встановлено наявність кореляційних взаємозв'язків між показником фонду сухих розчинних речовин у плодах вишні досліджуваних сортів (Y_1) та сукупністю метеорологічних факторів (Xi) за тринадцятирічний період спостережень. На основі обчислених парних коефіцієнтів кореляції (rY_1X_i) ідентифіковано найвагоміші погодні параметри, що істотно впливають на варіацію досліджуваного показника. Статистичну важливість отриманих коефіцієнтів оцінювали шляхом перевірки нульової гіпотези H_0: $\rho = 0$ – коефіцієнт кореляції генеральної сукупності, проти альтернативної гіпотези H_1: $\rho \neq 0$ при рівні значущості $\alpha = 0{,}05$.

Для підтвердження або спростування висунутої гіпотези застосовували критерій Стьюдента, який дозволяє кількісно оцінити достовірність зв'язку між досліджуваними змінними. За рівня вагомості $\alpha = 0{,}05$ кількості ступенів вільності $k = 11$ важливими вважали ті коефіцієнти кореляції, абсолютні значення яких належали до інтервалів [-1; -0,55] та [0,55; 1]. Відповідно до визначеного алгоритму обробки даних, на підставі рівнянь (2.1) і (2.2) розрахували головні компоненти, за допомогою яких побудовано регресійну модель, що після математичного перетворення набрала вигляду формули (2.3). Після проведення процедури нормалізації вхідних чинників – тобто приведення їх до безрозмірної форми для усунення впливу різних одиниць вимірювання – отримано кінцевий вигляд регресійної моделі, який описує

залежність фонду сухих розчинних речовин у плодах вишні від сукупності погодних чинників у стандартизованому факторному просторі.

$$\hat{Y}_1 = 0{,}05\tilde{x}_1 + 0{,}21\tilde{x}_2 - 0{,}08\tilde{x}_3 + 0{,}34\tilde{x}_4 + 0{,}25\tilde{x}_5 - 0{,}12\tilde{x}_6 + 0{,}23\tilde{x}_7 - 0{,}08\tilde{x}_8 +$$
$$+0{,}04\tilde{x}_9 - 0{,}15\tilde{x}_{10} + 0{,}11\tilde{x}_{11} - 0{,}11\tilde{x}_{12} + 0{,}24\tilde{x}_{13} + 0{,}29\tilde{x}_{14} + 0{,}01\tilde{x}_{15} + 0{,}24\tilde{x}_{16} +$$
$$+0{,}27\tilde{x}_{17} + 0{,}35\tilde{x}_{18} + 0{,}33\tilde{x}_{19}$$

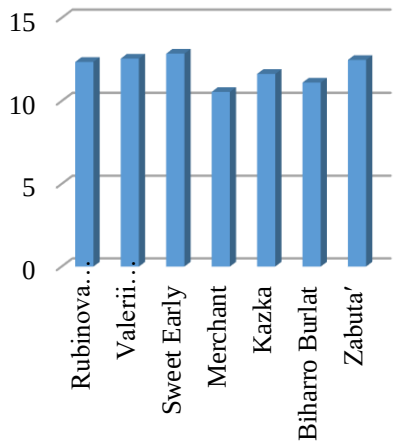
Побудована регресійна модель відображає функціональну залежність показників накопичення сухих розчинних речовин ($\hat{Y}_1$) у плодах вишні від комплексу погодних чинників (X_i). На основі обчислених коефіцієнтів регресійних моделей були визначені величини Δ_j, які характеризують частку впливу кожного окремого метеорологічного фактору на формування вмісту сухих розчинних речовин. Результати відповідних розрахунків наведено у додатку Б (табл. Б.8). Значення часткових коефіцієнтів впливу погодних факторів (Δi, %) для показників сухих розчинних речовин і цукрів варіювали в межах від 0,2 до 9,9 %. Для підвищення точності інтерпретації отриманих результатів усі метеорологічні показники класифіковано за рангами відповідно до величин коефіцієнтів Δi, % (i = 1–19). Найвищий, перший ранг отримала середньомісячна температура повітря у червні (X_1), яка виявила найсильніший вплив на інтенсивність накопичення сухих розчинних речовин у плодах. Значення показника ΔX_1 становило 9,9 %. Другий ранг за силою впливу (ΔX_2 = 9,6 %) було присвоєно середньомісячній сумі опадів у червні (X_2), тоді як третій ранг зайняв показник загальної кількості днів із опадами понад 1 мм у цьому ж місяці (X_7). Інші погодні чинники, що посіли ранги з четвертого по дев’ятнадцятий, виявили менш виражений вплив на формування фонду сухих розчинних речовин і цукрів у плодах вишні, що підтверджується значеннями коефіцієнтів Δi у діапазоні від 0,2 до 8,9 %. Із дев’ятнадцяти проаналізованих чинників дванадцять виявили найбільшу значущість у період безпосереднього збору плодів, чотири – у червні, два – у березні, й один – у проміжку між фазами цвітіння та початком достигання.

Отримані результати свідчать, що найкритичнішим етапом у формуванні фонду сухих розчинних речовин у плодах вишні досліджуваних сортів є період

їх активного достигання, який припадає на червень. Узагальнення аналітичних даних дозволяє зробити висновок, що визначальними погодними параметрами (1–3 ранги) у формуванні вмісту сухих розчинних речовин є середньомісячна температура повітря, середньомісячна кількість опадів, мінімальна відносна вологість та загальна кількість днів з опадами в червні. Ці чинники мають комплексний вплив на інтенсивність біохімічних процесів у тканинах плодів і визначають якість урожаю в умовах Південної степової зони України.

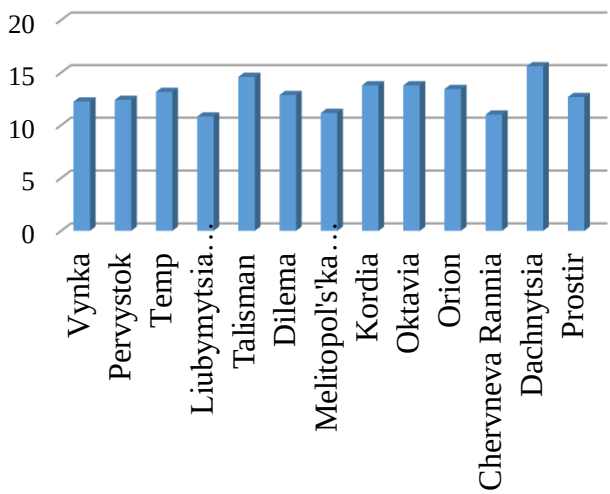
3.1.2. Математичне моделювання процесів формування цукрів у плодах черешні та вишні методом головних компонент

Середній вміст цукрів у плодах черешні 33 сортів, вирощених в умовах аналізованого регіону, становив 12,63 % (рис. 3.2, дод. Б. 9). Найвищий рівень (14,59 – 13,78 %) виявлено в сортів Talisman, Kordia, Oktavia, Krupnoplidna та Meotyda; у групі раннього достигання – у сорту Sweet Early (12,85 %). Уміст цукрів характеризувався істотною варіативністю в ранньостиглих сортів (*Vp* = 23,6–24,6 %), тоді як найстійкішими були сорти Zabuta’, Merchant, Biharro Burlat, (*Vp* = 13,0–15,6 %). У середньостиглих сортів варіативність досягала 20,6 %, з мінімальними значеннями для сорту Dachnytsia (*Vp* = 8 %) і максимальними – для Prostir (*Vp* = 26,6 %). У пізньостиглих сортів варіативність була середньою (*Vp* = 19,0 %), найстабільнішим був сорт Krupnoplidna (*Vp* = 12,3 %) (рис. 3.2, дод. Б. 9). Дисперсійний аналіз (табл. 3.3) підтвердив переважальний вплив погодних умов на накопичення цукрів (частка впливу 61,9 – 74,5 %), тоді як сортові особливості відігравали другорядну роль (3,1–12,4 %). Отримані дані обґрунтовують доцільність прогнозування вмісту цукрів за середньогруповими показниками. Наступним етапом моделювання було проведенння кореляційного аналізу між вмістом цукрів у плодах черешні раннього (Y_1), середнього (Y_2) та пізнього (Y_3) термінів достигання і комплексом погодних факторів (X_i).



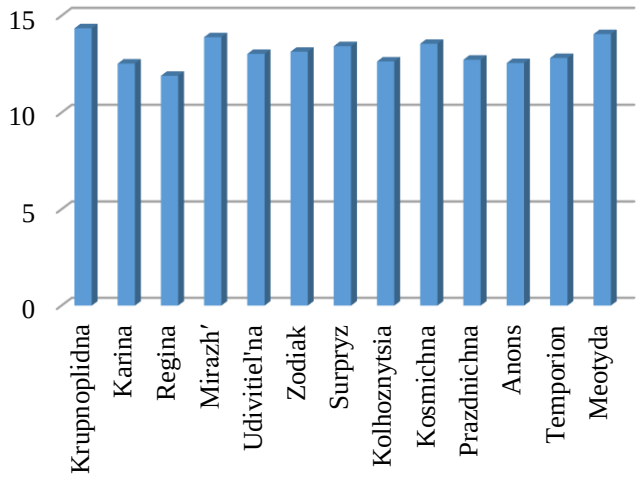
НІР $_{05}$ =0,235%

а



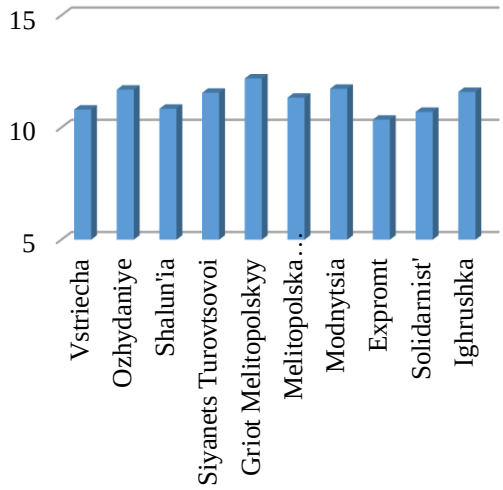
НІР $_{05}$ = 0,315%

б



НІР $_{05}$ = 0,521%

в



НІР $_{05}$ = 0,436%

г

Рис. 3.2. Середній вміст цукрів у плодах черешні та вишні: *а* – сортів черешні раннього, *б* – середнього, *в* – пізнього строку достигання, *г* – сортів вишні, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm \bar{sx}$, n=5

Таблиця 3.3.

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування фонду цукрів у плодах черешні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Група сортів черешні раннього терміну достигання						
Фактор А (рік)	2074,4	11	188,6	2892,5	1,8	74,5
Фактор В (сорт)	346,2	6	57,7	885,0	2,2	12,4
Взаємодія АВ	351,4	66	5,3	81,7	1,4	12,6
Група сортів черешні середнього терміну достигання						
Фактор А (рік)	3226,4	11	293,3	3753,0	1,8	61,9
Фактор В (сорт)	409,7	12	34,1	436,9	1,8	7,9
Взаємодія АВ	1550,5	132	11,8	150,3	1,3	29,7
Група сортів черешні пізнього терміну достигання						
Фактор А (рік)	3254,9	11	295,9	1947,6	1,8	69,4
Фактор В (сорт)	144,6	12	12,0	79,3	1,8	3,1
Взаємодія АВ	1237,2	132	9,4	61,7	1,3	26,4

Джерело: розробила автор

За результатами аналізу відібрано 14 метеорологічних показників (дод. Б 10), що потенційно впливають на накопичення цукрів: середня температура квітня (X_6), травня (X_{14}),червня (X_1); різниця між середніми максимальними та мінімальними температура ми травня (X_2) та за період збору плодів (X_{10}); середня температура за рік (X_{11}); абсолютна максимальна температура (X_4), середня максимальна температура (X_8), середня мінімальна температура (X_{13}), різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами (X_{12}) в період збору плодів.

Показники вологості повітря (%) в період цвітіння: абсолютна мінімальна відносна вологість повітря (X_3), середня мінімальна відносна вологість повітря (X_9) та сума опадів (X_5), а також загальна кількість днів з

опадами в квітні (X_7). Для кожної групи сортів побудовано регресійні моделі залежності вмісту цукрів від погодних чинників у стандартизованій формі ($\tilde{x}_i$) для плодів черешні раннього $\hat{Y}_1$, середнього $\hat{Y}_2$, пізнього строків достигання $\hat{Y}_3$:

$$\hat{Y}_1 = 11{,}95 - 0{,}28\tilde{x}_1 - 0{,}002\tilde{x}_2 + 0{,}36\tilde{x}_3 + 0{,}09\tilde{x}_4 - 0{,}52\tilde{x}_5 + 0{,}15\tilde{x}_6 + 0{,}29\tilde{x}_7 + \\ +0{,}29\tilde{x}_8 + 0{,}12\tilde{x}_9 + 0{,}28\tilde{x}_{10} + 0{,}03\tilde{x}_{11} + 0{,}01\tilde{x}_{12} - 0{,}11\tilde{x}_{13} - 0{,}06\tilde{x}_{14}$$

$$\hat{Y}_2 = 12{,}85 - 0{,}25\tilde{x}_1 - 0{,}01\tilde{x}_2 + 0{,}29\tilde{x}_3 + 0{,}13\tilde{x}_4 - 0{,}36\tilde{x}_5 + 0{,}17\tilde{x}_6 + 0{,}25\tilde{x}_7 + \\ +0{,}25\tilde{x}_8 + 0{,}19\tilde{x}_9 + 0{,}29\tilde{x}_{10} + 0{,}11\tilde{x}_{11} + 0{,}006\tilde{x}_{12} - 0{,}13\tilde{x}_{13} - 0{,}09\tilde{x}_{14}$$

$$\hat{Y}_3 = 13{,}11 - 0{,}40\tilde{x}_1 - 0{,}03\tilde{x}_2 + 0{,}12\tilde{x}_3 + 0{,}64\tilde{x}_4 - 0{,}06\tilde{x}_5 + 0{,}14\tilde{x}_6 + 0{,}09\tilde{x}_7 - - \\ 0{,}001\tilde{x}_8 + 0{,}19\tilde{x}_9 + 0{,}44\tilde{x}_{10} - 0{,}05\tilde{x}_{11} - 0{,}41\tilde{x}_{12} - 0{,}21\tilde{x}_{13} - 0{,}23\tilde{x}_{14}$$

Значення коефіцієнтів детермінації для ранніх, середніх та пізніх сортів дорівнюють: 0,92, 0,81, 0,85 відповідно. Значення *p-value < 0,05* для всіх регресійних моделей, що свідчить про адекватність моделей на підставі критерію Фішера при рівні вагомості 0,05.

Частки впливу погодних факторів Δ_i (%) на накопичення цукрів у плодах черешні трьох термінів достигання наведені в додатку Б 11. Для сортів раннього та середнього термінів достигання Δ_i варіює в межах від 0,12 до 16,06 %. Для подальшого аналізу результатів досліджень фактори залежно від значень коефіцієнтів Δ_i ($i = 1...14$) було поділено на 3 групи. Зокрема, 1 група – фактори, що мають сильний вплив на формування фонду цукрів $\Delta i \geq 9{,}50$ %, 2 група – фактори, що мають середній вплив на накопичення фонду цукрів (Δi від 2,00 % до 9,49 %), 3 група – інші фактори, що мають слабкий вплив на формування фонду цукрів $\Delta i \leq 2{,}00$ %.

Для 1 групи визначено 4 спільні чинники. Вони мають показники Δi від 9,50 % до 19,66 %. Це термічні показники в період збору плодів, а саме різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами (X_{10}), середня максимальна температура (X_8). Показники вологості в період цвітіння це сума опадів (X_5), абсолютна мінімальна відносна вологість повітря (X_3), а також

загальна кількість днів з опадами у квітні (X_7). Для плодів пізнього строку достигання до 1 групи віднесено фактори з діапазоном Δi від 14,64 % до 30,99 %. А саме це термічні показники в період збору плодів: абсолютна максимальна температура повітря (X_4), різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами (X_{10}), різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами (X_{12}), а також середня температура червня (X_1).

До другої групи належать чинники зі значенням Δi від 3,29 % до 9,48 %. Виявлено 4 спільні погодні фактори для плодів раннього та середнього строків достигання: середня температура квітня (X_6) та червня (X_1), середня мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння (X_9), середня мінімальна температура в період збору плодів (X_{13}). Також для групи сортів середнього строку достигання до погодних чинників, що мають середній вплив на накопичення цукрів, виділено абсолютну максимальну температуру в період збору плодів (X_4) та середня температура повітря травня (X_{14}). Для плодів черешні пізнього строку достигання часток впливу погодних чинників (Δi), які мають середній вплив на накопичення цукрів перебувають у діапазоні значень 2,30 %−7,97 %. А саме це середня температура травня (X_{14}); середня мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння (X_9); середня мінімальна температура (X_{13}) в період збору плодів, загальна кількість днів з опадами в квітні (X_7) та абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння (X_3).

До третьої групи належать інші погодні чинники, що мають значення Δ_i для сортів раннього строку достигання від 0,06 % до 1,9 %: для групи сортів середнього терміну достигання Δ_i 0,13 %−0,39 %, пізнього строку достигання 0,04 %–1,46 %.

Сумарний відсоток долі впливу чинників цієї групи для групи сортів раннього строку достигання становить 5,12 %, для сортів середнього строку достигання – 0,80 %, для групи сортів пізнього терміну достигання – 4,57 %. Для всіх груп сортів визначено два спільні погодні чинники, що не істотно

впливають на накопичення фонду цукрів трьох строків достигання: різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами травня та середня температура повітря за рік.

Отже, на накопичення цукрів у плодах черешні незалежно від строку достигання найбільший вплив мають погодні умови періоду цвітіння, останнього місяця формування плодів та термічні параметри і показники вологості на етапі збору плодів.

Середній вміст цукрів у плодах вишні 10 сортів становив 11,28 % (рис. 3.2, дод. Б, табл. Б 12). Максимальний вміст зафіксовано в сорту Griot Melitopolskyy (12,19 %), мінімальний – у сорту Expromt (10,35 %). Варіативність вмісту цукрів за роками досліджень була середньою та високою (*Vp* = 14,7–25,5 %). Найбільш стабільним за цим показником був сорт Vstriecha (*Vp* = 14,7 %). Оптимальне поєднання вмісту цукрів (11,69 %) і варіативності (16,8 %) виявлено в сорту Ozhydaniye.

Дисперсійний аналіз підтвердив переважальний вплив погодних умов (фактор А) на формування фонду цукрів (53,5 %), тоді як вплив сортових особливостей (фактор В) становив лише 5,6 % (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування фонду цукрів у плодах вишні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Фактор А (рік)	1051,2	11	87,6	915,0	1,8	53,5
Фактор В (сорт)	111,6	9	12,4	129,5	1,9	5,6
Взаємодія АВ	757,7	108	7,0	73,2	1,3	38,6

Джерело: розробила автор

Для розроблення математичної моделі доцільно використовувати середні сортові значення показників. Встановлено кореляційні зв’язки між фондом цукрів і титрованих кислот у плодах вишні (Y_1) та комплексом погодних

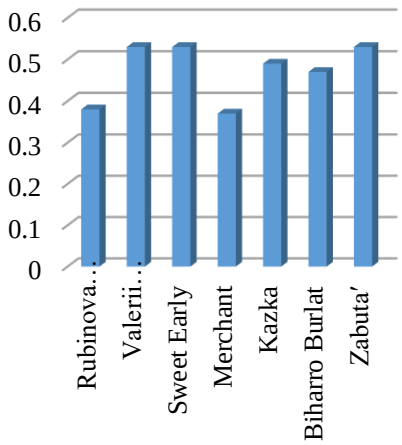
факторів за 13 років. Найбільш впливові фактори обрано за значущими коефіцієнтами парної кореляції (rY_1X_i), перевіреними за критерієм Стьюдента (α = 0,05; k = 11). Важливими вважали коефіцієнти в межах [-1; -0,55] і [0,55; 1]. На основі головних компонент побудовано регресійні моделі, нормалізовані за єдиною шкалою вимірювання:

$$Y_1 = 0{,}19\tilde{x}_1 - 0{,}22\tilde{x}_2 + 0{,}29\tilde{x}_3 - 0{,}15\tilde{x}_4 - 0{,}18\tilde{x}_5 + 0{,}27\tilde{x}_6 - 0{,}24\tilde{x}_7 + 0{,}28\tilde{x}_8 + 0{,}21\tilde{x}_9 + +0{,}18\tilde{x}_{10} + 0{,}25\tilde{x}_{11} + 0{,}27\tilde{x}_{12} - 0{,}19\tilde{x}_{13} + 0{,}15\tilde{x}_{14} + 0{,}21\tilde{x}_{15} - 0{,}23\tilde{x}_{16} - 0{,}25\tilde{x}_{17} - - 0{,}18\tilde{x}_{18} - 0{,}21\tilde{x}_{19}$$

Розроблена модель описує залежність накопичення цукрів ($\hat{Y}_1$) від погодних факторів (X_i). Частки впливу окремих факторів (Δ_i) варіювали в межах 3,0–8,5 % (дод. Б, табл. Б 13). Найбільший вплив мав показник середньомісячної суми опадів у червні (ΔX_2 = 8,5 %, 1 ранг), мінімальна відносна вологість повітря в червні (ΔX_4 = 8,5 %, 2 ранг) і середньомісячна температура червня (ΔX_1 = 7,4 %, 3 ранг). Менш значущі фактори (5 – 19 ранги) мали Δ 3,0 – 7,1 %. Установлено, що критичним періодом для накопичення цукрів є етап достигання плодів (червень), а ключовими чинниками – температурний режим, кількість опадів та вологість повітря.

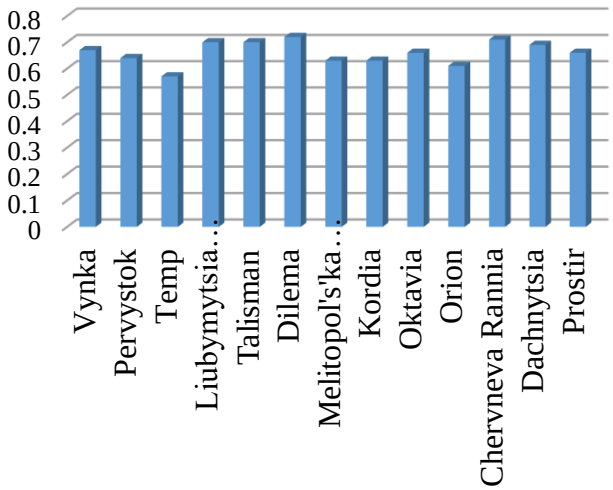
3.1.3. Математичне моделювання процесів формування титрованих кислот у плодах черешні та вишні методом головних компонент

За результатами досліджень 2008–2019 рр. середній вміст титрованих кислот (ТК) у плодах черешні становив 0,61 % (рис. 3.3, дод. Б, табл. Б 14 – Б 16). Максимальний уміст ТК між ранніх сортів виявлено у Zabuta’, Valerii Chkalov і Sweet Early, мінімальний – у Merchant і Rubinova Rannia. Для середнього строку достигання найвищий середній уміст ТК зафіксовано в Dilema та ′Chervneva Rannia, для пізнього – у Kolhoznytsia та Krupnoplidna. Найбільшу варіабельність вмісту ТК під впливом погодних чинників показали Sweet Early (*Vp* = 21,6 %) та Kazka (*Vp* = 21,4 %), найменшу – Valerii Chkalov (*Vp* = 19,7 %). У групі пізніх сортів найстабільніший показник відзначено



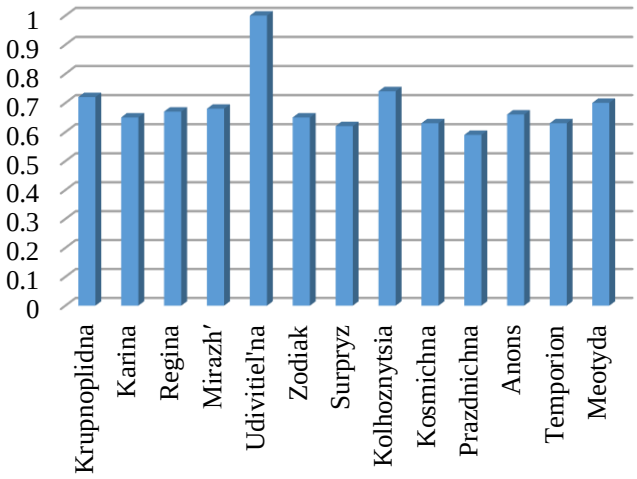
НІР $_{05}$ =0,361%

а



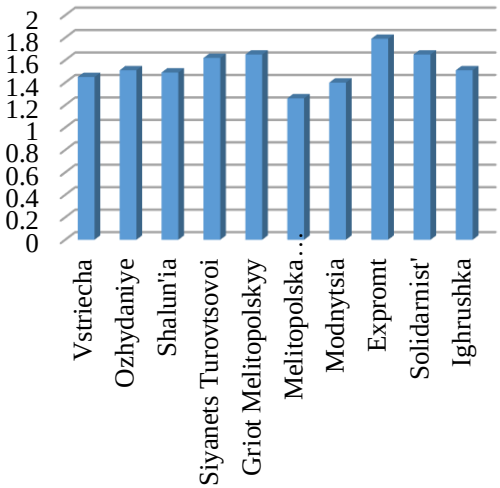
НІР $_{05}$ = 0,575%

б



НІР $_{05}$ = 0,322%

в



НІР $_{05}$ = 0,241%

г

Рис. 3.3. Середній вміст титрованих кислот (ТК) у плодах черешні та вишні: *а* – сортів черешні раннього, *б* – середнього, *в* – пізнього терміну достигання, *г* – сортів вишні, % (2008 – 2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

у Karina (*Vp* = 17,7 %). Середній цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) варіював у межах 13,0–25,4 в. о., оптимальний рівень (16,9–28,5 в. о.) встановлено для 31 сорту всіх строків достигання.

Відхилення спостерігались у сортів Udivitiel'na (13,0 в. о.) і Rubinova Rannia (32,5 в. о.). Переважальний вплив на формування фонду ТК мали метеорологічні умови років дослідження (фактор А): частка його впливу склала 70,3 % для ранніх сортів, 44,5 % – середніх, 45,8 % – пізніх (табл. 3.5). Для групи сортів середнього та пізнього строків достигання істотним був і вплив чинника сортових особливостей (фактор В) з часткою впливу 25,1 і 35,9 % відповідно. Для плодів сортів групи раннього строку достигання вплив цього фактору був низьким, з часткою 8,3 % (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування фонду ТК у плодах черешні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Група сортів черешні раннього строку достигання						
Фактор А (рік)	2,020	11	0,184	594,0	1,8	70,3
Фактор В (сорт)	1,070	6	0,178	576,8	2,2	8,3
Взаємодія АВ	0,253	66	0,004	12,4	1,4	19,5
Група сортів черешні середнього строку достигання						
Фактор А (рік)	6,955	11	0,632	1159,9	1,8	44,5
Фактор В (сорт)	0,823	12	0,069	125,8	1,8	25,1
Взаємодія АВ	1,934	132	0,015	26,9	1,3	27,9
Група сортів черешні пізнього строку достигання						
Фактор А (рік)	5,738	11	0,522	2129,7	1,8	45,8
Фактор В (сорт)	4,504	12	0,375	1532,3	1,8	35,9
Взаємодія АВ	2,166	132	0,016	66,9	1,3	17,3

Джерело: розробила автор

Регресійні моделі залежності формування ТК у ранніх ($\tilde{Y}_1$), середніх ($\tilde{Y}_2$), пізніх ($\tilde{Y}_3$) сортів від абіотичних чинників у стандартизованому вигляді має такий вигляд:

$$\tilde{Y}_1 = 0{,}63\tilde{X}_1 + 0{,}18\tilde{X}_2 + 0{,}26\tilde{X}_3 + 0{,}13\tilde{X}_4 + 0{,}49\tilde{X}_5 - 0{,}18\tilde{X}_6 - - 0{,}05\tilde{X}_7 + 0{,}19\tilde{X}_8 + 0{,}06\tilde{X}_9 + 0{,}27\tilde{X}_{10} + 0{,}13\tilde{X}_{11}$$

$$\tilde{Y}_2 = 0{,}49\tilde{X}_1 + 0{,}31\tilde{X}_2 + 0{,}34\tilde{X}_3 - 0{,}04\tilde{X}_4 + 0{,}34\tilde{X}_5 - 0{,}19\tilde{X}_6 + 0{,}07\tilde{X}_7 + +0{,}23\tilde{X}_8 - 0{,}23\tilde{X}_9 + 0{,}35\tilde{X}_{10} + 0{,}30\tilde{X}_{11}$$

$$\tilde{Y}_3 = 0{,}45\tilde{X}_1 + 0{,}12\tilde{X}_2 + 0{,}22\tilde{X}_3 + 0{,}29\tilde{X}_4 + 0{,}43\tilde{X}_5 - 0{,}26\tilde{X}_6 - 0{,}27\tilde{X}_7 + +0{,}09\tilde{X}_8 + 0{,}06\tilde{X}_9 + 0{,}18\tilde{X}_{10} + 0{,}05\tilde{X}_{11}$$

На основі побудованих моделей визначено коефіцієнти Δ_i (i = 1…14), що характеризують частку впливу окремих погодних факторів на накопичення титрованих кислот (ТК) у плодах черешні (дод. Б, табл. Б 17). Найбільший вплив для всіх строків достигання мав чинник середньомісячної суми опадів у травні (X_1, 1 ранг), для сортів середнього строку – також середня мінімальна відносна вологість повітря в травні (X_3).

До чинників середнього впливу (Δ_i = 3,26–9,31 %) належали: для ранніх сортів – середньомісячна ВВП (X_2), різниця між середніми максимальними й мінімальними температурами в травні (X_6), середня мінімальна ВВП в червні (X_4), сума опадів у період цвітіння (X_8), середня мінімальна ВВП під час збирання (X_{10}). Для середніх – середня мінімальна ВВП (X_4) і температурна різниця (X_7) у червні, X_8, X_{10}, середня ВВП під час збирання (X_{11}). Для пізніх – X_2, середня мінімальна відносна вологість повітря (X_3) в травні, X_8, X_{10}. Спільними чинниками середнього впливу для всіх груп були X_8 і X_{10}. Вони займали ранги 3-9 у своїх групах.

Фактори слабкого впливу ($\Delta_i \leq$ 2,56 % для ранніх, ≤ 0,85 % для середніх, ≤ 0,88 % для пізніх) сумарно забезпечували незначну частку впливу (4,57 %, 1,60 %, 1,76 % відповідно). Для всіх груп найменший вплив мав X_9 – температурна різниця в період збирання (11 ранг). У такий спосіб переважальним чинником формування ТК незалежно від строку достигання були погодні умови травня, насамперед середньомісячна сума опадів. Для

ранніх сортів ключовим був травень, для середніх і пізніх – травень і червень.

Середній уміст титрованих кислот (ТК) у плодах вишні за період досліджень становив 1,51 % (рис. 3.3, дод. Б, табл. Б 18). Максимальні значення ТК зафіксовано в плодах сортів Griot Melitopolskyy (2,06 %, 2014 р.) та Solidarnist' (2,08 %, 2019 р.).

Варіативність вмісту ТК за роками становила *Vp* = 15,7–26,7 %, найменш мінливим був сорт Expromt (*Vp* = 15,7 %), найбільш – Melitopolska purpurna (*Vp* = 24,5 %) і Vstriecha (*Vp* = 26,7 %). Сорт Solidarnist' характеризувався оптимальним поєднанням варіативності (*Vp* = 14,9 %) та середнього вмісту ТК (1,79 %). Найвищий цукрово-кислотний індекс відзначено в сортів Melitopolska Purpurna (8,9 в. о.) і Modnytsia (9,3 в. о.).

Двофакторний дисперсійний аналіз підтвердив провідний вплив погодних умов (фактор А, 40,8 %) на вміст ТК, тоді як сортові особливості (фактор В) мали менший вплив (17,3 %) (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування фонду ТК у плодах вишні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив %
Фактор А (рік)	24,6	12	2,0	77,5	1,8	40,8
Фактор В (сорт)	10,5	9	1,1	44,0	1,8	17,3
Взаємодія АВ	9,1	108	0,0	3,2	1,3	15,1

Джерело: розробила автор

Для побудови математичної моделі використано середнє сортове значення досліджуваних показників.

Встановлено кореляційні зв'язки між вмістом титрованих кислот у плодах вишні (Y_1) та погодними факторами за 13 років (дод. Б, табл. Б 20). Парні коефіцієнти кореляції rY_1X_i перевірено за критерієм Стьюдента (α = 0,05; k = 11), значущими визнано значення в інтервалах [-1; -0,55] і [0,55; 1].

На основі головних компонент розроблено та нормалізовано регресійні моделі:

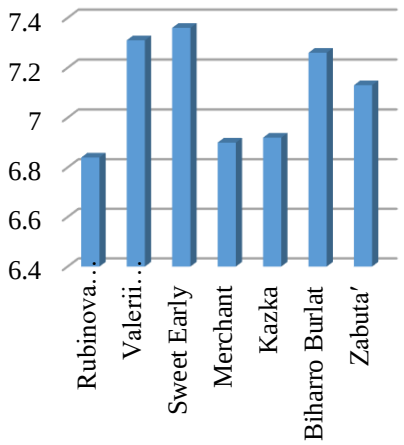
$$\hat{Y}_1 = 0{,}35\tilde{x}_1 + 0{,}25\tilde{x}_2 + 0{,}34\tilde{x}_3 - 0{,}27\tilde{x}_4 + 0{,}36\tilde{x}_5 + 0{,}35\tilde{x}_6 + 0{,}38\tilde{x}_7$$

Модель відображає залежність накопичення титрованих кислот ($\hat{Y}_1$) від погодних факторів (X_i). За коефіцієнтами регресії обчислено часткові показники впливу Δ_j (дод. Б, табл. Б 19), що характеризують внесок окремих чинників. Установлено, що вплив основних факторів варіював у межах 8,9–18,6 %. Серед них вирішальними були кількість днів з опадами в червні (X_3, Δ = 18,6 %; 1 ранг), середньомісячна сума опадів у червні (X_1, Δ = 17,7 %; 2 ранг), сума опадів від цвітіння до достигання плодів (X_2, Δ = 15,7 %; 3 ранг). Найбільший вплив мали гідротермічні умови червня та періоду від цвітіння до формування плодів.

3.1.4. Математичне моделювання процесів формування аскорбінової кислоти в плодах черешні методом головних компонент

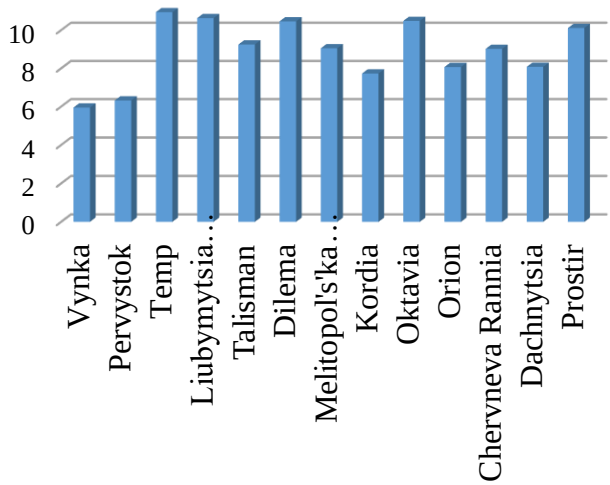
Середній вміст вітаміну С у плодах черешні трьох груп достигання становив 8,17 мг/100 г (рис. 3.4, дод. Б, табл. Б 20–Б 22). У ранньостиглих сортів він був на 13,1 % нижчим (7,10 мг/100 г), максимальні значення спостерігались у сортів Kazka (7,36 ± 1,40 %) і Zabuta’ (7,31 ± 1,49 %), мінімальні – у Biharro Burlat (6,84 ± 1,22 %). Для середньостиглих сортів середній вміст становив 8,93 ± 2,27 %, для пізньостиглих – 8,48 ± 1,74 %. Найвищі значення вітаміну С за роки досліджень зафіксовано в плодах Dilema (10,94 ± 2,20 %), Kordia (10,63 ± 1,81 %), Mirazh’ (10,67 ± 1,49 %) і Prazdnichna (10,25 ± 2,02 %).

Варіативність вмісту вітаміну С (*Vp*) у ранньостиглих і середньостиглих сортів була 15,4–26,7 %, у пізньостиглих – 13,8–19,7 %. Найстабільнішими за роками досліджень були сорти Biharro Burlat (*Vp* = 17,9 %), Kordia (*Vp* = 17,1 %) і Mirazh′ (*Vp* = 14,0 %). Двофакторний дисперсійний аналіз (табл. 3.7) показав домінування впливу погодних умов (фактор А) для ранньостиглих сортів (80,2 %), тоді як для пізньостиглих сортів вплив фактору А становив 43,5 %,



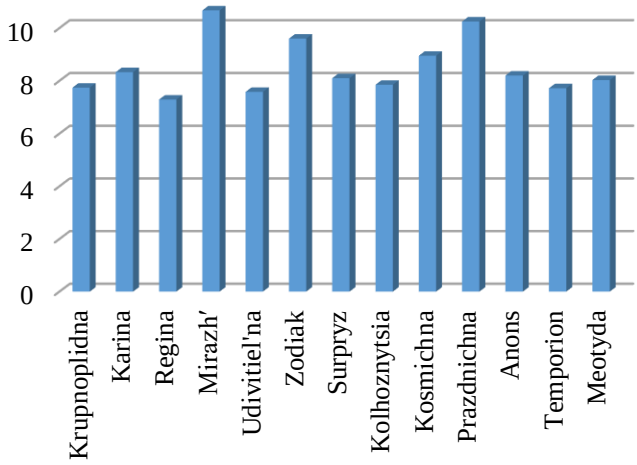
НІР $_{05}$ =0,162 %

а



НІР $_{05}$ = 0,575 %

б



НІР $_{05}$ = 0,322 %

в

Рис. 3.4. Середній вміст аскорбінової кислоти в плодах черешні: *а* – сортів черешні раннього, *б* – середнього, *в* – пізнього строку достигання, мг/100 г (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

а сортових особливостей (фактор В) – 34,9 %. Для середньостиглих сортів більшу роль відігравали сортові особливості (49,6 %). Це підтверджує доцільність прогнозування вмісту вітаміну С за груповими середніми значеннями.

Таблиця 3.7

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час накопичення вітаміну С в плодах черешні різних строків достигання

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив %
Група сортів черешні раннього строку достигання						
Фактор А (рік)	448,5	11	40,7	321,5	1,8	80,2
Фактор В (сорт)	9,9	6	1,6	13,0	2,2	1,7
Взаємодія АВ	79,6	66	1,2	9,5	1,4	14,2
Група сортів черешні середнього строку достигання						
Фактор А (рік)	998,05	11	90,7	577,7	1,8	39,1
Фактор В (сорт)	1266,13	12	105,5	671,9	1,8	49,6
Взаємодія АВ	237,68	132	1,8	11,4	1,3	9,3
Група сортів черешні пізнього строку достигання						
Фактор А (рік)	640,38	11	58,2	244,3	1,8	43,5
Фактор В (сорт)	513,89	12	42,8	179,7	1,8	34,9
Взаємодія АВ	241,40	132	1,8	7,67	1,3	16,4

Джерело: розробила автор

Для встановлення кореляційних зв’язків між вмістом вітаміну С у плодах черешні раннього (Y_1), середнього (Y_2) та пізнього (Y_3) строків достигання й кліматичними факторами (X_i) проведено статистичний аналіз.

На основі парних коефіцієнтів кореляції rY_1X_i, rY_2X_i, rY_3X_i відібрано найбільш вагомі фактори. Їх важливість перевіряли за допомогою *t*-критерію Стьюдента (α = 0,05), нульова гіпотеза H_0: $\rho = 0$ проти альтернативної H_1: $\rho \neq 0$; значущими вважали коефіцієнти за межами інтервалу [-0,55; 0,55] (k = 10).

Побудовано регресійні моделі, що описують залежність вмісту вітаміну С у плодах черешні раннього ($\hat{Y}_1$), середнього ($\hat{Y}_2$) та пізнього ($\hat{Y}_3$) строків достигання від погодних факторів.

$$\hat{Y}_1 = 7{,}11 – 0{,}53\tilde{X}_1 – 0{,}13\tilde{X}_2 – 0{,}21\tilde{X}_3 – 0{,}07\tilde{X}_4 – 0{,}23\tilde{X}_5 – 0{,}28\tilde{X}_6 – 0{,}38\tilde{X}_7 – 0{,}06\tilde{X}_8 – 0{,}02\tilde{X}_9 – 0{,}23\tilde{X}_{10} – 0{,}18\tilde{X}_{11} – 0{,}1\,\tilde{X}_{12}$$

$$\hat{Y}_2 = 8{,}91 – 0{,}42\tilde{X}_1 – 0{,}17\tilde{X}_2 – 0{,}23\tilde{X}_3 – 0{,}08\tilde{X}_4 – 0{,}17\tilde{X}_5 – 0{,}26\tilde{X}_6 – 0{,}32\tilde{X}_7 – 0{,}13\tilde{X}_8 + 0{,}06\tilde{X}_9 – 0{,}18\tilde{X}_{10} – 0{,}09\tilde{X}_{11} – 0{,}06\,\tilde{X}_{12}$$

$$\hat{Y}_3 = 8{,}49 – 0{,}36\tilde{X}_1 – 0{,}44\tilde{X}_2 – 0{,}48\tilde{X}_3 + 0{,}07\tilde{X}_4 – 0{,}31\tilde{X}_5 – – 0{,}12\tilde{X}_6 – 0{,}17\tilde{X}_7 + 0{,}48\tilde{X}_8 + 0{,}15\tilde{X}_9 + 0{,}004\tilde{X}_{10} + 0{,}38\tilde{X}_{11} + 0{,}071\,\tilde{X}_{12}$$

Коефіцієнти детермінації: R^2 = 0,92 (Y_1), 0,72 (Y_2), 0,70 (Y_3). *P-value* < *0,05* для *F*-статистики підтверджує адекватність моделей.

У таблиці додатку Б, табл. Б 23 наведено коефіцієнти моделі для вмісту вітаміну С у плодах сортів черешні раннього ($\hat{Y}_1$) середнього ($\hat{Y}_2$) і пізнього строків достигання ($\hat{Y}_3$).

Усього проаналізовано 12 погодних показників (Xi), серед яких найбільш вагомими виявилися: середньомісячна ВВП у травні (X_2), середньомісячна сума опадів у травні (X_1) і червні (X_{11}); загальна кількість днів з опадами понад 1 мм в травні (X_5), червні (X_6) і липні (X_7); середня мінімальна ВВП в травні (X_3) і червні (X_4); сума опадів у період після цвітіння (X_{10}); ГТК (X_{12}). Серед термічних показників повітря (°С) виділено такі, як різниця між середніми максимальними і мінімальними температурами травня (X_8) і червня (X_9).

Для кожного чинника розраховано коефіцієнти Δi (i = 1–12), що відображають його частку в загальній дисперсії вмісту вітаміну С у плодах черешні. На основі Δ_i фактори ранжовано за ступенем впливу (1–12 ранг), значення яких наведено в додатку Б, табл. Б 23. Для сортів трьох строків

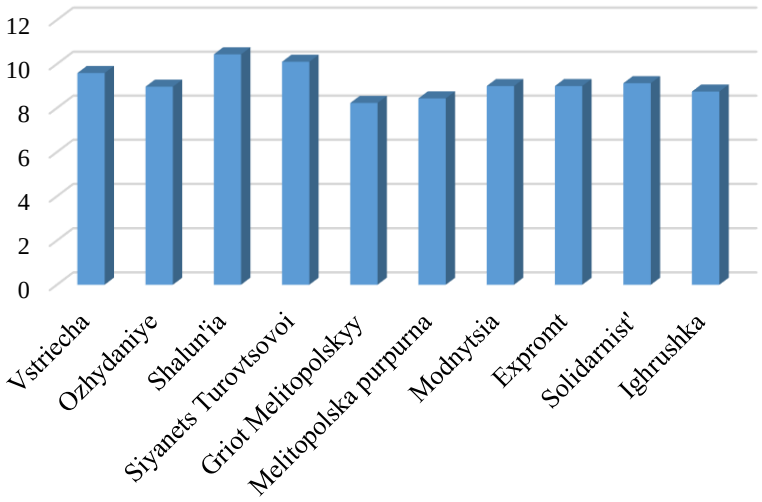
достигання Δ_i варіював у межах 0,16–30,64 %. Найбільший вплив на вміст вітаміну С у плодах ранньо- й середньостиглих сортів черешні мала середньомісячна сума опадів у травні (X_1), а для пізньостиглих – у червні (X_{11}), з часткою Δ_i 14,92–30,64 % (1 ранг). До 2 рангу зараховано середньомісячну ВВП у травні (X_2) для пізніх сортів; кількість днів з опадами понад 1 мм у червні (X_6) – для середніх; у липні (X_7) – для ранніх сортів (Δ_i 11,57–18,57 %). Серед факторів 3 рангу – середня мінімальна ВВП у травні (X_3), Δ_i 11,38–14,81%. Усі фактори 1–7 рангу забезпечували сумарний вплив на вміст вітаміну С у ранньостиглих сортах на рівні Δ_i 6,09–30,64 %. Додатковий, менш виражений вплив мали X_4, X_8, X_9, X_{11}, X_{12} (сукупно Δ_i 8,36 %). Для середньостиглих сортів частка факторів 1–8 рангу становила 5,38–23,86 %, а 9–12 рангу (X_4, X_8, X_9, X_{11}) – 8,93 %. У пізньостиглих сортах усі чинники мали Δ_i 5,56–14,92 %, а найменший вплив (5,47 %) спостерігався для факторів 10–12 рангу. Загалом найбільший вплив на вміст вітаміну С у черешні трьох строків достигання мали показники опадів та вологості травня й червня.

3.2. Математичне моделювання процесів формування функціонально-технологічних і якісних показників плодів черешні та вишні методом LASSO

3.2.1. Математичне моделювання процесів формування аскорбінової кислоти в плодах вишні методом LASSO

Середньосортовий вміст аскорбінової кислоти в плодах вишні становив 9,17 % (рис. 3.5, дод. Б, табл. Б 24). Мінімальне значення цього показника зафіксовано в плодах сорту Melitopolska purpurna (6,18 % у 2008 р.), що на 32,6 % нижче за середньосортовий рівень. Найвищий вміст вітаміну С (13,87 %) виявлено в плодах сорту Siyanets Turovtsovoi (урожай 2010 р.), що на 51,2 % перевищувало середній показник. Упродовж тринадцятирічного періоду спостережень найвищі середні концентрації вітаміну С відзначено в сортів Shalun’ia та Siyanets Turovtsovoi, найнижчі – у сорту Griot Melitopolskyy.

Рівень варіації вмісту аскорбінової кислоти за роками коливався в межах середньої та високої варіабельності (Vp = 14,0–24,2 %).



НІР $_{05}$ =0,122 %

Рис. 3.5. Середній вміст вітаміну С у плодах вишні, мг на 100 грам (2007–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Найвищу стабільність виявлено в сорту Vstriecha (Vp = 14,0 %), тоді як максимальна мінливість спостерігалась у сорту Expromt (Vp = 24,2 %). Оптимальним за поєднанням середнього вмісту аскорбінової кислоти (9,59 %) та низької варіативності слід вважати сорт Vstriecha.

Статистичний аналіз показав, що основним чинником, що впливає на формування вітамінного профілю плодів, є погодні умови (фактор А), частка впливу яких становить 69,2 %, тоді як сортові особливості (фактор В) зумовлюють лише 13,2 % варіацій (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування фонду поліфенольних речовин та вітаміну С в плодах вишні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив %
Фактор А (рік)	889,2	12	74,1	325,8	1,8	69,2
Фактор В (сорт)	169,6	9	18,8	82,8	1,9	13,2
Взаємодія АВ	164,0	108	1,5	6,67	1,3	12,7

Джерело: розробила автор

Перевірка гіпотези H_0 щодо вагомості коефіцієнтів кореляції за критерієм Стьюдента при рівні вагомості 0,05 засвідчила, що важливими є парні коефіцієнти кореляції $|rYjXi|$ > 0,55 (i = 1–7, j = 1,2). Відібрано сім погодних чинників, які демонструють тісний кореляційний зв'язок зі вмістом аскорбінової кислоти (АК) у плодах вишні (дод. Б, табл. Б 25). Зокрема, шість показників вологості: X_1, X_2 – середньомісячна сума опадів у травні та червні; X_3, X_4 – кількість днів з опадами >1 мм у травні та червні; X_6 – сума опадів у період цвітіння–достигання; X_7 – загальна кількість днів з опадами в червні. Додатково враховано температурний показник X_5 – тривалість безморозного періоду.

Високі кореляції між деякими факторами (наприклад, між X_1 та X_3; X_2 та X_4,X_7) свідчать про наявність мультиколінеарності.

Для побудови регресійної моделі в умовах мультиколінеарності застосовано Ridge-регресію, яка дає можливість отримати незміщені оцінки параметрів. Значення параметра регуляризації λ встановлено шляхом кросвалідації: λ = 10000.

Побудована регресійна модель для прогнозування вмісту АК (Y_1) має вигляд:

$$Y_1 = 0{,}013X_1 + 0{,}009X_2 + 0{,}001X_3 + 0{,}0004X_4 - 0{,}004X_5 + 0{,}01X_6 + 0.0006X_7,$$

де Y_1 – прогнозоване значення вмісту АК; пояснення змінних – у тексті попереду.

Коефіцієнт детермінації моделі (R^2=0,69) свідчить про високу інформативність моделі та істотний вплив погодних чинників на варіацію вмісту АК. Розраховані частки впливу окремих факторів (Δi, i = 1–7) дали змогу їх ранжувати (дод. Б, табл. Б 26). Максимальний вплив встановлено для середньомісячної суми опадів у травні (X_1), яка зумовлювала 37,11 % варіації показника АК (1-й ранг). Суттєвими були також сума опадів у період цвітіння –достигання (X_6) – 29,72 % (2-й ранг), та середньомісячна сума опадів у червні (X_2) – 20,18 % (3-й ранг). Інші фактори (X_3, X_4, X_5, X_7) мали менший

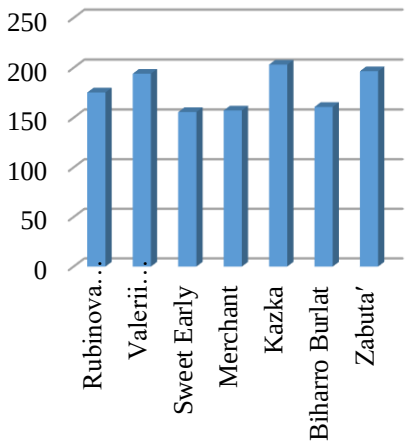
вплив – у межах 0,69–8,41 % (ранги 4–7).

3.2.2. Математичне моделювання процесів формування фенольних речовин у плодах черешні та вишні методом LASSO

У результаті 12-річних спостережень встановлено, що середній багаторічний вміст фенольних сполук у плодах черешні на стадії споживчої стиглості становив 205,86 мг/100 г у перерахунку на рутин. Для ранньостиглих сортів цей показник був нижчим на 13,8 % порівняно із середнім багаторічним значенням і становив у середньому 177,53 мг/100 г (рис. 3.6 а, дод. Б, табл. Б 26). Найменшу концентрацію фенольних сполук зафіксовано в сорту Biharro Burlat (на 27,8 % менше від середнього), тоді як максимальні значення спостерігалися в сорту Zabuta′ (на 48,3 % вище від середнього). Серед ранніх сортів найвищий середній рівень фенолів характерний для сорту Kazka, а найнижчий – для сорту Sweet Early.

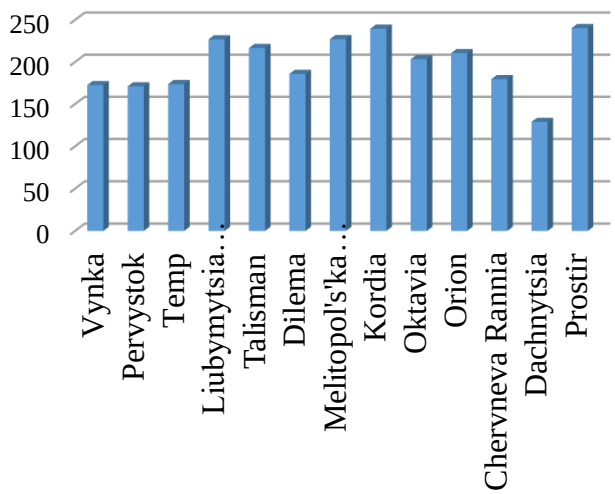
У групі середньостиглих сортів вміст фенольних сполук був дещо нижчим – на 3,7 % відносно багаторічного середнього показника (рис. 3.6 б, дод. Б, табл. Б 26). Найвищі концентрації виявлено в сортів Liubymytsia Turovtseva та Melitopol’s’ka chorna, де значення перевищували середній рівень на 30,6 % та 28,6 % відповідно. Найнижчі показники встановлено у сортів Dachnytsia та Temp′ – на 18,8 % та 37,6 % нижчі за багаторічний середній рівень. Високий середній вміст фенольних сполук був характерним для сортів Prostir, Liubymytsia Turovtseva та Melitopol’s’ka chorna.

У пізньостиглій групі сортів середній вміст фенольних сполук, навпаки, перевищував середньо багаторічний рівень на 17,5 % (рис. 3.6 в, дод. Б, табл. Б 26). Найвищі концентрації встановлено в сортів Zodiak (на 13,8 % вище) та Udivitiel’na (на 10,6 % вище). Мінімальні значення спостерігалися в сортів Prazdnichna, Temporion та Anons, де вміст фенольних сполук був на 27,3–38,8 % нижчим за середньобагаторічний рівень. Сорти Udivitiel’na та Regina відзначалися найбільшим середнім умістом фенольних сполук серед пізньостиглих сортів.



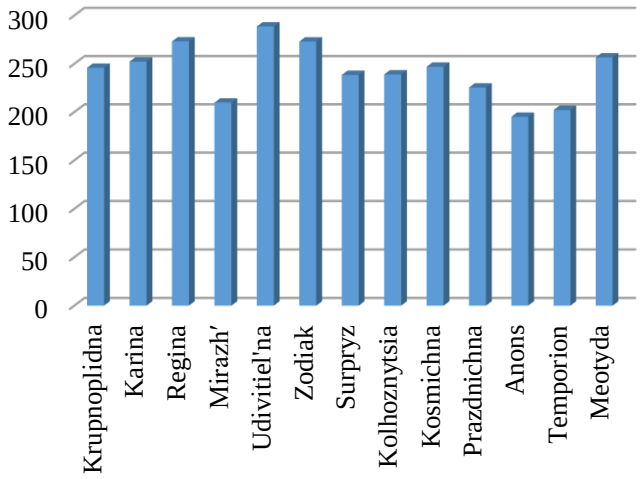
НІР $_{05}$ =1,115 %

а



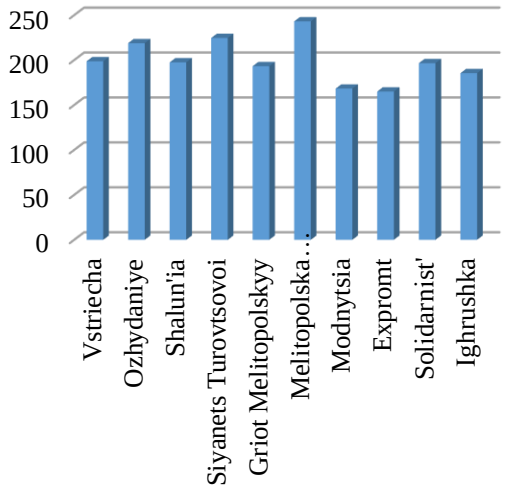
НІР $_{05}$ = 2,154 %

б



НІР $_{05}$ = 1,354 %

в



НІР $_{05}$ = 2,141 %

г

Рис. 3.6. Середній вміст фенольних речовин у плодах черешні та вишні: *а* – сортів черешні раннього, *б* – середнього, *в* – пізнього строку достигання, *г* – сортів вишні, мг на 100 г (2008 – 2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Варіативність вмісту фенольних речовин серед ранніх сортів коливалась у межах Vp = 14,2–23,1 %, найстабільнішими були Merchant, Biharro Burlat, найчутливішим до умов – Zabuta′. Для середньо- та пізньостиглих груп характерна переважно середня варіабельність (Vp = 11,1–19,9 %), з вищими

показниками в Mirazh′ і Surpryz. Найстабільніші значення спостерігались у Pervystok, Liubymytsia Turovtseva, Udivitiel'na, Zodiak (Vp = 11,1–12,6 %). Отже, перспективними для подальшого охолодження, зберігання, транспортування та промислової переробки з урахуванням стабільності та високого вмісту фенольних сполук є сорти: серед ранніх – Kazka, Rubinova Rannia, Biharro Burlat; середньостиглих – Liubymytsia Turovtseva; пізньостиглих – Udivitiel'na.

Дисперсійний аналіз (табл. 3.9) підтвердив переважальний вплив погодних умов (фактор А) на варіабельність вмісту фенольних сполук у сортах черешні раннього (53,3 %) та пізнього (42,5 %) строків достигання.

Таблиця 3.9

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування фонду фенольних речовин у плодах черешні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Група сортів черешні раннього строку достигання						
Фактор А (рік)	224355,2	11	20395,9	65,0	1,8	53,3
Фактор В (сорт)	81372,8	6	13562,1	43,2	2,2	19,3
Взаємодія АВ	46654,7	66	706,8	2,2	1,4	11,0
Група сортів черешні середнього строку достигання						
Фактор А (рік)	336751,6	11	30613,7	107,8	1,8	31,1
Фактор В (сорт)	467108,8	12	38925,7	137,1	1,8	43,2
Взаємодія АВ	136210,0	132	1031,8	3,6	1,3	12,6
Група сортів черешні пізнього строку достигання						
Фактор А (рік)	502235,1	11	45657,7	87,9	1,8	42,5
Фактор В (сорт)	345148,2	12	28762,3	55,4	1,8	29,2
Взаємодія АВ	132038,2	132	1000,2	1,9	1,3	11,1

Джерело: розробила автор

Сортові особливості (фактор В) мали менший вплив – 19,3 % та 29,2 % відповідно. Натомість у сортах середнього строку достигання спостерігалася зворотна тенденція: частка впливу фактору В сягала 43,2 %, а фактору А – 31,1 %. Отже, доцільним є аналіз середніх показників вмісту фенольних

речовин для груп сортів раннього та пізнього достигання, тоді як для середньостиглих – як за груповими, так і індивідуальними значеннями, що буде враховано в подальших дослідженнях. Далі провели кореляційний аналіз між рівнем накопичення фенольних речовин у плодах черешні ранніх (Y_1), середніх (Y_2) і пізніх (Y_3) термінів достигання та комплексом погодних факторів (X_i). Обчислені парні коефіцієнти кореляції rY_1X_i, rY_2X_i, rY_3X_i дали можливість ідентифікувати максимально вагомі погодні фактори (дод. Б, табл. Б 27). Їхню статистичну значущість перевірено за допомогою *t*-критерію Стьюдента для гіпотези H_0: $\rho = 0$ при $\alpha = 0{,}05$ та $k = 10$. Важливими вважали коефіцієнти, що належать інтервалам [−1; −0,55] та [0,55; 1].

За результатами аналізу (дод. Б, табл. Б 28) відібрано 13 ключових погодних індикаторів, які істотно впливають на накопичення фонду фенольних сполук. Це показники вологості повітря (мм; %; доба): середньомісячна сума опадів в травні (X_1), кількість днів з опадами більше 1 мм в травні (X_6) та червні (X_7), середньомісячна відносна вологість в травні (X_2) та червні (X_3), сума опадів в період цвітіння (X_{10}) та за весь вегетаційний період (X_{11}), середня мінімальна відносна вологість в травні, мм (X_4) та червні (X_5). Це термічні показники повітря (°C): середня температура повітря в період збору плодів (X_{12}), абсолютна максимальна температура в період збору плодів (X_{13}); різниця між середніми максимальними та мінімальними температура ми в травні (X_8) та червні (X_9).

Побудовано регресійні моделі, що описують залежність вмісту фенольних речовин у плодах черешні раннього ($\hat{Y}_1$), середнього ($\hat{Y}_2$) та пізнього ($\hat{Y}_3$) строків достигання від погодних факторів.

$$\hat{Y}_1 = 82{,}87+0{,}61\tilde{X}_1 + 0{,}14\tilde{X}_2 + 0{,}07\tilde{X}_4 + 2{,}65\tilde{X}_6 +0{,}61\tilde{X}_7 + 1{,}94\tilde{X}_8 + 0{,}03\tilde{X}_{10}$$

$$\hat{Y}_2 = 69{,}75 + 0{,}41\tilde{X}_1 - 0{,}65\tilde{X}_2 -0{,}35\tilde{X}_4 + 2{,}14\tilde{X}_6 +0{,}01\tilde{X}_{10} + 0{,}07\tilde{X}_{11} + 0{,}07\tilde{X}_{12} + +5{,}88\tilde{X}_{13}$$

$$\hat{Y}_3 = 154{,}05+0{,}67\tilde{X}_1 - 0{,}34\tilde{X}_3 + 0{,}24\tilde{X}_5 + 1{,}91\tilde{X}_7 + 0{,}56\tilde{X}_9 +0{,}01\tilde{X}_{11} + 2{,}26\tilde{X}_{12} + +0{,}08\tilde{X}_{13}$$

Регресійні моделі, що описують залежність умісту фенольних речовин (Y_1, Y_2, Y_3) у плодах черешні різних строків достигання від погодних факторів, демонструють високі значення коефіцієнта детермінації: $R^2 = 0,793$ (ранні сорти), $R^2 = 0,724$ (середні) та $R^2 = 0,799$ (пізні), що свідчить про значний переважальний вплив метеофакторів на досліджуваний показник порівняно з випадковими варіаціями.

У розрізі груп сортів визначена група погодних чинників, для яких встановлено середню та сильну лінійну кореляційну залежність з аналізованим показником – фенольні речовини. Кількість факторів для ранніх сортів становила – 6, середніх – 7, пізніх – 7 (дод. Б, табл. Б 28). У сортів черешні різних строків достигання частка внеску окремих погодних факторів у формування фонду фенольних сполук (Δi) варіювала в межах 0,26–68,63 % (дод. Б, табл. Б 28). Для подальшого аналізу фактори ранжовано за значенням Δi.

Найбільший вплив у всіх групах сортів мав показник вологості – середньомісячна сума опадів у травні (X_1), частка якого становила 43,21–68,63 % (1 ранг). До 2 рангу увійшли для ранніх сортів – кількість днів з опадами понад 1 мм у травні (X_6), для середніх і пізніх – середня температура повітря в період збору плодів (X_{12}), із частками 17,53–22,79 %. До 3 рангу увійшли X_6, X_7 (опади в червні) і температурна амплітуда травня (X_8), із частками 3,60–14,47 %. Для ранніх сортів найбільший вплив мали фактори 1–3 рангів (Δi = 3,60–68,63 %). Інші показники вологості (X_{10}, X_2, X_4) мали незначний вплив, загальна частка яких – 5,67 %. Аналогічна ситуація спостерігалася в середніх сортів, де Δi факторів 1–3 рангу становило 14,47–43,21 %, а менш важливі фактори (X_{11}, X_2, X_4) – 19,14 %. Мінімальний вплив (0,39 %) встановлено для X_{10}. У пізніх сортів ключову роль також відігравали фактори 1–3 рангу (Δi = 11,46–66,23 %). Показники нижчих рангів (X_3, X_5, X_{11}, X_7) сукупно дали лише 4,54 % впливу. Отже, на біосинтез фенольних сполук у черешні істотно впливають вологісні показники останнього місяця активного формування плодів: травень – для ранніх і середніх сортів, червень – для

пізніх.

Середньобагаторічний вміст фенольних речовин у плодах вишні становив 199,14 мг/100 г (рис. 3.6 *г*, дод. Б 29). Мінімальне значення зафіксовано в сорту Vstriecha у 2018 році – 129,17 мг/100 г (на 35,1 % менше від середнього), максимальне – у сорту Melitopolska purpurna у 2010 році – 305,94 мг/100 г (на 53,6 % більше). За середнім багаторічним вмістом домінував сорт Melitopolska purpurna, найнижчі показники – у сорту Expromt .

Для оцінки стабільності сортів застосовано коефіцієнт варіації (Vp), класифікований як низький (< 10 %), середній (10–20 %) та високий (> 20 %) [28]. У більшості сортів відзначено середню варіативність вмісту фенольних речовин, виняток – сорт Ighrushka (Vp = 9,9 %), що свідчить про його стабільність. Найбільшу чутливість до погодних умов виявили сорти Ozhydaniye (17,9 %) та Melitopolska purpurna (18,8 %). Сорт Siyanets Turovtsovoi мав оптимальне поєднання середнього вмісту фенолів (224,62 мг/100 г) та його варіативності (Vp = 12,8 %). Двофакторний дисперсійний аналіз підтвердив переважний вплив сортових особливостей (фактор В – 41,3 %) над погодними умовами (фактор А – 32,2 %) на накопичення фенольних сполук (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування фонду поліфенольних речовин у плодах вишні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Фактор А (рік)	161933,2	12	13494,4	11312,9	1,8	32,2
Фактор В (сорт)	207608,3	9	23067,5	19338,4	1,9	41,3
Взаємодія АВ	132466,0	108	1226,5	1028,2	1,3	26,3

Джерело: розробила автор

За результатами перевірки гіпотези H_0 про вагомість парних коефіцієнтів кореляції за критерієм Стьюдента (α = 0,05), важливими вважали ті, що мали $|rYjXi|$ > 0,55 (i = 1–7; j = 1–2). До подальшого аналізу було відібрано 7 погодних факторів, що тісно корелювали з вмістом фенольних речовин у плодах вишні (дод. Б 30). Найбільш інформативними виявилися показники вологості повітря: середньомісячна сума опадів у травні (X_1) та червні (X_2), кількість днів з опадами > 1 мм у травні (X_3) та червні (X_4), загальна кількість днів з опадами в червні (X_7), сума опадів у період від цвітіння до достигання плодів (X_6), а також тривалість безморозного періоду (X_5). Виявлено сильну кореляцію між низкою факторів (наприклад, X_1 і X_3; X_2 і X_4/X_7), що свідчить про наявність мультиколінеарності.

Для побудови регресійної моделі в умовах мультиколінеарності застосовано метод Ridge-регресії з параметром регуляризації λ = 3792,69, підібраним шляхом крос-валідації. Отримана модель для залежності вмісту фенольних речовин (Y) від нормованих метеофакторів має вигляд:

$$\hat{Y} = 0{,}11X_1 + 0{,}22X_2 + 0{,}03X_3 + 0{,}02X_4 - 0{,}11X_5 + 0{,}16X_6 + 0{,}02X_7$$

де $\hat{Y}$ – прогнозоване значення вмісту фенольних речовин у плодах вишні.

Модель характеризується високим рівнем адекватності (R^2 = 0,793), що підтверджує вагомий вплив факторів порівняно з випадковими похибками. На основі моделі розраховано частки впливу факторів (Δi), що варіювали в межах 2,15–35,23 % (дод. Б, табл. 30). Найбільший вплив мав показник X_2 (опади в червні) – ΔX_2 = 35,23 %, що дозволяє віднести його до 1-го рангу. До 2-го рангу віднесено X_6 (сума опадів у період цвітіння-достигання) із часткою впливу ΔX_6 = 28,3–29,7 %. На 3-му ранзі – X_1 (опади в травні, ΔX_1 = 14,91 %). Інші фактори (X_3, X_4, X_5, X_7) мали менш суттєвий вплив – у межах 2,15–13,15 %.

3.2.3. Математичне моделювання процесів формування технологічних показників плодах черешні та вишні методом LASSO

Середня багаторічна міжсортова маса плодів черешні в становила 8,41 г, а маса кісточки – 0,56 г. (дод. Б, табл. Б 31–Б 33). У сортів раннього строку достигання ці показники були нижчими на 10,51 % та 12 % відповідно, складаючи 7,61 г і 0,50г (дод. Б, табл. Б 31). Натомість у сортах середнього та пізнього строку достигання маса плодів перевищувала багаторічне середньосортове значення на 0,23 % і 8,88 % (дод. Б, табл Б 31, Б 33).

Серед ранньостиглих сортів мінімальна маса плоду зафіксована в сорту Мерчант (4,46 г), що на 41,39 % нижче середнього значення, а максимальна – у сорту Kazka (11,56 г), із перевищенням на 52,03 %. Найменша маса кісточки відзначена в сорту Rubinova Rannia (0,40 г, −37,5 %), а найбільша – у сорту Sweet Early (0,91 г, +42,18 %). Найнижче співвідношення маси кісточки до м’якоті спостерігалося в сорту Kazka – 6,59 %.

Середньостиглі та пізньостиглі сорти також демонстрували значну варіацію. Найменшу масу плодів у цих групах мали сорти Orion (4,61 г) і Kolhoznytsia (5,67 г), а найбільшу – сорти Dilema (12,01 г) та Udivitiel’na (14,54 г). Середню максимальну масу плодів зафіксовано в сортів Dilema і Kosmichna (9,91 г). Найменші маси кісточок встановлено в сортів Orion (0,31 г) та Udivitiel’na (0,30 г), тоді як максимальні – у Temp′ (0,94 г) та Kosmichna (0,91 г). Найбільш оптимальне співвідношення кісточки до м’якоті виявлено в сортів Kordia (5,01 %), Pervystok (5,65 %), Orion (5,69 %), Udivitiel’na (3,53 %) та Krupnoplidna (4,37 %). У групі ранніх сортів спостерігалася середня варіативність маси плодів і кісточок. Найбільш мінливими були сорти Merchant (22,5 %) та Kazka (19,5 %), тоді як найстабільнішими – Sweet Early (10,6 %) і Rubinova Rannia (11,5и%). Середньостиглі сорти Temp′ (11,8 %) і Vynka (11,4 %) демонстрували високу стабільність, тоді як Kordia (26,6 %) та Pervystok (19,7 %) – значну варіативність. У групі пізнього достигання найменшу стабільність мали сорти Kolhoznytsia (16,0 %) та Udivitiel’na (20,9 %), а найвищу – Regina (10,1–10,4 %).

Формування маси плодів у черешні значною мірою зумовлювалося погодними умовами (фактор А) (табл. 3.11). Частка впливу цього чинника для ранньостиглих сортів становила 39,7 %, для середньостиглих – 51,5 %, для пізньостиглих – 26,1 %. Вплив сортових особливостей (фактор В) на масу плодів був менш істотним і складав відповідно 35,7 %, 27,3 % і лише 1,8 %.

У формуванні маси кісточки, навпаки, домінували сортові особливості: 37,5 % – для ранньостиглих сортів, 60,5 % – для середньостиглих і 53,4 % – для пізньостиглих. Погодні умови в цьому випадку мали менший вплив: 24,4 %, 16,5 % та 21,5 % відповідно. Отже, погодні чинники відіграють ключову роль у формуванні маси плодів, тоді як маса кісточки значною мірою визначається генетичними властивостями сорту.

Побудову математичної моделі формування маси плодів і кісточки черешні здійснено з урахуванням впливу погодних чинників і сортових особливостей. Перевірку нульової гіпотези H_0 щодо вагомості коефіцієнтів кореляції проводили за критерієм Стьюдента при рівні вагомості $\alpha = 0{,}05$. Важливими вважали парні коефіцієнти кореляції, які задовольняли умову $\left|r_{YX_i}\right| > 0{,}55,\ i = 1 \dots n,$ що дало можливість відібрати релевантні погодні фактори для моделювання.

У додатку Б таблиці Б 34 подано умовні позначення змінних параметрів. Високі значення коефіцієнтів кореляції між окремими факторами (наближення до ± 1) засвідчили наявність мультиколінеарності, що вимагало використання методу регуляризованої оцінки.

У зв’язку з мультиколінеарністю вхідних змінних регресійні моделі будували за допомогою ridge-регресії, яка забезпечує стабільні незміщені оцінки параметрів. Оптимальні значення параметра регуляризації λ, визначені шляхом крос-валідації, для моделей маси плодів ранньостиглих, середньостиглих та пізньостиглих сортів становили 29,76351, 3792,6901 та 1438,4498 відповідно.

Таблиця 3.11

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування маси плоду та маси кісточки в плодах черешні

Показник	Маса плоду						Маса кісточки					
Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Впли,%	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Група сортів черешні раннього строку достигання												
Фактор А (рік)	215,7	11	19,61	123,2	1,8	39,7	1,0	11	0,09	34,8	1,8	24,4
Фактор В (сорт)	194,1	6	32,35	203,3	2,2	35,7	1,5	6	0,26	98,1	2,2	37,5
Взаємодія АВ	106,7	66	1,61	10,1	1,4	19,6	1,1	66	0,01	6,4	1,4	27,0
Фактор А (рік)	671,9	11	61,08	598,7	1,8	51,5	1,4	11	0,12	153,2	1,8	16,5
Група сортів черешні середнього строку достигання												
Фактор В (сорт)	356,5	12	29,71	291,2	1,8	27,3	5,1	12	0,42	513,2	1,8	60,5
Взаємодія АВ	236,9	132	1,795	17,5	1,3	18,1	1,6	132	0,01	15,0	1,3	19,5
Група сортів черешні пізнього строку достигання												
Фактор А (рік)	463,7	11	42,16	384,7	1,8	26,1	1,8	11	0,16	275,1	1,8	21,5
Фактор В (сорт)	1024,4	12	85,37	778,9	1,8	57,8	4,5	12	0,37	626,3	1,8	53,4
Взаємодія АВ	248,9	132	1,88	17,2	1,3	14,0	1,9	132	0,01	24,1	1,3	22,6

Джерело: розробила автор

Регресійні моделі залежності маси плоду раннього (Y_1), середнього (Y_2) та пізнього (Y_3) термінів достигання від погодних факторів (у нормованих факторах) мають вигляд:

$$\hat{Y}_1 = 0{,}032455X_1 - 0{,}02735X_3 + 0{,}6597X_5 + 0{,}7736X_8 - 0{,}5087X_9 + 0{,}6691X_{10} + 0{,}7213X_{12}$$

$$\hat{Y}_2 = 0{,}00141X_2 - 0{,}0000698X_4 - 8{,}4341 \cdot 10^{-5}\, X_6 + 1{,}3633 \cdot 10^{-4}\, X_7 + 1{,}9166 \cdot 10^{-3}X_{10} + 8{,}7028 \cdot 10^{-3}X_{11} + 2{,}2799 \cdot 10^{-3}X_{12}$$

$$\hat{Y}_3 = 0{,}00192X_2 - 1{,}7666 \cdot 10^{-3}X_4 - 5{,}1931 \cdot 10^{-3}\, X_6 + 6{,}3535 \cdot 10^{-3}X_{10} + 2{,}5183 \cdot 10^{-5}X_{11} + 4{,}7780 \cdot 10^{-3}X_{12}$$

Коефіцієнти детермінації побудованих моделей (R^2 = 0,8807; 0,8731; 0,7506 відповідно) свідчать про високий рівень впливу досліджуваних факторів на варіацію показника за наявності мінімальних випадкових похибок.

Регресійні моделі залежності маси кісточки раннього (Z_1), середнього (Z_2) та пізнього (Z_3) строків достигання від погодних факторів (у нормованих факторах) мають вигляд:

$$\hat{Z}_1 = 9{,}8473 \cdot 10^{-4}X_1 + 2{,}7925 \cdot 10^{-4}X_4 + 1{,}4253 \cdot 10^{-5}X_6 + 5{,}63382 \cdot 10^{-5}X_{14} + 5{,}4247 \cdot 10^{-5}X_{20}$$

$$\hat{Z}_2 = 3{,}7073 \cdot 10^{-4}X_1 + 1{,}2553 \cdot 10^{-3}X_2 - 1{,}2780 \cdot 10^{-5}X_3 + 1{,}2107 \cdot 10^{-4}X_4 + 2{,}5821 \cdot 10^{-5}X_5 + 2{,}0657 \cdot 10^{-5}X_6 + 1{,}4705 \cdot 10^{-4}X_7 - 6{,}6863 \cdot 10^{-8}X_{17} + 1{,}5693 \cdot 10^{-4}X_9$$

$$\hat{Z}_3 = 0{,}00038X_1 + 0{,}00128X_2 + 0{,}003198X_3 - 0{,}0024X_4 + 0{,}0032X_5 - 0{,}00047\, X_6 + 0{,}0085X_7 - 0{,}0059X_8 - 0{,}00029X_9$$

Високі значення коефіцієнтів детермінації (R^2 = 0,9203; 0,9013; 0,9261

відповідно) свідчать про значний вплив досліджуваних факторів на зміну показника за незначної частки випадкових похибок. На основі побудованих регресійних моделей розраховано показники Δ_i $(i = 1 \ldots 12)$, які відображають ступінь впливу погодних факторів на формування маси плодів і кісточок черешні. Проведено ранжування факторів за ступенем значущості для сортів різних строків достигання.

У сортів черешні трьох термінів достигання вплив погодних факторів на масу плоду становив 0,05–58,29 %, а на масу кісточки – 0,00–73,63 % (дод. Б, табл. Б 35–Б 36). Перший ранг та максимальний вплив на формування маси плоду у ранніх сортів отримав фактор X_8 – кількість днів з опадами в травні більше 1 мм ($\Delta_{X8} - 14{,}70$ %). Для сортів середнього та пізнього строків достигання показник середньомісячна сума опадів в червні отримав 1 ранг ($\Delta_{X2} - 55{,}03$ та $58{,}29$ % – відповідно) та за результатами статистичних розрахунків максимально вплинув на формування маси плодів у розрізі досліджуваних груп.

Для маси кісточки визначено максимальний вплив таких чинників: X_1 (56,37 %) – середньомісячна сума опадів у травні для ранніх сортів; X_2 (73,63 %) – у червні для середніх; X_7 (37,47 %) – кількість днів з опадами в травні для пізніх. Отримані результати засвідчують провідну роль вологозабезпечення в травні-червні у формуванні маси плодів і кісточок черешні всіх термінів достигання.

Середньосортова маса плодів вишні за весь період досліджень становила 5,93 г (дод. Б, табл. Б 37). Найбільшу масу плодів формували сорти Vstriecha (7,87 г), Siyanets Turovtsovoi (7,59 г) та Griot Melitopolskyy (7,48 г), що на 26,1–32,7 % перевищує середній показник. Найменшу масу плодів мав сорт Ожиданіє (4,41 г), відповідно на 25,6 % менше середнього значення. Найбільшу варіабельність маси плодів мали сорти Shalun'ia (Vp = 27,99 %) і Ожиданіє (Vp = 25,38 %), найменшу – Solidarnist' (Vp = 15,68 %) і Expromt . Сорти Siyanets Turovtsovoi (Vp = 16,68 %) і Vstriecha (Vp = 18,82 %) поєднували велику масу плодів зі стабільністю ознаки. Середньосортова маса

кісточки становила 0,39 г. Максимальне значення зафіксовано в сорту Ighrushka (0,50 г), мінімальне – у сорту Shalun'ia (0,29 г). Варіація маси кісточки між роками була мінімальною (Vp = 0,05–0,14 %). Сорт Vstriecha мав найменшу масу кісточки (0,38 г, Vp = 0,08 %) при найбільшій масі плоду. Співвідношення маси кісточки до маси плоду коливалося в межах 4,82–8,12 %. Найбільш оптимальне співвідношення встановлено у сорту Vstriecha (4,82 %).

Двофакторний дисперсійний аналіз (табл. 3.12) засвідчив переважний вплив погодних умов (фактор А) на формування маси плоду (52,10 %) і кісточки (59,72 %). Вплив генотипу (фактор В) був нижчим – 23,98 % і 17,45 % відповідно. Отже, маса плодів і кісточок плодів вишні істотно варіює залежно від погодних умов року вирощування.

Таблиця 3.12

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування маси плоду і кісточки вишні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Маса плоду						
Фактор А (рік)	699,24	12	77,69	770,76	1,92	52,10%
Фактор В (сорт)	321,80	9	35,75	354,71	1,79	23,98%
Взаємодія АВ	320,13	108	35,56	352,87	1,3	23,85%
Маса кісточки						
Фактор А (рік)	0,94	9,00	0,10	65,21	1,92	59,72%
Фактор В (сорт)	0,27	12,00	0,03	19,06	1,79	17,45%
Взаємодія АВ	0,34	108,00	0,04	23,93	1,30	21,91%

Джерело: розробила автор

За результатами перевірки нульової гіпотези H_0 за критерієм Ст'юдента (p = 0,05), для подальшого аналізу було відібрано п'ять погодних факторів із парним коефіцієнтом кореляції $|rYXi|$ > 0,55 (i = 1–5), які мають статистично вагомий зв'язок із масою плоду та кісточки вишні (дод. Б, табл. Б 38).

Значення кореляційних коефіцієнтів, близьких до ±1 (дод. Б, табл. Б 39), свідчать про тісний взаємозв'язок між окремими парами змінних: середньомісячною сумою опадів у травні (X_1) та річною сумою опадів (X_2), X_1 та середньою мінімальною відносною вологістю повітря в травні (X_3), X_2 та кількістю днів з опадами понад 1 мм у травні (X_4), X_2 та середньомісячною річною вологістю повітря (X_5), а також X_4 і X_5. Така кореляція вказує на наявність мультиколінеарності, що зумовлює використання *ridge* регресії для побудови моделей.

Оптимальні значення параметра λ визначено за допомогою крос-валідації: для моделі залежності маси плоду (Y_1) λ склало 78,47, для моделі маси кісточки (Y_2) – 206,91.

Рівняння регресійної моделі прогнозу маси плоду має вигляд:

$$\hat{Y}_1 = 2{,}4110 - 0{,}020 \cdot X_1 + 0{,}0032 \cdot X_2 - 0{,}0014 \cdot X_3 + 0{,}0056 \cdot X_4 - 0{,}0305 \cdot X_5,$$

Регресійна модель залежності показника Y_2 – маса кісточки від погодних факторів має вигляд:

$$\hat{Y}_2 = 3{,}1510^{-4} X_1 + 1{,}60 \cdot 10^{-4} X_2 - 1{,}83 \cdot 10^{-5} X_3 - 8{,}48 \cdot 10^{-5} X_4 - 8{,}24 \cdot 10^{-4} X_5$$

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0{,}9440$ підтверджує високу адекватність моделі та вагомий вплив погодних чинників на масу плодів. Для маси кісточки у вишні значення $R^2 = 0{,}784$ вказує на помітний вплив досліджуваних факторів попри наявність випадкових похибок. У таблиці Б 39 додатку Б наведено коефіцієнти парної кореляції (rY_jX_i), частки впливу (Δi) та ранги погодних факторів, що визначають варіацію маси плодів і кісточки у сортів вишні. Визначено ступінь впливу п'яти абіотичних чинників, усі з яких пов'язані з вологістю (X_1–X_5). Частка впливу цих чинників на масу плоду варіювала в межах 4,33–40,74 %, на масу кісточки – 1,08–53,26 %. Найбільший вплив встановлено для X_1 та X_5 (1-й та 2-й ранг відповідно). Високу значущість також показали X_3 (16,87 %) та X_2 (14,74 %), які зараховано до 3-го рангу. Інші чинники мали менший вплив (ранги 4–5). Отримані результати підтверджують визначальну роль погодних умов у формуванні товарних ознак плодів вишні, що узгоджується з науковими даними щодо впливу генотипу та

агрокліматичних чинників на варіабельність морфометричних показників [1–6]. Урахування дії абіотичних факторів є важливим для прогнозування обсягів якісної сировини та забезпечення стабільності виробництва готової продукції. Запропонований підхід дає змогу оцінювати сорти за технологічними параметрами й прогнозувати збереженість продукції в умовах охолодження, зберігання та логістики. У перспективі це може сприяти формуванню безвідходного ланцюга використання плодів у контексті післявоєнного відновлення та забезпечення продовольчої безпеки.

3.3. Сенсорне та комерційне оцінювання досліджуваної плодової продукції

3.3.1. Сенсорне оцінювання плодів черешні та вишні

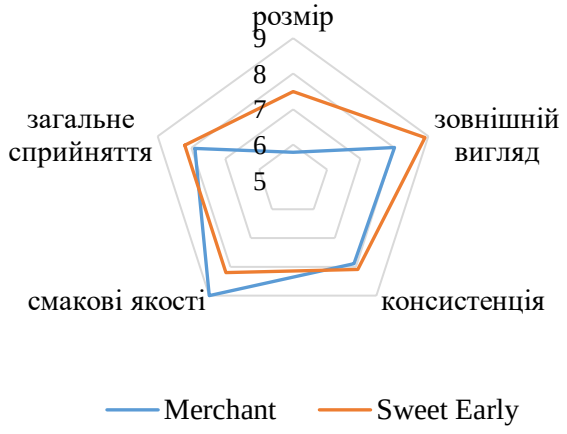
Результати експертизи сенсорного профілю плодів черешні раннього, середнього та пізнього строків достигання подано на рис. 3.7–3.9. (додаток Б, табл. Б 40–Б 42). За даними оцінювання ранніх сортів, найвищі бали за розмір отримали сорти Kazka (9,0) та Valerii Chkalov (8,9), найнижчі – Biharro Burlat і Sweet Early (7,4 і 7,5 відповідно).

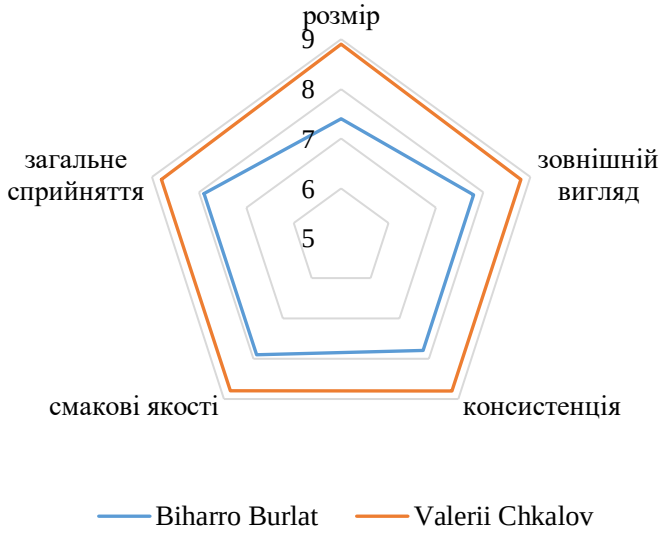
За зовнішнім виглядом домінували сорти Kazka (9,0) та Sweet Early (8,9), що мали забарвлені рівномірно темно-червоні плоди з привабливою формою і блиском. Найнижчу оцінку (7,4) отримав сорт Rubinova Rannia через нерівномірне забарвлення та розмір.

Найкращу консистенцію м’якоті відзначено в сортів Kazka (8,9) та Valerii Chkalov (8,8), які мали соковиту, щільну структуру з приємною текстурою. Мінімальну оцінку (7,6) отримав сорт Rubinova Rannia.

За смаковими якостями максимальні бали (9,0) присуджено сортам Kazka та Merchant за гармонійний кисло-солодкий смак із виразним ароматом. Найнижчий бал (7,9) отримав Biharro Burlat. Загальне сприйняття плодів підтвердило перевагу сорту Kazka (9,0), найнижче оцінили (7,7). За середнім значенням комплексної оцінки лідером став сорт Kazka (9,0), а найнижчі

показники отримали Rubinova Rannia та Merchant (7,7).





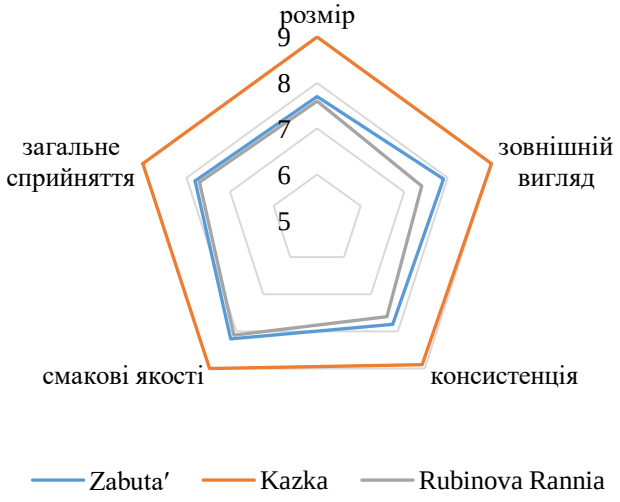


Рис. 3.7. **Сенсорні профілограми свіжих плодів сортів черешні раннього строку достигання (середнє за 2007–2019 рр.).**

Результати сенсорного оцінювання плодів черешні сортів середнього

строку достигання наведено на рис. 3.8 та дод. Б, табл. Б 41. Максимальну оцінку за розміром (9,0) отримали плоди сортів Talisman, Dilema, Melitopol’s’ka chorna та Prostir. Найменші бали – сорти Liubymytsia Turovtseva (7,4) та ′Chervneva Rannia (7,5). За зовнішнім виглядом виділено сорти Vynka і Talisman (9,0), плоди яких мали привабливу округло-серцеподібну форму й темно-червоне забарвлення. Найнижчу оцінку (7,9) за зовнішній вигляд отримав сорт ′Chervneva Rannia через меншу стійкість до механічних пошкоджень. Найкращу консистенцію (8,9) продемонстрував сорт Vynka з ніжною, соковитою м’якоттю і тонкою, щільною шкіркою. Мінімальний бал за консистенцію (7,6) відзначено в сорту ′Chervneva Rannia. За смаковими якостями найвищу оцінку (9,0) отримали сорти Vynka і Orion: перший – за освіжаючий винно-солодкий смак, другий – за гармонійний кисло-солодкий профіль. Найнижчу оцінку (8,0) отримав сорт ′Chervneva Rannia. За загальним сприйняттям якості найвищий бал (9,0) отримав сорт Vynka, найнижчий (7,7) – ′Chervneva Rannia. У результаті комплексного сенсорного оцінювання середньостиглих сортів найвищі показники встановлено в сорту Vynka, найнижчі – у сорту ′Chervneva Rannia.

Результати сенсорного оцінювання плодів черешні сортів пізнього строку достигання наведено на рис. 3.9 та дод. Б, табл. Б 42. Максимальний бал (9,0) за розміром отримали плоди черешні сортів Kosmichna, Krupnoplidna і Udivitiel'na. Плоди черешні сорту Kolhoznytsia (8,0) пізнього строку достигання характеризувалися мінімальним розміром. Найвищий бал за усіма сенсорними показниками отримали плоди сорту Krupnoplidna. Плоди черешні сорту Krupnoplidna були дуже великі, широко-округлої форми, мали темно-червоне забарвлення. Плоди цього сорту характеризувалися дуже соковитою, хрящоватою м’якоттю та тонкою щільною шкірочкою. Експерти відзначили гармонійний, кисло-солодкий смак плодів сорту Krupnoplidna. Найнижчі бали за усіма сенсорними показниками отримали плоди сорту Kolhoznytsia (7,9–8,2). Плоди цього сорту мали червоний колір і були більш вразливими до механічних пошкоджень.

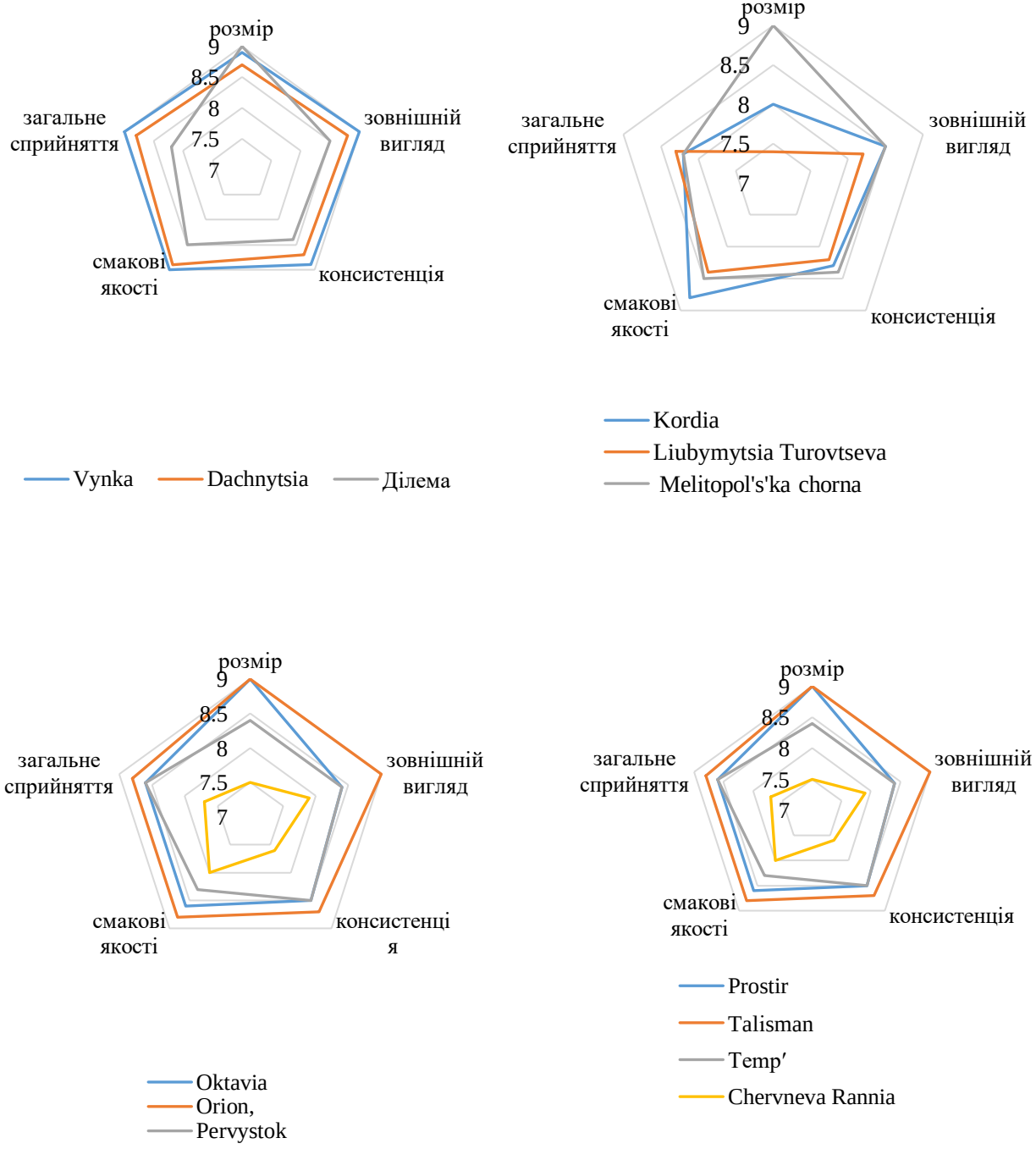


Рис. 3.8. **Сенсорні профілограми свіжих плодів сортів черешні середнього строку достигання (середнє за 2007–2019 рр.)**

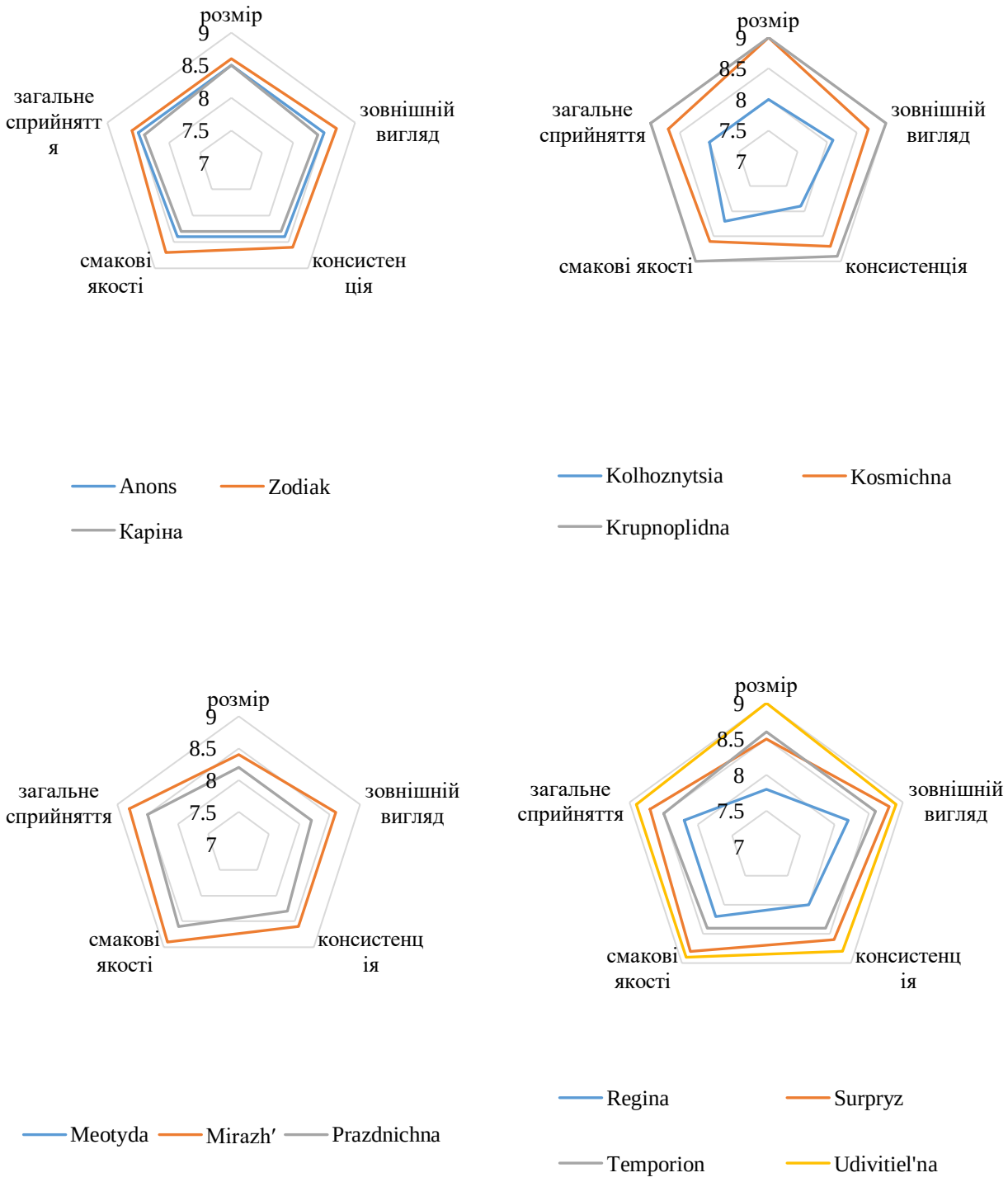
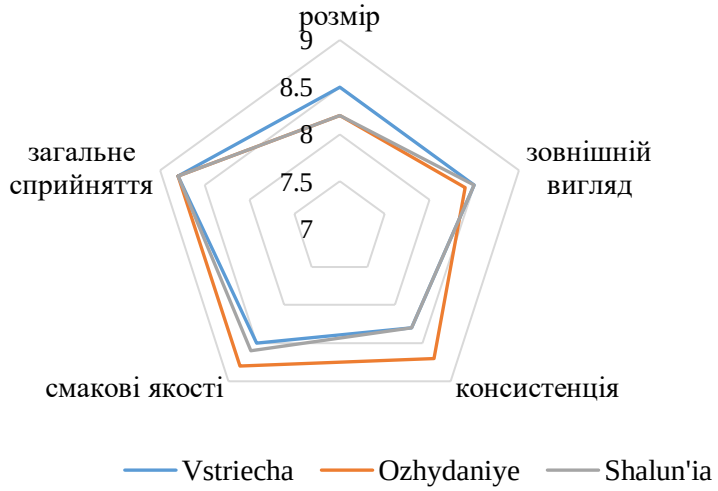


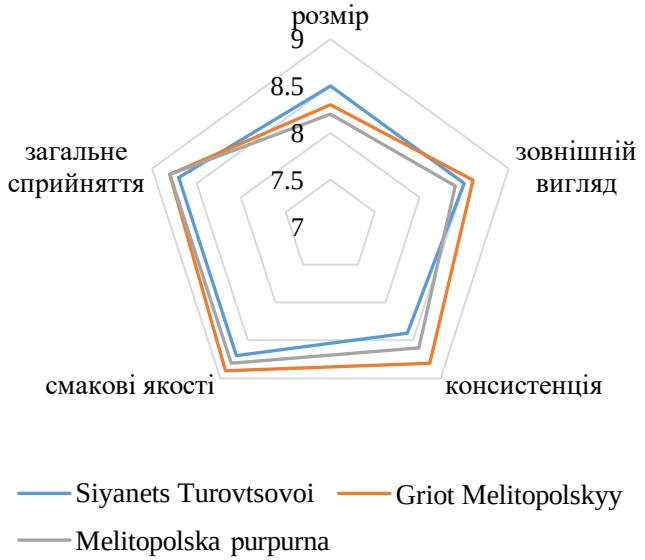
Рис. 3.9. **Сенсорні профілограми свіжих плодів сортів черешні пізнього строку достигання (середнє за 2007–2019 рр.)**

Результати експертизи сенсорного профілю плодів вишні представлена у додатку Б табл. Б 43, рис. 3.10. Бальна оцінка розміру плодів була максимальна (8,5) для сортів Siyanets Turovtsovoi, Vstriecha, Modnytsia. За зовнішнім виглядом плодів виділено сорти Ighrushka та Griot Melitopolskyy (8,6). Плоди цих сортів справили максимальне сенсорне враження на експертів та були великі, округлі або округло-серцевидні, мали інтенсивне темно-червоне забарвлення. У результаті сенсорного оцінювання консистенції плодів виділено сорти Griot Melitopolskyy, Modnytsia (8,8). Плоди цих сортів мали ніжну консистенцію, найбільш соковиту м’якоть та тонку шкірочку плоду. За смаковими якостями плодів експерти виділили сорти Modnytsia та Griot Melitopolskyy. Бальна оцінка смакових якостей плодів цих сортів була – 8,9 балів. Плоди сортів плодів Modnytsia і Griot Melitopolskyy – кислувато солодкі з гармонічним смаком. Для комплексного оцінювання та вибору найкращого сорту вишні запропоновано стандартну методику оцінювання якості фруктів, яку доповнили таким показником, як середнє значення сенсорних параметрів. Плоди сортів Modnytsia і Griot Melitopolskyy отримали найвищий бал (8,7) за середнім значенням сенсорних параметрів.

3.3.2 Комерційне оцінювання плодів черешні і вишні

Конкурентоспроможність фруктової продукції, зокрема черешні, визначається її зовнішніми і сенсорними властивостями, серед яких ключові – маса, діаметр, забарвлення, твердість, текстура, смак і аромат. У сортів черешні раннього строку достигання середня маса та діаметр плодів становили відповідно 7,61 г і 19,43 мм, що на 10,51 % та 14,1 % менше за середні сортові значення (дод. Б, табл. Б 44). Найменшу масу плодів (4,46 г) зафіксовано в сорту Merchant (2018), що на 41,39 % менше середнього сортового значення групи. Найбільшу масу (11,56 г) – у сорту Kazka (2016), що на 52,03 % перевищує середній рівень. У 2018 р. найменший діаметр плодів спостерігали в сортів Biharro Burlat (13,79 мм) та Merchant (14,20 мм), що на 26,72–29,03 % нижче за середній сортовий показник.





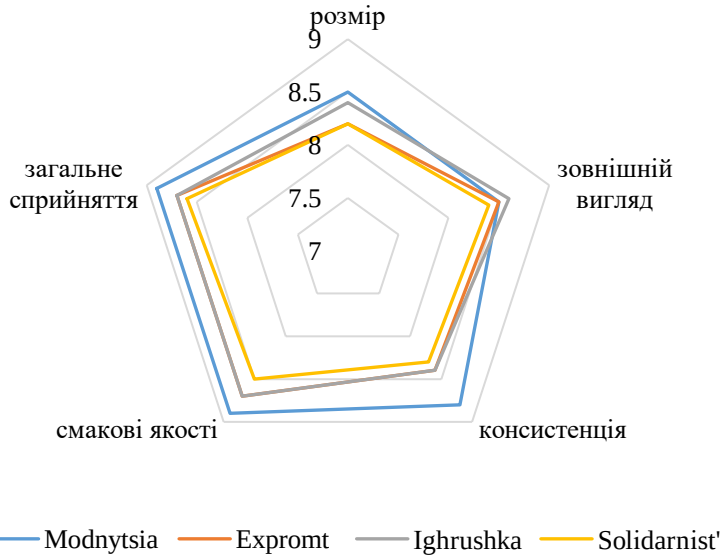


Рис. 3.10. **Сенсорні профілограми свіжих плодів сортів черешні раннього строку достигання (середнє за 2007–2019 рр.).**

Максимальний діаметр (27,54 мм) встановлено в сорту Kazka (2011 р.),

що на 41,73 % перевищує середній рівень у групі. Між масою та діаметром плодів сортів раннього строку достигання виявлено сильний позитивний кореляційний зв'язок (r = 0,805). Середня маса та діаметр плодів черешні сортів середнього строку достигання становили 8,40 г і 22,39 мм відповідно, що на 0,11 % і 1,06 % нижче середнього рівня (дод. Б, табл. Б 45). Мінімальна маса плодів (4,61 г) спостерігалася в сорту Orion (2012 р.), що на 45,05 % менше середнього показника. Максимальну масу (12,01 г) зафіксовано в сорту Dilema (2010 р.), що перевищувало середнє значення на 43,14 %. Мінімальний діаметр плодів (15,0 мм) встановлено в сорту Orion (2008 рік), що на 33 % нижче середнього значення, а максимальний – у сорту Dilema (27,54 мм, 2010 р.), що на 49,53 % вище середнього. Між масою та діаметром плодів виявлено середній позитивний кореляційний зв'язок (r = 0,691). У сортів пізнього строку достигання середня маса становила 9,24 г, діаметр – 26,08 мм, що на 9,86 % і 15,24 % нижче середніх значень відповідно (дод. Б, табл. Б 52). Мінімальну масу (5,67 г) зафіксовано в сорту Kolhoznytsia (2008 р.), що на 38,57 % нижча за середній рівень. Максимальна маса – у сорту Udivitiel'na (14,60 г, 2011 р.), що перевищує середній показник на 58,0 %. Мінімальний діаметр (14,87 мм) встановлено в сорту Prazdnichna (2008 р.), що на 43 % менше за середнє значення; максимальний – у сорту Udivitiel'na (36,11 мм, 2010 р.), що на 38,45 % більше середнього. Установлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між масою і діаметром плодів (r = 0,815). За результатами дванадцятирічних досліджень, середні показники маси та діаметра плодів черешні трьох строків достигання становили 8,41 г і 22,63 мм відповідно. Найбільші значення цих параметрів виявлено в сортів пізнього достигання (9,24 г; 26,08 мм), що з позиції споживчої привабливості свідчить про їхню вищу комерційну цінність. Якість плодів трьох строків достигання та вишні відповідала стандартним вимогам на плоди черешні та вишні згідно з ДСТУ 8153:2015 та ДСТУ 8325:2015. Особливу увагу заслуговують сорти зі стабільно високими показниками маси та діаметра плодів. У групі сортів раннього строку достигання спостерігалася середня та висока варіативність

маси плодів (Vp = 10,64–22,54 %) (дод. Б, табл. Б 44), з максимальними значеннями в сорту Merchant і мінімальними – у Sweet Early. Варіативність діаметра плодів у цій групі була низькою та середньою (Vp = 5,53–13,45 %); найменшу мінливість виявлено в сорту Rubinova Rannia, найбільшу – у Biharro Burlat. У сортів середнього строку достигання варіативність маси плодів становила Vp = 10,81–26,69 %, мінімальна – у сорту Temp′, максимальна – у Kordia (дод. Б, табл. Б 45). Варіативність діаметра варіювала в межах Vp = 3,91–10,14 %, з найменшим значенням у сорту Orion і найбільшим – у Chervneva Rannia. Для сортів пізнього строку достигання характерна середня варіативність маси плодів (Vp = 10,20–16,03 %), з мінімальним значенням у сорту Regina та максимальним – у Kolhoznytsia (дод. Б, табл. Б 46). Варіативність діаметра коливалась у межах Vp = 3,36–12,21 %, найнижча – у сорту Kosmichna, найвища – у Kolhoznytsia. Дисперсійний аналіз (табл. 3.17) засвідчив, що на формування маси плодів у всіх трьох групах основний вплив мали погодні умови (фактор А): 39,7 % – для ранніх, 51,5 % – для середніх, 26,1 % – для пізніх сортів. Вплив генотипу (фактор В) був менш вагомим і становив відповідно 35,7 %, 27,3 % та 1,8 %.

Таблиця 3.17.

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування маси плодів черешні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
сорти черешні раннього строку достигання						
Фактор А (рік)	215,7	11	19,61	123,2	1,8	39,7
Фактор В (сорт)	194,1	6	32,35	203,3	2,2	35,7
Взаємодія АВ	106,7	66	1,61	10,1	1,4	19,6
сорти черешні середнього строку достигання						
Фактор А (рік)	671,9	11	61,08	598,7	1,8	51,5
Фактор В (сорт)	356,5	12	29,71	291,2	1,8	27,3

Продовження таблиці 3.17

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Взаємодія АВ	236,9	132	1,795	17,5	1,3	18,1
сорти черешні пізнього строку достигання						
Фактор А (рік)	463,7	11	42,16	384,7	1,8	26,1
Фактор В (сорт)	1024,4	12	85,37	778,9	1,8	57,8
Взаємодія АВ	248,9	132	1,88	17,2	1,3	14,0

Джерело: розробила автор

Таблиця 3.18.

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування діаметру плодів черешні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
сорти черешні раннього строку достигання						
Фактор А (рік)	551,8	11	50,2	401,85	1,85	16,75
Фактор В (сорт)	2605,9	6	434,3	3478,94	2,15	79,09
Взаємодія АВ	115,0	66	1,7	13,96	1,38	3,49
сорти черешні середнього строку достигання						
Фактор А (рік)	820,4	11	74,6	349,59	1,82	8,79
Фактор В (сорт)	8282,4	12	690,2	3235,17	1,78	88,70
Взаємодія АВ	160,6	132	1,2	5,70	1,27	1,72
сорти черешні пізнього строку достигання						
Фактор А (рік)	901,3	11	81,9	450,03	1,82	5,25
Фактор В (сорт)	16087,9	12	1340,7	7363,00	1,78	93,67
Взаємодія АВ	128,1	132	1,0	5,33	1,27	0,75

Джерело: розробила автор

Натомість на формування діаметра плодів (табл. 3.18) переважальний вплив мав сортовий чинник (В): 79,09 % – у ранніх, 88,70 % – у середніх,

93,67 % – у пізніх сортів. Вплив кліматичних умов (А) був значно нижчим: 16,7 %, 8,79 % та 5,25 % відповідно. У сортах раннього строку достигання частка продукції I–II класів становила 92,8–94,8 % (дод. Б, табл. Б 47). Найбільшу частку плодів з діаметром понад 20 мм мали сорти Zabuta′ (88,2 %) і Kazka (88,4 %), найменшу – Merchant (82,5 %) і Sweet Early (82,9 %). Максимальну частку плодів I класу встановлено в Zabuta′ та Kazka – по 89,4 %, мінімальну – у Merchant і Sweet Early (83,9 %). Частка продукції II класу варіювалася від 4,9 % (Zabuta′) до 10,1 % (Merchant), нестандартної – від 5,2 % (Kazka) до 7,2 % (Sweet Early).

У групі сортів середнього строку достигання частка плодів I–II класів становила 93,5–94,5 % (дод. Б, табл. Б 48). Найвищу частку плодів із діаметром понад 20 мм мав сорт Temp′ (89,6 %), найнижчу – Kordia (82,9 %) та Oktavia (85,8 %). Найбільшу частку продукції I класу зафіксовано в сортів Liubymytsia Turovtseva (89,8 %) і Temp′ (90,5 %), що перевищувало середнє значення групи (88,3 %). Мінімальні показники I класу – у Kordia (84,4 %,) та Oktavia (86,6 %,). Частка продукції II класу варіювала від 3,9 % (Temp′) до 9,1 % (Kordia); нестандартної – від 5,5 % (Prostir) до 6,1 % (Talisman).

Для пізньостиглих сортів встановлено найвищу якість плодів: частка продукції I–II класів досягала 94,1–96,2 % (дод. Б, табл. Б 49). Найбільший відсоток плодів з діаметром понад 20 мм серед пізньостиглих сортів відзначено в Temporion (92,0 %) та Anons (92,4 %), найменший – у Karina (85,9 %) та Regina (87,7 %). Залежність розміру плодів від генотипу підтверджується дослідженнями в Ірані [7], де діаметр плодів коливався від 18,88 до 28,45 мм, та у роботі [8], де зафіксовано 21,8–24,0 мм.

Максимальну частку продукції I класу серед пізньостиглих сортів мала черешня Anons – 93 %, що на 2 % перевищує середній показник групи (91 %). Мінімальні значення встановлено в Karina (86,8 %) і Regina (88,3 %). Найвищий вміст продукції II класу мав сорт Karina (7,3 %), що на 2,8 % більше за середнє значення (4,5 %), найменший – Anons (3,2 %). Нестандартну продукцію найчастіше виявляли в сорту Karina (5,9 %), найменше – в Anons

(3,8 %).

Аналіз показників за строками достигання показав зростання частки I класу від ранньостиглих (86,9 %) до пізньостиглих (91,0 %), з одночасним зменшенням частки II класу (7,0 %, 5,8 %, 4,5 % відповідно) та нестандартної продукції (6,1 %, 5,9 %, 4,5 % відповідно). Виявлено позитивну залежність між пізнішим строком достигання і підвищенням якості плодів за розміром.

Одним із найважливіших показників, який зумовлює якість плодової продукції є схильність до розтріскування [9]. Інтенсивність розтріскування залежить від сорту, умов вирощування, підщепи, розміру, водозв'язувальних властивостей тканин, еластичності кутикули і стадії достигання [10]. Розтріскування є одним із головних чинників виходу нестандартної продукції. Як зазначено в [11–12], частота його прояву залежить від сорту, агрокліматичних умов та інтенсивності опадів, особливо після посушливих періодів. Дефект обмежує товарність, знижує лежкість і придатність до транспортування [13–14]. Згідно з [15], у черешні розрізняють три типи тріщин: «стовбурові», «верхівкові» та «бокові», останні є найшкідливішими з огляду на економічні втрати. Частка розтрісканих плодів у продукції I класу для ранніх, середніх і пізніх сортів становила 0,6 %, 0,4 % і 0,3 % відповідно. У II класі – відповідно 2,4 %, 0,6 % і 0,2 %. Найменше ураження тріщинами мали сорти Valerii Chkalov, Світ Ерлі, Talisman, Orion, Temp′, Melitopol's'ka chorna, Mirazh′ і Regina. Відомо, що ранньостиглі сорти мають ніжнішу м'якоть, що сприяє підвищеному рівню псування. Натомість пізньостиглі бігарро відзначаються щільною консистенцією та міцнішою шкіркою, що знижує ризик пошкодження під час розвитку. Виявлену динаміку можна пов'язати як з погодними умовами в період достигання, так і з генетичними особливостями сортів. Сорти вишні було класифіковано за середньою масою плодів на чотири групи: дуже великі (> 6,2 г), великі (4,8–6,2 г), середні (3,6–4,7 г) і дрібні (2,7–3,5 г). До першої групи ввійшли Vstriecha, Siyanets Turovtsovoi, Griot Melitopolskyy, Ighrushka (6,71–7,87 г); до другої – Modnytsia, Shalun'ia, Expromt , Solidarnist', Melitopolska purpurna (4,78–5,99 г); до третьої – Ozhydaniye (4,41

г). Середнє значення маси плодів за 10 сортами становило 5,93 ± 1,19 г (дод. Б, табл. Б50). Найбільшу масу плодів мали Griot Melitopolskyy (7,48 г), Siyanets Turovtsovoi (7,59 г) і Vstriecha (7,87 г), що перевищує середнє сортове значення на 26,14–32,72 %. Найменше значення – у сорту Ozhydaniye (4,41 г), на 25,63 % менше середнього. Масу плодів характеризувала помірна варіативність (Vp = 15,68–27,99 %), найвища – у сортів Ozhydaniye (25,38 %) і Shalun'ia (27,99 %), найнижча – у Solidarnist' та Expromt (15,68 %). Siyanets Turovtsovoi та Vstriecha поєднували високу масу плодів із помірною варіативністю (16,68 % і 18,82 %).

Середній діаметр плодів становив 20,94 мм. Найбільші значення зафіксовано в сортів Siyanets Turovtsovoi (22,44 мм) та Vstriecha (23,75 мм), найменші – у сорту Ozhydaniye (18,58 мм). Між масою і діаметром плодів виявлено сильну позитивну кореляцію (r = 0,91). Діаметр плодів мав низьку і середню варіативність (Vp = 8,65–18,1%), найменше значення – у Melitopolska purpurna (8,6 %). Двофакторний дисперсійний аналіз підтвердив суттєвий вплив умов року (фактор А) на масу (52,17 %) і діаметр плодів (28,10 %). Вплив генотипу сорту (фактор В) був меншим – 23,98 % і 22,51 % відповідно (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

Результати двофакторного дисперсійного аналізу під час формування маси та діаметру плоду вишні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Маса плоду						
Фактор А (рік)	699,24	12	77,69	770,76	1,92	52,17%
Фактор В (сорт)	321,80	9	35,75	354,71	1,79	23,98%
Взаємодія АВ	320,13	108	35,56	352,87	1,3	23,85%
Діаметр плоду						
Фактор А (рік)	1163,9	12	97,0	1189,41	1,79	28,10
Фактор В (сорт)	932,3	9	103,6	1270,33	1,92	22,51
Взаємодія АВ	1999,2	108	18,5	227,01	1,30	48,27

Джерело: розробила автор

Отже, плоди вишні характеризуються високою варіабельністю маси плоду та його діаметру залежно від року дослідження, тобто погодних умов конкретного сезону.

Під час оцінювання комерційної якості плодів встановлено, що частка вишень I та II класів становила 90,0–92,7 % (дод. Б, табл. Б 51). Найвищий вихід плодів I класу (86,0 %) відмічено у сорту Solidarnist', найнижчий (69,1 %) – у сорту Griot Melitopolskyy. Максимальна частка плодів II класу також характерна для сорту Griot Melitopolskyy і становить 22,1 %. Сорти Shalun'ia, Siyanets Turovtsovoi, Ighrushka та Griot Melitopolskyy також мали підвищену частку плодів II класу (17,3–22,1 %). Плоди сорту Solidarnist' мали найвищу частку екземплярів з діаметром понад 16 мм (83,6 %), що на 7,0 % перевищує середній сортовий рівень (76,6 %). Частка дрібних плодів (менше 13 мм) коливалась у межах 7,5–11,6 %. Частина плодів, що не відповідали вимогам I та II класів, становила 7,3–9,2 %, із мінімальним значенням у сорту Vstriecha та максимальним – у сорту Expromt. Отже, комерційна класифікація плодів за строками достигання дозволяє оптимізувати їх використання: для споживання у свіжому вигляді, охолодження, зберігання, заморожування або подальшого виробництва готового продукту. Прогнозування обсягів продукції за якісними класами сприятиме ефективній організації процесу охолодження з максимальним економічним результатом.

Висновки до розділу 3

1. У межах дослідження розроблено методику математичного моделювання залежності біохімічних показників якості плодів черешні та вишні від комплексу абіотичних чинників із застосуванням методу головних компонент. Побудовано узагальнений алгоритм, що враховує багатовимірний характер вхідних змінних, із високим ступенем мультиколінеарності, та дає змогу знизити розмірність простору предикторів без істотної втрати інформації. На основі перетворення корельованих гідрометеорологічних

змінних в ортогональні латентні фактори та подальшої регресійної інтерпретації, визначено найбільш вагомі абіотичні детермінанти, що впливають на вміст сухих речовин, цукрів, кислот і L-аскорбінової кислоти. Запропонований підхід забезпечує статистично обґрунтовану основу для прогнозування якості плодів за умов зміни кліматичних параметрів та може бути інтегрований у системи прийняття рішень у харчових технологіях.

2. Установлено достовірні кореляційні залежності ($|r| \geq 0{,}55$) між 17–19 погодними факторами та вмістом сухих розчинних речовин (СРР) у плодах черешні й вишні різних термінів достигання. Побудовані математичні моделі кількісно описують вплив кліматичних умов на акумуляцію СРР як ключового показника технологічної якості сировини. Найбільший вплив мають температурні та вологісні показники (питома частка ≥ 9,5 %). Виявлено фазову специфіку дії метеофакторів: для черешні критичним є останній місяць формування плодів, для вишні – період від кінця цвітіння до достигання. Отримані моделі придатні до інтеграції в системи прогнозування якості врожаю та оптимізації технологічних процесів у харчових виробництвах.

3. Встановлено високу чутливість процесів накопичення цукрів у плодах черешні й вишні різних термінів достигання до комплексу метеорологічних чинників. Побудовані регресійні моделі методом головних компонент забезпечили кількісну оцінку впливу 14–19 погодних параметрів, з переважним значенням температури та вологості (Δi = 9,5–30,99 %). Визначено фазову специфіку впливу: для черешні – цвітіння, завершальне дозрівання і збирання; для вишні – погодні умови червня.

4. Науково обґрунтовано вплив погодних факторів на біосинтез титрованих кислот і формування цукрово-кислотного індексу в плодах черешні та вишні. За результатами кореляційно-регресійного аналізу побудовано математичні моделі залежності вмісту кислот від комплексу погодних факторів (11 – для черешні, 19 – для вишні), із застосуванням методів головних компонент. Моделі дозволяють прогнозувати вміст титрованих кислот і смакових якостей сировини за метеоумовами, що

відповідає завданням інтелектуалізації процесів у харчовій галузі. Визначено домінантні фактори впливу: для черешні – сума опадів травня (до 34,06 % варіації), для вишні – кількість днів з опадами в червні (Δ = 18,62 %). Установлено оптимальні технологічні межі ТК (0,53–1,00 %) і цукрово-кислотного індексу, а також ідентифіковано сорт черешні Solidarnist' як найбільш придатний для виробництва харчового продукту.

5. Встановлено переважальний вплив погодних умов і сортових особливостей на біосинтез аскорбінової кислоти у плодах черешні та вишні різних термінів достигання. Побудовано математичні моделі залежності вмісту вітаміну С від комплексу погодних чинників із застосуванням методів головних компонент і *ridge*-регресії. Моделі забезпечують кількісну оцінку впливу 7–11 метеопараметрів, з виявленням провідних факторів: середньомісячної суми опадів травня (ΔX_1 = 30,64 % – черешня; 37,11 % – вишня) та параметрів вологості (до 6 чинників – вишня). Дисперсійний аналіз підтвердив переважну роль погодних чинників (до 80,2 %) у формуванні вітамінного профілю плодів. Ідентифіковано сорти з високим та стабільним вмістом вітаміну С, рекомендовані для охолодження, зберігання й виробництва готового продукту.

6. Проведене моделювання підтвердило визначальний вплив сортових ознак і погодних чинників на варіацію вмісту фенольних сполук у плодах черешні та вишні. Побудовані регресійні моделі методом ridge-регресії дозволили кількісно оцінити вплив погодних факторів, серед яких провідну роль відіграє вологість, зокрема сума опадів останнього місяця формування плодів (ΔX=35–69 %). Встановлено сорти з максимальним (Kazka, Siyanets Turovtsovoi) та стабільним (Merchant, Biharro Burlat,Ighrushka) вмістом фенольних речовин. Розроблені моделі є основою для прогнозування фенольного профілю плодів, оптимізації сортового добору та керування технологічною якістю сировини у харчовій промисловості.

7. Математичне моделювання підтвердило провідний вплив кліматичних чинників і сортових особливостей на формування маси плодів і

кісточки черешні та вишні. Побудовані регресійні моделі виявили домінування погодних факторів у варіації маси плодів (до 52 %) і сортового чинника – у формуванні маси кісточки (до 61 %). Максимальні значення маси плодів зафіксовано у пізньостиглих сортів черешні та сортах вишні Vstriecha й Siyanets Turovtsovoi. Розроблені моделі забезпечують можливість прогнозування морфометричних параметрів сировини, що є важливим для проєктування та оптимізації технологічних процесів переробки у харчовій промисловості.

8. Найвищу сенсорну оцінку (9,0) отримали сорти черешні Kazka, Vynka та Krupnoplidna; серед вишні – Griot Melitopolskyy і Modnytsia (8,7 бала).

9. На основі класифікації плодів черешні трьох термінів достигання та плодів вишні за комерційними ознаками встановлено закономірність: зі зростанням строку достигання підвищується частка плодів I класу (до 93,0 % – сорт Anons). Ідентифіковано сорти з мінімальним відсотком нестандартної продукції (Kazka, Temp′, Anons) і з максимальним виходом продукції I класу (Solidarnist’).

10. Проведене в цьому розділі моделювання дозволяє прогнозувати доцільність напрямів використання сировини – для охолодження та транспортування, споживання у свіжому вигляді або виробництва харчового продукту – та є інструментом оптимізації післязбиральних технологічних процесів у харчовій промисловості.

Список опублікованих праць за темою дисертаційного дослідження

1. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Tymoshchuk T., Kravchuk M., Lomeiko O., Bakalova A., Klymenko T., Drobitko A., Arabadzhy-Tipenko L., Pyurko O., Zahorko N. New Approaches to Assessing the Quality of Cherry Fruit. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*. 2025. Vol. 13, No. 1. P. 44–56. DOI: 10.5281/zenodo.15315497.

2. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Tymoshchuk T., Malkina V., Shkinder-Barmina

A., Drobitko A., Zahorko N., Mulienok Y., Shepel A., Savchuk Y. Prediction of cherry fruit technological characteristics by RIDGE-regression method. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture & Society*. 2024. Vol. 12, No. 1. P. 39–50. DOI: 10.17170/kobra-202407218427.

3. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Tymoshchuk T., Shlieina L., Pokoptseva L., Zoria M., Taranenko H. The effects of weather factors on titrating acids accumulation in sweet cherry fruits. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture & Society*. 2023. Vol. 11, No. 1. P. 1–15. DOI: 10.17170/kobra-202210056938

4. **Ivanova I.,** Tymoshchuk T., Kravchuk M., Ishchenko I., Kryvenko A. Sensory evaluation of sweet cherries for sustainable fruit production in the European market. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, No. 10. P. 93–106. DOI: 10.48077/scihor10.2023.93

5. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Tonkha O., Tsyz O., Mazur B, Herasko T., Havryliuk O. Cultivar features of polyphenolic compounds and ascorbic acid accumulation in the cherry fruits (*Prunus cerasus* L.) in the Southern Steppe of Ukraine. *Agronomy Research*. 2022. Vol. 20(3). P. 588–602. DOI: 10.15159/AR.22.065

6. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Tymoshchuk T., Shkinder-Barmina A. Assessment of the influence of weather factors on the quantitative indicators of sweet cherry fruits by ridge regression. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No. 5. P. 60–73. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.60-73

7. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Tymoshchuk, T., Vorovka, M., Mrynskyi I., Adamovych A. Studies of the impact of environmental conditions and varietal features of sweet cherry on the accumulation of vitamin C in fruits by using the regression analysis method. *Acta Agriculturae Slovenica.* 2022. Vol. 118(2). P. 1–12. DOI: 10.14720/aas.2022.118.2.2404

8. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Mushtruk M., Rozbytska T. Factorial analysis of taste quality and technological properties of cherry fruits depending on weather factor. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16.

P. 341–355. DOI: 10.5219/1766 (*60 % авторства:* загальний задум, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка до публікації).

9. **Ivanova I.,** Serdiuk, M., Malkina V., Bandura, I., Kovalenko, I., Tymoshchuk, T., Tonkha, O., Tsyz, O., Mushtruk M., Omelian A. The study of soluble solids content accumulation dynamics under the influence of weather factors in the fruits of cherries. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. Vol. 15. P. 350–359. DOI: 10.5219/1554

10. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Kotelnytska A., Moisiienko V. The forecasting of polyphenolic substances in sweet cherry fruits under the impact of weather factors. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32(2). P. 239–250. DOI: 10.15159/jas.21.27.

11. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Malkina V., Priss O., Herasko T., Tymoshchuk T. Investigation into sugars accumulation in sweet cherry fruits under abiotic factors effects. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19(2). P. 444–457. DOI: 10.15159/AR.21.004.

12. Serdyuk M., **Ivanova I.,** Malkina V., Kryvonos I., Tymoshchuk T., Ievstafiieva K. The formation of dry soluble substances in sweet cherry fruits under the influence aviotec factors. *Scientific Horizons*. 2020. Vol. 88, No. 3. P. 127–135. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-127-135.

13. **Ivanova I**., Serdyuk M., Kryvonos I., Yeremenko O., Tymoshchuk T. Formation of flavoring qualities of sweet cherry fruits under the influence of weather factors. *Scientific Horizons.* 2020. Vol. 89, No. 4. P. 72–81. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-89-4-72-81.

14. Malkina V., Serdyuk M., **Ivanova I.,** Kryvonos I. Regression analysis of the dependence of the cherry yield from hydro-thermal factors in the conditions of multicolineari. *Scientific Horizons.* 2019. Vol. 84, No. 11. P. 51–60. DOI: 10.33249/2663.2144-2019-84-11-51-60.

15. Gerasko T., Velcheva L., Todorova L., Pokoptseva L., **Ivanova I.** Effect of living mulch on chlorophyll index, leaf moisture content and leaf area of sweet

cherry (*Prunus avium* L.). *Modern Development Paths of Agricultural: Trends and Innovations.* 2019. Iss. 4. P. 681–688. DOI: 10.1007/978-3-030-14918-5.

16. Malkina V., **Ivanova I**., Serdyuk M., Kryvonos I., Bilous E. Regression analysis of the dependence of the cherry yield from hydrothermal factors in the conditions of multicolinearity. *Scientific Horizons*. 2019. Vol. 22, No. 11. P. 51–60. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-51-60

17. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Кривонос І., Пендрак Я. Математичне моделювання впливу погодних факторів на формування фонду поліфенольних речовин в плодах вишні. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки.* 2024. Т. 1(335), № 3. С. 369–376. DOI: 10.31891/2307-5732-2024-335-3-50.

18. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Кривонос І. А., Малкіна В. М., Басанець С. В., Пендрак Я. І. Дослідження частки впливу абіотичних чинників на накопичення фонду сухих розчинних речовин в плодах черешні за допомогою методу головних компонент. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. 2024. Вип. 24, т. 3. С. 161–176. DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-3-14

19. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Кривонос І. А. Прогнозування вмісту цукрів у плодах черешні для забезпечення безвідходного ланцюга використання плодової сировини. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі.* 2024. Вип. 1(35). С. 117–133. URL: https://repo.btu.kharkov.ua//handle/123456789/58395.

20. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Кривонос І. А., Пендрак Я. І. Прогнозування вмісту вітаміну С у плодах вишні у безвідходному ланцюзі використання плодової сировини. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2024. Вип. 3. С. 89–95. URL: https://journals.udau.cherkasy.ua/index.php/visnyk/article/view/108/97

21. **Іванова І.**, Сердюк М., Малкіна В., Колісниченко Т., Кривонос І., Івашина Л. Формування смакових якостей плодів вишні під впливом

абіотичних чинників в умовах півдня степової зони України. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування.* 2024. Вип. 2(12). С. 5–16. DOI: 10.32782/2708-4949.2(12).2024.1.

22. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Кривонос І. А., Басанець С. В. Оцінка якісних характеристик плодової сировини у безвідходному ланцюгу її переробки за вмістом титрованих кислот. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. Вип. 3. С. 95–108. DOI: 10.32782/tnv-tech.2024.3.10

23. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Шкіндер-Барміна Г. М., Кривонос І. А. Вплив абіотичних чинників на формування смакових якостей плодів вишні. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2020. Вип. 96, ч. 1. С. 416–432.

24. **Іванова І. Є.**, Фазілова Е. С. Формування споживчих властивостей плодів черешні пізнього строку достигання протягом періоду вегетації. *Таврійський науковий вісник.* 2015. Вип. 92. С. 25–29.

25. **Іванова І. Є.**, Фазилова Е. С., Долгова С. В. Аналіз біохімічних показників свіжих плодів черешні, що вирощені в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник.* 2014. Вип. 88. С. 195–199.

26. **Іванова І. Є.**, Кривонос І. А., Басанець С. В., Пендрак Я. І. Формування обсягів виробництва вишні за дії абіотичних чинників. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2025. Т. 15, № 1. С. 294–300. DOI: 10.32782/2220-8674-2025-15-1

27. **Іванова І. Є.**, Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Маренич М. М. Формування фонду вітаміну С у плодах черешні під впливом погодних чинників. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2021. № 2. С. 56–59. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.07

28. **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. № 4. С. 180–184. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)-5

29. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Герасько Т. В., Білоус Е. С.,

Кривонос І. А. Урожайність черешні залежно від кліматичних умов років вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. № 3. С. 61–70. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-3(103)-8

30. **Ivanova I.,** Serdiuk M., Malkina V., Tymoshchuk T., Bulygin S., Moisiienko V. Assessment of sweet cherry fruit quality according to the requirements of the modern market. *Plant and Soil Science*. 2023. Vol. 14(2). P. 21–32. DOI: 10.31548/plant2.2023.21

31. **Ivanova I.,** Serdiuk M., Tymoshchuk T., Havryliuk O., Tonkha V. Dynamics of the average fruit weight and the ratio of stone to pulp in the cherry fruit grown in the south of the steppe zone of Ukraine. *Plant and Soil Science*. 2022. Vol. 13(3). P. 27–37. DOI: 10.31548/agr.13(3).2022.27-37

32. **Іванова І.**, Сердюк М. Вплив абіотичних чинників півдня степової зони України та формування врожайності черешні. *Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural scienes* : coll. monograph / Authors: V. Yu. Barshteyn, M. R. Vergolias, A. A. Vinyukov et al. Riga : Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2020. P. 290–306. DOI: 10.30525/978-9934-588-73-0/1.15

33. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М. Сортові особливості накопичення фенольних речовин у плодах черешні в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 7 (820). С. 32–39. DOI: 10.31073/agrovisnyk202107

34. **Іванова І**., Басанець С., Пендрак Я. Оцінка товарних показників плодової продукції відповідно до вимог сучасного ринку. *Органічне виробництво і продовольча безпека :* збірник праць XI Міжнар. наук.-практ. конференції (23–24 травня 2024 р.). Житомир : Поліський національний університет, 2024. С. 31–33. *(80 % авторства: аналіз та узагальнення результатів дослідження, статистична обробка даних, написання).*

35. **Іванова І. Є**., Машківський В. В. Дегустаційна оцінка плодів черешні що вирощені в умовах Півдня України. *Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва :* матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції (8 листоп. 2023 р.). Запоріжжя, 2023. С. 100–102

36. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є. Удосконалення технології виробництва цукатів. *Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії* : матеріали VII міжнар. наук.-практ. конференції (2–3 листоп. 2023 р.). Черкаси, 2023. С. 62–64.

37. **Іванова І. Є.**, Пендак Я. І., Басанець С. В. Формування цукрів у плодах черешні, що вирощена в умовах Півдня України. *Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (8 листоп. 2023 р.). Запоріжжя, 2023. С. 67–69.

38. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Тимощук Т. М., Тонха О. Л. Біохімічні показники якості плодів черешні раннього строку достигання в умовах півдня України. *Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення :* матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (2–3 червня 2022 р.). Житомир, 2022. С. 77–80.

39. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Малкіна В. М., Коваленко І. М. Оцінка впливу погодних чинників на урожайність кісточкових культур в контексті ефективного управління садівництвом в умовах Півдня Степової зони України. *Perspectives of world science and education* : Abstracts of III International scientific and practical conference (Osaka, Japan, 27–29 November 2019). Osaka, 2019. P. 191–202.

40. Іванова Т. Г., **Іванова І. Є.**, Безкоровайний О. С., Тодорова Л. В. Перспективний сорт вишні (*Cerasus vulgaris* Mill.) з оптимальним комплексом фізико-біохімічних властивостей плодів. *Садівництво*. 2008. Вип. 61. С. 245–251.

41. Іванова І. Є. Аналіз динаміки середньої маси плоду та співвідношення до м’якоті в свіжих плодах черешні пізнього строку достигання протягом 2012–2014 рр. *Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК :* матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (7–14 квітня 2015 р.). Мелітополь, 2015. Т. 2. С. 9–12.

Список використаних джерел до розділу 3

1. Grafe C., Schuster M. Physicochemical characterization of fruit quality traits in a German sour cherry collection. *Scientia Horticulturae.* 2014. Vol. 180. P. 24–31. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.047.

2. Borowy A., Chrzanowska E., Kapłan M. Comparison of three sour cherry cultivars grown in central-eastern Poland. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus.* 2018. Vol. 17, No. 1. P. 63–73. DOI: https://doi.org/10.24326/asphc.2018.1.6

3. Šebek G. Pomological and chemical characteristics of fruit of some sour cherry cultivars grown in the conditions of bijelo polje. *Journal of Hygienic Engineering and Design.* 2019. Vol. 26. P. 100–104.

4. Evaluation of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) fruits for their polyphenol content, antioxidant properties, and nutritional components / Wojdyło A., Nowicka P., Laskowski P., Oszmiański J. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2014. Vol. 62. P. 12332–12345. DOI: https://doi.org/10.1021/jf504023z

5. Quality characteristics and inhibitory xanthine oxidase potential of 21 sour cherry (*Prunus cerasus* L.) varieties cultivated in China / Wang R., Zhang F., Zan S. et al. *Frontiers in Nutrition.* 2021. Vol. 8. Article 796294. DOI: https://doi.org/10.3389/fnut.2021.796294

6. Fruit quality trait discovery and metabolic profiling in sweet cherry genebank collection in Greece / Karagiannis E., Sarrou E., Michailidis M. et al. *Food Chemistry.* 2021. Vol. 342. Article 128315. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128315

7. Khadivi A., Mohammadi M., Asgari K. Morphological and pomological characterizations of sweet cherry (*Prunus avium* L.), sour cherry (*Prunus cerasus* L.) and duke cherry (Prunus × gondouinii Rehd.) to choose the promising selections. *Scientia Horticulturae.* 2019. Vol. 257. Article 108719. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108719

8. Iurea E., Corneanu M., Sîrbu S. Results in breeding of early ripening sweet cherry assortment obtained at RSFG IASI. *Fruit Growing Research.* 2019. Vol.

XXXV. P. 17–20. DOI: 10.33045/fgr.v35.2019.03

9. Winkle A., Knoche M. Calcium and the physiology of sweet cherries: A review. *Scientia Horticulturae.* 2019. Vol. 245. P. 107–115. DOI: org/10.1016/j.scienta.2018.10.012

10. The imperatives of the development of the tourist services market in spatial polarization of the regional tourist system / Trusova N. V., Kyrylov Y. Y., Hranovska V. Hr. et al. *GeoJournal of Tourism and Geosites.* 2020. Vol. 29(2). P. 565–582. DOI: 10.30892/gtg.29215-490

11. Investigation into sugars accumulation in sweet cherry fruits under abiotic factors effects / Ivanova I., Serdyuk M., Malkina V. et al. *Agronomy Research.* 2021. Vol. 19(2). P. 444–457. DOI: https://doi.org/10.15159/AR.21.004

12. Vignati E., Lipska M., Dunwell J., Caccamo M. Fruit Development in Sweet Cherry. *Plants.* 2022. Vol. 11, iss. 12. Article 1531. DOI: 10.3390/plants11121531.

13. Current situation and perspectives in sour cherry production / Keserović Z., Ognjanov V., Magazin N., Dorić M. *Sustainable production of high-quality cherries for the European market* : The text refers to COST Action FA1104, focusing on sour cherry breeding and overall cherry production (September 15–17, 2014). Novi Sad, Serbia, 2014. P. 1–25.

14. Kelley S. D., Adkins Y., Laugero D. K. A Review of the health benefits of cherries. *Nutrients.* 2018. Vol. 10. Article 368. DOI: 10.3390/nu10030368.

15. Yaman M. Evaluation of genetic diversity by morphological, biochemical and molecular markers in sour cherry genotypes. *Molecular Biology Reports.* 2022. Vol. 49. P. 5293–5301. DOI: https://doi.org/10.1007/s11033-021-06941-6

РОЗДІЛ 4
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

4.1. Оптимізація складу захисної композиції для обробки плодів

Стрімке зростання населення світу до понад 9,7 млрд до 2050 року актуалізує потребу в сталих продовольчих системах [1; 2]. Відповідно до рекомендацій ФАО/ВООЗ, раціон сучасної людини має щонайменше на 70 % формуватися з продуктів рослинного походження, що актуалізує науково обґрунтовану необхідність збереження якісних характеристик плодової сировини з високим ступенем фізіолого-біохімічної нестабільності, зокрема черешні та вишні [3–6]. Зазначені культури характеризуються високим вмістом вологи, інтенсивним диханням, активною транпірацією та слабким бар’єрним потенціалом шкірочки, що зумовлює їхню надзвичайно обмежену збережуваність у природних умовах (не більше 7–10 діб). Уже в перші дні після збирання відбуваються незворотні втрати маси, зниження вмісту фітонутрієнтів, погіршення морфологічних і органолептичних показників, що загрожує суттєвими втратами товарної продукції [7; 8]. Успішна інтеграція цих плодів у модель «виробництво – переробка – споживання» вимагає впровадження технологій, що забезпечують оперативне охолодження сировини з подальшою стабілізацією її мікробіологічного стану [9–13].

Попереднє охолодження є ключовим технологічним етапом, який сприяє зниженню температури тканин до біологічно оптимальних значень, інгібуванню дихання, зменшенню втрат вологи та затриманню розвитку мікроорганізмів. Серед доступних методів охолодження для делікатної плодової сировини найперспективнішим визнано гідроохолодження, що базується на інтенсивному теплообміні між плодами та холодною водою. Цей процес забезпечує швидке зниження температури, зменшення втрат маси та надійну стабілізацію органолептичних властивостей сировини [14–18]. Однак,

гідроохолодження супроводжується формуванням вологого мікросередовища на поверхні плодів, що активізує розвиток мікрофлори, прискорює псування та потребує обов’язкового застосування антисептичних обробок [19; 20]. Найпоширенішим дезінфектантом у харчовій промисловості є гіпохлорит натрію, який чинить ефективну антимікробну дію, але створює загрозу утворення хлорорганічних побічних сполук, що не відповідають вимогам екологічної та харчової безпеки [20–23].

У контексті посилення біобезпечності та «зеленої» трансформації харчових технологій перспективним є використання біосумісних антимікробних агентів, зокрема органічних кислот – молочної, оцтової [24–26]. Ці речовини мають антимікробну активність, знижують pH поверхневого шару плодів, не залишаючи шкідливих залишків, є біодеградабельними та дозволеними до використання в харчових технологіях. Ураховуючи зазначене попереду, передбачається, що проведення гідроохолодження плодів черешні та вишні розчинами органічних кислот (молочної та оцтової) у науково обґрунтованих концентраціях забезпечить зниження мікробіологічного забруднення, втрат маси, пролонгування термінів зберігання та стабілізацію якості сировини в умовах холодового ланцюга.

Для верифікації зазначеної гіпотези доцільним є використання методології регресійного аналізу, яка дозволяє провести оптимізацію складу захисної композиції та ідентифікувати ключові фактори впливу на якісні та мікробіологічні показники зберігання плодів. Отже, реалізація науково обґрунтованої технології гідроохолодження з використанням розчинів органічних кислот може стати ефективним рішенням для підвищення збереженості плодів черешні та вишні, сприяти зменшенню післязбиральних втрат і підвищенню економічної доцільності зберігання плодової сировини.

4.1.1. Результати оптимізації складу захисної композиції для оброблення плодів черешні

Результати досліджень впливу композицій молочної (МК) та оцтової кислот (ОК) на післязбиральні втрати плодів черешні сорту Valerii Chkalov свідчать про суттєве зменшення мікробіологічного ураження, фізіологічних порушень і масових втрат у процесі зберігання. За 40 діб холодильного зберігання природні втрати плодів коливались від 1,014 % до 13,242 % (дод. В, табл. В 1). Максимальні втрати (13,242 %) зафіксовано у контрольному варіанті після гідроохолодження без обробки кислотами. Мінімальні – 1,014–1,077 % – досягнуто за використання композицій МК / ОК із концентраційним співвідношенням 1,75–2,25 : 1,75–2,25 %, а також 1,5 : 1,75 і 2,0 : 1,5 %. Втрати маси плодів варіювали в межах 1,683–2,777 %, де найбільший показник (2,777 %) спостерігався за умов гідроохолодження з композицією низької концентрації (МК / ОК – 0,25 %) (дод. В, табл. В 2). Найнижчі втрати маси (1,683–1,733 %) досягнуті в співвідношеннях кислот у діапазоні 1,50–2,25 : 1,50–2,00 %.

Середній рівень щодобових втрат за весь період зберігання коливався в межах 0,068–0,397 %/добу, де найменші значення (0,068–0,071 %) характерні для варіантів з концентраційним співвідношенням 2,00 : 1,75 та 1,50 : 2,25. У контрольному варіанті цей показник був у 5,8 раза вищим (0,397 %/добу) (дод. В, табл. В 3). Отже, встановлено, що використання гідроохолодження в поєднанні з органічними кислотами в концентраційних межах 1,50–2,25 % дає змогу істотно зменшити щодобові втрати плодової сировини. Ці результати підтверджують гіпотезу про те, що оптимізація концентрацій органічних кислот у складі захисних композицій дає можливість керувати динамікою зберігання черешні за рахунок зниження мікробіологічного навантаження, стабілізації фізіолого-біохімічних параметрів та мінімізації деструктивних процесів. Побудову регресійної моделі, визначення оптимального значення показника і досліджуваних компонентів захисної композиції проводили

шляхом аналізу середнього рівня щодобових втрат плодів під час зберігання (дод. В, табл. В 3). На першому етапі модель формували методом найменших квадратів згідно з умовою (2.15). Експериментальні дані згладжували поліномом другого ступеня , а параметри b_0, $i = 0–5$ визначали шляхом розв'язання системи рівнянь (2.16). Отриману регресійну модель подано у вигляді:

$$\hat{y} = 0{,}3935 - 0{,}2023x_1 - 0{,}1299x_2 + 0{,}0445x_1^2 + 0{,}0344x_2^2 + 0{,}0058x_1x_2$$

Для встановлення характеру взаємозв'язку між досліджуваними факторами та результативною ознакою обчислили множинний коефіцієнт кореляції за формулою (2.17). Отримане значення коефіцієнта R = 0,994 є наближеним до одиниці, що свідчить про наявність тісного лінійного зв'язку між сукупністю незалежних змінних та результативним показником. Такий високий рівень кореляції підтверджує, що варіації результативної ознаки майже повністю зумовлені змінами обраних факторів, що характеризують погодні умови в період вегетації.

Для оцінювання статистичної значущості отриманого коефіцієнта кореляції було проведено перевірку за критерієм Стьюдента згідно з формулою (2.18).

Обчислене значення t-статистики (t = 86,87) перевищило критичне ($t_{cri\ t}$= 1,986) при рівні значущості α = 0,05, що дало підстави відхилити нульову гіпотезу H_0 про відсутність статистичного зв'язку. Вибірковий множинний коефіцієнт кореляції визнано достовірним, а отримана залежність – статистично значущою.

Додатково було проведено розрахунок t-статистик для перевірки вагомості окремих коефіцієнтів у рівнянні регресії відповідно до формули (2.19).

Отримані результати чисельних розрахунків t-статистики для кожного параметра наведено у таблиці 4.1, що дає змогу оцінити ступінь впливу

кожного незалежного фактора на варіацію результативної ознаки.

Таблиця 4.1

Розрахункові значення t-статистики

t-статистика	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
Значення	101,95	39,11	25,097	21,85	16,89	3,214

Джерело: розробила автор

Отримані розрахункові значення t-статистик перевищують критичне значення (t_{crit} = 1,986), що дає підстави відхилити нульову гіпотезу H_0 при рівні значущості α = 0,05. Це свідчить про статистичну достовірність і вагомість параметрів побудованої регресійної моделі, а також підтверджує адекватність її структури реальним експериментальним даним.

Довірчі інтервали для коефіцієнтів узагальненої регресійної моделі визначали за формулою (2.20). Отримані інтервальні оцінки параметрів наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Довірчі інтервали для коефіцієнтів узагальненої регресії

β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
[0,3858; 0,4012]	[-0.213; -0.192]	[-0.1401; -0.1196]	[0.0405; 0.0486]	[0.0304; 0.0385]	[0,0022; 0,0093]

Джерело: розробила автор

На основі формули (2.21) розраховано узагальнений (множинний) коефіцієнт детермінації. Отримане його значення R^2 = 0,988 є наближеним до одиниці, що вказує на високий рівень пояснювальної здатності побудованої моделі. Це означає, що варіація результативної ознаки майже повністю зумовлена впливом урахованих факторів, тоді як частка випадкових або неврахованих чинників є мінімальною.

Адекватність математичної моделі перевіряли за критерієм Фішера згідно з формулою (2.22). Розраховане значення F-статистики складало

F = 1509,2, тоді як критичне значення дорівнювало F_{crit} = 2,31, нульову гіпотезу H_0 про неадекватність моделі відхилили, ящо рівень значущості α = 0,05. Отже, побудована регресійна модель є статистично обґрунтованою та адекватно описує експериментальні дані.

Графічне відображення залежності, змодельованої на основі отриманих регресійних рівнянь, наведено на рисунку 4.1, що демонструє високу узгодженість розрахункових і фактичних результатів.

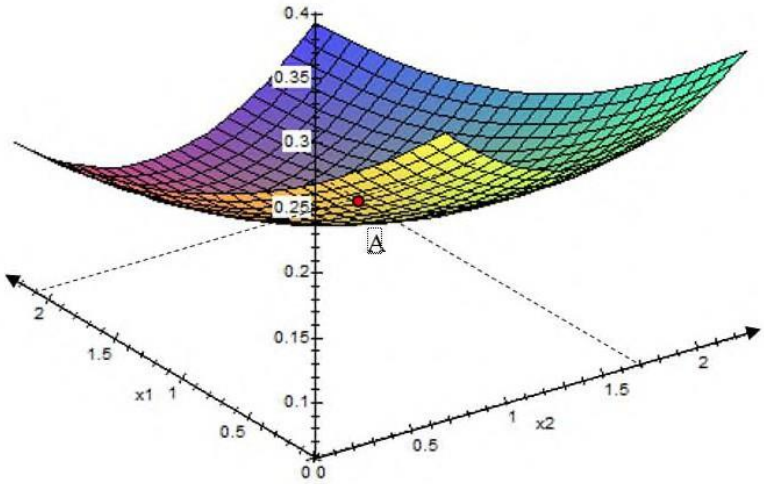


Рис. 4.1. Модельна поверхня відгуку і точка оптимуму параметра середніх щодобових втрат плодів черешні сорту Valerii Chkalov під час зберігання із захисною композицією.

На другому етапі дослідження здійснювали визначення координат точки глобального оптимуму на основі побудованої регресійної моделі та побудову довірчого інтервалу для отриманого оптимального значення. Для функції:

$$y = 0,3935 - 0,2023x_1 - 0,1298x_2 + 0,0445x_1^2 + 0,3444x_2^2 + 0,0058x_1x_2$$

визначали положення екстремуму, що відповідає глобальному оптимуму процесу. Для цього розв’язали систему рівнянь, яка відображає необхідну умову існування екстремуму – рівність частинних похідних функції до нуля:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial y}{\partial x_1} = 0, \\ \dfrac{\partial y}{\partial x_2} = 0. \end{cases}$$

Розв’язання зазначеної системи дало змогу встановити координати стаціонарної точки, які становили x_1 = 1,705; x_2 = 2,161.

Щоб перевірити виконання достатньої умови існування екстремуму, розрахували матрицю Гессе (4.11), що дало можливість визначити характер знайденої стаціонарної точки і підтвердити наявність глобального оптимуму.

$$H = \begin{pmatrix} \dfrac{\partial^2 y}{\partial x_1^2} & \dfrac{\partial^2 y}{\partial x_1 x_2} \\ \dfrac{\partial^2 y}{\partial x_1 x_2} & \dfrac{\partial^2 y}{\partial x_2^2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,0897 & 0 \\ 0 & 0,0688 \end{pmatrix}.$$

$$\Delta = \frac{\partial^2 y}{\partial x_1^2}\frac{\partial^2 y}{\partial x_2^2} - \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x_1 x_2}\right)^2 > 0, \ \frac{\partial^2 y}{\partial x_1^2} > 0,$$

Отримані результати аналізу матриці Гессе свідчать, що стаціонарна точка з координатами X (2,161; 1,705) відповідає умовам мінімуму цільової функції. У цій точці зафіксували мінімальне значення функціонального показника, яке становить 0,0642.

Побудована регресійна модель дала змогу визначити й оптимізувати співвідношення досліджуваних факторів – концентрацій оцтової (X_1) та молочної (X_2) кислот, що в оптимальних умовах дорівнювали x_1 = 1,705 %; x_2 = 2,161 % відповідно. За цих параметрів середній рівень щодобових втрат плодів черешні сорту Valerii Chkalov під час зберігання відповідав мінімальному значенню 0,0642 %, що підтверджує ефективність розробленої математичної моделі оптимізації.

4.1.2 Результати оптимізації складу захисної композиції для оброблення плодів вишні

Після 40 діб зберігання плодів вишні сорту Vstriecha втрати від мікробіологічних захворювань і фізіологічних розладів за умов обробки композиціями молочної (МК) та оцтової кислот (ОК) становили 2,271–14,860 % (дод. В, табл. В 4). Максимальні втрати (14,860 %) спостерігались у контрольному варіанті з гідроохолодженням без додавання кислот. Найменші втрати (2,271 %) зафіксовано під час застосування композиції МК / ОК у співвідношенні 1,00 % : 1,75 %. Ефективними також виявилися композиції з концентраціями 1,25 % : 2,25 %, за яких втрати не перевищували 2,688 %. Показник втрат маси плодів за весь період зберігання коливався в межах 1,991–3,180 % (дод. В, табл. В5). Найвищі втрати (3,180 %) встановлено в контрольному варіанті, тоді як мінімальні (1,991 %) – при гідроохолодженні з додаванням МК / ОК у співвідношенні 1,50 % : 2,25 %. Значне зниження втрат маси (до 2,034 %) також спостерігалось під час використання композиції МК 2,25 % та ОК 1,00 %.

Середні щодобові втрати плодів протягом зберігання становили 0,117–0,451 % (дод. В., табл. В 6). Найбільше значення (0,451 %) зафіксовано в контрольному зразку, найменше – під час застосування захисних композицій з концентраціями МК 1,75–2,25 % та ОК 1,25 %, де добові втрати не перевищували 0,117–0,121 %.

Побудову регресійної моделі та реалізацію її двоетапного алгоритму, спрямованого на визначення оптимальних параметрів цільового показника і концентрацій активних компонентів – оцтової та молочної кислот – виконували шляхом комплексного аналізу середнього рівня щодобових втрат плодів вишні сорту Vstriecha під час зберігання із застосуванням розробленої захисної композиції. Узагальнені результати експериментальних розрахунків і статистичної обробки подано в додатку В (таблиця В 6)

На 1 етапі всі розрахунки та побудову регресійної моделі виконували аналогічно розрахункам для плодів черешні за формулами (2.15), (2.16). У результаті отримали значення параметрів b_0, $i = 0–5$., тому отримана модель регресії має вигляд:

$$\hat{y} = 0{,}5154 - 0{,}2079x_1 - 0{,}2033x_2 + 0{,}0606x_1^2 + 0{,}0679x_2^2 - 0{,}0281x_1x_2$$

На підставі розрахованого коефіцієнта детермінації $R^2 = 0{,}968$ встановлено, що варіація середнього рівня щодобових втрат плодів вишні зумовлена переважно зміною концентрацій молочної та оцтової кислот, тоді як вплив неврахованих чинників і випадкових відхилень є незначним. Це свідчить про високу пояснювальну здатність отриманої регресійної моделі.

Адекватність побудованої моделі перевіряли за допомогою критерію Фішера–Снедекора при рівні значущості $\alpha = 0{,}05$. Розраховане значення F-статистики ($F = 577{,}64$) істотно перевищує критичне, що підтверджує достовірність і адекватність моделі регресії реальним експериментальним даним.

Для візуалізації отриманої залежності побудовано поверхню відгуку, яка демонструє зміну середнього рівня щодобових втрат плодів вишні (y) залежно від концентрацій молочної (x_1) та оцтової (x_2) кислот (рис. 4.2).

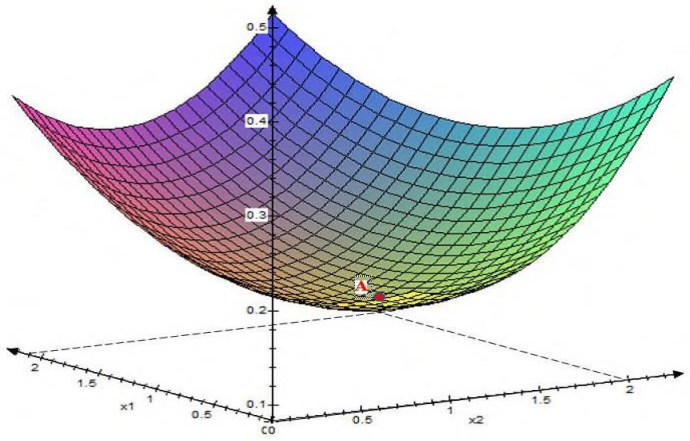


Рис. 4.2. **Поверхня відгуку залежності рівня середніх щодобових втрат плодів вишні y від концентрацій молочної кислоти x_1 та оцтової кислоти x_2**

Точка оптимуму є розв’язком системи:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial y}{\partial x_1} = 0, \\ \dfrac{\partial y}{\partial x_2} = 0 \end{cases}$$

Після обчислень знайшли точку локального оптимуму

$$x_1 = 2{,}217;\ x_2 = 1{,}966$$

Оскільки

$$\Delta = \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x_1 x_2}\right)^2 - \frac{\partial^2 y}{\partial x_1^2} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x_2^2} > 0$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x_1^2} > 0$$

то ця функція є опуклою і має єдину точку мінімуму.

Тому оптимальна концентрація молочної кислоти $x_1 = 2{,}217$, оцтової кислоти $x_2 = 1{,}966$. Водночас мінімальне значення щодобових витрат вишні в точці оптимуму становить 0,1064 %.

4.2. Кінетика процесів охолодження плодів черешні та вишні

Процеси охолодження плодів дають важливу роль у збереженні їхньої якості, подовженні терміну зберігання та мінімізації витрат продукції.

Важливим аспектом цього процесу є кінетика тепломасообміну, яка змінює швидкість охолодження, рівномірність розподілу температури та вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на зміну теплового стану плодів.

Дослідження кінетики охолодження плодів має практичне значення для розробки енергоефективних технологій зберігання та транспортування. Відповідні математичні моделі не дозволяють прогнозувати динаміку температурних змін у плодах, що сприяє оптимізації режимів охолодження та запобіганню небажаним фізіологічним змінам, таким як переохолодження чи конденсація вологи.

У цьому розділі розглядаються основні закономірності кінетики

охолодження плодів черешні та вишні, математичні підходи до її аналізу та вплив різних факторів, включаючи розміри та форму плодів, властивості їхньої шкіри, параметри довкілля та методи охолодження.

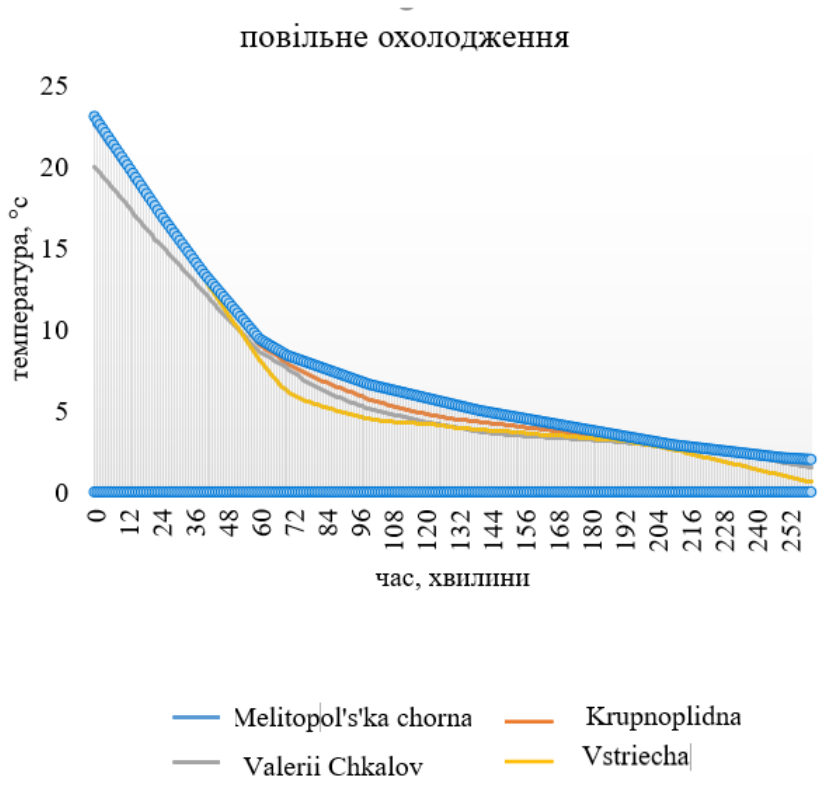
4.2.1. Інтенсивність дихання та кінетика дихального термогенезу плодів черешні і вишні за різних способів охолодження

У процесі експериментальних досліджень, спрямованих на встановлення закономірностей теплообміну та ефективності різних способів і режимів попереднього охолодження плодів черешні (*Cerasus avium L.*) і вишні (*Cerasus vulgaris L.*), зафіксували, що початкова температура дослідної сировини становила 20,0–23,0 °С (рис. 4.3, 4.4). Встановлено, що температурна динаміка під час повільному повітряному способі (далі – ППС) характеризується двофазним перебігом процесу теплопередачі. Перший етап, тривалістю до 60 хвилин (рис. 4.3), відзначається інтенсивним зменшенням температурного градієнта між поверхнею плодів та охолоджувальним середовищем, що зумовлено переважанням конвективного теплообміну. Починаючи з 61-ої хвилини, спостерігається другий етап – стадія уповільненого тепловідведення, під час якої домінують процеси внутрішньої теплопровідності м’якоті до настання термічної рівноваги при досягненні температури 2 ± 0,1°С у серцевині плодів. Тривалість охолодження плодів черешні до зазначеного температурного рівня становила 245–260 хвилин, тоді як у плодів вишні – близько 225 хвилин, що зумовлено морфолого-анатомічними особливостями їхньої тканини та вмістом сухих речовин.

Під час застосування інтенсивного повітряного способу (далі – ІПС) у камерах примусової конвекції за умов контрольованої вологості спостерігалося істотно швидше зниження температури порівняно з ППС (рис. 4.3). Тривалість охолодження плодів черешні від 21,5–23,5 °С до 2 ± 0,1 °С становила для сорту Valerii Chkalov – 86 хвилин, Melitopol’ska chorna – 99 хвилин, Krupnoplidna – 109 хвилин. Для вишні модельного сорту Vstriecha

тривалість інтенсивного повітряного охолодження дорівнювала 81 хвилині. Така різниця в тривалості зумовлена відмінностями в щільності клітинної структури, розмірі плодів та ступені зрілості, що визначають швидкість теплопередачі в товщі м’якоті.

Порівняльний аналіз термограм, отриманих при гідроохолодженні (далі – ГО) в середовищі льодяної води з додаванням органічних кислот (молочної та оцтової), засвідчив подібну закономірність зміни температури, проте зі значно вищим коефіцієнтом тепловідведення (рис. 4.4). За рахунок інтенсивного кондуктивно-конвективного теплообміну між плодами та охолоджувальною рідиною загальна тривалість зниження температури до рівня 2 ± 0,1 °С становила для черешні 18–25 хвилин, а для вишні – близько 16 хвилин.



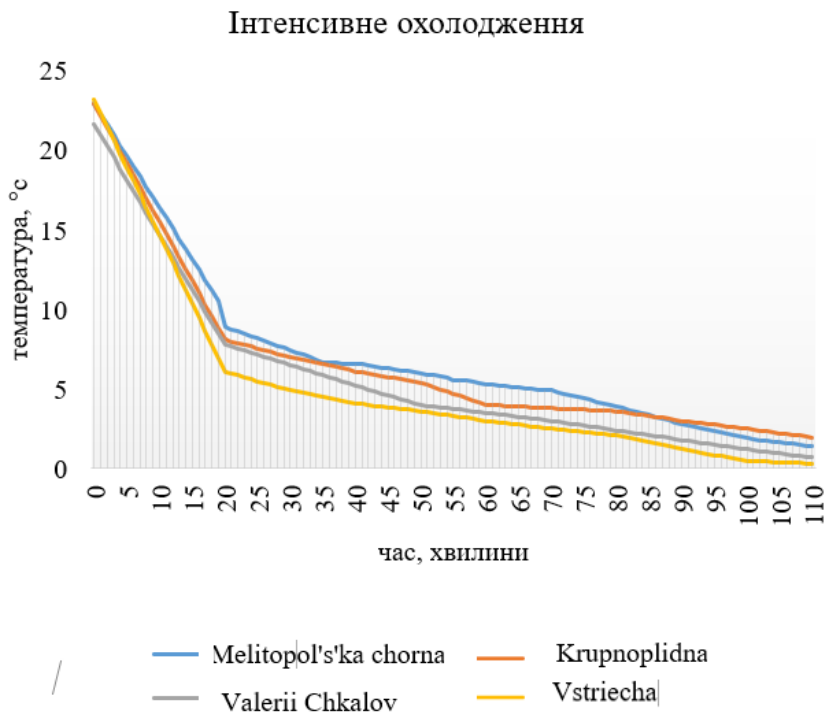
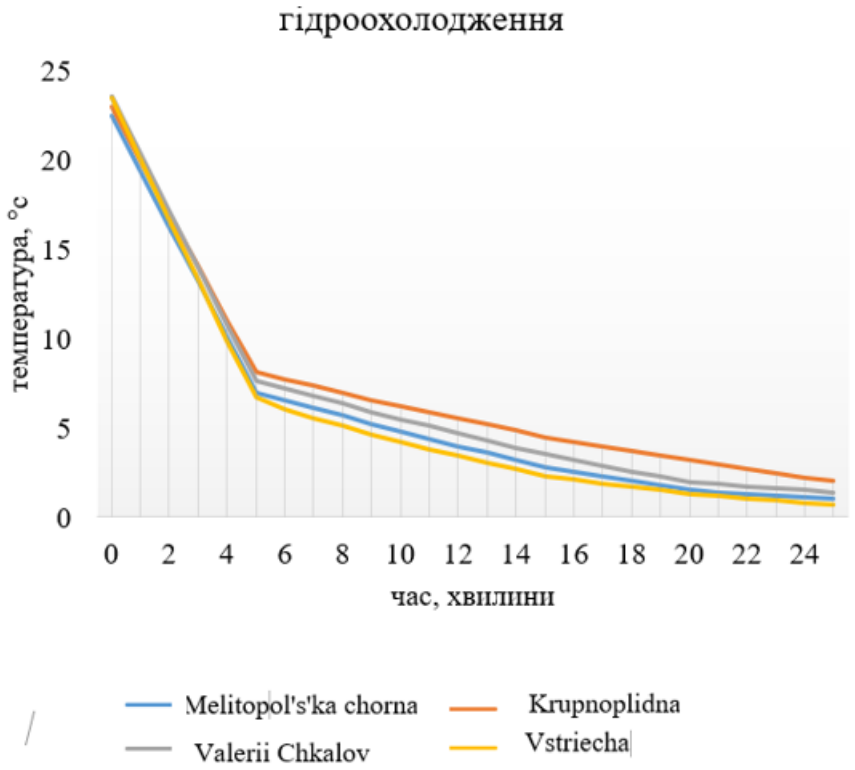


Рис. 4.3. Динаміка зміни температури плодів черешні та вишні під час ППС і ІПС



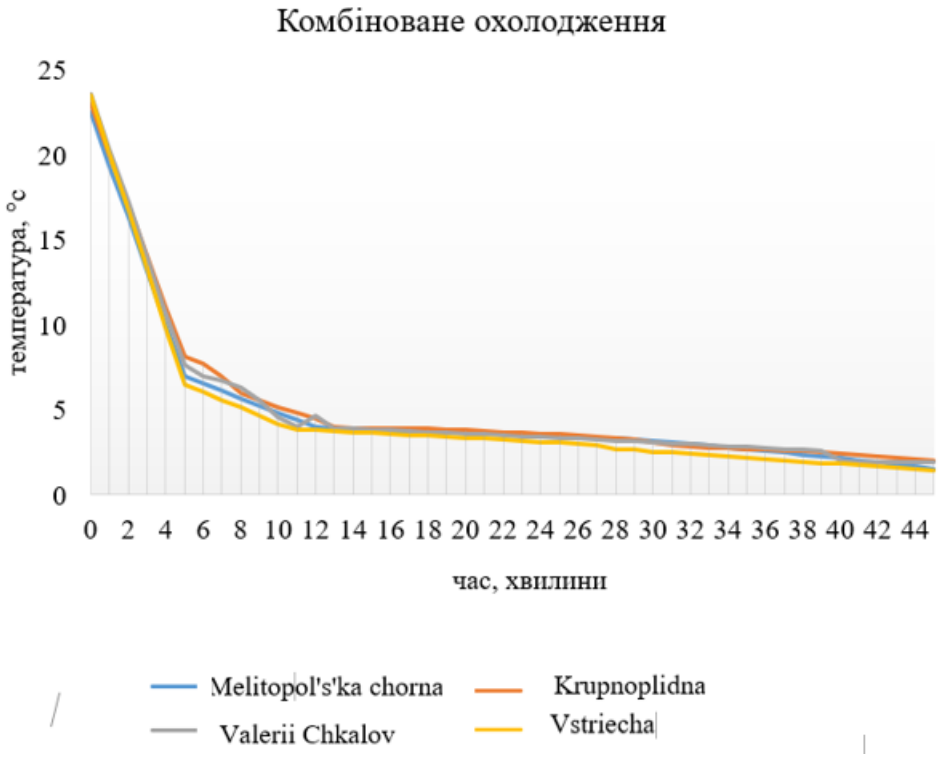


Рис. 4.4. Динаміка зміни температури плодів черешні та вишні під час ГО та КС

Швидкість зниження температури плодів черешні у початковій фазі охолодження (перші 60 хвилин) варіювалася в межах від –0,19 °С/хв для ППС у плодів сорту Valerii Chkalov до – 0,23 °С/хв у випадку охолодження плодів сорту Krupnoplidna (табл. 4.3). Такі відмінності зумовлені неоднаковими морфологічними характеристиками плодів, зокрема товщиною епідермісу, щільністю м'якоті та вмістом міжклітинного повітря, що визначають опір теплопередачі.

Таблиця 4.3

Інтенсивність процесу охолодження плодів черешні та вишні залежно від способу охолодження, °С/хв

Час охолодження, хвилин	Швидкість, υ °С/хв			
	Valerii Chkalov	Melitopol's' ka chorna	Krupnopli dna	Vstriecha
повільний повітряний спосіб охолодження				
0–60 хв	-0,190	-0,220	-0,230	-0,250
від 61 хв до кінцевої температури плодів 2±0,1°С	-0,036	-0,037	-0,035	-0,038
інтенсивний повітряний спосіб охолодження				
0–20 хв	-0,690	-0,650	-0,740	-0,855
від 21 хв до кінцевої температури плодів 2±0,1°С	-0,087	-0,100	-0,068	-0,067
гідроохолодження				
0–5 хв	-3,2	-3,1	-2,98	-3,4
від 5 хв до кінцевої температури плодів 2±0,1°С	-0,377	-0,383	-0,305	-0,400

Джерело: розробила автор

Швидкість охолодження плодів вишні сорту Vstriecha під час застосування ППС виявилася вищою порівняно з аналогічними показниками для плодів черешні. На початковій стадії процесу (0–60 хв) середня інтенсивність зниження температури становила –0,250 °С/хв, що свідчить про більш активний теплообмін між поверхнею плодів і охолоджувальним середовищем. У результаті цього температура в центральній частині плодів

вишні знижувалася до рівня 8,1–9,4 °С (рис. 4.3).

В наступному етапі охолодження, який охоплював інтервал часу від 61-ої хвилини до досягнення цільової температури сировини (2 ± 0,1 °С), спостерігали істотне сповільнення теплопередачі. У цей період швидкість зниження температури варіювала від –0,03°С/хв до –0,038 °С/хв, незалежно від видової чи сортової належності плодів. Така тенденція пояснюється переходом від переважно конвективного механізму теплообміну до внутрішньої теплопровідності тканин, що обмежує інтенсивність подальшого охолодження плодів.

За умов ІПС охолодження швидкість зниження температури в плодах черешні протягом перших 20 хвилин коливалася від –0,6 °С/хв до –0,74 °С/хв (табл. 4.3), а в плодів вишні цей показник був вищим і становив –0,855 °С/хв. Така різниця пояснюється меншою масою та більшим питомим відношенням площі поверхні до об’єму плодів вишні, що сприяє інтенсивнішому теплообміну з навколишнім середовищем.

На другій стадії процесу охолодження спостерігали істотне зниження швидкості тепловідведення. Для плодів черешні вона варіювала від – 0,068 °С/хв до 0,100 °С/хв, а у вишні сорту Vstriecha фіксувалося найнижче значення – мінус 0,067°С/хв. Це свідчить про наближення температурного профілю тканин до стану термічної рівноваги, коли градієнт між температурою середовища та серцевиною плоду мінімальний, а теплопередача відбувається переважно шляхом внутрішньої теплопровідності.

Кінетика охолодження плодів за ІПС характеризувалася однотипною тенденцією незалежно від видових чи сортових особливостей, що підтверджує універсальність цього способу для плодової сировини подібного морфологічного типу. Процес мав двофазний, але короткотривалий характер: на першій фазі відбувалося швидке зниження температури до 6–9 °С протягом перших 20 хвилин, а друга фаза охоплювала поступове охолодження до температури 2 ± 0,5 °С у центральній частині плоду за 75–112 хвилин. Отримані дані свідчать про високу ефективність ІПС у контексті мінімізації

часу тепловідведення без порушення структурно-механічної цілісності плодів.

Під час ГО плодів у льодяній воді з додаванням молочної та оцтової кислот перший період процесу тривав близько 5 хвилин. У цей проміжок часу відбувалося інтенсивне відведення теплоти з поверхневих шарів, у результаті чого температура в центральній частині плодів знижувалася до 6,7–8,1 °С. Висока ефективність початкової стадії зумовлена безпосереднім контактом плодів із рідким охолоджувальним середовищем, що забезпечує максимальний коефіцієнт теплопередачі за рахунок поєднання кондуктивного та конвективного механізмів. Швидкість зниження температури протягом перших 5 хвилин ГО плодів черешні варіювала в межах –2,98 °С/хв для сорту Krupnoplidna до –3,20 °С/хв для сорту Valerii Chkalov. Найвищу інтенсивність охолодження спостерігали в плодів вишні, для яких цей показник досягав –3,40 °С/хв. Така динаміка пояснюється нижчою масою плодів та більш розвиненою системою міжклітинних пор, що сприяє швидшому відведенню теплоти. Другий етап процесу гідроохолодження характеризувався помітним зниженням швидкості тепловідведення, що пов’язано зі зменшенням температурного градієнта між середовищем і внутрішньою частиною плодів. У цей період швидкість охолодження плодів черешні коливалася від –0,305 °С/хв до –0,383 °С/хв, а в плодів вишні становила –0,4 °С/хв. Зниження інтенсивності процесу на другій стадії свідчить про наближення системи до стану термічної рівноваги, коли теплопровідність стає обмежувальним чинником подальшого охолодження. Отже, швидкість зниження температури плодів черешні під час гідроохолодження з додаванням молочної та оцтової кислот перевищувала аналогічний показник за ІПС у 4,5 раза та за ППС – у 11,7 раза. Для плодів вишні сорту Vstriecha виявлено аналогічну закономірність: швидкість охолодження при ГО була вищою у 5 разів порівняно з ІПС і в 14,6 разів – порівняно з ППС.

Крім того, встановлено, що ефективність охолодження за ІПС перевищує показники ППС у 2,5 раза для черешні та у 2,8 раза для вишні, що підтверджує вищу інтенсивність теплопередачі за примусової конвекції повітряного потоку

порівняно з природною.

4.2.2. Закономірності перебігу дихальних процесів і тепловиділення плодів залежно від режимів попереднього охолодження

Темп охолодження плодової сировини є одним із ключових технологічних факторів, що визначає інтенсивність біоенергетичних процесів, які відбуваються в клітинних структурах під час післязбирального дозрівання. Відомо, що в основі обміну речовин у свіжих плодах лежать окисно-відновні реакції, зокрема клітинне дихання, під час якого молекулярний кисень слугує акцептором електронів, а кінцевими продуктами є вуглекислий газ, вода та теплова енергія. Частина цієї енергії використовується для підтримання метаболічної активності, а надлишкове тепло виділяється в довколішнє середовище, формуючи дихальний термогенез, який може спричиняти локальне підвищення температури в масі продукції. Це ускладнює процес охолодження, сприяє активації ферментативних систем і прискоренню старіння плодів [39].

Зменшення температури плодової тканини завдяки попередньому охолодженню істотно модифікує кінетику дихання, уповільнюючи активність мітохондріальних ферментів і транспорт електронів у дихальному ланцюгу. У результаті знижується інтенсивність поглинання кисню, синтезу АТФ і тепловиділення, що безпосередньо відображається на зменшенні дихального термогенезу. Такий ефект є дуже важливим для стабілізації енергетичного балансу клітини, збереження структурної цілісності мембран та пролонгації періоду післязбиральної життєздатності плодів.Результати кількісного аналізу інтенсивності дихання та тепловиділення плодів черешні (*Cerasus avium L.*) і вишні (*Cerasus vulgaris L.*) до та після проведення попереднього охолодження наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Інтенсивність дихання та тепловиділення плодів черешні та вишні під час охолодження

Спосіб охолодження	Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год		Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг °С	
	до охолодження	після охолодження	до охолодження	після охолодження
Valerii Chkalov				
ППС	88,38±0,78	49,92±1,85	943,02	532,65
ІПС		40,12±0,76		428,08
ГО		30,13±0,59		321,49
КС		30,90±1,43		329,70
Melitopol’s’ka chorna				
ППС	96,70±1,32	54,83±1,18	1031,79	585,04
ІПС		48,51±1,35		517,60
ГО		31,85±1,19		339,84
КС		32,06±0,49		342,08
Krupnoplidna				
ППС	81,67±0,43	46,15±0,57	871,42	492,42
ІПС		37,86±0,41		403,97
ГО		24,36±1,20		259,92
КС		25,13±0,71		268,14
Vstriecha				
ППС	91,21±1,23	46,81±0,73	973,21	499,46
ІПС		32,40±1,52		345,71
ГО		25,45±0,67		271,55
КС		27,64±1,42		294,92

Джерело: розробила автор

Отримані експериментальні дані дозволяють простежити вплив різних технологічних режимів охолодження на швидкість біологічного окиснення субстратів дихання та визначити оптимальні параметри для уповільнення метаболічних процесів, що є запорукою продовження строків зберігання і збереження товарної якості плодової продукції.

Результати експериментальних досліджень показали, що безпосередньо після збирання врожаю плоди черешні (*Cerasus avium L.*) і вишні (*Cerasus vulgaris L.*) характеризувалися високою інтенсивністю дихальних процесів, що є типовою ознакою свіжозібраної продукції з активним метаболізмом. Початкові значення швидкості дихання становили 81,67–96,70 мг CO_2/кг·год, що відповідає фазі інтенсивного постзбирального обміну речовин. Найнижчі показники зафіксовано в плодів черешні сорту Krupnoplidna, тоді як найвищі – у сорту Melitopol’ska chorna, що, ймовірно, пов’язано з більшою активністю оксидоредуктазних ферментів та підвищеним вмістом цукрів, які виступають основними субстратами дихання.

Висока інтенсивність дихання супроводжувалася відповідно підвищеною тепловіддачею. До проведення охолодження максимальна інтенсивність тепловиділення спостерігалася у плодів черешні сорту Melitopol’ska chorna (1031,79 кДж/кг·°С), а мінімальна – у сорту Krupnoplidna (871,42 кДж/кг·°С). Така різниця зумовлена сортовими особливостями морфологічної будови тканин, щільністю клітинних структур і ступенем зрілості, які визначають рівень дихального обміну.

Після проведення попереднього охолодження різними методами спостерігалося істотне зниження як інтенсивності дихання, так і дихального термогенезу незалежно від видових чи сортових відмінностей плодів. Найвищі залишкові показники після охолодження були притаманні плодам, обробленим за повільного повітряного способу (ППС), де інтенсивність дихання становила 46,15–54,83 мг CO_2/кг·год, а тепловиділення – 492,42–585,04 кДж/кг·°С. Це свідчить про неповне пригнічення метаболічної активності внаслідок тривалішого процесу тепловідведення.

Застосування комбінованого способу (далі – КС) охолодження, який передбачає двоступеневу схему – гідроохолодження з подальшим ІПС, забезпечувало значно ефективніше зниження дихальної активності. За цього режиму інтенсивність дихання та тепловиділення плодів зменшувалася у 1,7–1,9 раза порівняно з ППС. Такий ефект пояснюється тим, що гідроохолодження швидко знижує температуру поверхневих шарів плодів, а наступний етап інтенсивного повітряного охолодження вирівнює температурне поле за об’ємом плоду, стабілізуючи клітинний метаболізм.

Швидкість зменшення інтенсивності дихання плодів істотно залежала від застосованого способу попереднього охолодження (табл. 4.5). Найменші значення цього показника спостерігалися у варіантах із ППС, що зумовлено поступовим зниженням температури та тривалим перебігом теплообмінних процесів. За таких умов метаболічна активність клітин пригнічується повільніше, оскільки ферментативні системи зберігають часткову активність упродовж більшої частини охолоджувального циклу.

Таблиця 4.5.

Швидкість зниження інтенсивності дихання плодів залежно від способу охолодження

Сорт плодів	Швидкість, ϑ мг CO_2/кг·год/хв			
	ППС	ІПС	ГО	КС
Valerii Chkalov	-1,60	-2,01	-2,43	-2,40
Melitopol's'ka chorna	-1,75	-2,01	-2,70	-2,69
Krupnoplidna	-1,48	-1,83	-2,39	-2,36
Vstriecha	-1,85	-2,45	-2,74	-2,65
Середнє значення	-1,67	-2,08	-2,57	-2,53

Джерело: розробила автор

Натомість під час гідроохолодження та комбінованого способу спостерігалася максимальна швидкість зниження інтенсивності дихання. Така динаміка пояснюється різким зменшенням температурного градієнта в

товщі плодів та швидким пригніченням ензиматичних процесів, зокрема активності дегідрогеназ і оксидаз, що беруть участь у біологічному окисненні субстратів дихання.

Встановлено, що визначальний вплив на швидкість зміни інтенсивності дихання плодів має саме спосіб попереднього охолодження, що підтверджено результатами двофакторного дисперсійного аналізу (рис. 4.4).

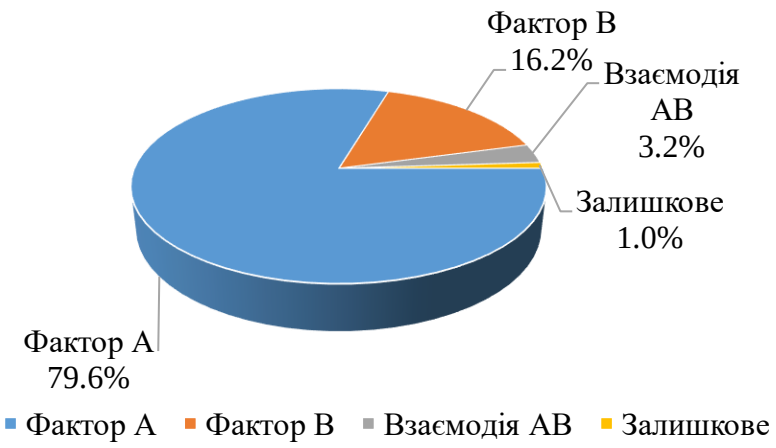


Рис. 4.4. Відсотковий розподіл внеску основних факторів у варіацію показників інтенсивності дихання плодів, %: фактор А – спосіб попереднього охолодження, фактор В – сортові особливості, АВ – ефект взаємодії факторів, залишкове – частка випадкових та неконтрольованих впливів.

Аналіз варіації показників продемонстрував, що фактор А – спосіб попереднього охолодження – є головним чинником, який зумовлює 79,6 % загальної дисперсії результатів. Частка впливу фактора В (сортові особливості плодів) становить 16,2 %, тоді як внесок взаємодії факторів АВ є статистично незначним і дорівнює лише 3,2 %.

Отримані результати підтверджують, що гідроохолодження та комбінований спосіб забезпечують найінтенсивніше пригнічення дихальної активності плодів. Зниження інтенсивності дихання призводить до послаблення дихального термогенезу в клітинах, що сприяє підвищенню термічної стабільності плодової маси під час транспортування і зберігання. Це

дає змогу зменшити теплове навантаження на холодильне обладнання, оптимізувати енерговитрати та підвищити ефективність технологічного процесу передзберігального оброблення плодів у системах контрольованого тепломасообміну.

4.2.3. Аналіз динаміки втрат маси плодів залежно від застосованого способу попереднього охолодження

Одним із найважливіших показників, що відображає рівень збереженості та стабільності якості плодів після проведення попереднього охолодження і впродовж подальшого зберігання, є втрата маси (табл. 4.6). Цей параметр слугує інтегральною характеристикою інтенсивності фізіологічних та фізико-хімічних процесів, які відбуваються у плодовій тканині під час тепломасообміну, транспірації та дихання.

Таблиця 4.6

Величина втрати маси плодів черешні та вишні за охолодження різними способами

Сорт плодів	Втрати маси, %			
	ППС	ІПС	ГО	КС
Valerii Chkalov	1,09±0,08	1,81±0,01	-	0,09±0,02
Melitopol's'ka chorna	0,74±0,05	1,76±0,04	-	0,07±0,01
Krupnoplidna	0,71±0,01	1,96±0,04	-	0,08±0,01
Vstriecha	0,61±0,001	1,78±0,04	-	0,08±0,003
Середнє значення	0,9±0,04	1,83±0,03	-	0,08±0,01

Джерело: розробила автор

Максимальні втрати маси плодів черешні та вишні спостерігалися під час ІПС охолодження. Середнє значення цього показника становило 1,83 %, що свідчить про істотне випаровування вологи з поверхні плодів унаслідок інтенсивного повітряного потоку. Найвищу втрату маси зафіксовано в плодів черешні сорту Krupnoplidna (1,96 %), тоді як найнижчий рівень – у сорту Melitopol’ska chorna (1,76 %), що зумовлено різницею в структурі епідермісу,

товщині кутикули та ступені стиглості плодів.

Під час застосування ППС втрати маси були значно меншими – у 2,03 раза (за середнім значенням) порівняно з ІПС. Це пояснюється меншою швидкістю повітряного потоку, що зменшує інтенсивність транспірації, хоча й подовжує тривалість охолодження. Висока турбулентність повітря при ІПС сприяє швидкому охолодженню, але водночас посилює процеси випаровування вологи, що зумовлює підвищення природних втрат маси продукції.

Під час гідроохолодження втрати маси плодів не спостерігалися, що зумовлено безпосереднім контактом плодів з рідким охолоджувальним середовищем, яке перешкоджає вологообміну з навколишнім повітрям. Гідроохолодження ефективно пригнічує дихальні процеси, знижує термогенез і забезпечує повне збереження маси сировини.

Разом із тим, цей метод має певний технологічний недолік – після завершення процесу на поверхні плодів залишається крапельно-рідка волога, яка потребує видалення перед подальшими операціями транспортування чи пакування.

За умов комбінованого способу, який поєднує гідроохолодження та інтенсивне повітряне охолодження, середні втрати маси плодів становили 0,08 %, із варіюванням від 0,07 % у сорту Melitopol’ska chorna до 0,09 % у сорту Valerii Chkalov.

Втрати маси при КС були меншими у 11,3 раза порівняно з ППС та у 22,9 раза – порівняно з ІПС. Такий результат свідчить про ефективність двоступеневого охолодження в зменшенні транспіраційних втрат і збереженні вологоутримувальної здатності плодової тканини.

Високу статистичну значущість впливу способу попереднього охолодження на величину втрат маси підтверджено результатами двофакторного дисперсійного аналізу (рис. 4.5).

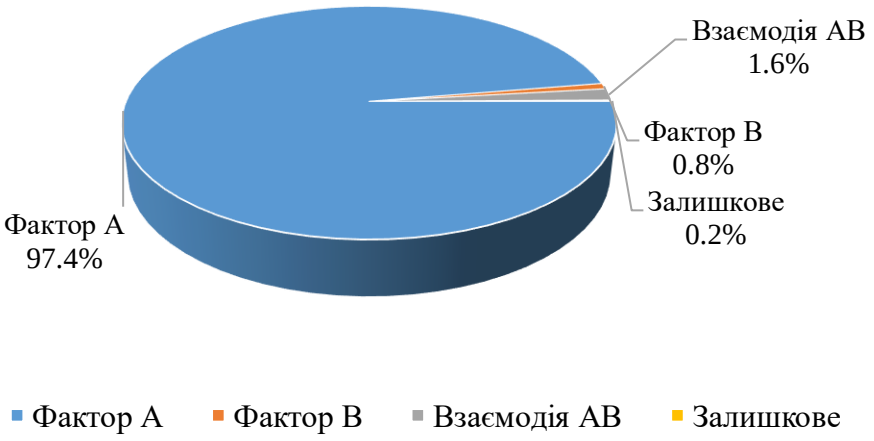


Рис. 4.5. Відсотковий розподіл внеску основних факторів у варіацію показника втрати маси плодів, %: фактор А – спосіб попереднього охолодження, фактор В – сортові особливості, АВ – ефект взаємодії факторів, залишкове – частка випадкових та неконтрольованих впливів.

Результати статистичної обробки даних свідчать, що спосіб попереднього охолодження (фактор А) має вирішальний вплив на показник втрати маси плодів, формуючи 97,4 % загальної варіації цього параметра. Частка впливу сортових особливостей (фактор В), а також взаємодії факторів АВ і залишкових випадкових чинників є статистично незначною й не перевищує 1,6 %.

4.2.4. Динаміка зміни інтенсивності мікробіологічних процесів і фізіологічних розладів за різних способів охолодження

У процесі зберігання плодів черешні (*Cerasus avium L.*) і вишні (*Cerasus vulgaris L.*) відбувається активізація росту епіфітної мікрофлори, що може призводити до погіршення мікробіологічної стабільності та зниження товарної якості продукції. Інтенсивність розвитку поверхневої мікробіоти протягом 30 діб зберігання істотно залежала від способу попереднього охолодження, застосованого перед закладанням плодів на зберігання (табл. 4.7).

До початку охолодження загальна кількість мікроорганізмів на поверхні плодів становила в середньому 6,20×10³ КУО/г для грибів та 20,73×10³ КУО/г для бактерій. Мінімальні початкові показники контамінації зареєстровано в плодів вишні сорту Vstriecha – 5,78×10³ КУО/г грибів і 18,55×10³ КУО/г бактерій. Найвищу кількість мікроорганізмів до охолодження виявлено на плодах черешні сортів Valerii Chkalov (6,85×10³ КУО/г грибів) та Melitopol'ska chorna (22,26×10³ КУО/г бактерій), що, ймовірно, пов'язано з особливостями поверхневої структури плодів, ступенем зрілості та природною мікробною резистентністю. Після 30 діб зберігання встановлено, що кількість мікроорганізмів на поверхні плодів збільшувалася у 1,4–2,3 раза для бактерій і у 2,0–3,3 раза для грибів залежно від способу попереднього охолодження та сортових особливостей сировини. Найбільш виражене мікробіологічне зростання спостерігалося при повітряних способах охолодження (ППС та ІПС), що зумовлено частковим збереженням поверхневої вологості та наявністю мікропошкоджень епідермісу, які створюють сприятливі умови для росту мікроорганізмів. Гідроохолодження на початковому етапі сприяло зменшенню кількості поверхневої мікрофлори завдяки змиванню частини епіфітних бактерій і грибів охолоджувальним середовищем. Проте надалі, під час зберігання, наявність крапельно-рідкої вологи на поверхні плодів після ГО стимулювала вторинний розвиток мікрофлори, особливо за підвищеної вологості повітря у сховищі. Унаслідок цього на поверхні плодів утворювалися осередки патогенного росту, що негативно впливало на мікробіологічну безпечність і зовнішній вигляд продукції. Через 30 діб зберігання після ГО зафіксовано максимальну кількість грибів на поверхні плодів вишні сорту Vstriecha – 22,59×10³ КУО/г, а максимальну кількість бактерій – у плодів черешні сорту Melitopol'ska chorna (51,03×10³ КУО/г). Отримані результати свідчать про складну взаємодію між гідротермічними умовами процесу охолодження та розвитком епіфітної мікрофлори, що має враховуватися при виборі оптимальних технологічних параметрів передзберігальної обробки плодів.

Таблиця 4.7

Зміна чисельності епіфітної мікрофлори на поверхні плодів черешні та вишні під впливом різних способів охолодження після 30 діб зберігання

Групи мікроорганізмів	Кількість мікроорганізмів 10^3, КУО/г				
	до охолодження	ППС	ІПС	ГО	КС
Сорт Valerii Chkalov					
Бактерії	21,24±0,85	32,55±2,20	31,25±0,87	48,96±1,04	20,35±1,27
Гриби	6,85±0,05	15,07±0,15	16,25±0,84	20,59±0,64	4,25±0,58
Сорт Melitopol’s’ka chorna					
Бактерії	22,26±0,85	33,46±1,40	33,09±1,76	51,03±1,18	19,25±1,86
Гриби	6,13±0,07	14,65±1,03	15,25±0,47	21,35±1,26	4,528±0,53
Сорт Krupnoplidna					
Бактерії	20,89±1,27	30,26±0,74	29,25±1,47	50,36±0,74	21,56±0,37
Гриби	6,06±0,73	16,46±2,25	17,26±0,95	22,547±1,80	5,49±0,77
Сорт Vstriecha					
Бактерії	18,55±2,22	27,65±0,68	25,49±0,80	43,59±2,15	15,65±1,27
Гриби	5,78±0,88	12,55±0,89	11,50±0,89	22,59±0,98	3,66±0,67
Середнє значення					
Бактерії	20,73±1,30	30,98±1,25	29,77±1,23	48,48±1,28	19,20±1,19
Гриби	6,20±0,43	14,68±1,07	15,06±0,79	21,77±1,17	4,48±0,64

Джерело: розробила автор

Застосування комбінованого способу попереднього охолодження сприяло істотному зниженню рівня епіфітної мікрофлори на поверхні плодів черешні (*Cerasus avium L.*) та вишні (*Cerasus vulgaris L.*) після 30 діб зберігання. Така тенденція зумовлена комплексною дією двох етапів охолодження – гідроохолодження, що забезпечує змивання поверхневих мікроорганізмів, та інтенсивного повітряного охолодження, яке пригнічує подальший розвиток залишкової мікрофлори внаслідок швидкого зниження температури тканин. У плодів черешні після зберігання кількість бактерій і

грибів залишалася на рівні вихідних значень або зменшувалася на 10–40 % залежно від сортових особливостей. Для вишні сорту Vstriecha відзначено більш виражене зменшення мікробної контамінації – на 20–60 % порівняно з початковими показниками епіфітної мікрофлори.

4.2.5. Аналіз динаміки та закономірностей варіації функціонально-технологічних характеристик плодів черешні та вишні під впливом способів попереднього охолодження

Свіжі плоди черешні (*Cerasus avium L.*) та вишні (*Cerasus vulgaris L.*) відповідно до чинних стандартів якості поділяють на два товарні сорти – перший і другий. Плоди обох сортів мають бути цілими, чистими, без надлишкової поверхневої вологи, шкідників, ознак гнильних або пліснявих уражень. Не допускається наявність стороннього запаху, присмаку, механічних пошкоджень епідермісу чи розривів шкірочки. До першого товарного сорту належать плоди черешні, що повністю відповідають зазначеним вимогам і мають поперечний діаметр не менше 20 мм. До другого сорту зараховують стандартні плоди, які можуть відрізнятися від типових за формою, але мають розмір не менше 17 мм у діаметрі. Для плодів вишні мінімальний діаметр становить 16 мм для першого сорту та 13 мм – для другого [40; 41].

Усі зразки, відібрані для дослідження та закладені на зберігання, відповідали вимогам першого товарного сорту (100 %), що гарантує однорідність вихідної сировини за морфометричними та якісними показниками.

У процесі зберігання, під впливом фізіолого-біохімічних змін, мікробіологічних уражень і втрат маси, поступово відбувається зниження товарної якості плодів. Частина продукції переходить у другий сорт, а також формується технічний брак і абсолютний відхід (табл. 4.8). Віднесення плодів до другого сорту зумовлене появою локальних побурінь шкірочки у вигляді плям площею близько 0,2 см², усиханням плодоніжки та розм’якшенням

м’якоті, що супроводжується втратою клітинного соку і зниженням тургору тканин.

Згідно з положеннями ДСТУ 8153:2015 «Черешня свіжа. Технічні умови» [42] та ДСТУ 8325:2015 «Вишня свіжа. Технічні умови» [43], у товарних партіях плодів допускається наявність не більше 5 % зразків, що за своїми показниками якості належать до другого товарного сорту. Якщо ж частка таких плодів перевищує зазначений норматив, партія першого сорту підлягає перекласифікації до другого сорту, навіть за відсутності дефектів, які свідчать про непридатність продукції до споживання.

Результати проведених експериментальних досліджень свідчать, що через 40 діб зберігання відсоток плодів черешні, які за якістю зарахували до другого товарного сорту, варіював у межах від 7,6 % до 0,25 %, залежно від використаного способу попереднього охолодження та сортових особливостей (табл. 4.8).

Для плодів черешні сортів Valerii Chkalov та Melitopol’ska chorna, охолоджених за ППС, встановлено, що частка плодів другого товарного сорту перевищувала 5 %, що не відповідає вимогам чинних стандартів якості. У зв’язку з цим після 40 діб зберігання такі партії рекласифіковано до другого товарного сорту.

Найменший відсоток плодів, які за якістю відповідали другому сорту, визначено у партії черешні сорту Krupnoplidna, охолодженій комбінованим способом.

Для партій сортів Melitopol’ska chorna та Valerii Chkalov, що пройшли комбіноване охолодження, кількість плодів другого сорту була вищою – у 2 та 8 разів відповідно, проте залишалася нижчою порівняно з аналогічними зразками, охолодженими іншими методами. Це свідчить про високу стабілізувальну ефективність двоступеневого охолодження, яке поєднує гідро- та інтенсивне повітряне охолодження, завдяки чому сповільнюються процеси дозрівання, дихання та деградації клітинних структур.

У плодів вишні після 40 діб зберігання частка другого товарного сорту

перевищувала 5 % у всіх дослідних варіантах, окрім партії, охолодженої комбінованим способом.

Таблиця 4.8

Зміна показників товарної якості плодів черешні та вишні після 40 діб зберігання залежно від застосованого способу охолодження

Спосіб охолодження	Стандартна продукції, %		Втрати, %		
	1 сорт	2 сорт	технічний брак	абсолютний відхід	маси
Valerii Chkalov					
ППС	77,63±1,12	7,57±0,56	2,03±0,11	7,87±0,11	4,90±0,17
ІПС	84,14±1,21	5,00±0,72	1,53±0,12	4,12±0,12	5,22±0,11
ГО	93,57±1,15	3,43±0,55	0,15±0,07	1,01±0,05	1,84±0,08
КС	95,74±0,81	2,01±0,42	0,15±0,05	0,36±0,03	1,74±0,10
Melitopol’s’ka chorna					
ППС	78,75±2,15	6,46±0,81	3,02±0,13	7,00±0,11	4,78±0,15
ІПС	84,82±1,42	4,53±0,72	1,77±0,17	3,46±0,25	5,43±0,25
ГО	93,73±1,51	3,13±0,27	0,46±0,36	0,99±0,31	1,72±0,13
КС	97,56±1,02	0,49±0,61	0,15±0,07	0,30±0,03	1,50±0,12
Krupnoplidna					
ППС	80,71±1,02	4,89±0,23	3,13±0,08	6,56±0,01	4,71±0,13
ІПС	84,45±1,35	4,50±0,22	1,50±0,06	4,03±0,03	5,52±0,12
ГО	94,01±1,38	3,11±0,11	0,20±0,07	0,88±0,02	1,79±0,04
КС	97,65±1,06	0,25±0,15	0,12±0,03	0,30±0,04	1,69±0,03
Vstriecha					
ППС	72,99±1,00	6,99±0,37	6,57±0,08	8,23±0,11	5,23±0,02
ІПС	78,44±1,45	6,54±0,25	6,05±0,02	5,79±0,09	3,18±0,06
ГО	83,016±2,01	5,59±0,13	6,05±0,04	3,21±0,02	2,13±0,04
КС	88,294±1,81	3,96±0,45	4,03±0,05	1,73±0,05	2,00±0,01

Джерело: розробила автор

У середньому загальні втрати товарної продукції становили понад 10 %, що є наслідком підвищеної інтенсивності дихальних процесів та втрати вологи. Охолоджену повітряними та гідроспособами (ППС, ІПС, ГО) вишню після 40 діб зберігання зараховано до другого товарного сорту, тоді як охолоджена комбінованим способом продукція повністю зберегла характеристики першого товарного сорту.

Високий рівень статистичної значущості впливу способу охолодження на кількість плодів другого сорту після зберігання підтверджено результатами двофакторного дисперсійного аналізу (рис. 4.6).

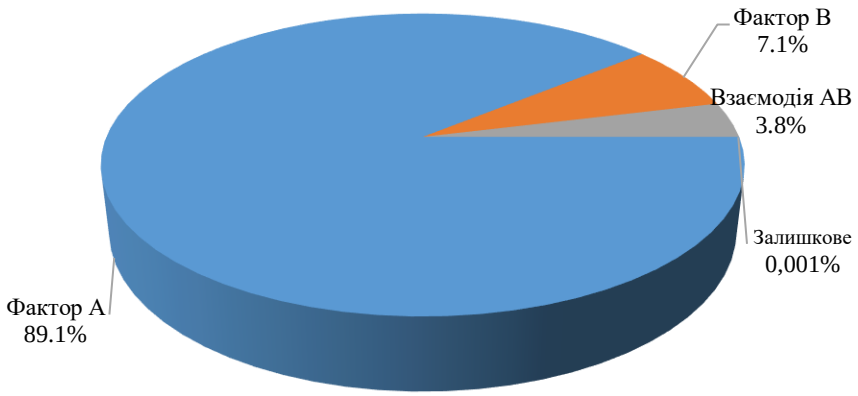


Рис. 4.6. Відсотковий розподіл внеску основних факторів на зміни кількості плодів черешні 2 сорту після 40 діб зберігання, %: фактор А – спосіб попереднього охолодження, фактор В – сортові особливості, АВ – ефект взаємодії факторів, залишкове – частка випадкових та неконтрольованих впливів.

Результати двофакторного дисперсійного аналізу підтверджують, що спосіб попереднього охолодження (фактор А) є переважальним чинником, який визначає зміну показників збереженості плодів після тривалого зберігання. Частка його впливу становила 89,1 %, що свідчить про провідну роль технологічних параметрів охолодження у формуванні стабільності споживчих властивостей продукції. Вплив фактора В (сортові особливості плодів) був значно нижчим – 7,1 %, тоді як взаємодія факторів АВ та інших

випадкових чинників мала незначний ефект, що не перевищував 3,8 %.

Після 40 діб зберігання сумарний вихід стандартної продукції плодів черешні коливався в межах 85,2–98,1 %, залежно від сорту та способу попереднього охолодження. Найнижчі значення зафіксовано у партіях плодів, оброблених ППС. У разі застосування ІПС вихід стандартних плодів був на 5 % вищим, за гідроохолодження – на 14 %, а при комбінованому способі – на 15 % у порівнянні з ППС.

Для плодів вишні загальний вихід стандартної продукції (першого та другого сортів) після 40 діб зберігання варіював у межах 80,0–92,3 %, залежно від застосованої технології попереднього охолодження. Найвищі показники отримано в партії плодів, оброблених комбінованим способом, що підтверджує його високу ефективність у збереженні якості продукції.

Найбільш позитивного результату щодо збереження товарної придатності досягнули саме, використовуючи комбіноване двоступеневе охолодження, яке забезпечувало оптимальне поєднання швидкості тепловідведення та зниження втрат вологи.

До категорії технічного браку та абсолютного відходу віднесено плоди, які мали ознаки мікробіологічних уражень або фізіологічних розладів, що не допускаються нормативними документами. До технічного браку належали також плоди з ознаками перезрівання, старіння або локальним побурінням шкірочки на площі від 25 до 50 % поверхні плоду, що свідчить про початок деструктивних змін клітинних структур і втрату споживчої привабливості.

До категорії абсолютного відходу віднесено плоди загнилі, що не відповідають вимогам стандартів ДСТУ 8153:2015 «Черешня свіжа. Технічні умови» [42] та ДСТУ 8325:2015 «Вишня свіжа. Технічні умови» [43].

Аналіз експериментальних результатів показав, що під час зберігання партій черешні, охолоджених гідроохолодженням і комбінованим способом, кількість технічного браку була у 7–15 разів, а абсолютного відходу – у 2,7–3,2 рази меншою, ніж у партіях плодів, охолоджених ППС. Найкращі результати щодо збереження якості плодів черешні отримано після

охолодження комбінованим способом.

Порівняльний аналіз кінетики охолодження та змін якісних показників плодів за використання різних способів охолодження засвідчив, що комбінований спосіб є найбільш ефективним технологічним рішенням, оскільки забезпечує мінімальні втрати маси (у 11,3–22,9 раза менші порівняно з повільним і інтенсивним повітряними методами відповідно), високий рівень збереження фізіологічних і товарних характеристик, а також істотне обмеження розвитку епіфітної мікрофлори протягом зберігання.

Висока ефективність комбінованого способу охолодження пояснюється його двостадійною структурою, що поєднує гідротермічний та повітряний етапи тепловідведення. На першій стадії – гідроохолодженні – занурення плодів у водні розчини органічних кислот забезпечує інтенсивне тепловідведення завдяки високій теплоємності та теплопровідності рідкого середовища, що сприяє швидкому зниженню температури у поверхневих і підшкірних шарах плодів та мінімізації температурних градієнтів. Одночасно органічні кислоти знижують pH поверхні плодів, чинячи бактеріостатичну й фунгістатичну дію, яка інгібує розвиток патогенної мікрофлори, сповільнює ферментативні реакції окиснення, стабілізує антиоксидантну систему та зменшує швидкість деградації біологічно активних сполук. Друга стадія – інтенсивне повітряне доохолодження – забезпечує рівномірний тепломасообмін у глибинних тканинах, вирівнювання температурного профілю та зниження вологості транспіраційних потоків, що істотно зменшує втрати маси й запобігає виникненню фізіологічних пошкоджень. Сукупна дія зазначених процесів створює синергетичний ефект, за якого поєднання гідротермічного охолодження з первинною санацією поверхні плодів і подальшим стабілізуванням температурного режиму інтенсивним повітряним потоком забезпечує пригнічення росту епіфітної мікробіоти, збереження структурно-функціональної цілісності тканин і пролонгування терміну зберігання при високому рівні якості. Отже, комбіноване попереднє охолодження може розглядатися як науково обґрунтована й технологічно

оптимізована альтернатива традиційним методам, що поєднує підвищену ефективність тепломасообміну, стабілізацію товарних характеристик та контроль мікробіологічної безпечності плодів під час післязбирального зберігання.

4.3. Нові технологічні аспекти розроблених технологічних процесів

На основі отриманих та науково-обгрунтованих результатів було розроблено спосіб охолодження та зберігання плодів черешні та вишні. Технологічна схема наведена на рисунку 4.7.

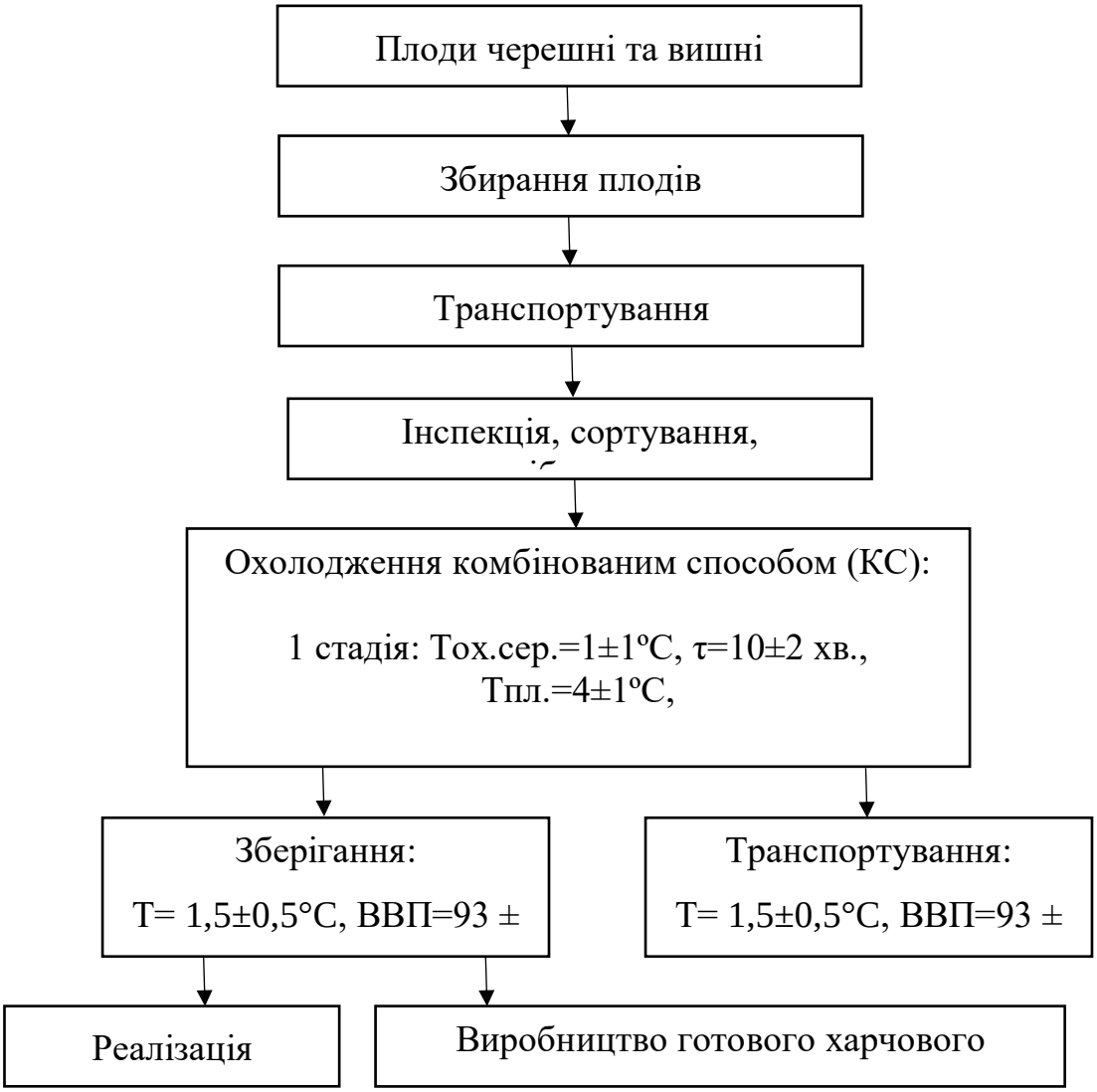


Рис. 4.7. **Технологічна схема процесів охолодження і зберігання плодів черешні та вишні**

Плоди черешні та вишні збирають на початку стадії споживчої стиглості. Упаковані в перфоровані пластикові ящики типу ОЗН розміром 600 х 400 мм, насипом по 10 кг плоди транспортують автомобільним транспортом на відстань 2–5 км у плодосховище-холодильник. Транспортні засоби повинні бути обладнані згідно з правилами перевезення вантажів, які швидко псуються, та забезпечувати збереження товарних якостей фруктів. Ящики виготовлені з поліетилену низького тиску, що відповідає умовам контактування з харчовим продуктом та задовольняють вимогам ДСТУ 4971:2008 [44].

Після доставки в холодильник фрукти електронавантажувачем подають на інспекцію, сортування та калібрування. Інспекцію та сортування виконують одночасно, вручну на інспекційному роликовому конвеєрі А9-КТ2-О. Видаляють екземпляри, що не задовольняють описаним у підрозділі 3.3.2 вимогам. Калібрування плодів черешні та вишні виконують на калібрувальній машині. Далі фрукти пакують у насипом у пластикові ящики, розмір тари 600 х 400 х 116 мм по 10 кг в кожному та відправляють на охолодження комбінованим способом.

Попереднє охолодження відбувається на двох стадіях:

– І стадія – гідроохолодження плодів черешні в розчині розробленої захисної композиції, діючими речовинами якої є молочна та оцтова кислоти в концентраціях для черешні x_1 = 2,161 % (молочна) та x_2 = 1,705 % (оцтова), для вишні відповідно – x_1 = 2,217 % та x_2 = 1,966 %. Температура використання робочого розчину 1,0 ± 0,5 °С, період охолодження – 10 ± 2 хв до встановлення температури всередині плоду 4 ± 1 °С, гідроохолодження здійснюють в стаціонарному палетному гідрокулері MAS-HC-2000-PAL-ST продуктивністю 2 т/год.

– ІІ стадія – плоди доохолоджують холодним повітрям протягом 30 ± 2 хв до температури 2 ± 0,5 °С, швидкість руху повітря в камері 3,0 м/с, кратність повітрообміну 90 об’ємів за годину, у камерах інтенсивного охолодження температура – 0 ± 1°С, відносна вологість повітря – 90 ± 1%.

Загальна тривалість процесу охолодження плодів комбінованим способом становить 40 ± 2 хв, процес охолодження відбувається до встановлення температури в середині плоду 2 ± 0,5 °С біля кісточки. Після охолодження плоди черешні та вишні закладають на зберігання за температури 1,5 ± 0,5 °С, відносній вологості повітря 93 ± 1 % у модернізовану холодильну камеру КХ – 48, оснащену системою контролю температури Eliwell EWDR 902 та датчиками відносної вологості повітря Eliwell EWHS 31. Система охолодження камер зберігання – батарейна [41]. Розроблений спосіб охолодження та зберігання плодів черешні й вишні, який передбачає гідроохолодження із застосуванням композицій молочної та оцтової кислот із наступним видаленням залишкової поверхневої вологи охолодженим повітрям, забезпечує зниження фізіологічних втрат і суттєве подовження терміну зберігання продукції. Запропонована технологія сприяє збереженню високих органолептичних властивостей плодів після зберігання: інтенсивного забарвлення, характерного кисло-солодкого смаку, щільної, пружної консистенції, що свідчить про збереження товарної якості та споживчої привабливості.

Висновки до розділу 4

1. На основі багатофакторного моделювання та експериментальних досліджень встановлено оптимальні умови гідроохолодження з використанням захисних композицій на основі молочної та оцтової кислот для подовження терміну зберігання черешні та вишні. Для плодів черешні сорту Valerii Chkalov мінімальні середньодобові втрати маси (0,0642 %) досягнуті при концентраціях органічних кислот x_1 = 2,161 % (молочна) та x_2 = 1,705 % (оцтова). Для плодів вишні сорту Vstriecha оптимальне значення середньодобових втрат (0,106 %) забезпечено при x_1 = 2,217 % та x_2 = 1,966 %. Адекватність регресійних моделей підтверджена високими коефіцієнтами детермінації, що свідчить про достовірність впливу досліджуваних чинників

на рівень втрат. Застосування цих оптимізованих режимів сприяє зниженню природних втрат від мікробіологічних захворювань і фізіологічних розладів (до 1,01 % для черешні та 2,27 % для вишні) та масових втрат плодів (до 1,68–1,99 %). Отримані результати створюють наукове підґрунтя для розробки технологій передзберігального охолодження як інструмента оптимізації зберігання і післязбиральної логістики плодової продукції для свіжого споживання й виробництва харчових продуктів.

2. Аналітичні та експериментальні дослідження підтвердили ефективність розробленого комбінованого способу попереднього охолодження плодів черешні, що забезпечує їх збереження протягом 40 діб із виходом стандартної продукції на рівні 98 %. Запропонована технологія сприяє максимальному збереженню товарних властивостей і біологічної цінності продукції та є перспективною для впровадження в промислове зберігання черешні в Україні й за кордоном.

3. Дослідження впливу способів попереднього охолодження на збереження плодів черешні та вишні показали, що комбінований метод є найбільш технологічно ефективним. Він забезпечує мінімальні втрати маси плодів (у 11,3 – 22,9 разів менші порівняно з пасивним та інтенсивним повітряними способами відповідно), високий рівень збереження якості та суттєве обмеження розвитку епіфітної мікрофлори. Гідроохолодження демонструє найшвидше зниження температури плодів і мінімальні втрати маси, проте створює умови для розвитку фітопатогенної мікрофлори. Повітряні способи поступаються за технологічними показниками через вищі втрати маси та меншу стабілізацію дихальної активності. Застосування комбінованого способу охолодження доцільне для оптимізації зберігання та транспортування плодів черешні й вишні, що є важливим чинником підвищення ефективності холодильного ланцюга й економічної результативності плодоовочевої галузі.

4. Розроблений спосіб охолодження та зберігання плодів забезпечує збереження високих органолептичних показників плодів, зокрема

характерного забарвлення, смаку та текстури, що підтверджує його доцільність для впровадження у промислову післязбиральну обробку кісточкових культур з метою підвищення їх товарної якості та ринкової цінності.

Список опублікованих праць за темою дисертаційного дослідження

1. Ivanova I., Serdyuk M., Tymoshchuk T., Malkina V., Zinovieva O., Lisohurska D., Nevmerzhytska O., Lisohurska O. Minimizing sweet cherry fruit losses during storage under the influence of hydrocooling and protective organic composition. Eastern-European Journal of Enterprise Tech nologies. 2024. Vol. 4, No. 11(130). P. 16–25. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.309595.

2. Hutsol T., Priss O., Ivanova I., Serdyuk M., Cupiał M., Tymoshchuk T., Havrylianchyk R., Prokopchuk L., Kowalczyk Z. Effectiveness of cooling methods in reducing losses during cherry storage. Agricultural Engineering. 2024. Vol. 28(1). P. 321–340. DOI: 10.2478/agriceng-2024-0020.

3. Іванова І. Є., Кривонос І. А., Зінов’єва О.Г., Басанець С. В. Мінімізація втрат споживчої якості при зберіганні плодів вишні за впливу гідро-охолодження та захисної композиції. Здоров’я людини і нації. 2024. № 3. С. 59–74. URL: https://www.humanhealth.nubip.edu.ua/index.php/hnh/article/view/42

4. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб зберігання плодів черешні : пат. 160498 Україна : МПК A23B7/04. № u 202501147 ; заявл.18.03.2025 ; опубл. 10.09.2025, Бюл. № 37/2025.

5. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб зберігання плодів вишні : пат. 160688 Україна : МПК A23B7/04. № u 202405952 ; заявл.16.12.2024 ; опубл. 1.10.2025, Бюл. № 40/2025.

Список використаних джерел до розділу 4

1. Panda A., Amaratunga D. Resilient cities. *Oxford Encyclopedia of Natural Hazards Governance* / (Eds.) B. J. Gerber, A-M. Esnard, B. Glavovic, C. Wamsler, O. Aginam, T. A. Birkland, T. Sim. Oxford : Oxford University Press, 2019. DOI: https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389407.013.321

2. Oxalic acid: A blooming organic acid for postharvest quality preservation of fresh fruit and vegetables / Hasan M., Singh Z., Shoaib Shoh H. et al. *Postharvest Biology and Tehnology*. 2023. Vol. 206. Article 112574. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112574

3. Postharvest losses of fruit and vegetables during retail and in consumers' homes: Quantifications, causes, and means of prevention / Porat R., Lichter A., Terry L. A. et al. *Postharvest Biology and Technology*. 2018. Vol. 139. P. 135–149. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.11.019

4. Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens / Berger C. N., Sodha S. V., Shaw R. K. et al. *Environmental microbiology*. 2010. Vol. 12, *Issue* 9. P. 2385–2397. DOI: http://doi.org/10.1111/j.1462- 2920.2010.02297.x

5. Fruit and Vegetable Intake and Body Mass Index in a Large Sample of Middle- Aged Australian Men and Women / Charlton K., Kowal P., Soriano M. M. et al. *Nutrients*. 2014. Vol. 6. P. 2305–2319. DOI: https://doi.org/10.3390/nu6062305

6. Lactic Acid Bacteria as Antibacterial Agents to Extend the Shelf Life of Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables: Quality and Safety Aspects / Agriopoulou S., Stamatelopoulou E., Sachadyn-Król M., Varzakas T. *Microorganisms*. 2020. Vol. 8, *Issue* 6. Article 952. DOI: https://doi.org/10.3390/microorganisms8060952

7. Imperatives of quality insuring of the production cycle and effective functioning process of the enterprises of agro-product subcomplex of Ukraine / Vinichenko I. I., Trusova N. V., Kurbatska L. M. et al. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*. 2020. Vol. 11, n. 4. P. 1462–1481. DOI:

https://doi.org/10.14505/jarle.v11.4(50).43

8. Innovative development and competitiveness of agribusiness subjects in the system of ensuring of economic security of the regions of Ukraine / Trusova N. V., Hryvkivska O. V., Yavorska T. I. et al. *Rivista di Studi sulla Sostenibilita.* 2020. Vol. 2. P. 141–156. DOI: https://doi.org/10.3280/RISS2020-002- S1011

9. Improvement of shelf-life of cherry (*Prunus avium* L.) by combined application of modified-atmosphere packaging and antagonistic yeast for long-distance export / Cabañas C. M., Hernández A., Serradilla M. J. et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2023. Vol. 103, *Issue* 9. P. 4592–4602. DOI: https://doi.org/10.1002/jsfa.12532

10. Villavicencio J. D., Zoffoli J. P., Contreras C. Postharvest prevalence of the herbaceous off-flavor in 'Regina' sweet cherry (*Prunus avium* L.) from central and southern Chilean producers. *Acta Horticulturae.* 2023. Number 1364, Vol. 1: *XXXI International Horticultural Congress (IHC2022): International Symposium on Postharvest Technologies to Reduce Food Losses* (August 14, 2022). P. 369–374. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1364.47

11. Effect of the Commercial Ripening Stage and Postharvest Storage on Microbial and Aroma Changes of 'Ambrunés' Sweet Cherries / Serradilla M. J., Martín A., Hernandez A. et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2010. Vol. 58, *Issue* 16. P. 9157–9163. DOI: https://doi.org/10.1021/jf102004v

12. Integrated control of postharvest diseases of sweet cherry with yeast antagonists and sodium bicarbonate applications within a hydrocooler / Karabulut O. A., Arslan U., Ilhan K., Kuruoglu G. *Postharvest Biology and Technology.* 2005. Vol. 37, *Issue* 2. P. 135–141. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.03.003

13. Alique R., Martínez M. A., Alonso J. Metabolic response to two hydrocooling temperatures in sweet cherries cv Lapins and cv Sunburst. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2006. Vol. 86, *Issue* 12. P. 1847–1854. DOI: https://doi.org/10.1002/jsfa.2516

14. Cooling sweet cherry fruits prolongs their use value / Ristic Z.,

Stanivukovic S., Pasalic B., Duric G. *Agro-Knowledge Journal*. 2021. Vol. 22, No. 2. P. 49–59. DOI: https://doi.org/10.7251/AGREN2202049R

15. Study of microbiological quality of “Ambrunes” sweet cherry during postharvest storage / Serradilla M., Martin A., Hernandez A., Seco de Herrera S. *Acta Horticulturae*. 2012. Number 934: *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on Postharvest Technology in the Global Market* (August 22, 2010). P. 401–404. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.934.51

16. Bahar A., Dundar O. The effects of hydrocooling and modified atmosphere packaging system on storage period and quality criteria of sweet cherry cv. Aksehir Napolyonu. *Acta Horticulturae*. 2001. Number 553, Vol. 2: *Proceedings of the Fourth International Conference on postharvest science* (26-31 March, Jerusalem, Israel). P. 615–616. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.553.147

17. Børve J., Stensvand A. Postharvest fungal fruit decay in sweet cherry graded in water with low chlorine content. *European Journal of Horticultural Science*. 2019. Vol. 84, Issue 5. P. 274–281. DOI: https://doi.org/10.17660/eJHS.2019/84.5.3

18. Aday M. S. Application of electrolyzed water for improving postharvest quality of mushroom, LWT. *Food Science and Technology*. 2016. Vol. 68. P. 44–51. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.014

19. Effect of Honey and Citric Acid Treatments on Postharvest Quality of Fruits and Fresh-Cut of Guava / Abd El-Moneim E. A. A., Kamel H. M., Zaki Z. A., Rehab M. E. Abo. *World Journal of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 11, *Issue* 5. P. 255–267. DOI: https://doi.org/10.5829/idosi.wjas.2015.11.5.1865

20. Hajilou J., Fakhimrezaei S. Effects of post-harvest calcium chloride or salicylic acid treatments on the shelf-life and quality of apricot fruit. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2013. Vol. 88, No. 5. P. 600–601. DOI: https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11513012

21. Ennab H. A., El-Shemy M. A., Alam-Eldein S. M. Salicylic Acid and

Putrescine to Reduce Post-Harvest Storage Problems and Maintain Quality of Murcott Mandarin Fruit. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, Issue 1. Article 115. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy10010115

22. 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, *Issue* 3. P. 253–262. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.09.001

23. Use and efficiency of disinfectants within a hydrocooler for postharvest disease control in sweet cherry / Sehirli S., Karabulut O., Ilhan K., Sehirili A. *International Journal of Fruit Science*. 2020. Vol. 20, No. S3. P. 11590–1606. DOI: https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1822265

24. Quantification of the toxicity of aqueous chlorine to spores of Penicillium digitatum and Geotrichum citri-aurantii / Smilanick J. L., Aiyabei J., Gabler M. F. et al. *Plant Disease*. 2002. Vol. 86, No. 5. P. 509–514. DOI: https://doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.5.509

25. Antimicrobial Activities of Acetic Acid, Citric Acid and Lactic Acid against *Shigella* Species / In Y.-W., Kim J.-J., Kim H.-J., Oh S.-W. *Journal of Food Safety*. 2013. Vol. 33, *Issue* 1. P. 79–85. DOI: https://doi.org/10.1111/jfs.12025

26. Mead R. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology. 3rd ed. New York : Chapman and Hall/CRC, 2002. 488 p. DOI: https://doi.org/10.1201/9780203738559

27. ДСТУ ISO 874: 2002. Фрукти та овочі свіжі. Відбір проб (ISO 874:1980, IDT). [Чинний від 01.10.2003]. Офіц. вид. Київ, 2003. (Інформація та документація).

28. ДСТУ 8153: 2015. Черешня свіжа. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Офіц. вид. Київ, 2016. 5 с. (Інформація та документація).

29. ДСТУ 8325: 2015. Вишня свіжа. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Офіц. вид. Київ, 2016. 4 с. (Інформація та документація).

30. Zhi H., Dong Y. Evaluation of integrated ultrasound and $CaCl_2$ in hydrocooling water on the quality of ‘Bing’, ‘Lapins’, and ‘Sweetheart’ cherries

stored in modified atmosphere packaging. *Scientia Horticulturae.* 2022. Vol. 299. Article 111060. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111060

31. Thompson J. F., Mitchell F. G., Kasmire R. F. Cooling horticultural commodities. *Postharvest technology of horticultural crops* / (Ed.) A. A. Kader. 3rd Edition. Oakland : University of California Publication, 2002. P. 97–112.

32. Quantification of the toxicity of aqueous chlorine to spores of Penicillium digitatum and Geotrichum citri-aurantii / Smilanick J. L., Aiyabei J., Gabler M. F. et al. *Plant Disease*. 2002. Vol. 86, No. 5. P. 509–514. DOI: https://doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.5.509

33. Hajilou J., Fakhimrezaei S. Effects of post-harvest calcium chloride or salicylic acid treatments on the shelf-life and quality of apricot fruit. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology.* 2013. Vol. 88, *Issue* 5. P. 600–601. DOI: https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11513012

34. Implication of Abscisic Acid on Ripening and Quality in Sweet Cherries: Differential Effects during Pre- and Post-harvest / Tijero V., Teribia N., Muñoz P. Munné-Bosch S. *Frontiers in Plant Science.* 2016. Vol. 7. Article 602. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00602

35. Mari M., Gregori R., Donati I. Postharvest control of Monilinia laxa and Rhizopus stolonifer in stone fruit by peracetic acid. *Postharvest Biology and Technology.* 2004. Vol. 33, Issue 3. P. 319–325. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.02.011

36. Suran P., Zelený L. Skřivanová A. Impact of storage technologies on length of storage period and fruit quality of sweet cherries. *Acta Horticulturae*. 2019. Number 1256(68): *VI International Conference Postharvest Unlimited* (October 17, 2017). P. 615–622. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1256.88

37. Thermodynamics analysis for forced air pre- cooling of cherry / Liu F., Jia B., Li Z., Zhang X. *Journal of Food Process Engineering*. 2021. Vol. 44, *Issue* 4. Article e13881. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpe.13881

38. Effect of the commercial ripening stage and postharvest storage on microbial and aroma changes of ‘Ambrunés’ sweet cherries / Serradilla M. J.,

Martín A., Hernandez A. et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 58, No. 16. P. 9157–9163. DOI: https://doi.org/10.1021/jf102004v

39. Use and efficiency of disinfectants within a hydrocooler for postharvest disease control in sweet cherry / Sehirli S., Karabulut O., Ilhan K., Sehirili A. *International Journal of Fruit Science*. 2020. Vol. 20, No. 3. P. 1590–1606. DOI: 10.1080/15538362.2020.1822265

40. ДСТУ UNECE STANDARD FFV-13: 2017. Вишня і черешня свіжі. Вимоги до постачання та контролювання якості (UNECE STANDARD FFV-13: 2010, IDT). [Чинний від 01.01.2018]. Офіц. вид. Київ, 2017. (Інформація та документація). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84863

41. ДСТУ ISO 7920: 2009. Черешня та вишня. Настанови щодо зберігання та транспортування в умовах охолодження (ISO 7920:1984,IDT). [Чинний від 01.01.2011]. Офіц. вид. Київ, 2009. (Інформація та документація).

42. ДСТУ 8153: 2015. Черешня свіжа. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Офіц. вид. Київ, 2016. 5 с. (Інформація та документація).

43. ДСТУ 8325: 2015. Вишня свіжа. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Офіц. вид. Київ, 2016. 4 с. (Інформація та документація).

44. ДСТУ 4971: 2008. Ящики полімерні багатооборотні для овочів і фруктів. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2009]. Офіц. вид. Київ, 2008. (Інформація та документація).

РОЗДІЛ 5
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

5.1. Процес повільного охолодження досліджуваних плодів

Технологічні аспекти процесу. Під час реалізації попереднього охолодження плодів процес цього теплообмінного оброблення здійснювали конвекцією потоком повітряного холодоносія із швидкістю руху 0,5 м/с та температурою 1–5 °С. Кратність повітрообміну в робочій зоні – 30 об’ємів за годину. Початкова температура плодів становила 21,5–23,5 °С. Температура в камерах зберігання охолоджених продуктів становила 5 ± 1 °С, а відносна вологість повітря – 90 ± 1 %. Динамічна в’язкість холодоносія у цьому процесі складає $\mu = 17{,}4 \cdot 10^{-6}$ *Па·с* для $t_x = 2$ *°С*.

Процес теплообміну під час цього охолодження містив два основних періоди. Перший період тривав близько 60 хвилин і характеризувався більш інтенсивним зниженням температури. У другому періоді було більш повільне зниження температури, чим прагнули досягнути необхідної кінцевої температури у плодах, а саме: 2 ± 0,1 °С. Протяжність такого попереднього охолодження плодів черешні становив 245–260 хв, а плодів вишні – 225 хв.

Визначення залежностей для безрозмірних параметрів, що використовуються у створенні математичної моделі. Використовуючи представлені у 2 розділі формули (2.1) – (2.6), визначили досліджувані критерії подібності для оцінки основних фізико-механічних та реологічних характеристик досліджуваного процесу охолодження; а саме, числа Нуссельта *Nu*, коефіцієнта конвективного теплообміну α, критеріїв Рейнольдса *Re*, Фур’є Fo_m.

Складання критеріального рівняння процесу. Надійним способом одержання структур критеріальних рівнянь є метод аналізу розмірностей. Від класу завдання залежить підбір методу (ефективність її розв'язання).

Класифікацію завдань визначають цільова функція і допустима область (задається системою нерівностей і рівнянь чи складнішим алгоритмом) [1–5]. На основі складеної в таблиці 2.3 матриці розмірностей відтворюємо в такій системі рівнянь для степеневих коефіцієнтів рівняння теплообміну (2.6):

$$\begin{cases} j+\varepsilon=1 \\ -3\varepsilon+n+2\xi+2i+j+\delta=0 \\ -n-\xi-i-3j+r=-3 \\ -j=-1 \end{cases} \tag{5.9}$$

З четвертого рівняння системи (5.9) отримали j = 1 (5.10)

Тоді з першого рівняння системи (5.9) очевидно, що $\varepsilon = 1 - j = 0$ (5.11)

Враховуючи рівняння (5.10) та (5.11), переписали друге та третє рівняння системи (5.9) у вигляді: $n+2\xi+2i+\delta=-1$ (5.12)

та $-n-\xi-i+r=0$ (5.13)

У результаті множення рівняння (5.13) на 2 та додавання отриманого до рівняння (5.12) визначили, що $\delta=-2r-1$ (5.14)

На основі рівняння (5.13) очевидно, що $i=-\xi-n+r$ (5.15)

Враховуючи рівняння (5.12), отримали $\delta=-n-2\xi-2i-1$ (5.16)

При врахуванні рівнянь (5.9) – (5.16) переписали рівняння теплообміну (5.6) у вигляді $\alpha=\nu^n\cdot\upsilon^{(-\xi-n+r)}\cdot\ell^{(-n-2\xi-2i-1)}\cdot\lambda\cdot a^{\xi}\cdot\tau^{(i+\xi+n)}$ (5.17)

Далі, враховуючи складники критеріїв подібності, що представлені в рівняннях (5.1), (5.4) та (5.5), здійснили такі поступові перетворення.

$$\frac{\alpha\cdot l}{\lambda}=\left[\frac{\nu\cdot\ell}{\upsilon}\right]^n\cdot\ell^{(-2\xi-2n-2i)}\cdot\upsilon^{(-\xi+r)}\cdot a^{\xi}\cdot\tau^{(i+\xi+n)}, \tag{5.18}$$

$$Nu=\mathrm{Re}^n\cdot\left[\frac{a\cdot\tau}{\ell^2}\right]^{\xi}\ell^{(-2n-2i)}\cdot\upsilon^{(-\xi+r)}\cdot\tau^{(i+n)}, \tag{5.19}$$

$$Nu=\mathrm{Re}^n\cdot Fo^{\xi}\cdot\left[\frac{a\cdot\tau}{\ell^2}\right]^n\cdot a^{-n}\cdot\ell^{-2i}\cdot\upsilon^{(-\xi+r)}\cdot\tau^{i}, \tag{5.20}$$

$$Nu=\mathrm{Re}^n\cdot Fo^{(\xi+n)}\cdot a^{-n}\cdot\ell^{-2i}\cdot\upsilon^{(-\xi+r)}\cdot\tau^{i}, \tag{5.21}$$

Враховуючи рівняння (5.15), отримали, що

$$i+n=-\xi-r\,, \tag{5.22}$$

$$Nu=\mathrm{Re}^{n}\cdot Fo^{(\xi+n)}\cdot a^{-n}\cdot \ell^{-2i}\cdot \upsilon^{(i+n)}\cdot \tau^{i}=\mathrm{Re}^{n}\cdot Fo^{(\xi+n)}\cdot\left[\frac{a\cdot\tau}{\ell^{2}}\right]^{i}\left[\frac{\upsilon}{a}\right]^{(i+n)}$$

Тоді шукане критеріальне рівняння представили у вигляді:

$$Nu=K\cdot \mathrm{Re}^{n}\cdot Fo^{(\xi+n)}\cdot Fo^{i}\,, \tag{5.23}$$

де К – вільний коефіцієнт, що дорівнює:

$$K=\left[\frac{\upsilon}{a}\right]^{(n+i)}\,, \tag{5.24}$$

Графоаналітичний метод визначення степеневих коефіцієнтів. Використовуючи виведені формули для визначення критеріїв подібності (5.1) – (5.5), отримані результати занесли до таблиці 5.4, на основі яких побудували графік функції Nu = *f (Re).* Який складає з віссю абсцис кут φ (рис.5.1), тоді величина першого степеневого коефіцієнта становить відповідно для черешні та вишні

$$n_1 = tg\varphi_1 = 0{,}202 \qquad n_2 = tg\varphi_2 = 0{,}442 \tag{5.25}$$

Таблиця 5.4

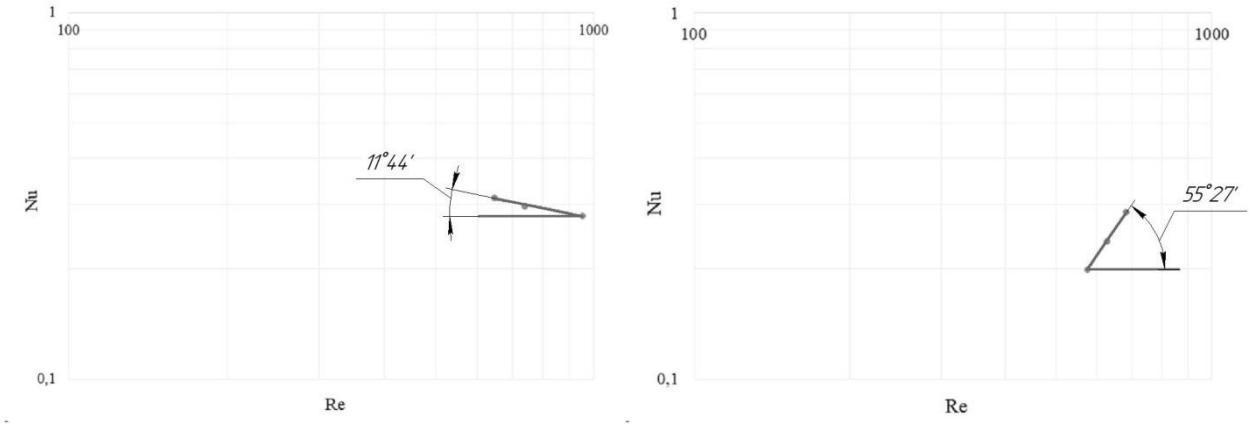
Величини основних параметрів процесу та використаних критеріїв подібності для досліджуваного процесу повільного охолодження плодів

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання
Теплоємкість плодів ***c***, *Дж/(кг·К)*	3490	3490	3490	3470	3470	3470
Маса плоду $\boldsymbol{m_{пл}}$,·10 $^{-3}$*кг*	8,35	9,37	11,67	6,52	7,12	7,87
Безрозмірна температура $\boldsymbol{\theta}$	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

Продовження таблиці 5.4

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання
Контактна площа плоду з потоком холодоносія ***S***, $\cdot 10^{-4} м^2$	15,89	20,782	34,440	17,721	17,721	17,721
Час обробки плодів τ_m, *с*	14700	15120	15600	13500	13500	13500
Коефіцієнт конвективного теплообміну ***α***, $Вт/(м^2 \cdot К)$	7,486	6,244	4,549	5,671	6,197	6,85
Щільність технологічної маси плодів ***ρ***, $кг/м^3$	1051,6	788,9	933,4	944,9	861,7	897,8
Коефіцієнт теплопровідності ***λ***, $Вт/(м \cdot К)$	0,54	0,54	0,54	0,57	0,57	0,57
Характерний розмір плоду ***ℓ***, *м*	0,0225	0,0257	0,0331	0,02	0,0219	0,0238
Об'єм плоду $V_{пл}$, $см^3$	5,955	8,907	10,002	5,52	6,61	7,013
Коефіцієнт температуропровідності ***a***, $\cdot 10^{-8} м^2/с$	16,5	16,5	16,5	15,1	15,1	15,1
Швидкість потоку холодоносія ***v***, *м/с*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Кінематична в'язкість холодоносія ***υ***, $\cdot 10^{-6}$ $м^2/с$	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
Критерій Нуссельта, ***Nu***	0,3119	0,297	0,279	0,199	0,238	0,286
Критерій Фур'є, Fo_m	4,791	3,777	3,307	5,096	3,039	2,492
Критерій Рейнольдса, ***Re***	646,6	738,5	951,2	574,7	629,3	683,9

Джерело: розробила автор



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.1. **Графік функції Nu = f (Re).**

Таблиця 5.5

Розрахункові дані для визначення степеневих коефіцієнтів

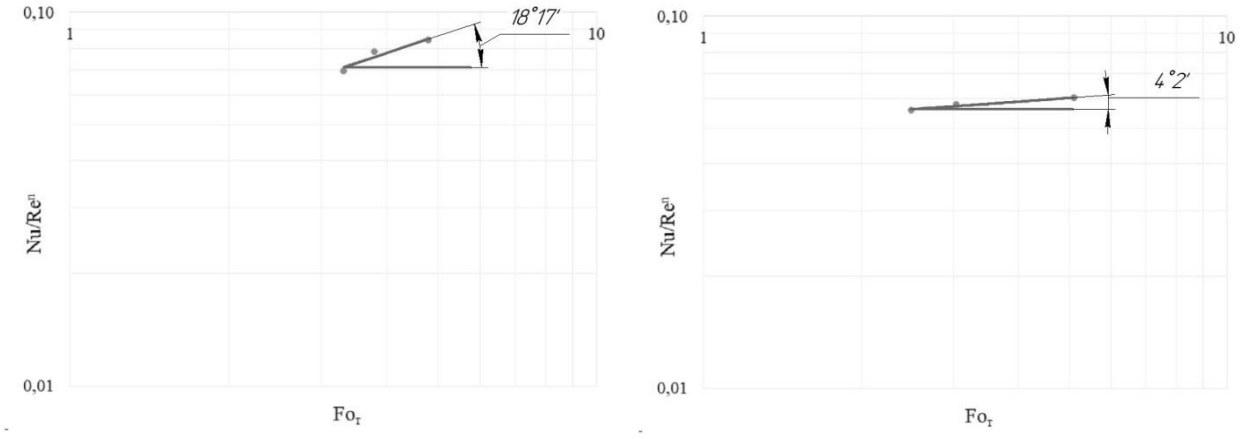
Основні характеристики процесу	***Для плодів черешні***			***Для плодів вишні***		
	Перед зберіганням	Після охолодження	Ч/з 30 діб зберігання	Перед зберіганням	Після охолодження	Ч/з 30 діб зберігання
Критерій Нуссельта, ***Nu***	0,3119	0,297	0,279	0,199	0,238	0,286
Критерій Фур'є, Fo_m	4,791	3,777	3,307	5,096	3,039	2,492
Критерій Рейнольдса, ***Re***	646,6	738,5	951,2	574,7	629,3	683,9
Безрозмірний комплекс Re^n	3,70	3,80	4,00	9530,47	10863,08	12247,84
Безрозмірний комплекс Nu/Re^n	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
Безрозмірний комплекс $Nu/(Re^n \cdot Fo^{(n+\xi)})$	0,05	0,08	0,07	0,000019	0,000022	0,000023
Безрозмірний комплекс $Nu/(Re^n \cdot Fo^{(n+\xi)} Fo^i)$	0,02	0,08	0,07	0,0000088	0,0000219	0,0000234
Кінематична в'язкість холодоносія υ, $\cdot 10^{-6}$ $м^2/с$	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
Коефіцієнт температуропровідності a, $\cdot 10^{-8} м^2/с$	16,5	16,5	16,5	15,1	15,1	15,1
Безрозмірний комплекс $K = \left[\frac{\upsilon}{a}\right]^{(n+i)}$	1,05	1,00	1,00	1,309	1,000	1,000

Джерело: розробила автор

Використовуючи попередню методику розрахунку побудували графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n} = f(\mathrm{Fo}_m)$ при використанні даних з таблиці 5.5. Із цього графіка знайшли кут ψ (рис. 5.2) його нахилу до осі абсцис та визначили величину другого степеневого коефіцієнта за формулою: $(n + \xi) = tg\psi$

Тоді відповідно для черешні та вишні можна визначити

$$\xi_1 = tg\psi_1 - n_1 = 0{,}126 \qquad \xi_2 = tg\psi_2 - n_2 = -1{,}369 \tag{5.26}$$

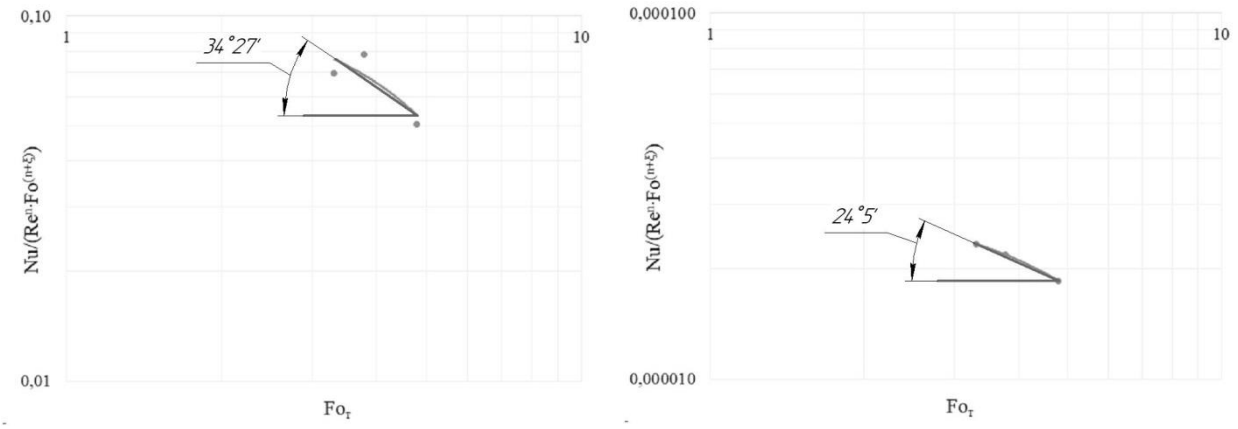


а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.2. **Графік функції** $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n} = f(\mathrm{Fo}_m)$.

Використовуючи попередню методику розрахунку, побудували графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n \cdot Fo^{(n+\xi)}} = f(\mathrm{Fo}_m)$ з опертям на дані з таблиці 5.5. Із цього графіка знайшли кут γ (рис. 5.2) його нахилу до осі абсцис та визначили величину третього степеневого коефіцієнта відповідно для черешні та вишні за формулами:

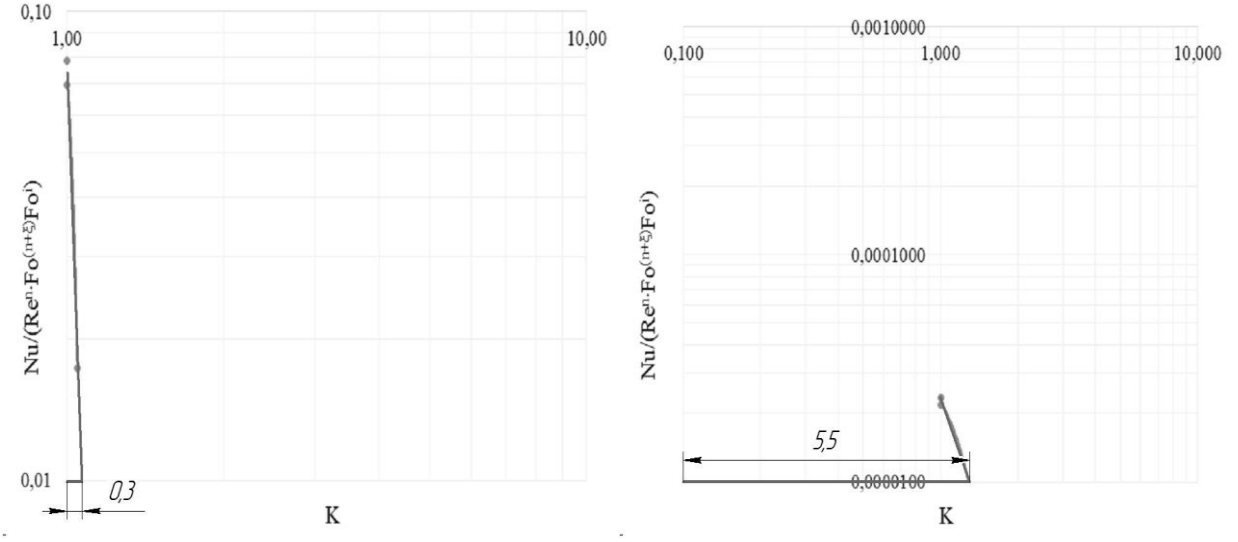
$$i_1 = tg\,\gamma_1 = 0{,}681 \qquad i_2 = tg\,\gamma_2 = 0{,}456 \tag{5.27}$$



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.3. **Графік функції** $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^{n}\cdot Fo^{(n+\xi)}} = f(\mathrm{Fo}_{m})$.

Далі побудували графік функції $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^{n}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{(\xi+n)}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{\,i}} = f\left(K\right)$ (рис. 5.4) з опертям на дані з таблиці 5.5. Із цього графіка визначили константу процесу К.



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.4. **Графік функції** $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^{n}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{(\xi+n)}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{\,i}} = f\left(K\right)$

Отже, остаточно визначили критеріальне рівняння процесу повільного

охолодження плодів черешні та вишні досліджуваного процесу у вигляді

$$Nu = K_1 \cdot \mathrm{Re}^{n_1} \cdot Fo^{(\xi_1 + n_1)} \cdot Fo^{i_1}, \tag{5.28}$$

$$Nu = K_2 \cdot \mathrm{Re}^{n_2} \cdot Fo^{(\xi_2 + n_2)} \cdot Fo^{i_2}, \tag{5.29}$$

Ураховуючи значення розрахованих степеневих коефіцієнтів, остаточно критеріальні рівняння процесу повільного охолодження черешні та вишні набувають вигляду

$$Nu_1 = K_1 \cdot \mathrm{Re}^{n_1} \cdot Fo^{(\xi_1 + n_1 + i_1)} = 0,3 \cdot \mathrm{Re}^{0,202} \cdot Fo^{1,009}, \tag{5.30}$$

$$Nu_2 = 5,5 \cdot \mathrm{Re}^{0,442} \cdot Fo^{0,529}, \tag{5.31}$$

Використовуючи складені рівняння (5.30) та (5.31) та розроблену програму, знаходимо рекомендований ряд параметрів робочого режиму для процесу повільного охолодження плодів вишні та черешні за умов дії означених факторів у досліджуваному процесі, які характеризують перебіг конвективного теплообміну, що відповідно становлять:

$$\alpha_1 = 0,3 \frac{\lambda}{\ell} \cdot \left[\frac{\nu \cdot \ell}{\upsilon} \right]^{0,202} \cdot \left[\frac{a \cdot \tau}{\ell^2} \right]^{1,009}, \tag{5.32}$$

$$\alpha_2 = 5,5 \frac{\lambda}{\ell} \cdot \left[\frac{\nu \cdot \ell}{\upsilon} \right]^{0,442} \cdot \left[\frac{a \cdot \tau}{\ell^2} \right]^{0,529}, \tag{5.33}$$

5.2. Процес інтенсивного охолодження досліджуваних плодів

Технологічні аспекти процесу. Реалізуючи інтенсивне охолодження плодів, процес цієї теплообмінної обробки здійснювали конвекцією потоком повітряного холодоносія із швидкістю руху 3,0 м/с та температурою 0 ± 1 °С. Кратність повітрообміну в робочій зоні – 90 об’ємів за годину. Початкова температура плодів становила 21,5 – 23,5 °С. Температура в камерах зберігання охолоджених продуктів становила 5 ± 1 °С, а відносна вологість повітря – 90 ± 1 %.

Час охолодження від температури 21,5–23,5 °С до температури 2 ± 0,1 °С

для плодів черешні становив: сорту Valerii Chkalov – 86 хв., Melitopol’s’ka chorna – 99 і Krupnoplidna – 109 хв. Час інтенсивного повітряного способу охолодження плодів вишні модельного сорту Vstriecha становив 81 хв.

Основні фізико-механічні характеристики досліджуваних сортів плодів представлені в таблиці 5.1.

Графоаналітичний метод визначення степеневих коефіцієнтів. Аналогічно попередньо представленої методики використали складене критеріальне рівняння (5.15):

$$Nu = K \cdot \mathrm{Re}^{n} \cdot Fo^{(\xi+n)} \cdot Fo^{i}$$

Для отримання вихідних даних під час виконання графоаналітичного аналізу досліджуваного процесу визначили значення вище представлених критеріїв Нуссельта, Рейнольдса, Фур’є, коефіцієнта теплообміну з допомогою експериментальних даних та з використанням особливостей процесу інтенсивного охолодження плодів, результати чого були занесені до таблиці 5.6.

Таблиця 5.6

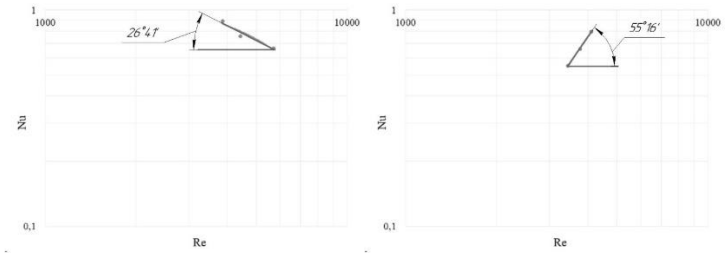
Величини основних параметрів процесу та використаних критеріїв подібності для досліджуваного процесу інтенсивного охолодження плодів

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	Перед зберіганням	Після охолодження	Ч/з 30 діб зберігання	Перед зберіганням	Після охолодження	Ч/з 30 діб зберігання
Теплоємкість плодів c, *Дж/(кг·К)*	3490	3490	3490	3470	3470	3470
Маса плоду $m_{пл}$,·10 $^{-3}$*кг*	8,35	9,37	11,67	6,52	7,12	7,87
Безрозмірна температура θ	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Контактна площа плоду з потоком холодоносія S,·10 $^{-4}$*м*^{2}	15,89	20,782	34,440	17,721	17,721	17,721
Час обробки плодів τ_m, *с*	5160	5940	6540	4860	4860	4860

Продовження таблиці 5.6

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	Перед зберіганням	Після охолодження	Ч/з 30 діб зберігання	Перед зберіганням	Після охолодження	Ч/з 30 діб зберігання
Коефіцієнт конвективного теплообміну ***α***, *Вт/(м²·К)*	21,325	15,894	10,862	15,762	17,212	19,025
Щільність технологічної маси плодів ***ρ***, *кг/м³*	1051,6	788,9	933,4	944,9	861,7	897,8
Коефіцієнт теплопровідності ***λ***, *Вт/(м·К)*	0,54	0,54	0,54	0,57	0,57	0,57
Характерний розмір плоду ***ℓ***, *м*	0,0225	0,0257	0,0331	0,02	0,0219	0,0238
Коефіцієнт температуропровідності ***a***, $\cdot 10^{-8}$ *м²/с*	16,5	16,5	16,5	15,1	15,1	15,1
Швидкість потоку холодоносія ***v***, *м/с*	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Кінематична в'язкість холодоносія ***υ***, $\cdot 10^{-6}$ *м²/с*	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
Критерій Нуссельта, ***Nu***	0,889	0,756	0,666	0,553	0,661	0,794
Критерій Фур'є, $\boldsymbol{Fo_m}$	1,54	1,484	0,985	1,835	1,53	1,296
Критерій Рейнольдса, ***Re***	3879,3	4431,0	5706,9	3448,3	3775,9	4103,5

Джерело: розробила автор



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.5. **Графік функції Nu = f (Re)**

Використовуючи дані таблиці 5.6 та методику графоаналітичної оцінки степеневих функцій, побудували графік функції Nu = *f (Re)*. Побудована функція є лінійною, графік якої складає з віссю абсцис кут φ (рис. 5.5). Тоді величина першого степеневого коефіцієнта становить відповідно для черешні та вишні: $n_1 = tg\varphi_1 = 0{,}496$ $n_2 = tg\varphi_2 = 0{,}436$ (5.26)

Таблиця 5.7

Розрахункові дані для визначення степеневих коефіцієнтів

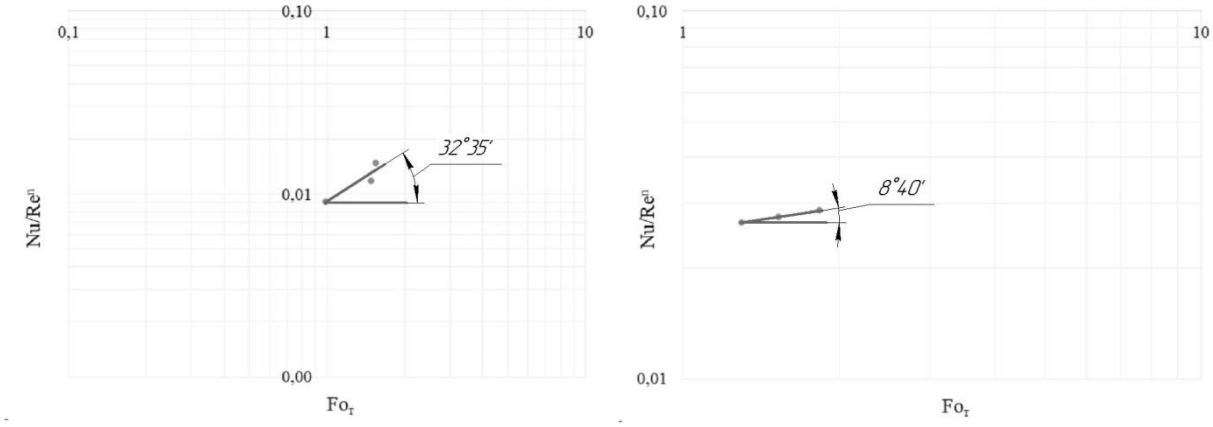
Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
Критерій Нуссельта, ***Nu***	0,889	0,756	0,666	0,553	0,661	0,794
Критерій Фур'є, $\boldsymbol{Fo_m}$	1,54	1,484	0,985	1,835	1,53	1,296
Критерій Рейнольдса, ***Re***	3879,3	4431,0	5706,9	3448,3	3775,9	4103,5
Безрозмірний комплекс Re^n	60,26	64,37	72,98	120226,68	136962,42	154344,01
Безрозмірний комплекс Nu/Re^n	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03
Безрозмірний комплекс $Nu/(Re^n \cdot Fo^{(n+\xi)})$	0,01	0,01	0,01	0,000004	0,000005	0,000005
Безрозмірний комплекс $Nu/(Re^n \cdot Fo^{(n+\xi)} Fo^i)$	0,01	0,01	0,01	0,0000036	0,0000048	0,0000051
Кінематична в'язкість холодоносія $\boldsymbol{\upsilon}$, $\cdot 10^{-6}$ $м^2/с$	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
Коефіцієнт температуропровідності $\boldsymbol{a}$, $\cdot 10^{-8}$ $м^2/с$	16,5	16,5	16,5	15,1	15,1	15,1
Безрозмірний комплекс $K = \left[\frac{\upsilon}{a}\right]^{(n+i)}$	1,05	1,00	1,00	1,268	1,000	1,000

Джерело: розробила автор

Використовуючи попередню методику розрахунку побудували графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n} = f(\mathrm{Fo}_m)$ з опертям на дані з таблиці 5.7. Із цього графіка знайшли кут ψ (рис. 5.5) його нахилу до осі абсцис та визначили величину другого степеневого коефіцієнта за формулою: $(n + \xi) = tg\psi$

Тоді відповідно для черешні та вишні можна визначити

$$\xi_1 = tg\psi_1 - n_1 = 0{,}137 \qquad \xi_2 = tg\psi_2 - n_2 = -1{,}288 \tag{5.27}$$

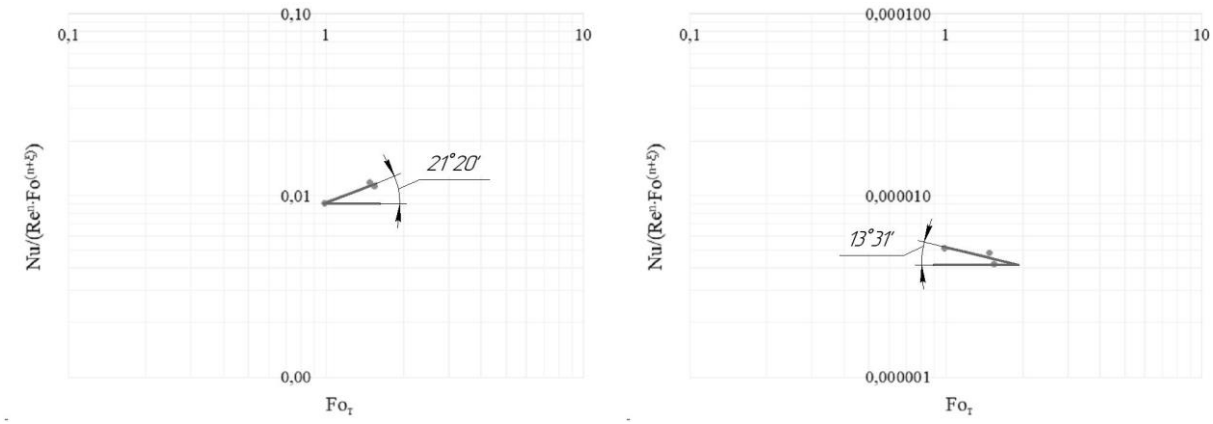


а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.6. **Графік функції** $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^n} = f(\mathrm{Fo}_m)$

Використовуючи попередню методику розрахунку побудували графік функції $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^n \cdot Fo^{(n+\xi)}} = f(\mathrm{Fo}_m)$ з опертям на дані з таблиці 5.7. Із цього графіка знайшли кут γ (рис. 5.6) його нахилу до осі абсцис та визначили величину третього степеневого коефіцієнта відповідно для черешні та вишні за формулами:

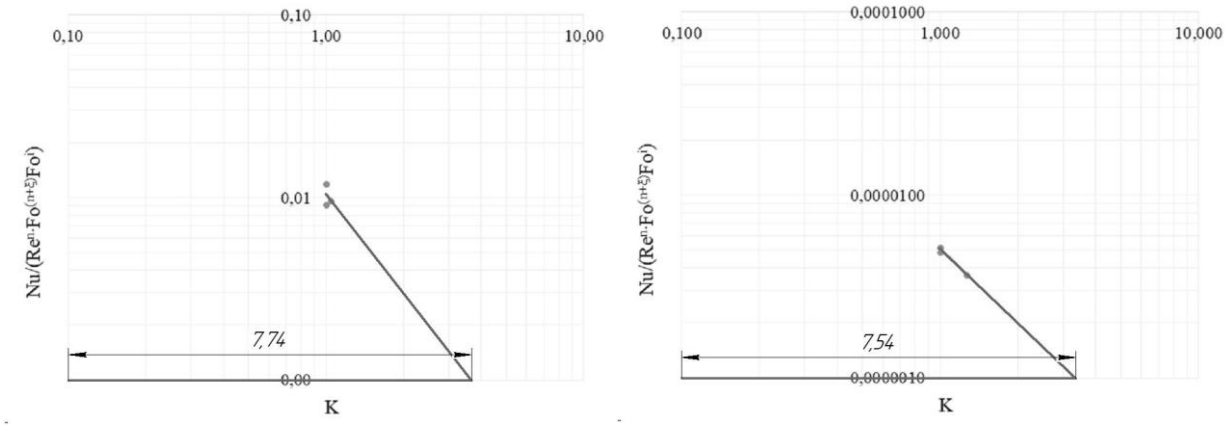
$$i_1 = tg\,\gamma_1 = 0{,}388 \qquad i_2 = tg\,\gamma_2 = 0{,}237 \tag{5.28}$$



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.7. **Графік функції** $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^n \cdot Fo^{(n+\xi)}} = f(\mathrm{Fo}_m)$

Далі побудували графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^{n} \cdot \mathrm{Fo}_{m}^{(\xi+n)} \cdot \mathrm{Fo}_{m}^{i}} = f(K)$ (рис. 5.8) з опертям на дані з таблиці 5.7. Із цього графіка визначили константу процесу К.



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.8. Графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^{n} \cdot \mathrm{Fo}_{m}^{(\xi+n)} \cdot \mathrm{Fo}_{m}^{i}} = f(K)$

Отже, остаточно визначили критеріальне рівняння процесу повільного охолодження плодів черешні та вишні досліджуваного процесу у вигляді

$$Nu = K_1 \cdot \mathrm{Re}^{n_1} \cdot Fo^{(\xi_1+n_1)} \cdot Fo^{i_1} \quad (5.29)$$

$$Nu = K_2 \cdot \mathrm{Re}^{n_2} \cdot Fo^{(\xi_2+n_2)} \cdot Fo^{i_2} \quad (5.30)$$

Враховуючи значення розрахованих степеневих коефіцієнтів, остаточно критеріальні рівняння процесу інтенсивного охолодження черешні та вишні набувають вигляду

$$Nu_1 = 7,74 \cdot \mathrm{Re}^{0,496} \cdot Fo^{1,021} \quad (5.31)$$

$$Nu_2 = 7,54 \cdot \mathrm{Re}^{0,436} \cdot Fo^{0,385} \quad (5.32)$$

Використовуючи складені рівняння (5.31) та (5.32) та розроблену програму, знаходимо рекомендований ряд параметрів робочого режиму для процесу інтенсивного охолодження плодів вишні та черешні за умов дії означених факторів у досліджуваному процесі, які характеризують перебіг конвективного теплообміну, що відповідно становлять:

$$\alpha_1 = 7,74\frac{\lambda}{\ell}\cdot\left[\frac{\nu\cdot\ell}{\upsilon}\right]^{0,496}\cdot\left[\frac{a\cdot\tau}{\ell^2}\right]^{1,021}$$

(5.33)

$$\alpha_2 = 7,54\frac{\lambda}{\ell}\cdot\left[\frac{\nu\cdot\ell}{\upsilon}\right]^{0,436}\cdot\left[\frac{a\cdot\tau}{\ell^2}\right]^{0,385}$$

(5.34)

5.3. Процес гідроохолодження досліджуваних плодів

Технологічні аспекти процесу. Реалізуючи гідроохолодження плодів, процес цієї теплообмінної обробки здійснювали конвекцією в масі рідинного холодоносія. Охолоджували в стаціонарному палетному гідрокулері MAS-HC-2000-PAL-ST з продуктивністю *2 т/год*. Як холодоносій використовували воду з температурою 1,0 ± 0,5 °С з додаванням молочної та оцтової кислот.

Тривалість першого періоду процесу гідроохолодження водою з додаванням молочної і оцтової кислот становила 5 хв. Протягом цього періоду температура всередині плодів знижувалася до 6,7–8,1 °С. Загальний час охолодження від температури 21,5 – 23,5 °С до температури 2 ± 0,1°С для плодів черешні становив 18 – 25 хв., а плодів вишні – 16 хв.

Основні фізико-механічні характеристики досліджуваних сортів плодів подано в таблиці 5.1.

Графоаналітичний метод визначення степеневих коефіцієнтів. Аналогічно попередньо представленої методики використали складене критеріальне рівняння (5.15):

$$Nu = K\cdot \mathrm{Re}^n\cdot Fo^{(\xi+n)}\cdot Fo^i$$

Для отримання вихідних даних під час виконання графоаналітичного аналізу досліджуваного процесу визначили значення представлених попереду критеріїв Нуссельта, Рейнольдса, Фур’є, коефіцієнта теплообміну за

допомогою експериментальних даних та з використанням особливостей процесу гідроохолодження плодів, результати чого були до таблиці 5.8.

Використовуючи дані таблиці 5.8 та методику графоаналітичної оцінки степеневих функцій, побудували графік функції Nu = f *(Re)*.

Побудована функція є лінійною, графік якої складає з віссю абсцис кут φ (рис. 5.9). Тоді величина першого степеневого коефіцієнта становить відповідно для черешні та вишні:

$$n_1 = tg\varphi_1 = 0{,}686; \quad n_2 = tg\varphi_2 = 0{,}441 \tag{5.35}$$

Таблиця 5.8

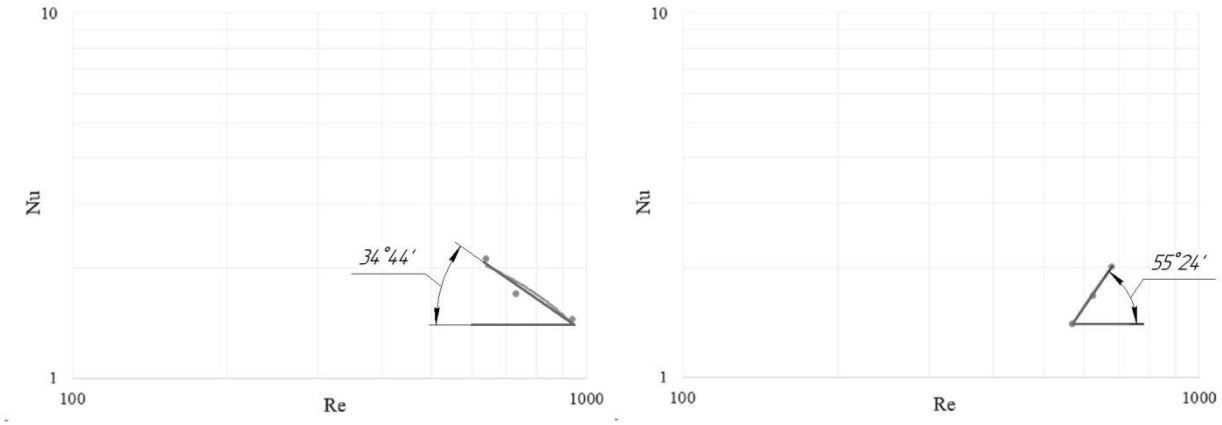
Величини основних параметрів процесу та використаних критеріїв подібності для досліджуваного процесу інтенсивного охолодження плодів

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	перед зберіга-нням	після охоло-дження	ч/з 30 діб збері-гання	перед збері-ганням	після охоло-дження	ч/з 30 діб збері-гання
Теплоємкість плодів c, *Дж/(кг·К)*	3490	3490	3490	3470	3470	3470
Маса плоду $m_{пл}$, $\cdot 10^{-3}$ *кг*	8,35	9,37	11,67	6,52	7,12	7,87
Безрозмірна температура θ	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Контактна площа плоду з потоком холодоносія S, $\cdot 10^{-4}$ *м*^{2}	15,89	20,782	34,440	17,721	17,721	17,721
Час обробки плодів τ_m, *с*	1080	1320	1500	960	960	960
Коефіцієнт конвективного теплообміну α, *Вт/(м*^{2}*·К)*	50,943	35,762	23,652	39,897	43,568	48,158
Щільність технологічної маси плодів ρ, *кг/м*^{3}	1051,6	788,9	933,4	944,9	861,7	897,8
Коефіцієнт теплопровідності λ, *Вт/(м·К)*	0,54	0,54	0,54	0,57	0,57	0,57

Продовження таблиці 5.8

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	перед зберіга-нням	після охоло-дження	ч/з 30 діб збері-гання	перед збері-ганням	після охоло-дження	ч/з 30 діб збері-гання
Характерний розмір плоду ℓ, *м*	0,0225	0,0257	0,0331	0,02	0,0219	0,0238
Коефіцієнт температуропровідності a, $\cdot 10^{-8} м^2/с$	16,5	16,5	16,5	15,1	15,1	15,1
Швидкість потоку холодоносія v, *м/с*	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Кінематична в'язкість холодоносія υ, $\cdot 10^{-6} м^2/с$	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Критерій Нуссельта, Nu	2,123	1,702	1,45	1,4	1,674	2,01
Критерій Фур'є, Fo_m	0,352	0,33	0,985	0,62	0,302	0,26
Критерій Рейнольдса, Re	639,2	730,14	940,4	568,2	622,2	676,2

Джерело: розробила автор



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.9. **Графік функції Nu = f (Re)**

Таблиця 5.9

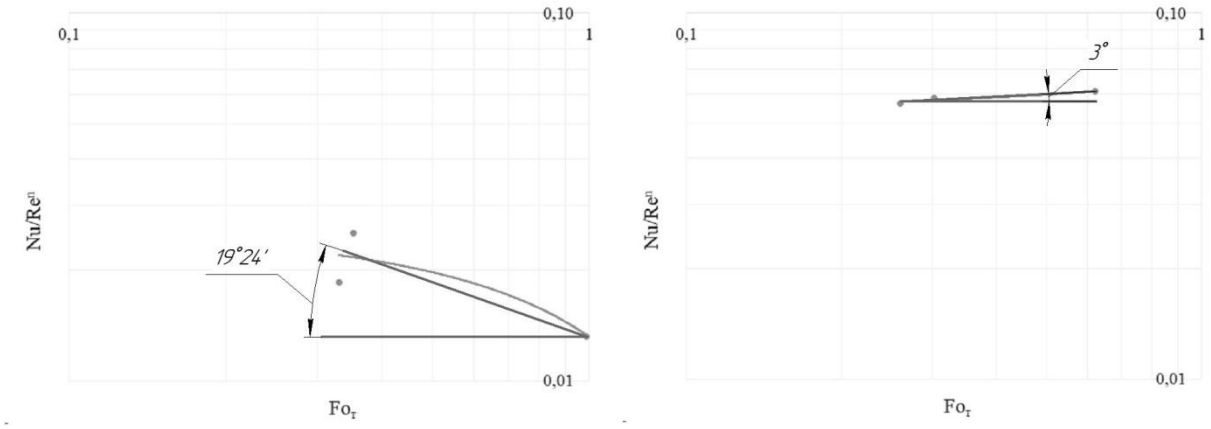
Розрахункові дані для визначення степеневих коефіцієнтів

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	Перед зберіганням	Після охолодження	Ч/з 30 діб зберігання	Перед зберіганням	Після охолодження	Ч/з 30 діб зберігання
Критерій Нуссельта, ***Nu***	2,123	1,702	1,45	1,4	1,674	2,01
Критерій Фур'є, $\boldsymbol{Fo_m}$	0,352	0,33	0,985	0,62	0,302	0,26
Критерій Рейнольдса, ***Re***	639,2	730,14	940,4	568,2	622,2	676,2
Безрозмірний комплекс Re^n	84,07	92,11	109,57	9316,15	10618,25	11971,22
Безрозмірний комплекс Nu/Re^n	0,03	0,02	0,01	0,06	0,06	0,06
Безрозмірний комплекс $Nu/(Re^n \cdot Fo^{(n+\xi)})$	0,04	0,02	0,01	0,000154	0,000158	0,000168
Безрозмірний комплекс $Nu/(Re^n \cdot Fo^{(n+\xi)} Fo^i)$	0,06	0,02	0,01	0,0001573	0,0001577	0,0001679
Кінематична в'язкість холодоносія $\boldsymbol{\upsilon}$, $\cdot 10^{-6}$ $м^2/с$	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
Коефіцієнт температуропровідності $\boldsymbol{a}$, $\cdot 10^{-8} м^2/с$	16,5	16,5	16,5	15,1	15,1	15,1
Безрозмірний комплекс $K = \left[\frac{\upsilon}{a}\right]^{(n+i)}$	1,06	1,00	1,00	1,234	1,000	1,000

Джерело: розробила автор

Використовуючи попередню методику розрахунку побудували графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n} = f(\mathrm{Fo}_m)$ з опертям на дані з таблиці 5.9. З даного графіка знайшли кут ψ (рис. 5.10) його нахилу до осі абсцис та визначили величину другого степеневого коефіцієнта за формулою: $(n + \xi) = tg\psi$. Тоді відповідно для черешні та вишні можна визначити

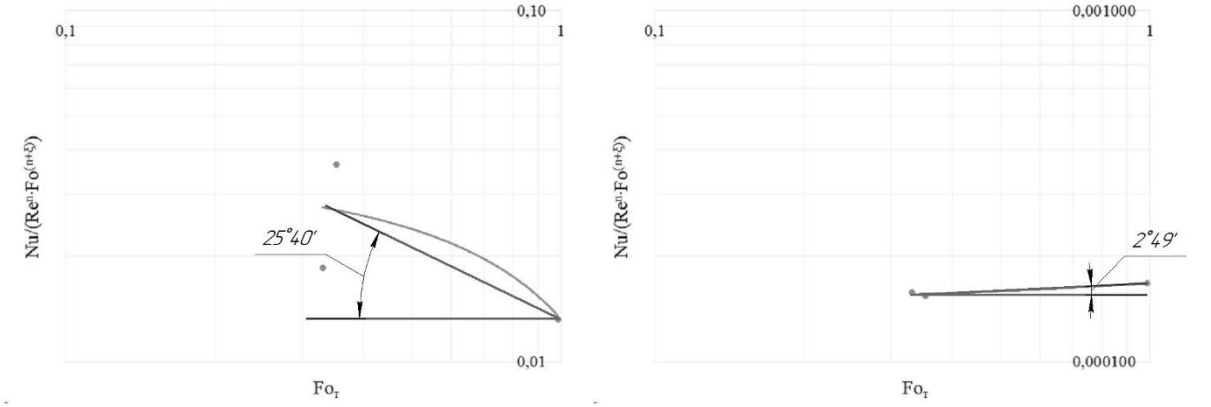
$$\xi_1 = tg\psi_1 - n_2 = -0{,}337 \qquad \xi_2 = tg\psi_2 - n_2 = -1{,}389 \qquad (5.36)$$



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.10. **Графік функції** $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n} = f(\mathrm{Fo}_m)$

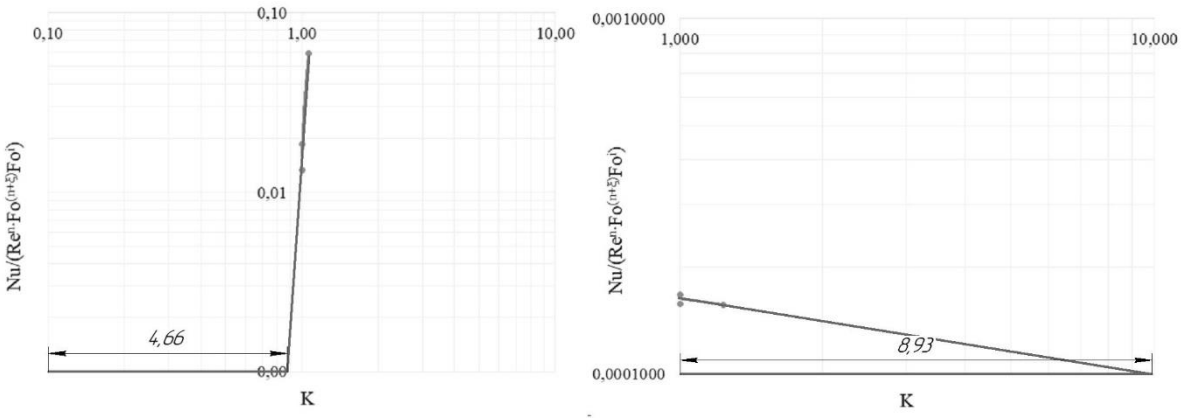
Використовуючи попередню методику розрахунку побудували графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n \cdot Fo^{(n+\xi)}} = f(\mathrm{Fo}_m)$ з опертям на дані з таблиці 5.9. Із цього графіка знайшли кут γ (рис. 5.11) його нахилу до осі абсцис та визначили величину третього степеневого коефіцієнта відповідно для черешні та вишні за формулами: $i_1 = tg\,\gamma_1 = 0{,}475$; $i_2 = tg\,\gamma_2 = 0{,}043$ (5.37)



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.11. **Графік функції** $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n \cdot Fo^{(n+\xi)}} = f(\mathrm{Fo}_m)$

Далі побудували графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n \cdot \mathrm{Fo}_m^{(\xi+n)} \cdot \mathrm{Fo}_m^{\,i}} = f(K)$ (рис. 5.12), використовуючи дані з таблиці 5.9. Із цього графіка визначили константу процесу К.



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.12. **Графік функції** $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^{n}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{(\xi+n)}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{\,i}} = f\left(K\right)$

Отже, остаточно визначили критеріальне рівняння процесу гідроохолодження плодів черешні та вишні досліджуваного процесу у вигляді

$$Nu = K_1 \cdot \mathrm{Re}^{n_1} \cdot Fo^{(\xi_1+n_1)} \cdot Fo^{i_1} \tag{5.38}$$

$$Nu = K_2 \cdot \mathrm{Re}^{n_2} \cdot Fo^{(\xi_2+n_2)} \cdot Fo^{i_2} \tag{5.39}$$

Враховуючи значення розрахованих степеневих коефіцієнтів, остаточно критеріальні рівняння процесу гідроохолодження черешні та вишні набувають вигляду

$$Nu_1 = 4,66 \cdot \mathrm{Re}^{0,686} \cdot Fo^{0,824} \tag{5.40}$$

$$Nu_2 = 8,93 \cdot \mathrm{Re}^{0,441} \cdot Fo^{0,095} \tag{5.41}$$

Використовуючи складені рівняння (5.40) та (5.41) та розроблену програму, знаходимо рекомендований ряд параметрів робочого режиму для процесу гідроохолодження плодів вишні та черешні за умов дії означених факторів у досліджуваному процесі, які характеризують перебіг конвективного теплообміну, що відповідно становлять:

$$\alpha_1 = 4,66\frac{\lambda}{\ell}\cdot\left[\frac{\nu\cdot\ell}{\upsilon}\right]^{0,686}\cdot\left[\frac{a\cdot\tau}{\ell^2}\right]^{0,824} \tag{5.42}$$

$$\alpha_2 = 8,93\frac{\lambda}{\ell}\cdot\left[\frac{\nu\cdot\ell}{\upsilon}\right]^{0,441}\cdot\left[\frac{a\cdot\tau}{\ell^2}\right]^{0,095} \tag{5.43}$$

5.4. Процес комбінованого охолодження досліджуваних плодів

Технологічні аспекти процесу. Реалізуючи комбіноване охолодження плодів, процес цієї теплообмінної обробки здійснювали конвекцією як у масі рідинного холодоносія, так і повітряного, тому це оброблення проводили у два етапи.

На 1 етапі плоди охолоджували водою з температурою 1,0 ± 0,5 °С з додаванням до холодоносія молочної та оцтової кислот. Такий процес здійснювали протягом 10 ± 2 хв. до температури всередині плоду 4 ± 1 °С. На 2 етапі відбувалось доохолодження плодів у камерах інтенсивного охолодження холодним повітрям при температурі 0 ± 1°С зі швидкістю руху 3,0 м/с. Кратність повітрообміну складала 90 об'ємів за годину. Процес мав протяжність 30 ± 2 хвилин до температури 2 ± 0,5 °С. Відносна вологість повітря була 90 ± 1 %. Загальна тривалість попереднього охолодження плодів комбінованим способом до відзначеної робочої температури становила 40 ± 2 хвилин.

Основні фізико-механічні характеристики досліджуваних сортів плодів представлені у таблиці 5.1.

Графоаналітичний метод визначення степеневих коефіцієнтів. Аналогічно попередньо представленої методики використали складене критеріальне рівняння (5.15):

$$Nu = K \cdot \mathrm{Re}^{n} \cdot Fo^{(\xi+n)} \cdot Fo^{i}$$

Для отримання вихідних даних під час виконання графоаналітичного аналізу досліджуваного процесу визначили значення вище представлених критеріїв Нуссельта, Рейнольдса, Фур'є, коефіцієнта теплообміну за допомогою експериментальних даних та з використанням особливостей процесу гідроохолодження плодів, результати чого внесено до таблиці 5.10

Використовуючи дані таблиці 5.10 та методику графоаналітичної оцінки степеневих функцій, побудували графік функції Nu = *f (Re).*

Побудована функція є лінійною, графік якої складає з віссю абсцис кут φ (рис. 5.13). Тоді величина першого степеневого коефіцієнта становить відповідно для черешні та вишні:

$$n_1 = tg\varphi_1 = 0{,}290; \qquad n_2 = tg\varphi_2 = 0{,}446 \qquad (5.44)$$

Таблиця 5.10

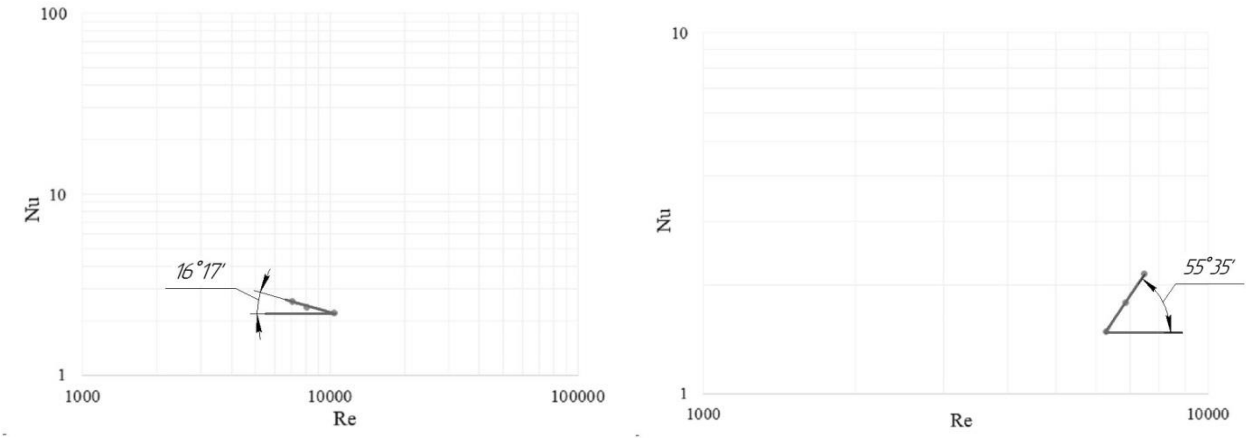
Величини основних параметрів процесу та використаних критеріїв подібності для досліджуваного процесу комбінованого охолодження плодів

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання
Теплоємкість плодів c, *Дж/(кг·К)*	3490	3490	3490	3470	3470	3470
Маса плоду $m_{пл}$, $\cdot 10^{-3}$ *кг*	8,35	9,37	11,67	6,52	7,12	7,87
Безрозмірна температура Θ	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Контактна площа плоду з потоком холодоносія S, $\cdot 10^{-4}$ *м*^{2}	15,89	20,782	34,440	17,721	17,721	17,721
Час обробки плодів τ_m, *с*	1200	1260	1320	1200	1200	1200
Коефіцієнт конвективного теплообміну α, *Вт/(м*^{2}*·К)*	61,132	49,954	35,836	42,257	46,473	51,368
Щільність технологічної маси плодів ρ, *кг/м*^{3}	1051,6	788,9	933,4	944,9	861,7	897,8
Коефіцієнт теплопровідності λ, *Вт/(м·К)*	0,54	0,54	0,54	0,57	0,57	0,57
Характерний розмір плоду ℓ, *м*	0,0225	0,0257	0,0331	0,02	0,0219	0,0238
Коефіцієнт температуропровідності a, $\cdot 10^{-8}$ *м*^{2}*/с*	16,5	16,5	16,5	15,1	15,1	15,1
Швидкість потоку холодоносія v, *м/с*	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

Продовження таблиці 5.10

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання
Кінематична в'язкість холодоносія $\boldsymbol{\upsilon}$, $\cdot 10^{-6}$ $м^2/с$	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Критерій Нуссельта, ***Nu***	2,547	2,377	2,197	1,483	1,786	2,145
Критерій Фур'є, $\boldsymbol{Fo_m}$	0,391	0,315	0,1988	0,453	0,378	0,32
Критерій Рейнольдса, ***Re***	7057	8060,6	10382	6272,8	6868,7	7464,6

Джерело: розробила автор



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.13. **Графік функції Nu = f (Re)**

Таблиця 5.11

Розрахункові дані для визначення степеневих коефіцієнтів

Основні характеристики процесу	Для плодів черешні			Для плодів вишні		
	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання	перед зберіганням	після охолодження	ч/з 30 діб зберігання
Критерій Нуссельта, ***Nu***	2,547	2,377	2,197	1,483	1,786	2,145
Критерій Фур'є, $\boldsymbol{Fo_m}$	0,391	0,315	0,1988	0,453	0,378	0,32
Критерій Рейнольдса, ***Re***	7057	8060,6	10382	6272,8	6868,7	7464,6
Безрозмірний комплекс Re^n	13,065	13,578	14,612	12,626	12,963	13,28
Безрозмірний комплекс Nu/Re^n	0,195	0,175	0,15	0,117	0,138	0,162
Безрозмірний комплекс $Fo^{(n+\xi)}$)	0,775	0,73	0,644	1,928	2,24	2,57
Безрозмірний комплекс $Nu/(Re^n \cdot Fo^{(n+\xi)})$	0,252	0,24	0,23	0,061	0,062	0,063
Безрозмірний комплекс $Fo^{(n+\xi+i)}$	0,468	0,393	0,271	0,584	0,516	0,461
Безрозмірний комплекс $Nu/(Re^n \cdot Fo^{(n+\xi)} Fo^i)$	0,417	0,445	0,554	0,2	0,267	0,351
Кінематична в'язкість холодоносія $\boldsymbol{\upsilon}$, $\cdot 10^{-6}$ $м^2/с$	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
Коефіцієнт температуропровідності $\boldsymbol{a}$, $\cdot 10^{-8} м^2/с$	16,5	16,5	16,5	15,1	15,1	15,1
Безрозмірний комплекс $K = \left[\frac{\upsilon}{a}\right]^{(n+i)}$	47,1	47,1	47,1	25,23	25,23	25,23

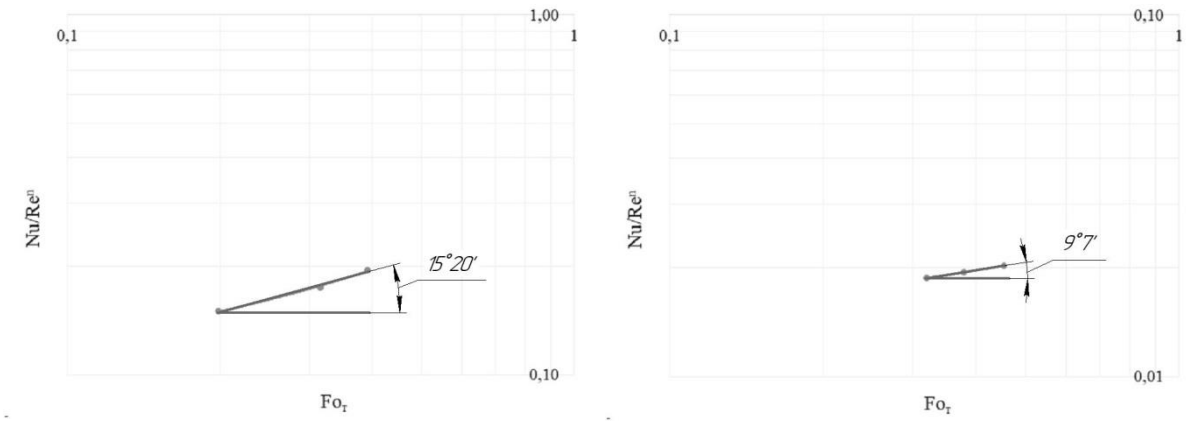
Джерело: розробила автор

Використовуючи попередню методику розрахунку побудували графік

функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n} = f(\mathrm{Fo}_m)$, використовуючи дані з таблиці 5.11. Із цього графіка знайшли кут ψ (рис. 5.14) його нахилу до осі абсцис та визначили величину другого степеневого коефіцієнта за формулою: $(n + \xi) = tg\psi$

Тоді відповідно для черешні та вишні можна визначити

$$\xi_1 = tg\psi_1 - n_2 = -0{,}018 \qquad \xi_2 = tg\psi_2 - n_2 = -1{,}275 \tag{5.45}$$

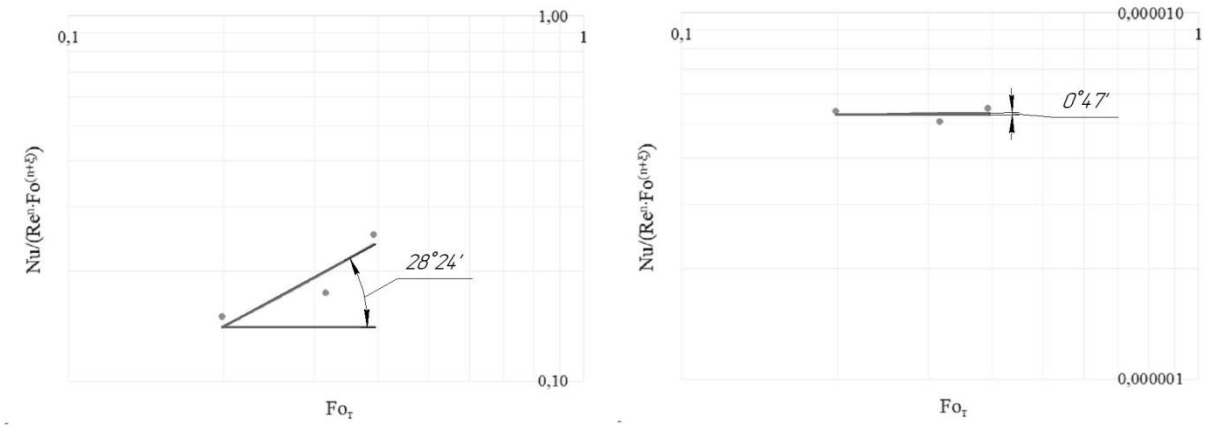


а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.14. **Графік функції** $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n} = f(\mathrm{Fo}_m)$

Використовуючи попередню методику розрахунку побудували графік функції $\frac{Nu}{\mathrm{Re}^n \cdot Fo^{(n+\xi)}} = f(\mathrm{Fo}_m)$ з опертям на дані з таблиці 5.11. Із цього графіка знайшли кут γ (рис. 5.15) його нахилу до осі абсцис та визначили величину третього степеневого коефіцієнта відповідно для черешні та вишні за формулами:

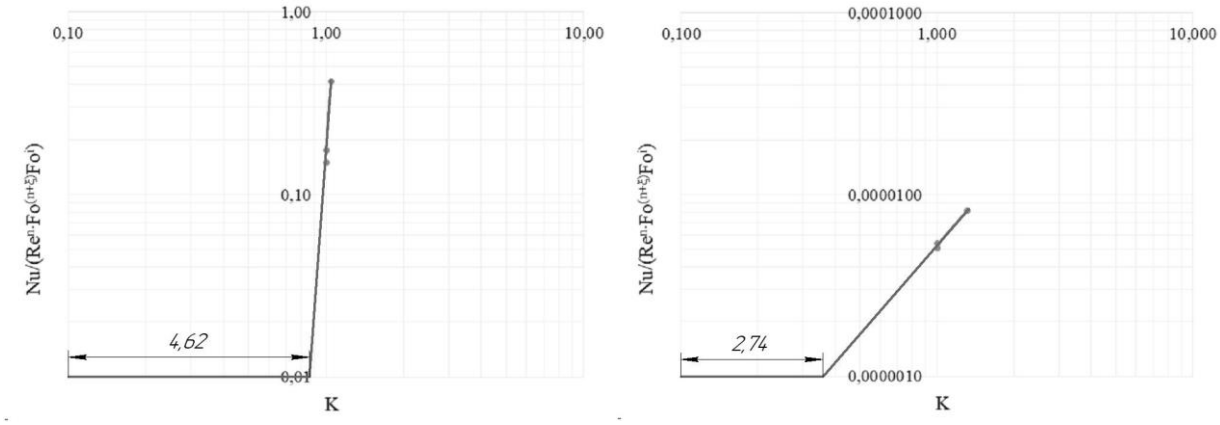
$$i_1 = tg\,\gamma_1 = 0{,}537; \quad i_2 = tg\,\gamma_2 = 0{,}508 \tag{5.46}$$



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.15. **Графік функції** $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^{n}\cdot Fo^{(n+\xi)}} = f(\mathrm{Fo}_{m})$

Далі побудували графік функції $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^{n}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{(\xi+n)}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{i}} = f\left(K\right)$ (рис. 5.16), використовуючи дані з таблиці 5.11. Із цього графіка визначили константу процесу К.



а) обробка черешні *б) обробка вишні*

Рис. 5.16. **Графік функції** $\dfrac{Nu}{\mathrm{Re}^{n}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{(\xi+n)}\cdot \mathrm{Fo}_{m}^{i}} = f\left(K\right)$

Отже, остаточно визначили критеріальне рівняння процесу комбінованого охолодження плодів черешні та вишні досліджуваного процесу у вигляді

$$Nu = K_{1}\cdot \mathrm{Re}^{n_{1}}\cdot Fo^{(\xi_{1}+n_{1})}\cdot Fo^{i_{1}} \tag{5.47}$$

$$Nu = K_{2}\cdot \mathrm{Re}^{n_{2}}\cdot Fo^{(\xi_{2}+n_{2})}\cdot Fo^{i_{2}} \tag{5.48}$$

Враховуючи значення розрахованих степеневих коефіцієнтів, остаточно критеріальні рівняння процесу комбінованого охолодження черешні та вишні набувають вигляду

$$Nu_1 = 4,62 \cdot \mathrm{Re}^{0,29} \cdot Fo^{0,809} \tag{5.49}$$

$$Nu_2 = 2,74 \cdot \mathrm{Re}^{0,446} \cdot Fo^{0,68} \tag{5.50}$$

Використовуючи складені рівняння (5.48) та (5.49) та розроблену програму, знаходимо рекомендований ряд параметрів робочого режиму для процесу комбінованого охолодження плодів вишні та черешні за умов дії означених факторів у досліджуваному процесі, які характеризують перебіг конвективного теплообміну, які характеризують перебіг конвективного теплообміну, що відповідно становлять:

$$\alpha_1 = 4,62 \frac{\lambda}{\ell} \cdot \left[\frac{\nu \cdot \ell}{\upsilon} \right]^{0,29} \cdot \left[\frac{a \cdot \tau}{\ell^2} \right]^{0,809} \tag{5.51}$$

$$\alpha_2 = 4,66 \frac{\lambda}{\ell} \cdot \left[\frac{\nu \cdot \ell}{\upsilon} \right]^{0,446} \cdot \left[\frac{a \cdot \tau}{\ell^2} \right]^{0,68} \tag{5.52}$$

5.5. Оцінювання результатів фізико-математичного моделювання процесів охолодження плодів черешні та вишні

Використовуючи результати фізико-математичного моделювання на основі теорії подібності та методу «теорії розмірностей», розмістили основні дані для порівняльної оцінки в таблиці 5.12. Критерій Рейнольдса Re як міра відношення інерційних сил у потоці до сил в’язкістного тертя для досліджуваних процесів охолодження плодів очікувано набуває максимальної величини для комбінованого охолодження, а мінімальної – для гідроохолодження. Це пояснюється інтенсифікацією руху холодоносія для комбінованого охолодження та відповідно підвищенням теплообміну через конвекцію. Такі закономірності виявилися справедливими як під час оброблення черешні, так і вишні.

Таблиця 5.12

Параметри якості плодів черешні та вишні після попереднього охолодження

№ з/п	Процес охолодження	Коефіцієнт теплообміну процесу охолодження	Критерії подібності	
			Re	Fo_m
Сорти черешні «Valerii Chkalov», «Melitopol's'ka chorna», «Krupnoplidna»				
1	Повільне охолодження	$\alpha_1=0,3\lambda/\ell\cdot Re^{0,202}Fo^{1,009}$	738,5	3,777
2	Інтенсивне охолодження	$\alpha_1=7,74\ \lambda/\ell\cdot Re^{,0,496}Fo^{1,021}$	4431	1,484
3	Гідроохолодження	$\alpha_1=4,66\ \lambda/\ell\cdot Re^{0,686}Fo^{0,824}$	730,14	0,33
4	Комбіноване охолодження	$\alpha_1=4,62\ \lambda/\ell\cdot Re^{0,29}Fo^{0,809}$	8060,6	0,315
Сорт вишні «Vstriecha»				
1	Повільне охолодження	$\alpha_2=5,5\ \lambda/\ell\cdot R^{0,442}Fo^{0,529}$	629,3	3,039
2	Інтенсивне охолодження	$\alpha_2=7,54\ \lambda/\ell\cdot Re^{0,436}Fo^{0,385}$	3775,9	1,53
3	Гідроохолодження	$\alpha_2=8,93\ \lambda/\ell\cdot Re^{0,441}Fo^{0,095}$	622,2	0,302
4	Комбіноване охолодження	$\alpha_2=2,74\ \lambda/\ell\cdot Re^{0,446}Fo^{0,68}$	6868,7	0,378

Джерело: розробила автор

Критерій Фур'є як міра відношення теплоти, що передається теплопровідністю та локальними пульсаціями в нестаціонарному потоці, максимальної величини набуває для повільного охолодження та мінімальної – для комбінованого та гідроохолодження. Для останнього процесу такі результати можна пояснити мінімізацією пульсацій в умовах рідинного холодоносія. Повільне охолодження відзначається найменшою величиною числа Рейнольдса, що відповідає визначеному ламінарному режиму руху холодоносія та практично усуває локальні пульсації. Комбіноване охолодження характеризується помірною величиною теплопередачі теплопровідністю, враховуючи використання рідинного холодоносія. Проте за

величиною числа Рейнольдса рух енергоносія вже потрапляє в перехідну зону, що підвищує ймовірність нестаціонарних процесів. Співвідношення означених факторів для досліджуваних процесів охолодження плодів вишні та черешні визначалось достатньо низькими величинами.

Коефіцієнт теплопередачі для досліджуваних процесів очікувано становив максимальну величину за комбінованого охолодження, а мінімальну – для повільного під час оброблення всіх плодів. За цим показником паритетом характеризуються процеси інтенсивного охолодження через більший коефіцієнт конвекції та процеси гідроохолодження через більший коефіцієнт теплопровідності.

Порівнюючи представленні процеси для різновидів плодів, спостерігалось більші на 15 % числа Рейнольдса під час оброблення черешні, що можна пояснити підвищенням частки теплопередачі конвекцією. Число Фур'є виявилось максимальним під час оброблення черешні повільним охолодженням та мінімальним – під час оброблення вишні гідроохолодженням. Але за комбінованого охолодження для вишні представлений критерій оцінки спостерігався вищим, ніж для черешні. Коефіцієнт теплопередачі $\boldsymbol{\alpha}$ у процесі обробки вишні перевищив цей параметр для черешні за рахунок складової $\boldsymbol{Re^n}$, хоча величина $\boldsymbol{Fo^{(n+i+\xi)}}$ виявилась меншою, тому внесок першої складової у величині α є значно більшим.

Висновки до 5 розділу

1. На основі експериментальних досліджень основних параметрів процесів низькотемпературної обробки плодів вишні та черешні складено критеріальні рівняння з використанням критеріїв Рейнольдса, Фур'є, Нуссельта і відповідної розрахункової програми; це дало можливість сформувати рекомендований ряд параметрів робочого режиму для процесів

повільного, інтенсивного, гідродинамічного та комбінованого охолодження; забезпечити ефективний перебіг конвективного теплообміну за контрольованої зміни досліджуваних характеристик.

2. Критерій Рейнольдса Re для досліджуваних процесів охолодження під час оброблення як сортів черешні, так і вишні очікувано набуває максимальної величини для комбінованого охолодження, а мінімальної – для гідроохолодження, що можна пояснити інтенсифікацією руху холодоносія для комбінованого охолодження та відповідно підвищенням теплообміну через конвекцію. Комбіноване охолодження характеризується помірною величиною теплопередачі теплопровідністю, враховуючи використання рідинного холодоносія; а рух енергоносія вже потрапляє в перехідну зону, що підвищує ймовірність нестаціонарних процесів.

3. Критерій Фур'є набуває максимальної величини для повільного охолодження через визначений ламінарний режим руху холодоносія; а також мінімальної – для комбінованого та гідроохолодження, що можна пояснити мінімізацією пульсацій в умовах рідинного холодоносія. Співвідношення означених факторів для досліджуваних процесів охолодження плодів вишні та черешні визначалось достатньо низькими величинами.

4. Коефіцієнт теплопередачі для досліджуваних процесів очікувано становив максимальну величину за комбінованого охолодження, а мінімальну – для повільного під час оброблення всіх плодів. За цим показником паритетом характеризуються процеси інтенсивного охолодження через більший коефіцієнт конвекції та процеси гідроохолодження через більший коефіцієнт теплопровідності. Коефіцієнт теплопередачі $\boldsymbol{\alpha}$ в процесі обробки вишні перевищив даний параметр для черешні за рахунок складової $\boldsymbol{Re^{n}}$, хоча величина $\boldsymbol{Fo^{(n+i+\xi)}}$ виявилась меншою, тому внесок першої складової у величині α є значно більшим.

5. Порівнюючи досліджувані процеси охолодження для різновидів сортів використаних плодів, спостерігали більші на 15 % числа Рейнольдса під час оброблення черешні, що можна пояснити підвищенням частки

теплопередачі конвекцією. Число Фур'є виявилось максимальним під час оброблення черешні повільним охолодженням та мінімальним – під час оброблення вишні гідроохолодженням. Проте за комбінованого охолодження для вишні представлений критерій оцінювання спостерігався вищим, ніж для черешні.

Список використаних джерел до розділу 5

1. Gill P. E., Murray W., Wright M. H.. Practical Optimization. London : Academic Press, 1981. 515 p.
2. Теплофізичні характеристики продуктів і матеріалів АПК: довідник / В. Г. Федоров, О. М. Скарбовійчук, О. І. Кепко, П. О. Кравчук. Умань : Редакційно-видавничий відділ Уманського НУС, 2014. 352 с.
3. Будак В. Д., Жук Я. О. Розмірність, подібність, автомодельність. Миколаїв : Іліон, 2014. 183 с.
4. Physical-mathematical modelling of the process of infrared drying of rape with vibration transport of products / Palamarchuk I. P., Mushtruk M. M., Palamarchuk V. I. et al. *Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics, and Control* / (Eds.) Waldemar Wójcik, Sergii Pavlov, Maksat Kalimoldayev. 1st Edition. London : Routledge, 2021. P. 243–253. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003224136-21
5. Using the Similarity Theory in Designing Vibroconveyor Dryer for Grain : Lecture Notes in Mechanical Engineering / Palamarchuk I., Palamarchuk V., Mushtruk M. et al. 2024. P. 550–560. URL: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208018791
6. Physical and mathematical modelling of the massing process of marinated pork and beef preparation technology / Palamarchuk I., Shtonda O., Semeniuk K. et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2023. Vol. 17. P. 929–944. DOI: 10.5219/1926

7. Modelling the centrifugal mixing process of minced meat to optimise the production of chopped meat semi-finished products / Palamarchuk I., Mushtruk M., Vasyliv V. et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.* 2024. Vol. 18. P. 297–312. DOI: 10.5219/1959

8. Самілик М. М. Наукове обґрунтування інновацій в процесах переробки рослинної сировини та її похідних продуктів : дис. … доктора техн. наук : 05.18.12. Київ, 2023. 365 с.

РОЗДІЛ 6
ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ПЛОДОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ «ПЛОСКОГО ФАКТОРНОГО ПОЛЯ»

6.1. Розробка моделі зміни якісних характеристик плодів у процесі повільного охолодження

Моделювання проводили з використанням другої теорії подібності Федермана-Букінгема та методу «теорії розмірностей», що дозволяє обробити отримані експериментальні дані у формі критеріального рівняння, під час складання якого застосували таку методику [1; 2]. Розробляючи математичні моделі оцінювання якості досліджуваних плодів черешні та вишні у процесі повільного охолодження, використовували результати експериментальних досліджень, розміщені у додатку Г 1. Використовуючи приведену вище методику позитивних та негативних факторних просторів під час складання моделей якості, у таблицю 6.1 занесли результати обробки експериментальних даних досліджуваного процесу повільного охолодження сорту черешні Valerii Chkalov.

Таблиця 6.1

Параметри якості плодів черешні сорту Valerii Chkalov після попереднього охолодження для процесу повільного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	1,089	1,089	2,36		0,8		20,08
Інтенсивність дихання мг CO_2/кг·год	88,384	1,0	49,917	0,565					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	944,825	1,0	533,613	0,565					
Бактерії х10^3, КУО/г	21,235	1,0	19,254	0,907					
Гриби х10^3, КУО/г	6,845	1,0	5,924	0,865					

Продовження таблиці 6.1

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	7,355	1,0	7,215	0,981					
Активність пероксидази	30,125	1,0	45,125	1,498					
ФР/ПФО	0,0368	1,0	0,036	0,978					
ЦКІ	17,308	1,0	17,397	1,005					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	0,75	1,0	0,66	0,88					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	17,117	1,0	16,971	0,992	2,34	0,98		1,68	
Вміст цукрів, %	12,375	1,0	12,369	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	0,715	1,0	0,711	0,994					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	9,111	1,0	8,887	0,975					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	200,108	1,0	200,05	0,999					

Джерело: розробила автор

Примітка: *АВ – абсолютна величина оцінюваного параметра; R = 1 ум. од. – нормований показник; СВ – середня величина оцінюваного параметра;* R_i *–поточні параметри, що представлені в ум. од.;* S_i *– поле відповідного блоку параметрів (негативних або позитивних), що визначається площею неправильного багатокутника, який виділений синім кольором, зокрема, на рис. 1, ум. од*^{2}*;* $k_{вн}$ *– коефіцієнт відповідності нормативам якості;* $\varphi_{яс}$ *– відносний коефіцієнт спадання якості, %;* $k_{яз}$ *– коефіцієнт зростання якості;* $\varphi_{яз}$ *– відносний коефіцієнт зростання якості, %.*

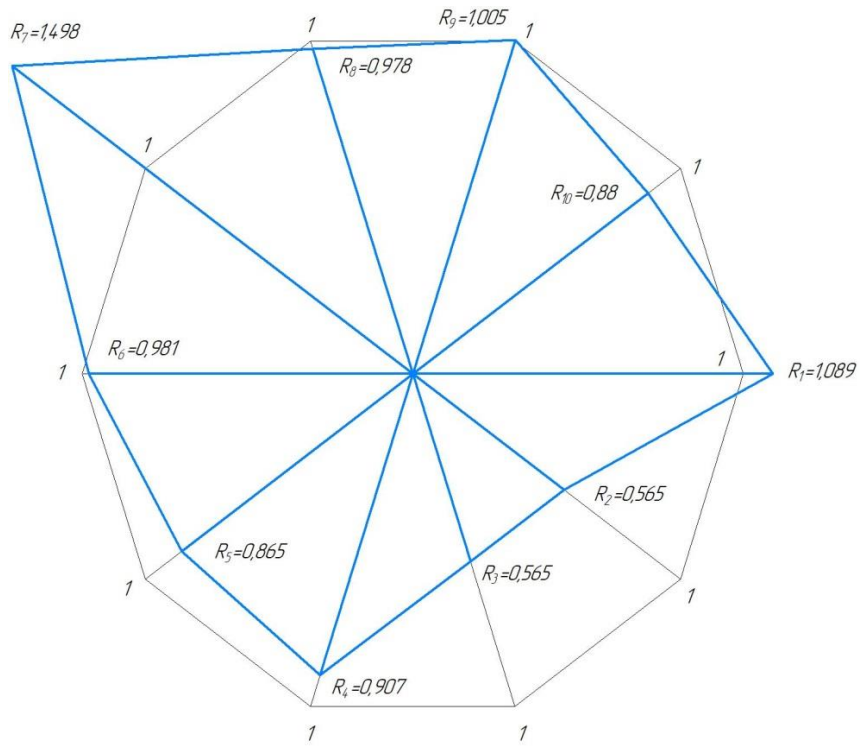


Рис. 6.1. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov для процесу повільного охолодження.**

За даними моделі на рис. 6.1 очевидно, що в процесі повільного охолодження сорту черешні Valerii Chkalov позитивним є майже на 50 % нижча порівняно із нормативним або початковим станом інтенсивність дихання та тепловиділення; негативним можна назвати перевищення практично на 25 % активності пероксидази. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 20,08 % (табл. 6.1).

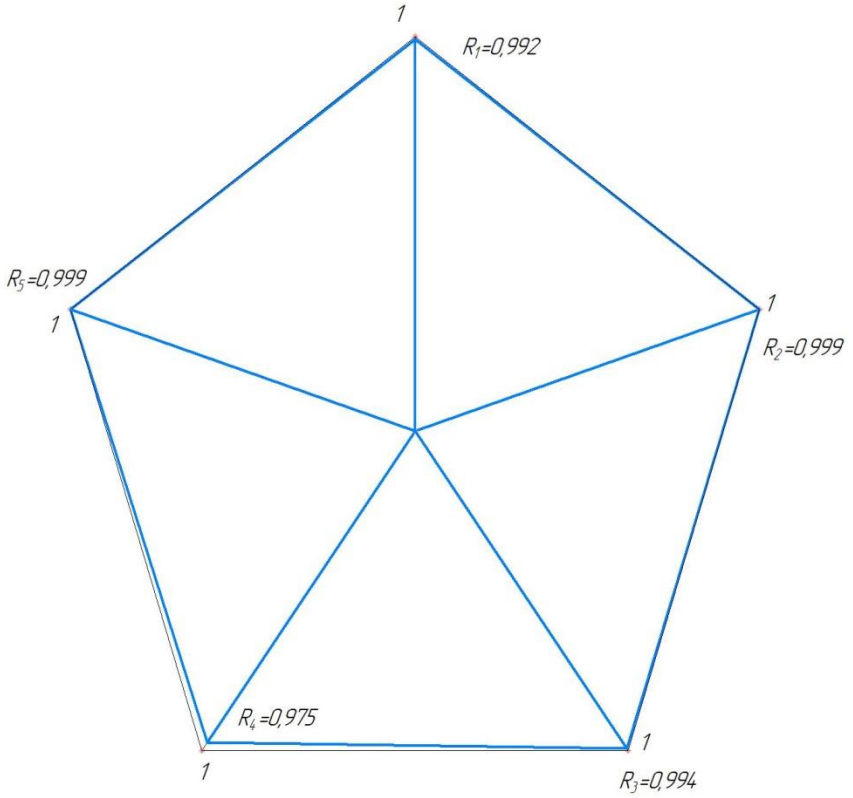


Рис. 6.2. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov для процесу повільного охолодження.**

Проведена оцінка збереження якісних характеристик черешні сорту Valerii Chkalov у моделі на рис. 6.2 свідчить про сталість позитивного стану досліджуваних плодів за наведеними в табл. 6.1 позитивними характеристиками. Перспективи зростання технологічних показників даного процесу оброблення черешні склав лише 1,68 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.1).

Таблиця 6.2

Параметри якості плодів черешні сорту Valerii Chkalov»після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	3,810	1,0297	4,52		1,53		53,2
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	88,384	1,0	53,456	0,605					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	944,825	1,0	571,445	0,605					
Бактерії х10^3, КУО/г	21,235	1,0	32,546	1,533					
Гриби х10^3, КУО/г	6,845	1,0	15,065	2,201					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	7,355	1,0	10,865	1,477					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	30,125	1,0	39,456	1,309					
ФР/ПФО	0,0368	1,0	0,08	2,174					
ЦКІ	17,308	1,0	26,7585	1,546					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	0,75	1,0	0,55	0,733					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	17,117	1,0	14,485	0,846	1,13	0,47		111,1	
Вміст цукрів, %	12,375	1,0	10,195	0,824					
Вміст титрованих кислот, %	0,715	1,0	0,381	0,533					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	9,111	1,0	4,952	0,544					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	200,108	1,0	135,65	0,678					

Джерело: розробила автор

Протягом 30 діб зберігання сорту черешні Valerii Chkalov після процесу повільного охолодження 7 із 10 параметрів вийшли за початкові величини,

зокрема, збільшились порівняно із початковим вміст поліфенолоксидази та кількість грибів у 2,2 раза, кількість мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, цукровокислотний індекс та активність поліфенолоксидази – у 1,5 раза (рис. 6.2). Перспективи зростання технологічних показників даного процесу обробки черешні склав 53,2 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.2).

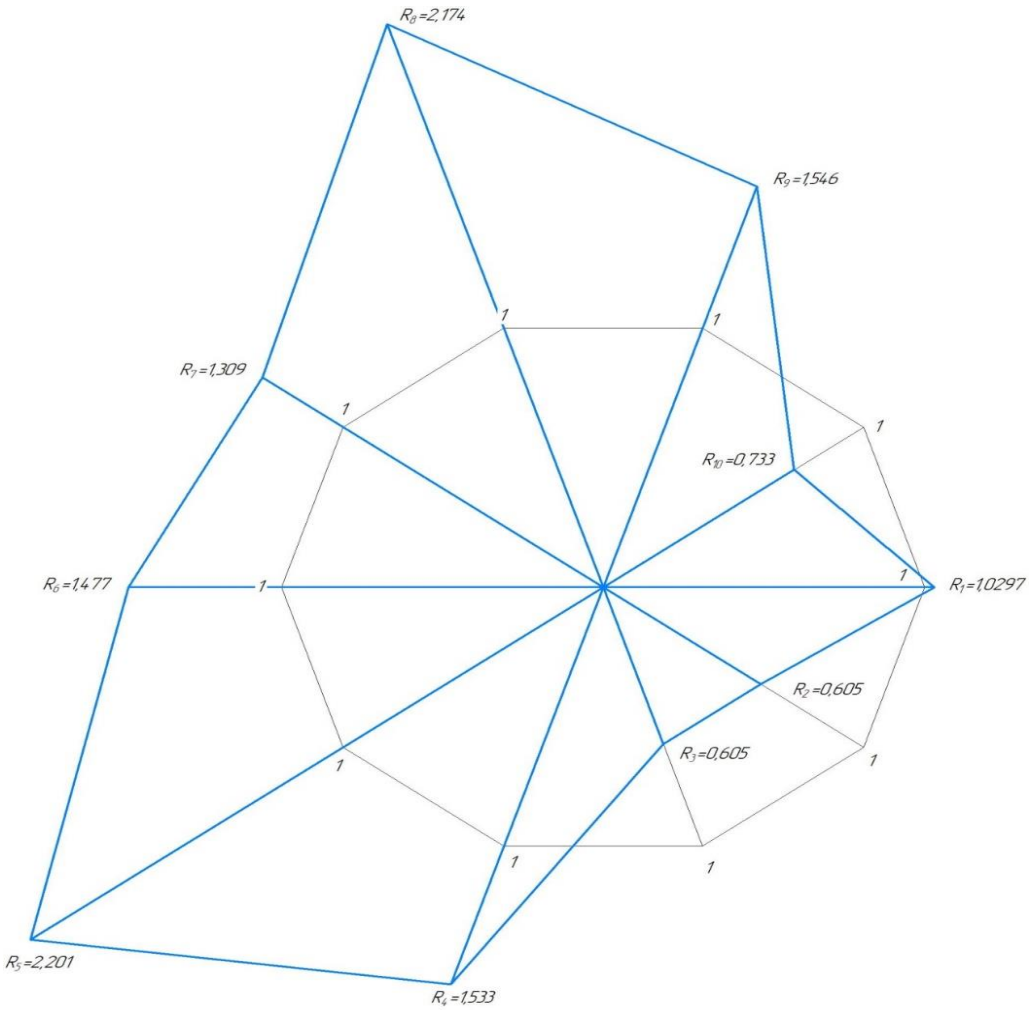


Рис. 6.3. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov за 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження.**

Окрім того, всі 5 позитивних характеристик цього сорту (табл. 6.2) зменшили свої величини порівняно із початковим станом на 53–85 % (рис. 6.4). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 111,1 % (табл. 6.2).

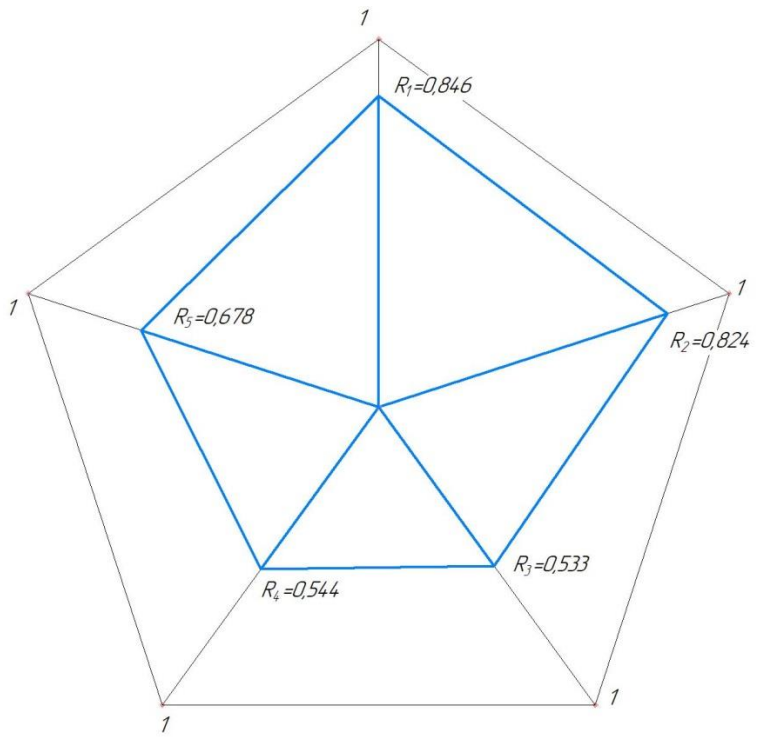


Рис. 6.4. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov за 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження**

Таблиця 6.3

Параметри якості плодів черешні сорту Melitopol’s’ka chorna після попереднього охолодження для процесу повільного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	0,736	0,736	2,04		0,69		30,8
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	96,697	1,0	54,825	0,567					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	1033,69	1,0	586,079	0,567					
Бактерії х10^3, КУО/г	22,259	1,0	18,568	0,834					
Гриби х10^3, КУО/г	6,125	1,0	5,722	0,934					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	10,156	1,0	10,051	0,989					

Продовження таблиці 6.3

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	35,654	1,0	42,125	1,182					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0392	0,995					
ЦКІ	10,089	1,0	10,154	1,006					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	0,99	1,0	0,9	0,909					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,355	1,0	18,252	0,994	2,35	0,99		1,31	
Вміст цукрів, %	9,242	1,0	9,24	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	0,916	1,0	0,91	0,993					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	11,025	1,0	10,879	0,987					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	257,612	1,0	256,25	0,995					

Джерело: розробила автор

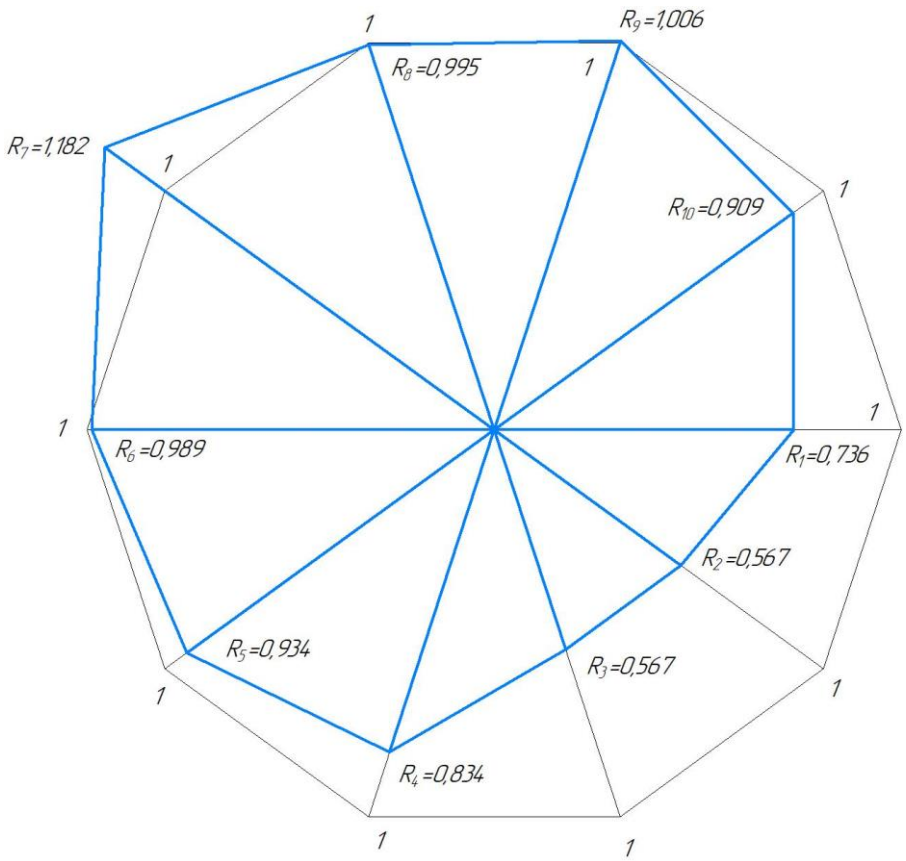


Рис. 6.5. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna для процесу повільного охолодження**

Практично всі негативні характеристики черешні сорту Melitopol’s’ka chorna (табл. 6.3) після процесу повільного охолодження зберегли свої величини порівняно до початкової, лише активність пероксидази підвищилася у 1,18 раза (рис. 6.5), що показало ефективність даної низькотемпературного оброблення. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 30,8 % (табл. 6.3).

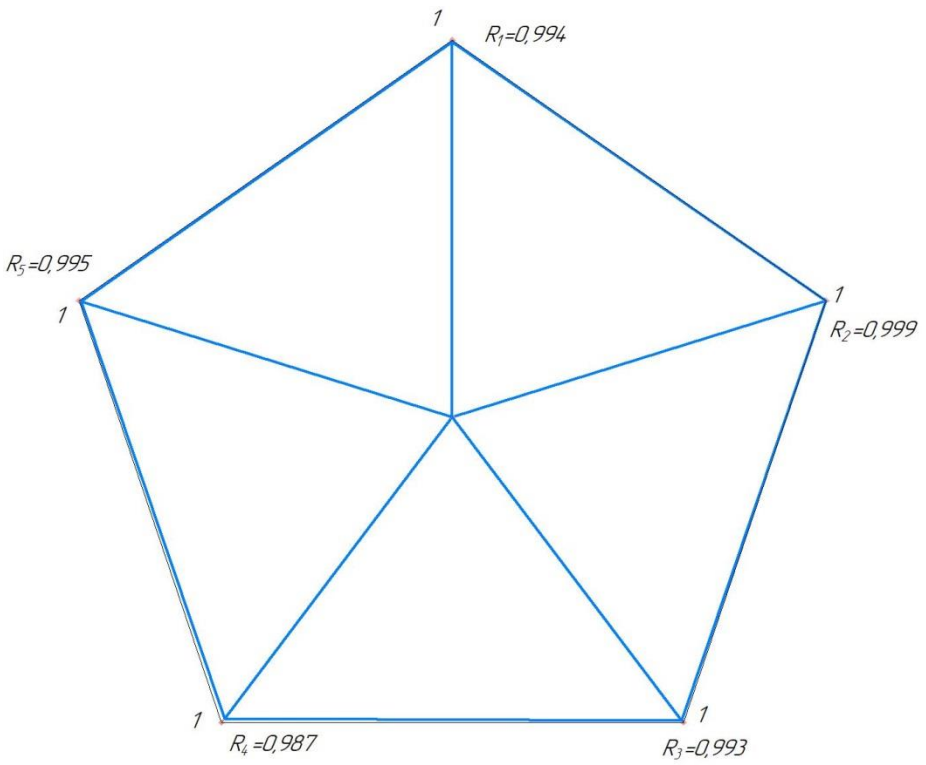


Рис. 6.6. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna для процесу повільного охолодження**

Позитивні характеристики практично не змінились після цього охолодження (рис. 6.6). Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав лише 1,31 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.3).

Характеристика моделі на рис. 6.7 виявила, що половина негативних показників якості черешні сорту Melitopol’s’ka chorna протягом 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження (табл. 6.4) зменшила свої величини порівняно із початковими. Проте спостерігалося аномальне збільшення таких характеристик, як кількість грибів у 2,14 раза, частки фенолів до активності поліфенолоксидази – у 2,4, кількості грибів та цукровокислотного індексу – у 1,5 раза. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав лише 29,2 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Параметри якості плодів черешні сорту Melitopol's'ka chorna після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	3,5375	0,956	3,81		1,29		29,2
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	96,697	1,0	58,124	0,601					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	1033,691	1,0	621,346	0,601					
Бактерії х10^3, КУО/г	22,259	1,0	33,458	1,503					
Гриби х10^3, КУО/г	6,125	1,0	14,652	2,392					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	10,156	1,0	13,896	1,368					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	35,654	1,0	28,254	0,792					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0843	2,139					
ЦКІ	10,089	1,0	14,9782	1,485					
Твердість м'якоті плодів, кг/см^2	0,99	1,0	0,62	0,626					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,355	1,0	14,548	0,793	1,12	0,47		113,3	
Вміст цукрів, %	9,242	1,0	7,564	0,818					
Вміст титрованих кислот, %	0,916	1,0	0,505	0,551					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	11,025	1,0	6,845	0,621					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	257,612	1,0	164,789	0,639					

Джерело: розробила автор

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.8) виявило, що ці характеристики після 30 діб зберігання (табл. 6.4) досягли початкового стану

лише на 50–80 %. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 113,3 % (табл. 6.4).

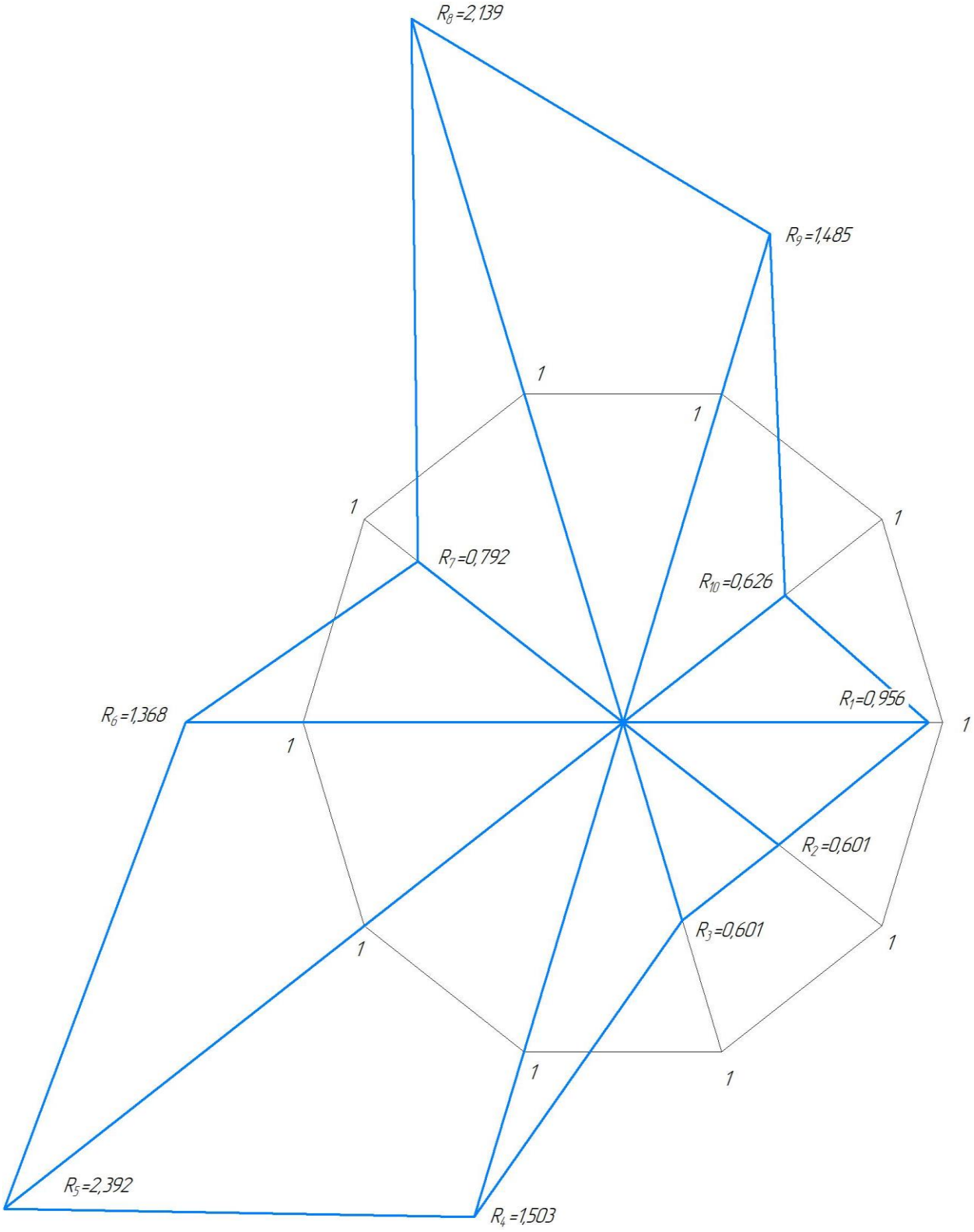


Рис. 6.7. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження**

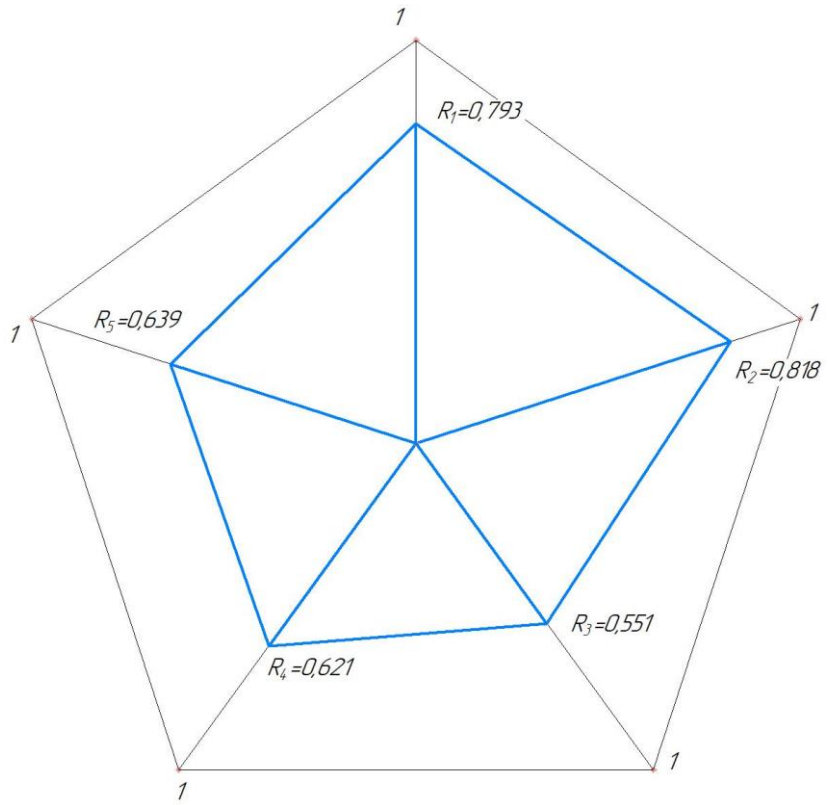


Рис. 6.8. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження**

Таблиця 6.5

Параметри якості плодів черешні сорту Krupnoplidna після попереднього охолодження для процесу повільного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	0,711	0,711	2,24		0,76		24,1
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	81,665	1,0	46,152	0,565					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	872,999	1,0	493,365	0,565					
Бактерії х10^3, КУО/г	20,894	1,0	19,254	0,922					
Гриби х10^3, КУО/г	6,058	1,0	5,985	0,988					

Продовження таблиці 6.5

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	6,025	1,0	5,958	0,989					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	24,256	1,0	35,125	1,448					
ФР/ПФО	0,0216	1,0	0,0214	0,991					
ЦКІ	17,2153	1,0	17,2667	1,003					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	1,12	1,0	1,03	0,919					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,712	1,0	18,252	0,975	2,36	0,99		0,76	
Вміст цукрів, %	15,029	1,0	9,24	0,604					
Вміст титрованих кислот, %	0,873	1,0	0,91	1,042					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	7,482	1,0	10,879	1,454					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	279,125	1,0	256,25	0,918					

Джерело: розробила автор

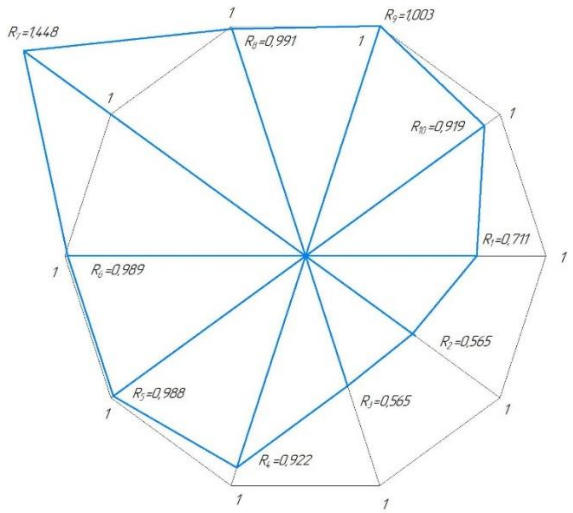


Рис. 6.9. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna для процесу повільного охолодження**

Практично всі негативні характеристики черешні сорту Krupnoplidna (табл. 6.5) після процесу повільного охолодження виявились меншими за початкових величин, лише активність пероксидази підвищилася у 1,45 раза (рис. 6.9), що показало ефективність цього низькотемпературного оброблення. Потенціал зростання технологічних параметрів за наведеними характеристиками склав 24,1 % (табл. 6.5).

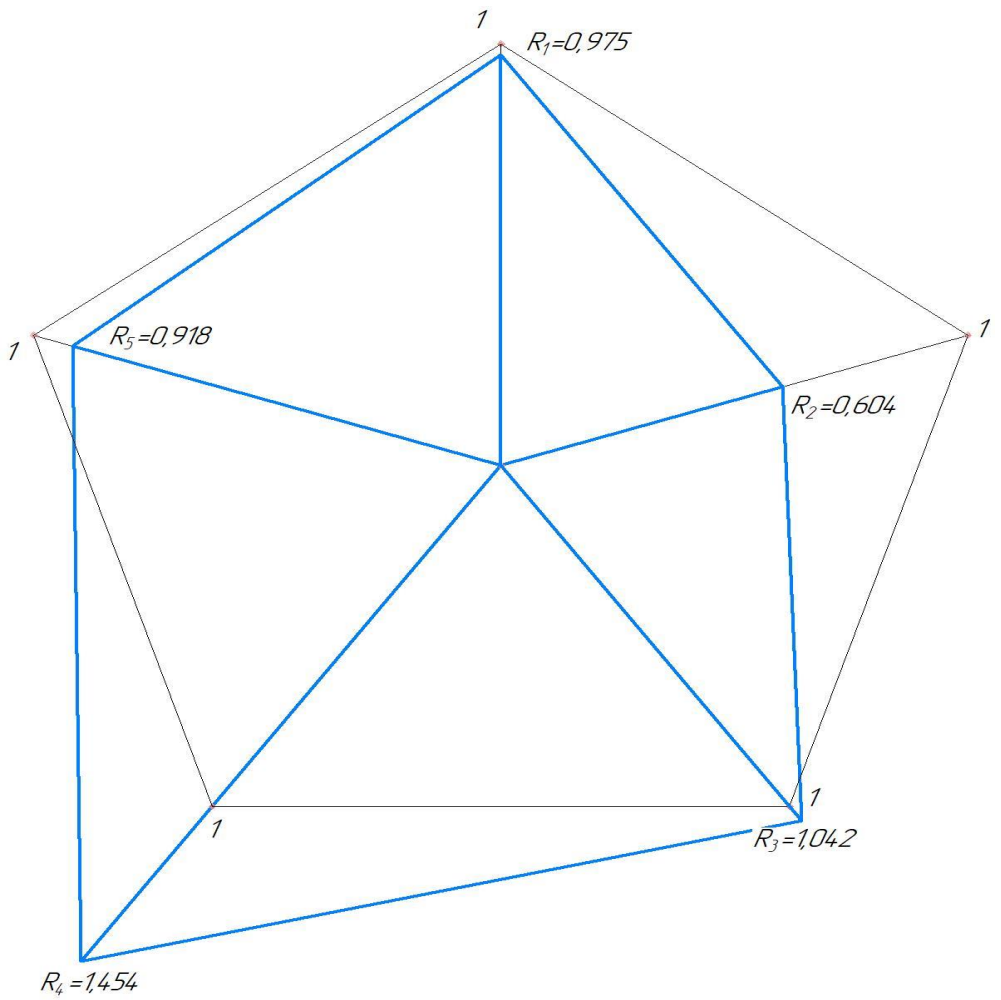


Рис. 6.10. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Krupnoplidna для процесу повільного охолодження**

Чотири з п’яти позитивних характеристик черешні сорту Krupnoplidna (табл. 6.5) після процесу повільного охолодження за величиною стали, як і початкові величини, лише вміст аскорбінової кислоти підвищилась у 1,45 раза (рис. 6.10). Перспективи зростання технологічних показників цього процесу

оброблення черешні склав лише 0,76 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.5).

Таблиця 6.6

Параметри якості плодів черешні сорту Krupnoplidna після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	3,5539	0,9605	4,96		1,68		67,99
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	81,665	1,0	47,568	0,582					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	872,999	1,0	508,502	0,583					
Бактерії х10^3, КУО/г	20,894	1,0	30,256	1,448					
Гриби х10^3, КУО/г	6,058	1,0	16,456	2,716					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	6,025	1,0	10,256	1,702					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	24,256	1,0	32,125	1,324					
ФР/ПФО	0,0216	1,0	0,0474	2,194					
ЦКІ	17,2153	1,0	31,4076	1,824					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	1,12	1,0	0,79	0,705					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,712	1,0	14,859	0,794	1,08	0,46		119,3	
Вміст цукрів, %	15,029	1,0	13,254	0,882					
Вміст титрованих кислот, %	0,873	1,0	0,422	0,483					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	7,482	1,0	3,215	0,429					
Вміст фенольних речовин, мг на 100г	279,125	1,0	216,245	0,7747					

Джерело: розробила автор

Протягом 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження (табл. 6.6) спостерігалося аномальне збільшення кількості грибів у 2,716 раза порівняно з початковим, частки фенолів до активності поліфенолоксидази – у 2,2 раза, цукровокислотного індексу – у 1,82 раза (рис. 6.11). Лише 4 параметри зберегли свою величину в межах початкового стану. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 67,99 % (табл. 6.6).

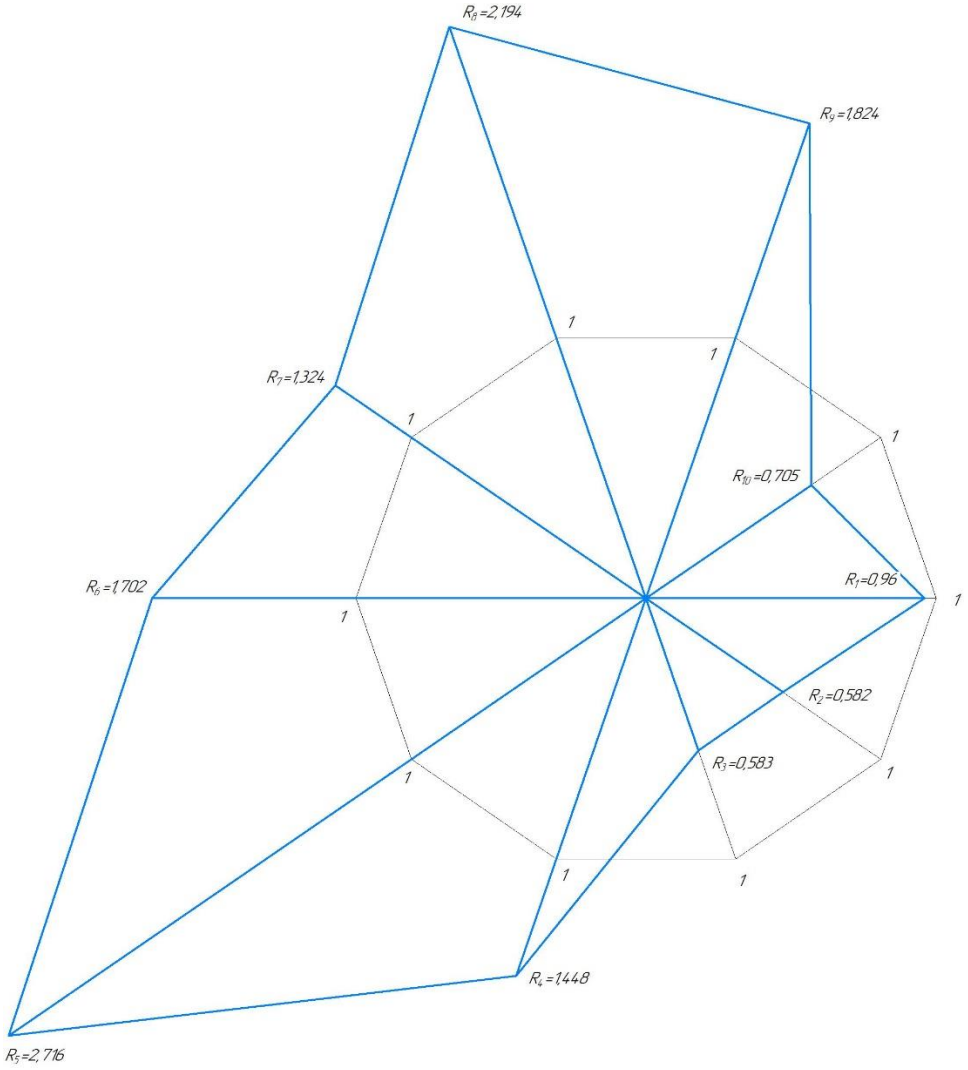


Рис. 6.11. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna за 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження**

Протягом 30 діб зберігання чотири з п’яти позитивних характеристик черешні сорту Krupnoplidna (табл. 6.6) після процесу повільного охолодження за величиною стали, як і початкові величини, лише вміст аскорбінової кислоти підвищилась у 1,45 раза (рис. 6.12), що показало ефективність процесу

зберігання продукції за поданими критеріями якості. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав 119,3 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.6).

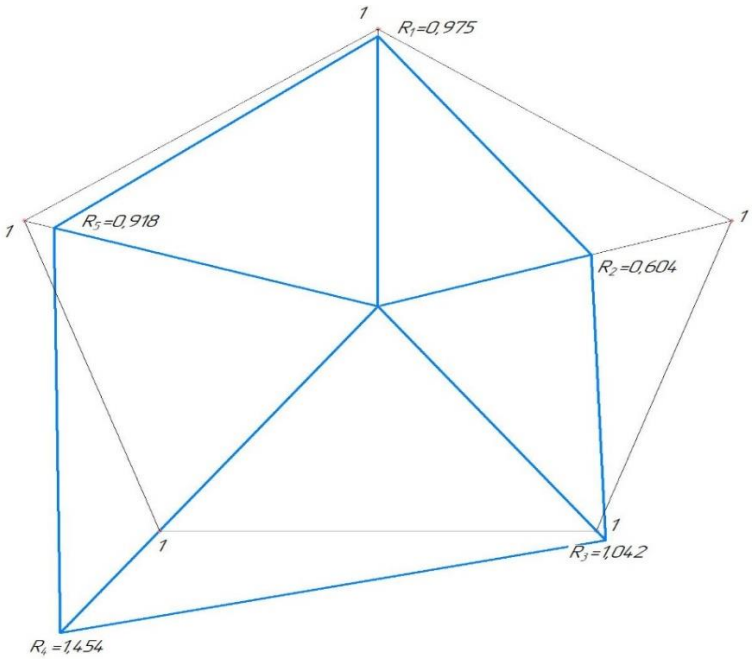


Рис. 6.12. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Krupnoplidna за 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження**

Після процесу повільного охолодження 9 негативних характеристик вишні сорту Vstriecha (табл. 6.7) виявилися меншими за початкові величини; цукровокислотний індекс зрівнявся з ним, а інтенсивність дихання та тепловиділення склали трохи більше 50 % від початкових параметрів, що показало ефективність цього низькотемпературного оброблення.

Таблиця 6.7

Параметри якості плодів вишні сорту Vstriecha після попереднього охолодження для процесу повільного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	0,611	0,611	2,73		0,93		7,36
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	91,214	1,0	46,812	0,513					

Продовження таблиці 6.7

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Інтенсивність тепло-виділення, кДж/кг·°С	975,078	1,0	500,42	0,513					
Бактерії х10^3, КУО/г	18,547	1,0	17,584	0,948					
Гриби х10^3, КУО/г	5,784	1,0	5,122	0,8855					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	8,125	1,0	8,002	0,985					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	38,452	1,0	48,152	1,252					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0826	2,096					
ЦКІ	10,4308	1,0	10,46	1,0028					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	0,69	1,0	0,60	0,869					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих роз-чинних речовин, %	18,412	1,0	18,091	0,983	2,35	0,99		1,39	
Вміст цукрів, %	14,864	1,0	14,864	1,0					
Вміст титрованих кислот, %	1,425	1,0	1,421	0,9972					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	12,032	1,0	11,875	0,987					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	206,125	1,0	205,9	0,999					

Джерело: розробила автор

Хоча спостерігалося аномальне підвищення у 2,1 раза частки фенолів до активності поліфенолоксидази (рис. 6.13). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав лише 7,36 % (табл. 6.7).

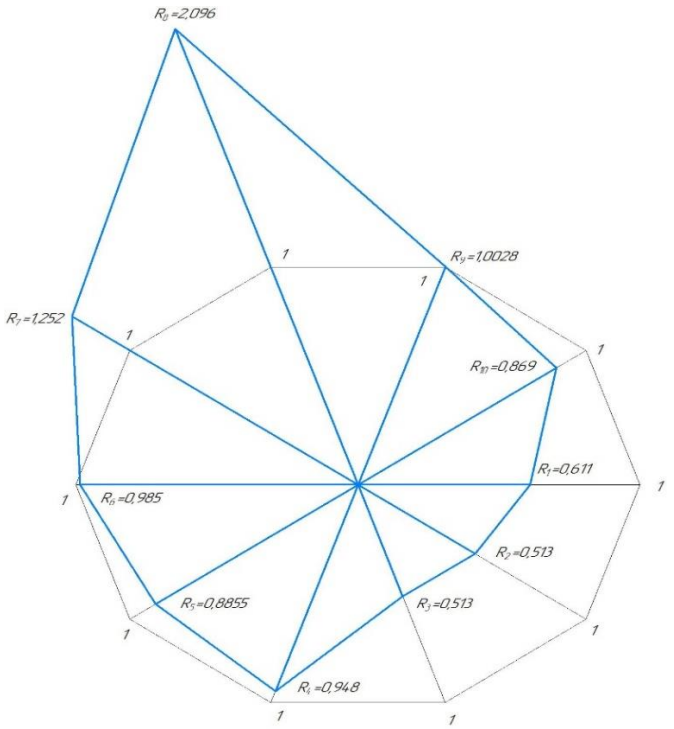


Рис. 6.13. **Модель якості за негативними параметрами вишні сорту Vstriecha для процесу повільного охолодження**

Позитивні характеристики вишні сорту Vstriecha практично не змінились після процесу повільного охолодження (рис. 6.14), що засвідчило задовільний результат цього низькотемпературного впливу. Перспективи зростання технологічних показників цього оброблення черешні склав лише 1,39 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.7).

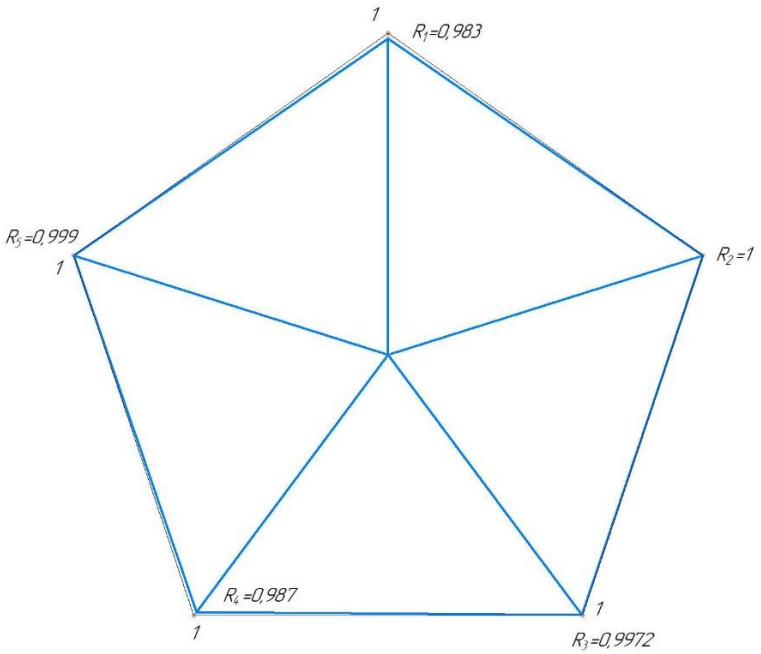


Рис. 6.14. **Модель якості за позитивними параметрами вишні сорту Vstriecha для процесу повільного охолодження**

Таблиця 6.8

Параметри якості плодів вишні сорту Vstriecha

після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	3,8214	1,033	4,06		1,38		37,7
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	91,214	1,0	56,789	0,623					
Інтенсивність тепло-виділення, кДж/кг·°С	975,078	1,0	607,074	0,623					
Бактерії х10^3, КУО/г	18,547	1,0	27,651	1,491					
Гриби х10^3, КУО/г	5,784	1,0	12,547	2,169					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	8,125	1,0	12,025	1,48					
Активність пероксидази	38,452	1,0	45,654	1,187					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0826	2,096					
ЦКІ	10,4308	1,0	15,98	1,532					
Твердість м’якоті плодів	0,69	1,0	0,30	0,435					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,412	1,0	13,625	0,74	1,10	0,46		117	
Вміст цукрів, %	14,864	1,0	12,001	0,807					
Вміст титрованих кислот, %	1,425	1,0	0,751	0,527					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	12,032	1,0	7,415	0,616					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	206,125	1,0	145,568	0,706					

Джерело: розробила автор

Протягом 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження (табл. 6.8) спостерігалося значне збільшення двох негативних параметрів, а саме: кількості грибів у 2,17 раза та частки фенолів до активності поліфенолоксидази – у 2,1 раза, цукровокислотного індексу – в 1,53 раза (рис. 6.15) та ще 4 показники подібні таким результатам, що свідчить про

істотне погіршення якості продукції під час зберігання.

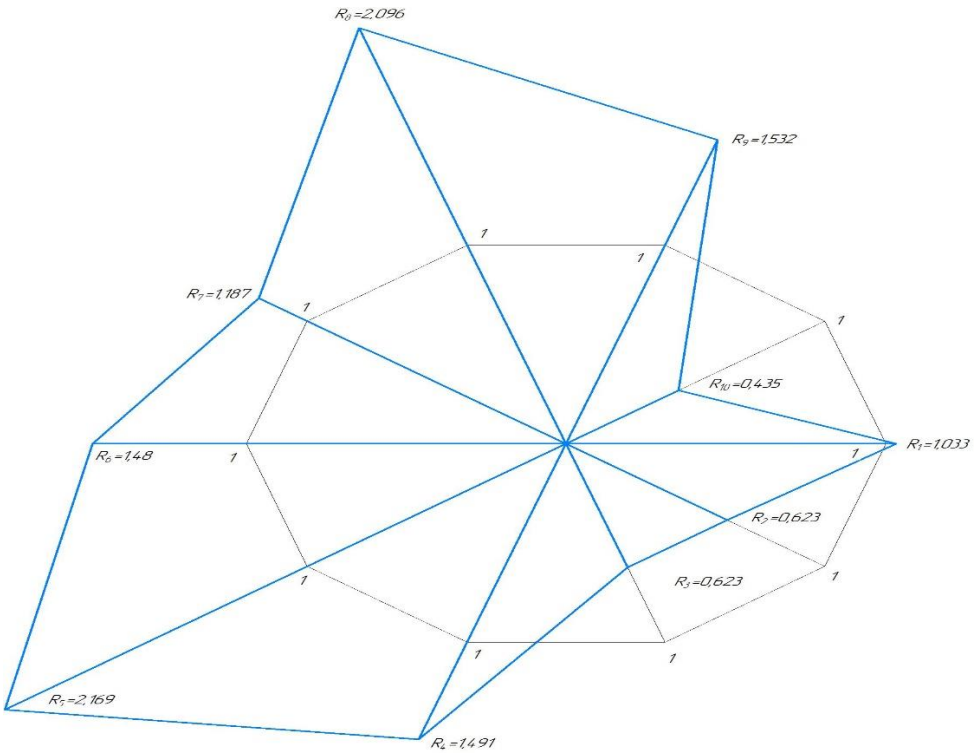


Рис. 6.15. **Модель якості за негативними параметрами вишні сорту Vstriecha за 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження**

Лише 4 параметри зберегли свою величину у межах початкового стану, а твердість м’якоті плодів склала 44 % початкового стану, що позитивно характеризувало зміну якості плодів. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав 37,7 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.8).

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.16) виявила, що всі дані характеристики після 30 діб зберігання досягли початкового стану лише на 50–80 %. У результаті потенціал збереження якості досліджуваних плодів вишні після процесу повільного охолодження склав 117 % (табл. 6.8).

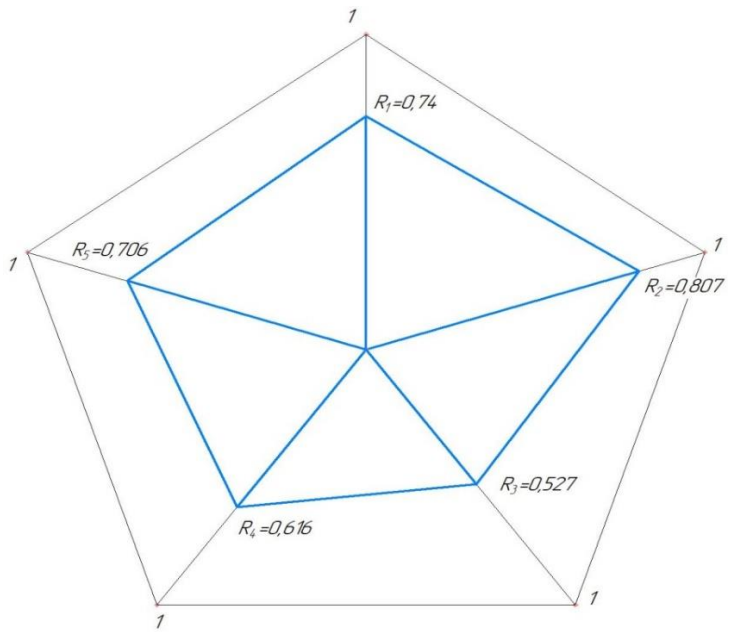


Рис. 6.16. **Модель якості за позитивними параметрами вишні сорту Vstriecha за 30 діб зберігання після процесу повільного охолодження**

6.2 Розробка моделі зміни якісних характеристик плодів у процесі інтенсивного охолодження

Розробляючи математичну модель оцінювання якості досліджуваних плодів черешні та вишні у процесі інтенсивного охолодження, використовували результати експериментальних досліджень, розміщені у додатку Г 2. Використовуючи наведену попереду методику позитивних та негативних факторних просторів під час складання моделей якості, у таблицю 6.9 занесли результати оброблення експериментальних даних досліджуваного процесу інтенсивного охолодження сорту черешні Valerii Chkalov.

Таблиця 6.9

Параметри якості плодів черешні сорту Valerii Chkalov перед зберіганням для процесу інтенсивного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	1,807	1,807	2,59		0,88		12,03
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	88,384	1,0	40,123	0,454					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	944,825	1,0	428,915	0,454					
Бактерії х10^3, КУО/г	21,235	1,0	17,589	0,828					
Гриби х10^3, КУО/г	6,845	1,0	5,924	0,865					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	7,355	1,0	6,966	0,947					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	30,125	1,0	50,023	1,661					
ФР/ПФО	0,0368	1,0	0,03482	0,946					
ЦКІ	17,308	1,0	17,3562	1,0028					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	0,75	1,0	0,69	0,92					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	17,117	1,0	17,081	0,998	2,36	0,99		0,83	
Вміст цукрів, %	12,375	1,0	12,375	1,0					
Вміст титрованих кислот, %	0,715	1,0	0,713	0,997					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	9,111	1,0	8,987	0,986					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	200,108	1,0	200,067	0,999					

Джерело: розробила автор

Примітка: *АВ – абсолютна величина оцінюваного параметра; R = 1 ум. од. – нормований показник; СВ – середня величина оцінюваного параметра; R_i – поточні параметри, що представлені в ум. од.; S_i – поле відповідного блоку параметрів (негативних або позитивних), що визначається площею неправильного багатокутника (виділений синім кольором на рис. 8.10 – 8.13), ум. од^2 ; $k_{вн}$ – коефіцієнт відповідності нормативам якості; $\varphi_{яс}$ – відносний коефіцієнт спадання якості, %; $k_{яз}$ – коефіцієнт зростання якості; $\varphi_{яз}$ –*

відносний коефіцієнт зростання якості, %.

Після процесу інтенсивного охолодження 8 негативних характеристик черешні сорту Valerii Chkalov (табл. 6.9) виявилися меншими за початкові величини; цукровокислотний індекс зрівнявся з ним, а інтенсивність дихання та тепловиділення склали навіть менше 50 % від початкових параметрів (рис. 6.17), що показало ефективність цього низькотемпературного оброблення. Проте спостерігалось певне підвищення на 81 % втрати маси та 66 % активності пероксидази (рис. 6.17). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав лише 12,03 % (табл. 6.9).

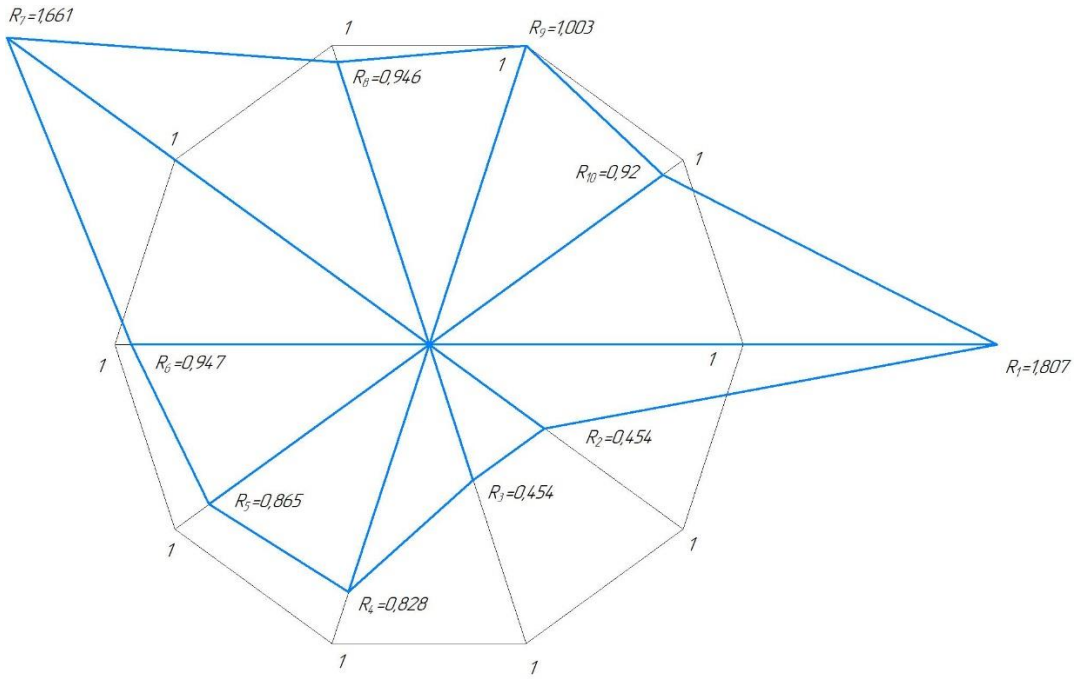


Рис. 6.17. **Модель якості за негативними параметрами черешні сорту Valerii Chkalov для процесу інтенсивного охолодження**

Позитивні характеристики черешні сорту Valerii Chkalov практично не змінились після процесу інтенсивного охолодження (рис. 6.18), що вказало на задовільний результат цього низькотемпературного впливу. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав лише 0,83 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.9).

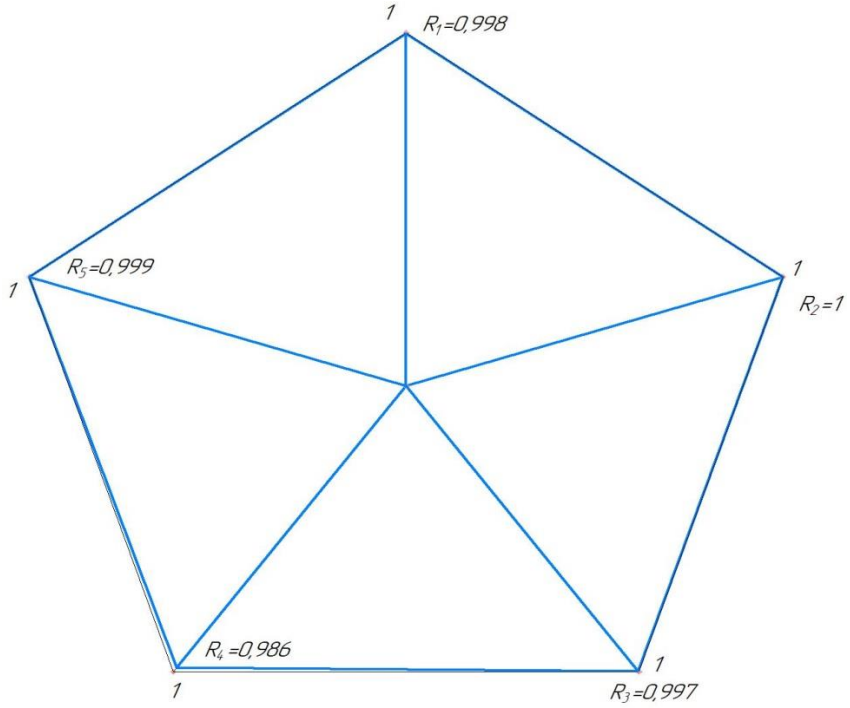


Рис. 6.18. **Модель якості за позитивними параметрами черешні сорту Valerii Chkalov для процесу інтенсивного охолодження**

Таблиця 6.10

Параметри якості плодів черешні сорту Valerii Chkalov після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	4,281	1,157	3,91		1,32		32,46
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	88,384	1,0	40,251	0,455					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	944,825	1,0	430,283	0,455					
Бактерії х10^3, КУО/г	21,235	1,0	31,245	1,471					
Гриби х10^3, КУО/г	6,845	1,0	16,253	2,374					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	7,355	1,0	9,956	1,354					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	30,125	1,0	30,012	0,996					
ФР/ПФО	0,0368	1,0	0,0777	2,111					
ЦКІ	17,308	1,0	26,1741	1,512					

Продовження таблиці 6.10

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Твердість м'якоті плодів,кг/см^2	0,75	1,0	0,48	0,64					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	17,117	1,0	15,485	0,905	1,29	0,54		84,64	
Вміст цукрів, %	12,375	1,0	11,124	0,899					
Вміст титрованих кислот, %	0,715	1,0	0,425	0,594					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	9,111	1,0	5,765	0,633					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	200,108	1,0	128,156	0,6404					

Джерело: розробила автор

Протягом 30 діб зберігання сорту черешні Valerii Chkalov після процесу інтенсивного охолодження 6 із 10 параметрів вийшли за початкові величини, а саме: збільшились порівняно із початковим кількість грибів у 2,374 раза, частки фенолів до активності поліфенолоксидази – у 2,11 раза, цукровокислотний індекс та кількість мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів – практично в 1,5 раза (рис. 6.19), що призвело до погіршення стану черешні на 32 % за представленими 10 критеріями якості (табл. 6.10).

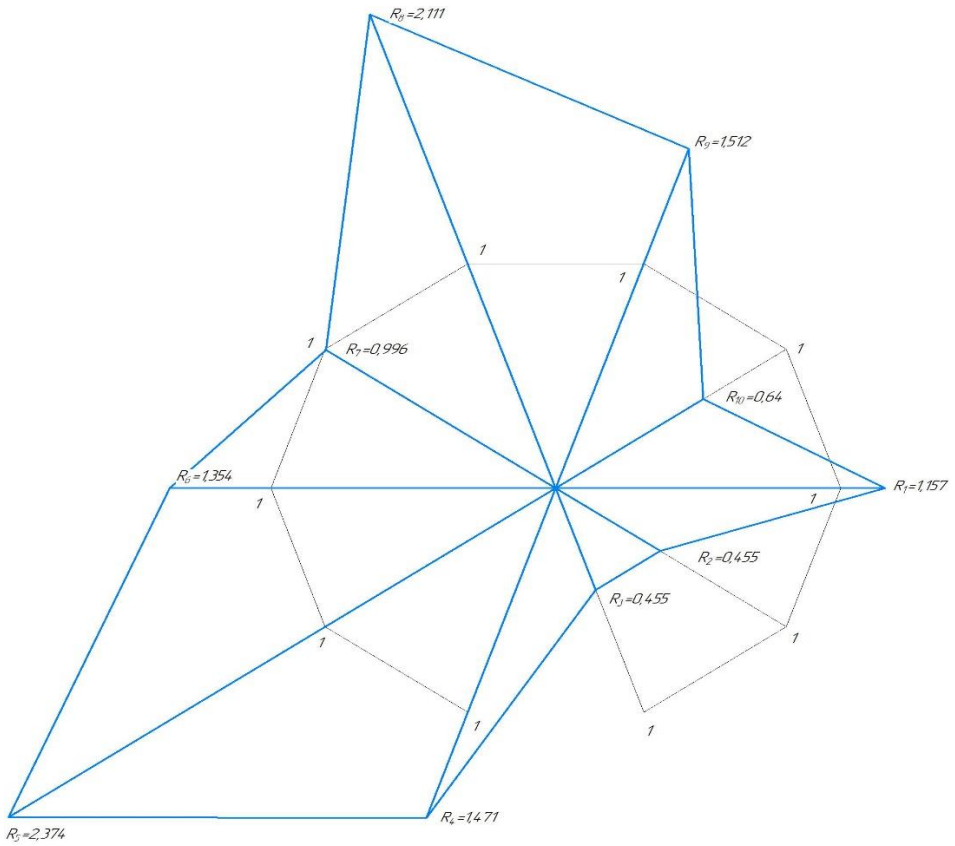


Рис. 6.19. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov за 30 діб зберігання після інтенсивного охолодження**

Проте спостерігалося, що рівень інтенсивності дихання та тепловиділення склали менше 50 % від початкового стану, поліпшуючи збереження якості плодів у період зберігання. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 32,46 % (табл. 6.10).

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.20) виявило, що ці характеристики після 30 діб зберігання черешні Valerii Chkalov (табл. 6.10) досягли початкового стану лише на 60–90 %. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав 84,64 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.10).

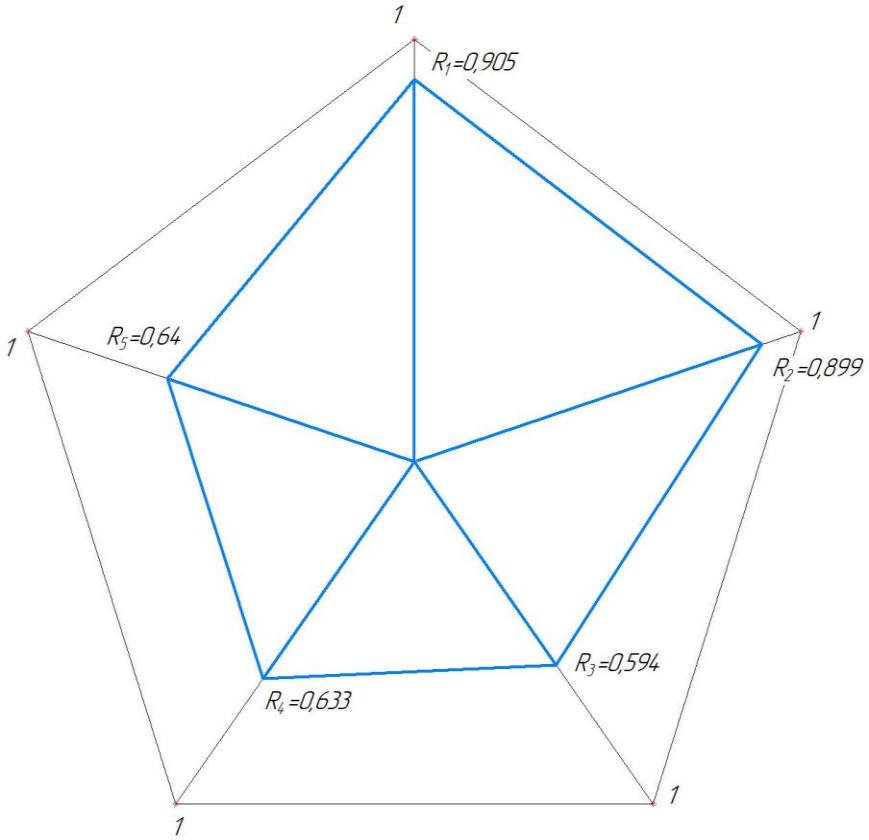


Рис. 6.20. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov за 30 діб зберігання після інтенсивного охолодження**

На основі проведених досліджень виявилось, що 8 із 10 негативних характеристик черешні сорту Melitopol’s’ka chorna (табл. 6.11) після процесу інтенсивного охолодження зберегли свої величини порівняно з початковою, що показало позитивний потенціал цього низькотемпературного оброблення.

Таблиця 6.11

Параметри якості плодів черешні сорту Melitopol’s’ka chorna перед зберіганням для інтенсивного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	1,757	1,757	2,46		0,83		16,63
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	96,697	1,0	48,513	0,502					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	1033,69	1,0	518,604	0,502					

Продовження таблиці 6.11

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Бактерії х10^3, КУО/г	22,259	1,0	16,126	0,724					
Гриби х10^3, КУО/г	6,125	1,0	5,554	0,907					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	10,156	1,0	9,865	0,973					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	35,654	1,0	48,154	1,351					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0385	0,982					
ЦКІ	10,089	1,0	10,0873	0,999					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	0,99	1,0	0,92	0,929					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,355	1,0	18,301	0,9971	2,36	0,99		0,56	
Вміст цукрів, %	9,242	1,0	9,24	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	0,916	1,0	0,916	1,0					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	11,025	1,0	10,979	0,9958					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	257,612	1,0	256,25	0,9947					

Джерело: розробила автор

Втрати маси збільшилися у 1,76 раза та активність пероксидази підвищилася у 1,4 раза (рис. 6.21). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 16,63 % (табл. 6.11). Позитивні характеристики практично не змінилися після інтенсивного охолодження черешні Melitopol’s’ka chorna (рис. 6.22). У результаті якісний стан плодів за такого оброблення склав 99 % (табл. 6.11). Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав лише 0,56 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.11).

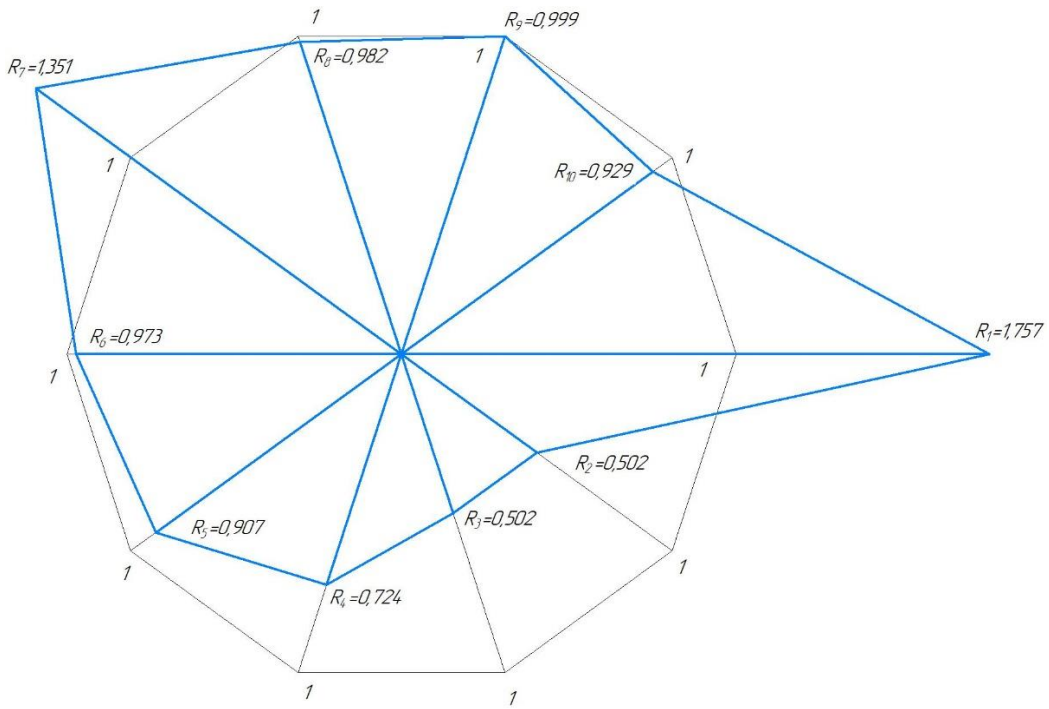


Рис. 6.21. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna для процесу інтенсивного охолодження**

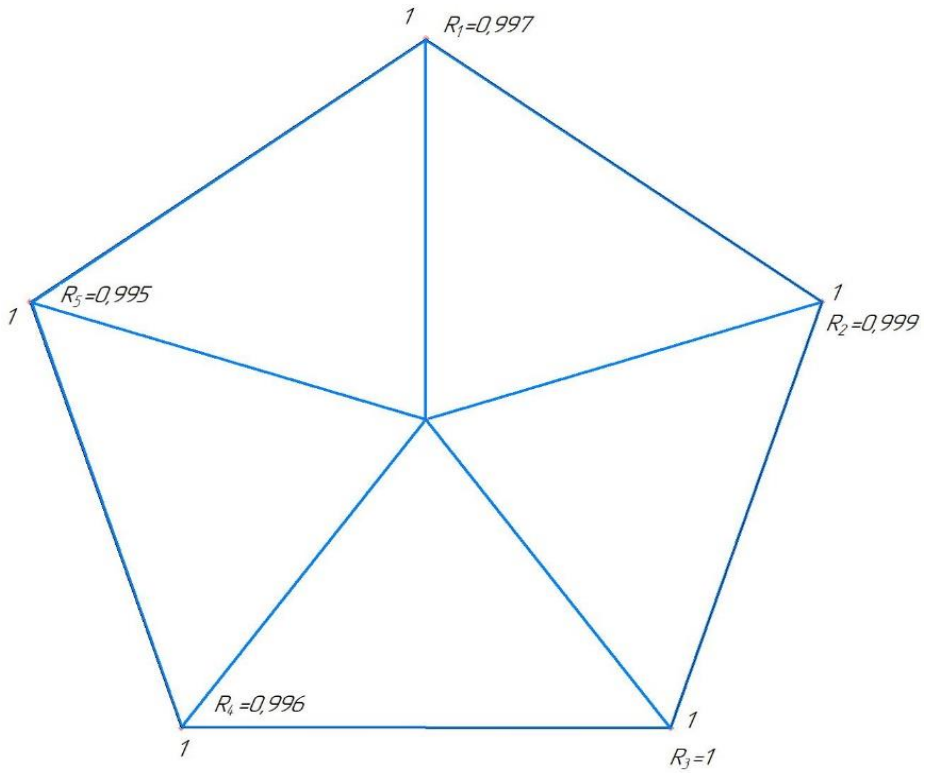


Рис. 6.22. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna для процесу інтенсивного охолодження**

Характеристика моделі на рис. 6.23 виявила, що 40 % негативних показників якості черешні сорту Melitopol’s’ka chorna протягом 30 діб

зберігання після процесу інтенсивного охолодження (табл. 6.12) зменшила свої величини порівняно із початковими.

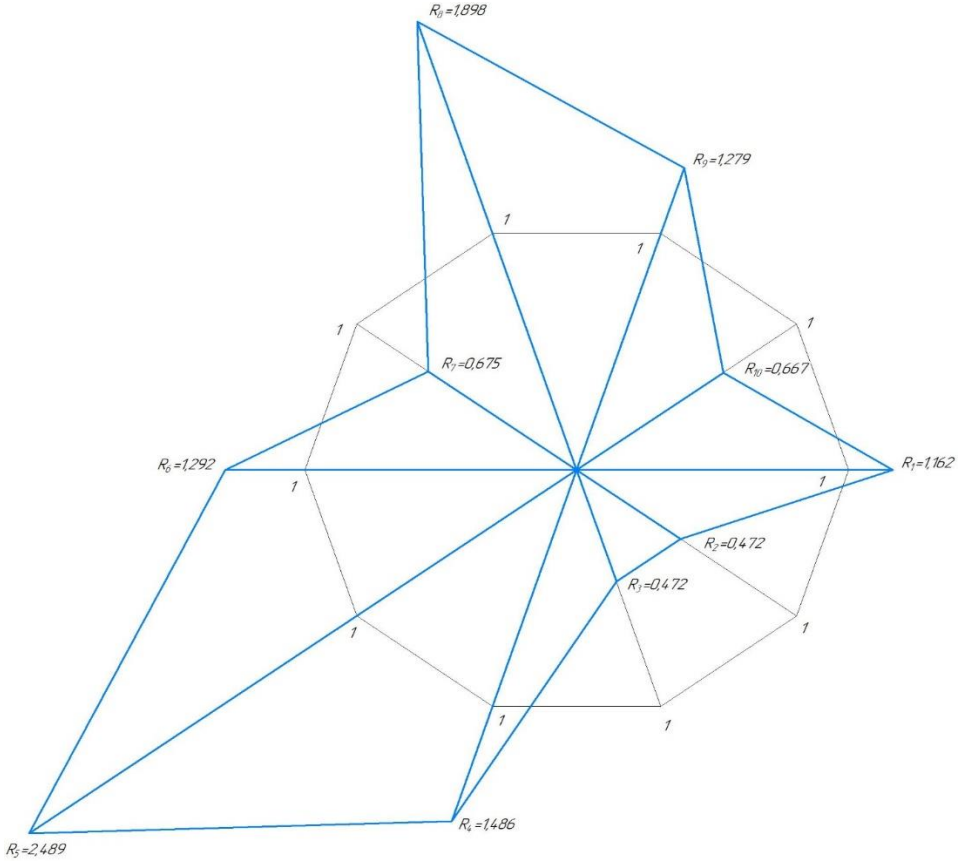


Рис. 6.23. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за 30 діб зберігання після інтенсивного охолодження**

Слід позитивно відзначити, що інтенсивність дихання та тепловиділення, вміст титрованих кислот і цукрів виявилась у межах 47,2 % від початкового стану. Проте спостерігалося аномальне збільшення кількості грибів – у 2,5 раза, величини частки фенолів до активності поліфенолоксидази – в 1,5 раза, цукровокислотного індексу – в 1,5 раза. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав лише 13,8 % (табл. 6.12).

Таблиця 6.12

Параметри якості плодів черешні сорту Melitopol’s’ka chorna після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження

Показник	Нормативні дан		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	4,301	1,162	3,36		1,14		13,8
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	96,697	1,0	45,685	0,472					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	1033,69	1,0	488,372	0,472					
Бактерії х10^3, КУО/г	22,259	1,0	33,085	1,486					
Гриби х10^3, КУО/г	6,125	1,0	15,245	2,489					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	10,156	1,0	13,125	1,292					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	35,654	1,0	24,056	0,675					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0748	1,898					
ЦКІ	10,089	1,0	12,9003	1,279					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	0,99	1,0	0,66	0,667					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,355	1,0	16,548	0,902	1,33	0,56		79,07	
Вміст цукрів, %	9,242	1,0	7,895	0,854					
Вміст титрованих кислот, %	0,916	1,0	0,612	0,668					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	11,025	1,0	6,845	0,621					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	257,612	1,0	175,456	0,681					

Джерело: розробила автор

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.24) виявила, що характеристики після 30 діб зберігання сорту черешні Melitopol’s’ka chorna досягли початкового стану лише на 60–90 %. Такий результат обґрунтував ефективність процесу зберігання після інтенсивного охолодження плодів у

79,07 % (табл. 6.12).

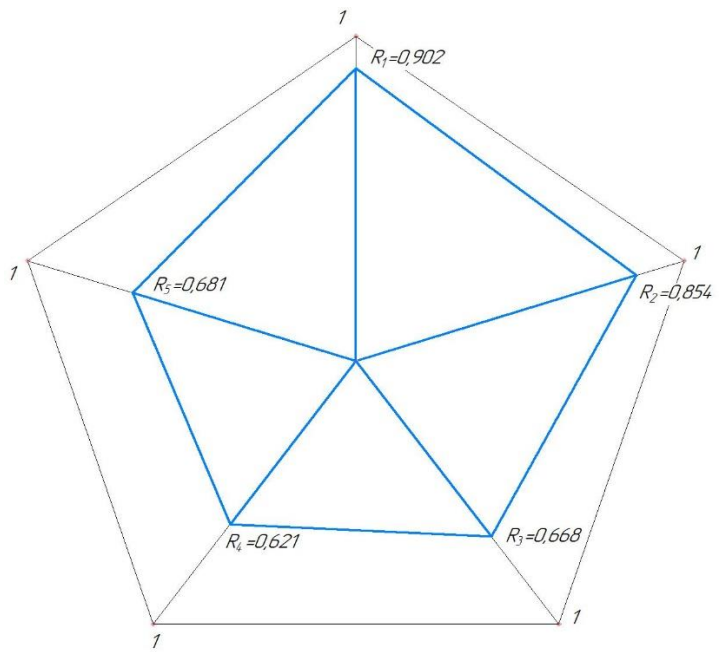


Рис. 6.24. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження**

80 % негативних характеристик черешні сорту Krupnoplidna (табл. 6.13) після процесу інтенсивного охолодження за величиною стали меншими від початкових величин або як початкові величини, що засвідчило ефективність використаного теплообмінного впливу.

Таблиця 6.13

Параметри якості плодів черешні сорту Krupnoplidna перед зберіганням для процесу інтенсивного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	1,958	1,958	2,52		0,85		14,52
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	81,665	1,0	37,855	0,463					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	872,999	1,0	404,669	0,464					
Бактерії х10^3, КУО/г	20,894	1,0	16,254	0,778					
Гриби х10^3, КУО/г	6,058	1,0	5,312	0,877					

Продовження таблиці 6.13

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	6,025	1,0	4,954	0,822					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	24,256	1,0	40,125	1,654					
ФР/ПФО	0,0216	1,0	0,0177	0,819					
ЦКІ	17,2153	1,0	17,2018	0,999					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	1,12	1,0	1,08	0,964					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,712	1,0	18,522	0,989	2,34	0,99		1,48	
Вміст цукрів, %	15,029	1,0	15	0,998					
Вміст титрованих кислот, %	0,873	1,0	0,872	0,999					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	7,482	1,0	7,328	0,979					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	279,125	1,0	278,865	0,999					

Джерело: розробила автор

Проте втрати маси збільшилися майже у 2 раза, активність пероксидази підвищилась в 1,65 раза (рис. 6.25), що показало певне зменшення якості продукції за поданими критеріями. У результаті потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав лише 14,52 % (табл. 6.13).

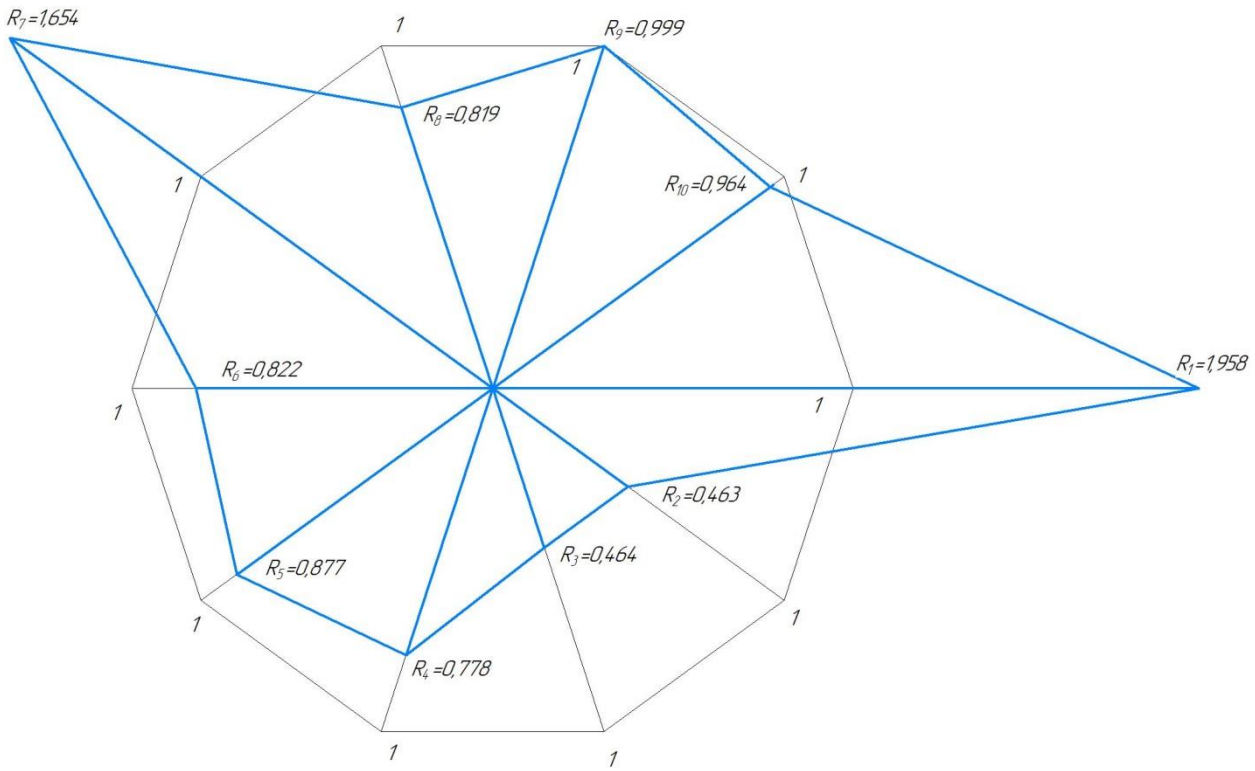


Рис. 6.25. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna для процесу інтенсивного охолодження**

Позитивні характеристики черешні сорту Krupnoplidna (табл. 6.13) практично не змінилися після процесу інтенсивного охолодження (рис. 6.26), що засвідчило задовільний результат цього низькотемпературного впливу у межах 99 % від початкового стану. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав за наведеними характеристиками плодів лише 1,48 % (табл. 6.13).

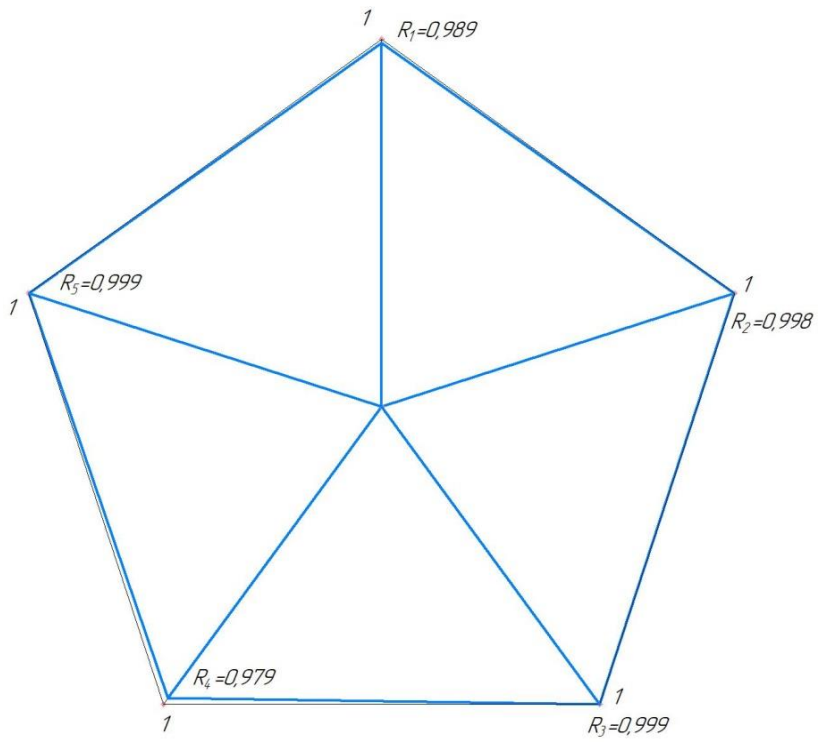


Рис. 6.26. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Krupnoplidna для процесу інтенсивного охолодження**

Протягом 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження черешні сорту Krupnoplidna (табл. 6.14) спостерігалося аномальне збільшення кількості грибів у 2,85 раза порівняно з початковим, частки фенолів до активності поліфенолоксидази – у 2,1 раза; цукровокислотний індекс, активність поліфенолоксидази та кількість мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів збільшився практично у 1,5 раза (рис. 6.27), що засвідчило низьку ефективність системи зберігання плодів.

Лише три параметри зберегли свою величину в межах початкового стану, а інтенсивність дихання та тепловиділення виявились у межах 32 % від початкового стану. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 41,82 % (табл. 6.14).

Таблиця 6.14

Параметри якості плодів черешні сорту Krupnoplidna після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	4,4829	1,212	4,18		1,42		41,82
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	81,665	1,0	26,145	0,32					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	872,999	1,0	279,49	0,32					
Бактерії х10^3, КУО/г	20,894	1,0	29,254	1,4					
Гриби х10^3, КУО/г	6,058	1,0	17,258	2,849					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	6,025	1,0	8,856	1,47					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	24,256	1,0	28,014	1,155					
ФР/ПФО	0,0216	1,0	0,0453	2,097					
ЦКІ	17,2153	1,0	25,4037	1,476					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	1,12	1,0	0,85	0,759					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,712	1,0	16,859	0,901	1,33	0,56		78,84	
Вміст цукрів, %	15,029	1,0	13,845	0,921					
Вміст титрованих кислот, %	0,873	1,0	0,545	0,624					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	7,482	1,0	4,312	0,576					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	279,125	1,0	195,265	0,699					

Джерело: розробила автор

Протягом 30 діб зберігання всі з використаних п’яти позитивних характеристик черешні сорту Krupnoplidna після інтенсивного охолодження не перевищили 60–90 % початкових величин (рис. 6.28), що показало

задовільність процесу зберігання продукції за поданими критеріями якості у межах 79 % (табл. 6.14).

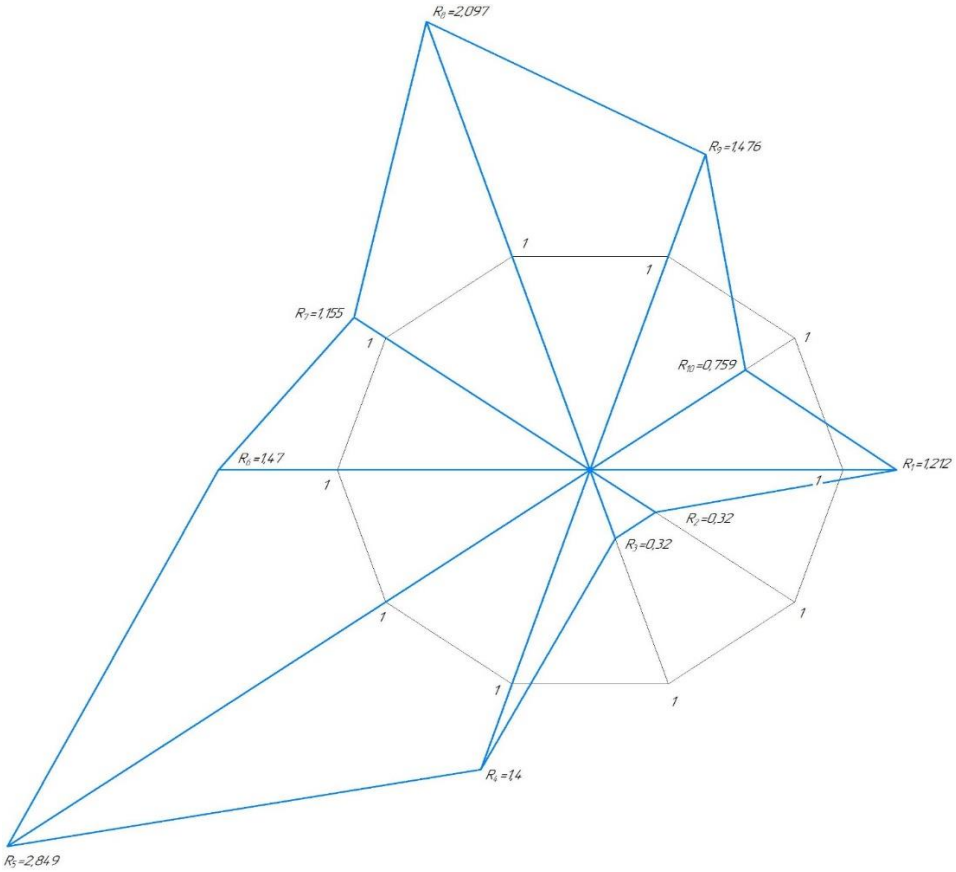


Рис. 6.27. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna за 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження**

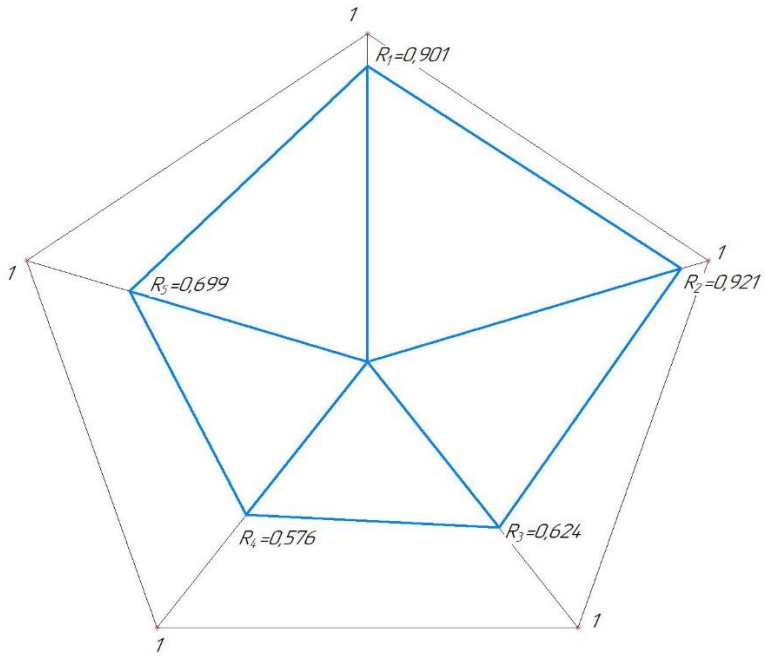


Рис. 6.28. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Krupnoplidna за 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження**

Проведені дослідження виявили, що 80 % негативних характеристик вишні сорту Vstriecha (табл. 6.15) після процесу інтенсивного охолодження за величиною стали такі, як початкові величини, або зменшилися, а інтенсивність дихання та тепловиділення виявились у межах 35,5 % від початкового стану.

Таблиця 6.15

Параметри якості плодів вишні сорту Vstriecha перед зберіганням після процесу інтенсивного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	1,782	1,782	2,34		0,79		20,63
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	91,214	1,0	32,401	0,355					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	975,078	1,0	346,367	0,355					
Бактерії х10^3, КУО/г	18,547	1,0	15,002	0,809					
Гриби х10^3, КУО/г	5,784	1,0	5,111	0,884					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	8,125	1,0	8,098	0,997					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	38,452	1,0	52,365	1,362					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0393	0,997					
ЦКІ	10,4308	1,0	10,4515	1,002					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	0,69	1,0	0,61	0,884					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,412	1,0	18,251	0,991	2,36	0,99		0,75	
Вміст цукрів, %	14,864	1,0	14,862	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	1,425	1,0	1,422	0,998					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	12,032	1,0	11,975	0,995					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	206,125	1,0	205,951	0,999					

Джерело: розробила автор

Однак спостерегли і підвищення втрат маси у 1,78 раза, а також активність пероксидази підвищилася у 1,36 раза (рис. 6.29). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 20,6 % (табл. 6.15).

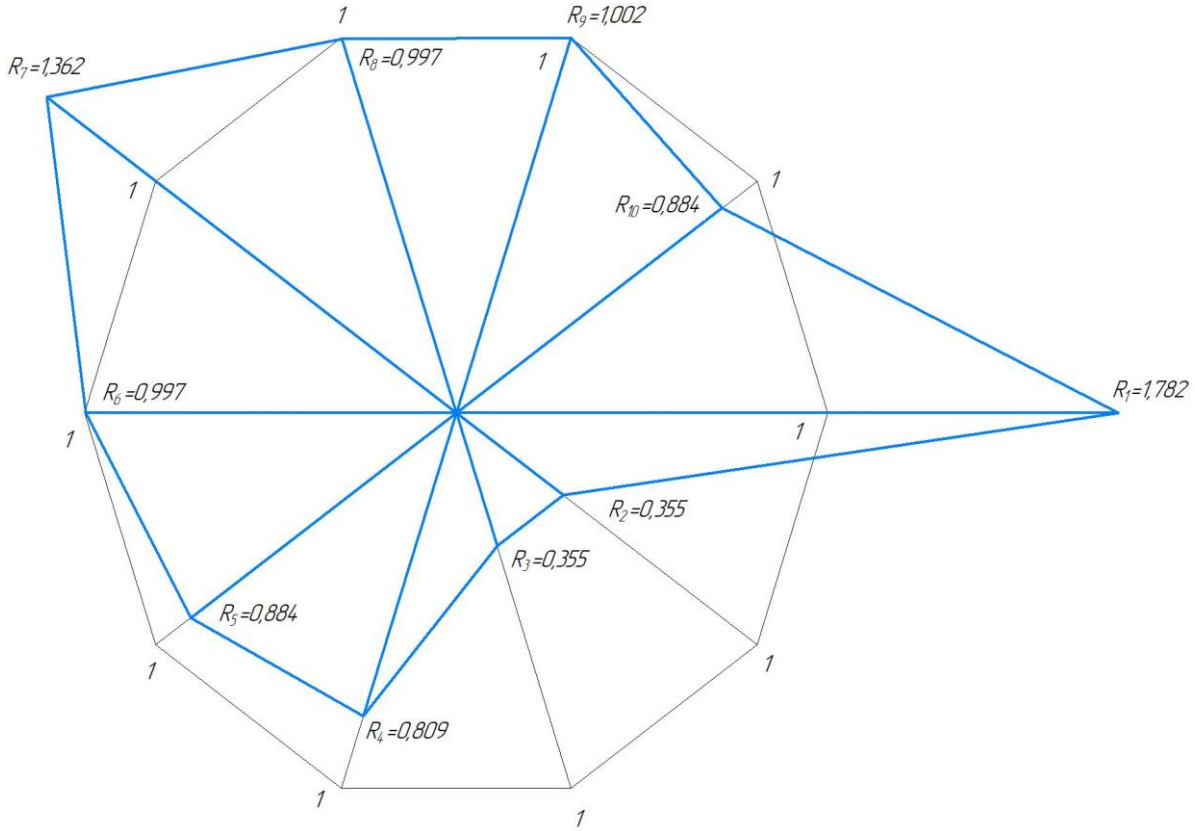


Рис. 6.29. **Модель якості за негативними параметрами сорту вишні Vstriecha для процесу інтенсивного охолодження**

Позитивні характеристики вишні сорту Vstriecha (табл. 6.15) практично не змінились після процесу інтенсивного охолодження (рис. 6.30), що засвідчило задовільний результат цього процесу у межах 99 %. Перспективи зростання технологічних показників процесу оброблення черешні склав лише 0,75 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.15).

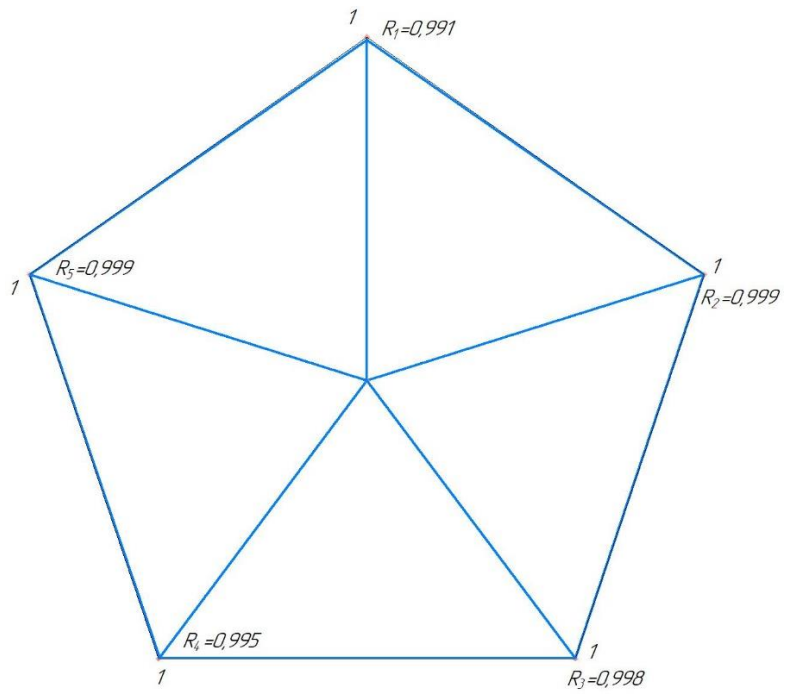


Рис. 6.30. **Модель якості за позитивними параметрами сорту вишні Vstriecha для процесу інтенсивного охолодження**

Протягом 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження вишні сорту Vstriecha (табл. 6.16) спостерігалося аномальне підвищення втрат маси у 3,22 раза; значне збільшення двох негативних параметрів, а саме: кількості грибів майже у 2 раза та частки фенолів до активності поліфенолоксидази – у 2,145 раза; помірне підвищення цукровокислотного індексу та активності поліфенолоксидази – практично в 1,4 раза (рис. 6.31).

Таблиця 6.16

Параметри якості плодів вишні сорту Vstriecha після 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	4,6317	1,252	3,22		1,09		9,13
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	91,214	1,0	35,125	0,385					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	975,078	1,0	375,486	0,385					

Продовження таблиці 6.16

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Бактерії х10^3, КУО/г	18,547	1,0	16,253	0,876					
Гриби х10^3, КУО/г	5,784	1,0	11,495	1,987					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	8,125	1,0	11,156	1,373					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	38,452	1,0	37,895	0,986					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0845	2,145					
ЦКІ	10,4308	1,0	15,0486	1,443					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	0,69	1,0	0,42	0,609					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,412	1,0	16,125	0,876	1,26	0,53		89,48	
Вміст цукрів, %	14,864	1,0	13,002	0,875					
Вміст титрованих кислот, %	1,425	1,0	0,864	0,606					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	12,032	1,0	7,547	0,627					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	206,125	1,0	132,025	0,6405					

Джерело: розробила автор

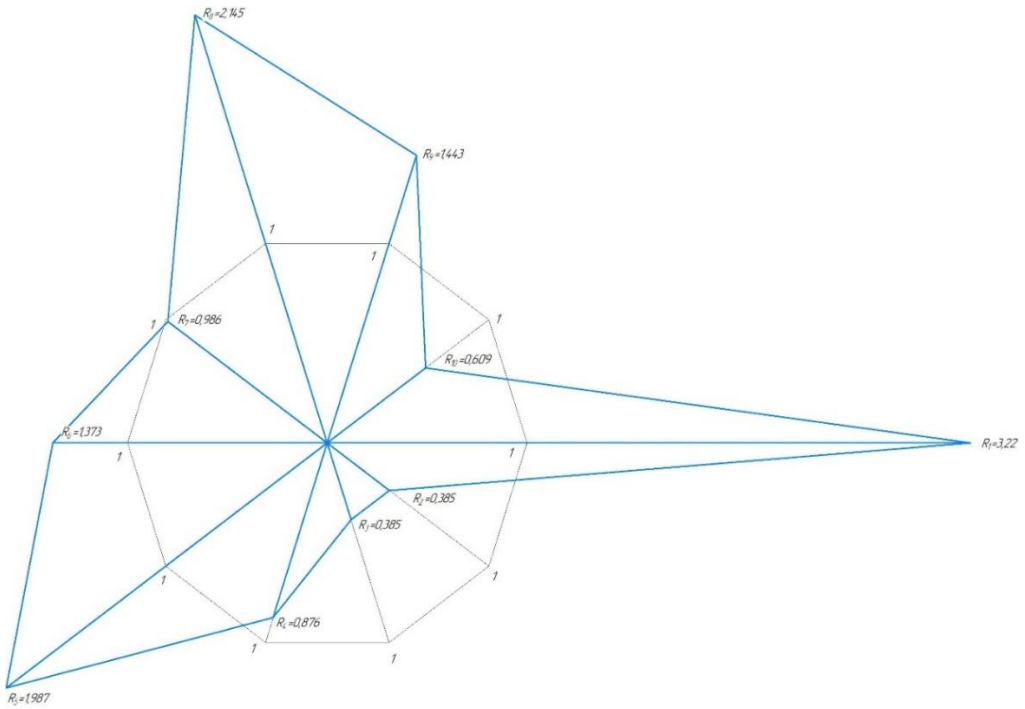


Рис. 6.31. **Модель якості за негативними параметрами вишні сорту Vstriecha за 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження**

Отримані результати засвідчили про істотне погіршення якості продукції під час зберігання. Лише 4 параметри зберегли свою величину в межах початкового стану, а інтенсивність тепловиділення та тепловиділення склала 38,5 % початкового стану, що позитивно характеризувало зміну якості плодів. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав лише 9,13 % (табл. 6.16).

Оцінювання моделі за позитивними параметрами виявила, що всі дані характеристики оцінки якості вишні сорту Vstriecha після 30 діб зберігання досягли початкового стану лише на 60–90 % (рис. 6.32). У результаті потенціал збереження якості досліджуваних плодів вишні після процесу інтенсивного охолодження склав 89,48 % (табл. 6.16).

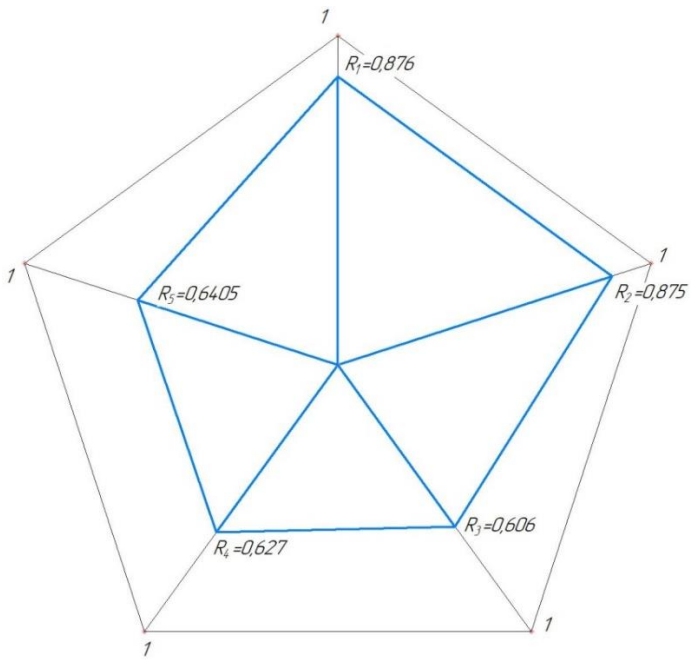


Рис. 6.32. **Модель якості за позитивними параметрами вишні сорту Vstriecha за 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження**

6.3. Розробка моделі зміни якісних характеристик плодів у процесі гідроохолодження

Розробляючи математичну модель оцінювання якості досліджуваних плодів черешні та вишні у процесі гідроохолодження, використовували результати експериментальних досліджень, розміщені в додатку Г 3. Використовуючи наведену попереду методику позитивних та негативних факторних просторів під час складання моделей якості, у таблицю 6.17 занесли результати оброблення експериментальних даних досліджуваного процесу гідроохолодження сорту черешні Valerii Chkalov.

Таблиця 6.17

Параметри якості плодів черешні сорту Valerii Chkalov перед зберіганням для процесу гідроохолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,63		0,55		44,89
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	88,384	1,0	30,125	0,341					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	944,825	1,0	322,036	0,341					
Бактерії х10^3, КУО/г	21,235	1,0	10,254	0,483					
Гриби х10^3, КУО/г	6,845	1,0	2,224	0,325					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	7,355	1,0	6,754	0,918					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	30,125	1,0	32,012	1,063					
ФР/ПФО	0,0368	1,0	0,03375	0,917					
ЦКІ	17,308	1,0	17,3063	0,999					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	0,75	1,0	0,70	0,933					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	17,117	1,0	17,111	0,999	2,36	0,99		0,62	
Вміст цукрів, %	12,375	1,0	12,374	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	0,715	1,0	0,715	1,0					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	9,111	1,0	9,001	0,988					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	200,108	1,0	200,1	0,999					

Джерело: розробила автор

***Примітка**: АВ – абсолютна величина оцінюваного параметра; R = 1 ум. од. – нормований показник; СВ – середня величина оцінюваного параметра; R_i – поточні параметри, що представлені в ум. од.; S_i – поле відповідного блоку параметрів (негативних або позитивних), що визначається площею*

неправильного багатокутника (виділений синім кольором на рис. 8.10 – 8.13), ум. од²; $k_{вн}$ – коефіцієнт відповідності нормативам якості; $\varphi_{яс}$ – відносний коефіцієнт спадання якості, %; $k_{яз}$ – коефіцієнт зростання якості; $\varphi_{яз}$ – відносний коефіцієнт зростання якості, %.

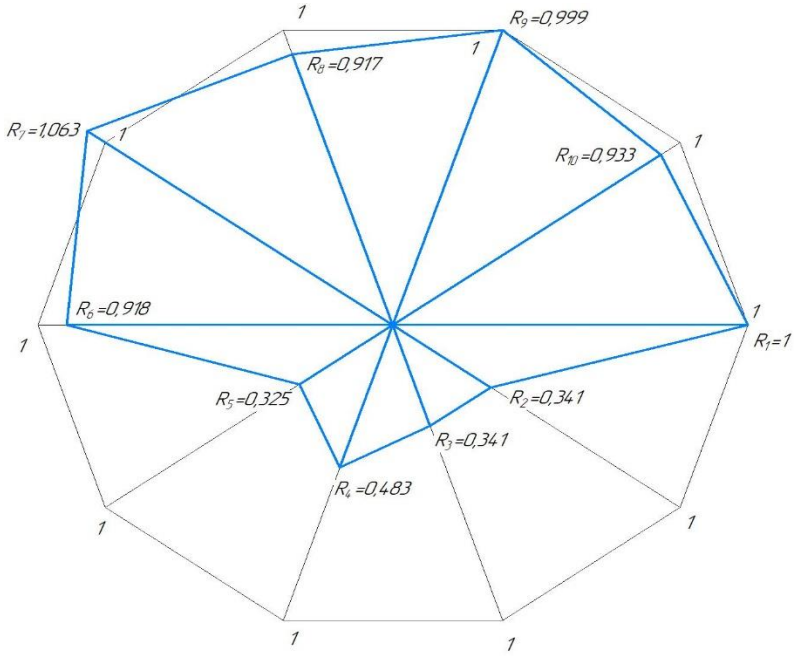


Рис. 6.33. **Модель якості за негативними параметрами черешні сорту Valerii Chkalov для процесу гідроохолодження**

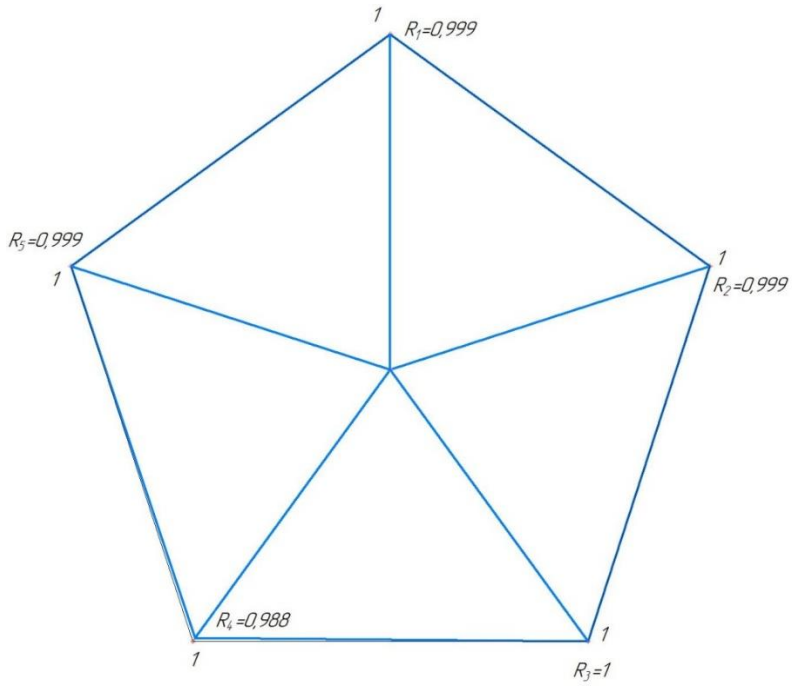


Рис. 6.34. **Модель якості за позитивними параметрами черешні сорту Valerii Chkalov для процесу гідроохолодження**

Позитивні характеристики черешні сорту Valerii Chkalov для процесу гідроохолодження практично не змінилися після процесу інтенсивного охолодження (рис. 6.34), що показало задовільний результат цього низькотемпературного впливу. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав лише 0,62 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.17).

Протягом 30 діб зберігання сорту черешні Valerii Chkalov після процесу рідинного охолодження 60 % параметрів вийшли за початкові величини. Також спостерігалося аномальне підвищення у 3 рази кількості грибів, кількість мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів збільшилися порівняно з початковим у 2,306 раза, величина частки фенолів до активності поліфенолоксидази – в 1,5 раза, цукровокислотний індекс – в 1,1 раза (рис. 6.35), що призвело до погіршення стану черешні на 32 % за представленими 10 критеріями якості.

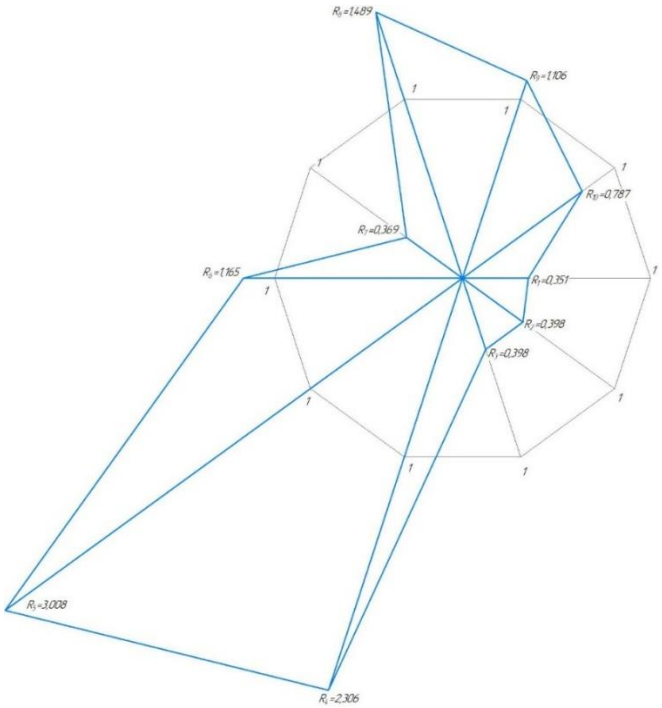


Рис. 6.35. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov за 30 діб зберігання після процесу гідроохолодження**

Проте спостерігалося, що рівень інтенсивності дихання та тепловиділення, активність пероксидази склали менше 40 % від початкового стану. Загалом можна відзначити погіршення на 19 % якості плодів у період

зберігання (рис. 6.35). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав лише 19,25 % (табл. 6.18).

Таблиця 6.18

Параметри якості плодів черешні сорту Valerii Chkalov після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження

№п/п	Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
		АВ	*R, ум.од*	*СВ*	R_i, *ум. од*	S_i, *ум. од*^{2}	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
	Оцінювання за негативними параметрами									
1	Втрати маси, %	3,7	1,0	1,299	0,351	3,52		1,19		19,25
2	Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	88,384	1,0	35,148	0,398					
3	Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	944,825	1,0	375,732	0,398					
4	Бактерії х10^3, КУО/г	21,235	1,0	48,958	2,306					
5	Гриби х10^3, КУО/г	6,845	1,0	20,589	3,008					
6	Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	7,355	1,0	8,567	1,165					
7	Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	30,125	1,0	11,125	0,369					
8	ФР/ПФО	0,0368	1,0	0,0548	1,489					
9	ЦКІ	17,308	1,0	19,1457	1,106					
10	Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	0,75	1,0	0,59	0,787					
	Оцінювання за позитивними параметрами									
1	Вміст сухих розчинних речовин, %	17,117	1,0	16,285	0,951	1,74	0,73		36,37	
2	Вміст цукрів, %	12,375	1,0	11,564	0,934					
3	Вміст титрованих кислот, %	0,715	1,0	0,604	0,845					
4	Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	9,111	1,0	7,001	0,768					
5	Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	200,108	1,0	156,125	0,78					

Джерело: розробила автор

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.36) виявило, що дані характеристики після 30 діб зберігання черешні Valerii Chkalov (табл. 6.18) досягли початкового стану лише на 70–90%. Такий результат свідчить про те, що тенденції до збереження вихідних властивостей досліджуваної продукції складають 36,37 % за наведеними характеристиками (табл. 6.18).

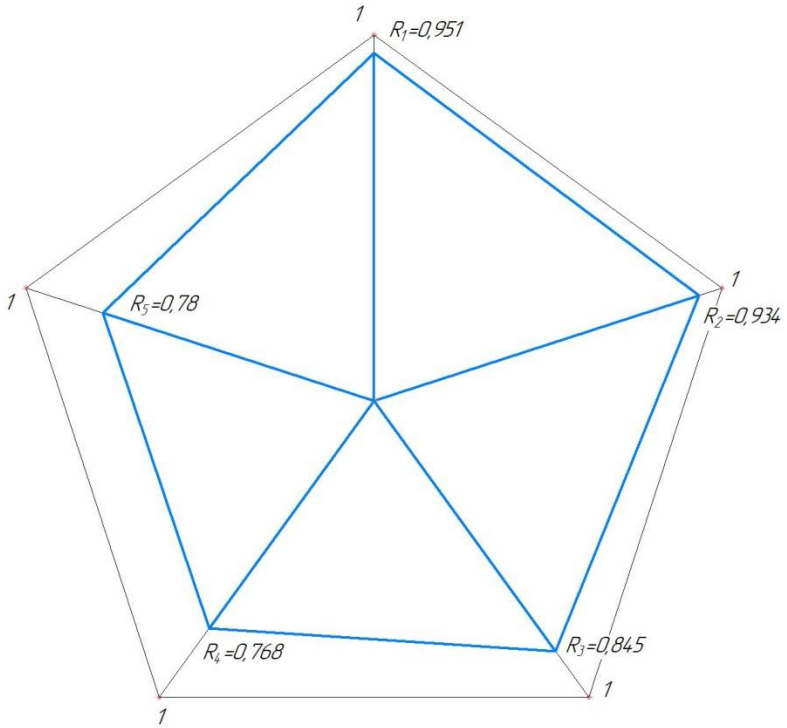


Рис. 6.36. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov за 30 діб зберігання після процесу гідроохолодження**

Після процесу гідроохолодження черешні сорту Melitopol’s’ka chorna лише за активністю пероксидази було перевищено на 1 % початкові характеристики даного плоду (рис. 6.37), решта характеристик виявились меншими за початкові величини. Інтенсивність дихання і тепловиділення, кількість грибів та кількість бактерій склали навіть менше 50 % від початкових параметрів (рис. 6.37), що показало ефективність цього низькотемпературного оброблення. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 44,02 % (табл. 6.19).

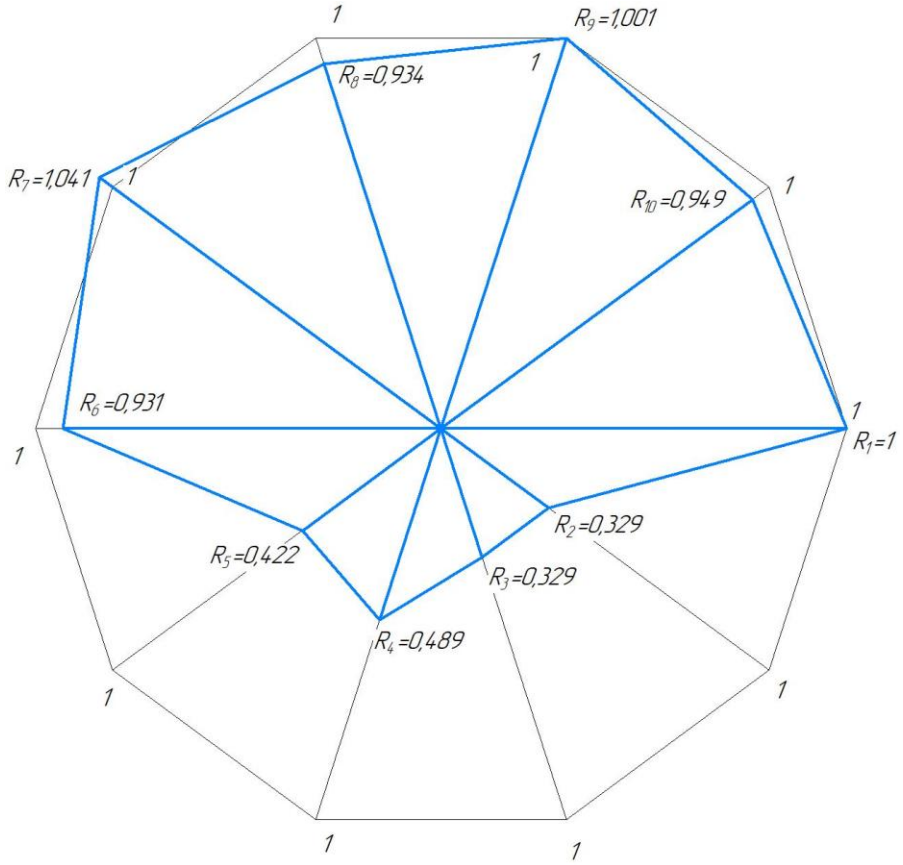


Рис. 6.37. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna для процесу гідроохолодження**

Таблиця 6.19

Параметри якості плодів черешні сорту Melitopol’s’ka chorna перед зберіганням для процесу гідроохолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,65		0,56		44,2
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	96,697	1,0	31,851	0,329					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	1033,69	1,0	340,487	0,329					
Бактерії х10^3, КУО/г	22,259	1,0	10,897	0,489					
Гриби х10^3, КУО/г	6,125	1,0	2,587	0,422					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	10,156	1,0	9,458	0,931					

Продовження таблиці 6.19

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	35,654	1,0	37,125	1,041					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0368	0,934					
ЦКІ	10,089	1,0	10,0995	1,001					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	0,99	1,0	0,94	0,949					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,355	1,0	18,351	0,999	2,37	1,00		0,38	
Вміст цукрів, %	9,242	1,0	9,241	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	0,916	1,0	0,915	0,999					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	11,025	1,0	10,979	0,996					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	257,612	1,0	256,98	0,998					

Джерело: розробила автор

Позитивні характеристики практично не змінились після рідинного охолодження черешні Melitopol’s’ka chorna (рис. 6.38). Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав лише 0,38 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.19).

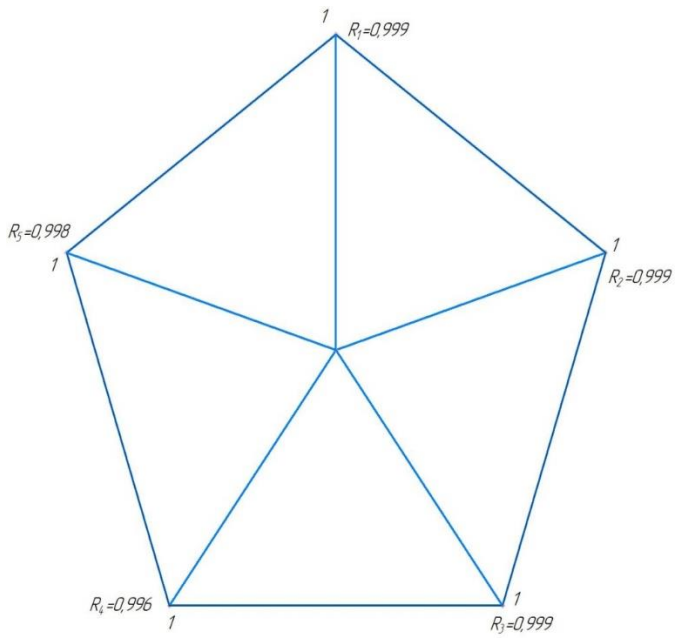


Рис. 6.38. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna для процесу гідроохолодження**

Характеристика моделі якості черешні сорту Melitopol’s’ka chorna (рис. 6.39) виявила, що 50 % негативних показників якості протягом 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження (табл. 6.20) зменшила свої величини порівняно з початковими. Потрібно також позитивно відзначити, що інтенсивність дихання і тепловиділення, втрати маси й активність пероксидази виявилась меншими за 40 % від початкового стану.

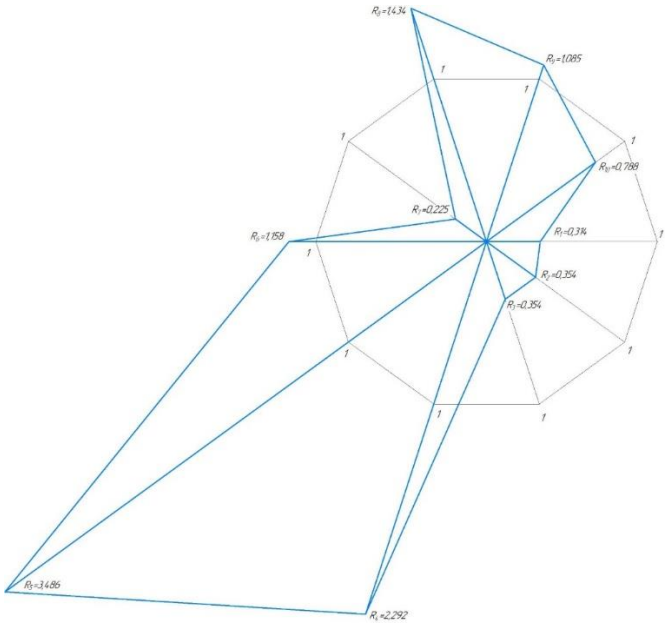


Рис. 6.39. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за 30 діб зберігання після процесу гідроохолодження**

Таблиця 6.20

Параметри якості плодів черешні сорту Melitopol's'ka chorna після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	1,1626	0,314	3,62		1,23		22,79
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	96,697	1,0	34,256	0,354					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	1033,691	1,0	366,197	0,354					
Бактерії х10^3, КУО/г	22,259	1,0	51,025	2,292					
Гриби х10^3, КУО/г	6,125	1,0	21,354	3,486					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	10,156	1,0	11,758	1,158					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	35,654	1,0	8,012	0,225					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,05649	1,434					
ЦКІ	10,089	1,0	10,9477	1,085					
Твердість м'якоті плодів, кг/см^2	0,99	1,0	0,78	0,788					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,355	1,0	17,548	0,956	1,74	0,73		37,05	
Вміст цукрів, %	9,242	1,0	8,156	0,882					
Вміст титрованих кислот, %	0,916	1,0	0,745	0,813					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	11,025	1,0	8,954	0,812					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	257,612	1,0	208,125	0,808					

Джерело: розробила автор

Проте спостерігалося аномальне збільшення кількості грибів у 3,5 раза, кількість бактерій підвищилась у 2,3 раза, величина частки фенолів до активності поліфенолоксидази – в 1,434 раза, цукровокислотного індексу –

в 1,1 раза. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 22,79 % (табл. 6.20).

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.40) виявило, що ці характеристики після 30 діб зберігання сорту черешні Melitopol’s’ka chorna досягли початкового стану лише на 80–95 %. Такий результат обґрунтував задовільність процесу зберігання після рідинного охолодження плодів. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав 37,05 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.20).

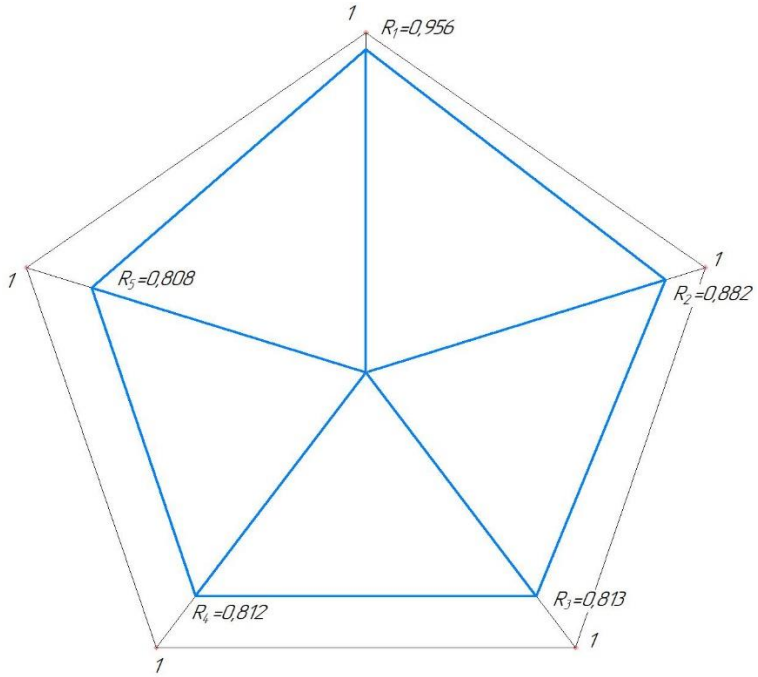


Рис. 6.40. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за 30 діб зберігання після процесу гідроохолодження**

Оцінювання моделі (рис. 6.41) виявило, що лише один із негативних характеристик черешні сорту Krupnoplidna (табл. 6.21) після процесу рідинного охолодження за величиною стали, як початкові величини або зменшилися, що засвідчило ефективність використаного низькотемпературного впливу.

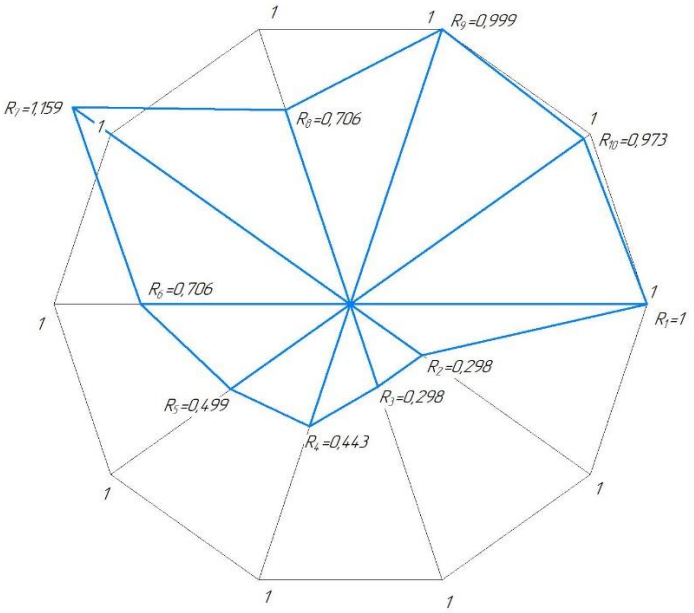


Рис. 6.41. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna для процесу гідроохолодження**

Таблиця 6.21

Параметри якості плодів черешні сорту Krupnoplidna перед зберіганням для процесу гідроохолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,48		0,50		49,73
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	81,665	1,0	24,361	0,298					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	872,999	1,0	260,419	0,298					
Бактерії х10^3, КУО/г	20,894	1,0	9,245	0,443					
Гриби х10^3, КУО/г	6,058	1,0	3,025	0,499					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	6,025	1,0	4,256	0,706					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	24,256	1,0	28,111	1,159					
ФР/ПФО	0,0216	1,0	0,01525	0,706					
ЦКІ	17,2153	1,0	17,2144	0,999					
Твердість м’якоті плодів, мг/$см^2$	1,12	1,0	1,09	0,973					

Продовження таблиці 6.21

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,712	1,0	18,621	0,995	2,35	0,99		1,19	
Вміст цукрів, %	15,029	1,0	15,011	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	0,873	1,0	0,872	0,999					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	7,482	1,0	7,328	0,979					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	279,125	1,0	279,025	0,999					

Джерело: розробила автор

Також можна позитивно відзначити, що інтенсивність дихання та тепловиділення, втрати маси та активність пероксидази виявилася меншими за 50 % від початкового стану (рис. 6.41). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 49,73 % (табл. 6.21).

Позитивні характеристики черешні сорту Krupnoplidna (табл. 6.21) практично не змінилися після процесу рідинного охолодження (рис. 6.42), що засвідчило задовільний результат цього низькотемпературного впливу в межах 99 % від початкового стану. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав лише 1,19 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.21).

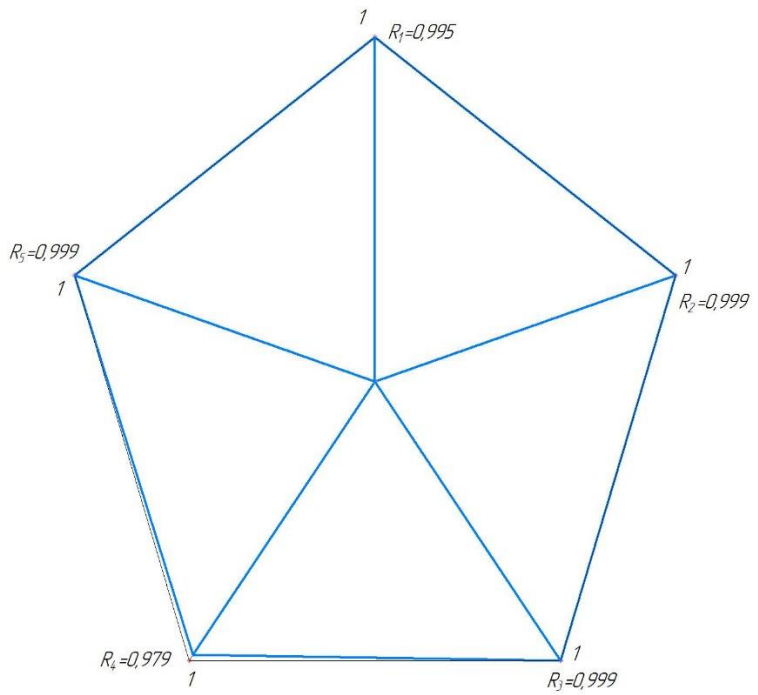


Рис. 6.42. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Krupnoplidna для процесу гідроохолодження**

Таблиця 6.22

Параметри якості плодів черешні сорту Krupnoplidna після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження

№п/п	Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
		АВ	*R, ум.од*	*СВ*	*R_i, ум. од*	*S_i, ум. од²*	*$k_{яз}$*	*$k_{вн}$*	*$\varphi_{яз}$, %*	*$\varphi_{яс}$, %*
	Оцінювання за негативними параметрами									
1	Втрати маси, %	3,7	1,0	1,2245	0,331	4,00		1,36		35,66
2	Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	81,665	1,0	30,456	0,373					
3	Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	872,999	1,0	325,575	0,373					
4	Бактерій х10^3, КУО/г	20,894	1,0	50,358	2,41					
5	Гриби х10^3, КУО/г	6,058	1,0	22,547	3,722					
6	Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	6,025	1,0	6,654	1,104					
7	Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	24,256	1,0	7,025	0,289					

Продовження таблиці 6.22

№п/п	Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
		АВ	*R, ум.од*	*СВ*	*R_i, ум. од*	*S_i, ум. од^2*	*$k_{яз}$*	*$k_{вн}$*	*$\varphi_{яз}$, %*	*$\varphi_{яс}$, %*
8	ФР/ПФО	0,0216	1,0	0,0284	1,315					
9	ЦКІ	17,2153	1,0	19,0196	1,105					
10	Твердість м'якоті плодів,мг/см^2	1,12	1,0	1,0	0,893					
	Оцінювання за позитивними параметрами									
1	Вміст сухих розчинних речовин, %	18,712	1,0	17,959	0,959	1,70	0,71		40,06	
2	Вміст цукрів, %	15,029	1,0	13,561	0,902					
3	Вміст титрованих кислот, %	0,873	1,0	0,713	0,817					
4	Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	7,482	1,0	5,254	0,702					
5	Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	279,125	1,0	234,456	0,84					

Джерело: розробила автор

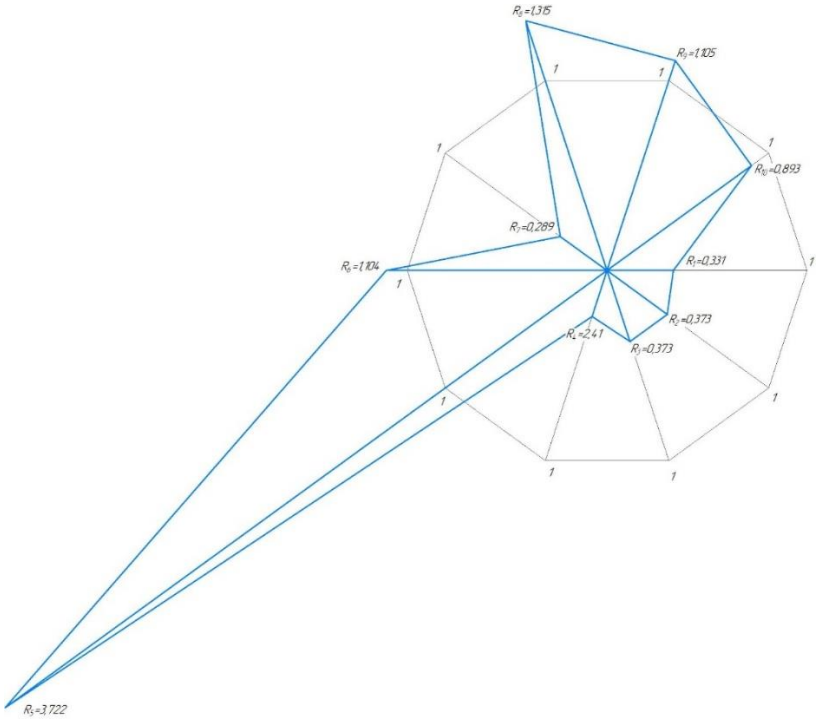


Рис. 6.43. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna за 30 діб зберігання після процесу гідроохолодження**

Протягом 30 діб зберігання після процесу рідинного охолодження черешні сорту Krupnoplidna (табл. 6.22) спостерігалося аномальне збільшення

кількості грибів у 3,722 раза порівняно з початковим, перевищення на 10–30 % від початкової величини частки фенолів до активності поліфенолоксидази, цукровокислотного індексу й активності поліфенолоксидази. Проте позитивним фактом стало те, що кількість мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, втрати маси, інтенсивність дихання та тепловиділення виявились меншими за 38 % від початкового стану. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 35,66 % (табл. 6.22).

Протягом 30 діб зберігання всі з використаних п’яти позитивних характеристик черешні сорту Krupnoplidna після процесу рідинного охолодження не перевищили 70–90 % початкових величин (рис. 6.44), що показало задовільність процесу зберігання продукції за поданими критеріями якості. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 40,06 % (табл. 6.22).

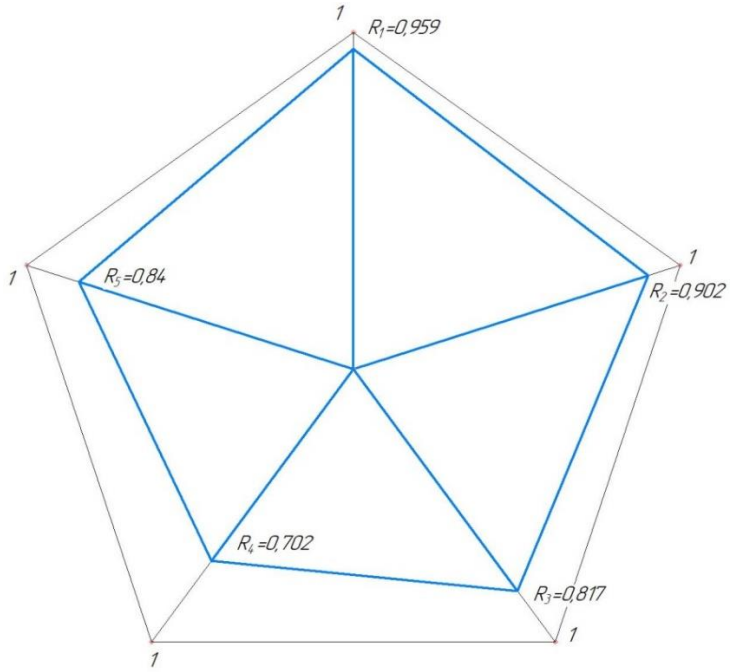


Рис. 6.44. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna за 30 діб зберігання після процесу гідроохолодження**

Оцінювання моделі якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna за 30 діб зберігання після процесу гідроохолодження (рис. 6.45) виявило, що лише одна з негативних характеристик незначно, на 5,6 % (табл.

6.22), стали меншими або зрівняними з початковими величинами, що засвідчило ефективність використаного низькотемпературного впливу.

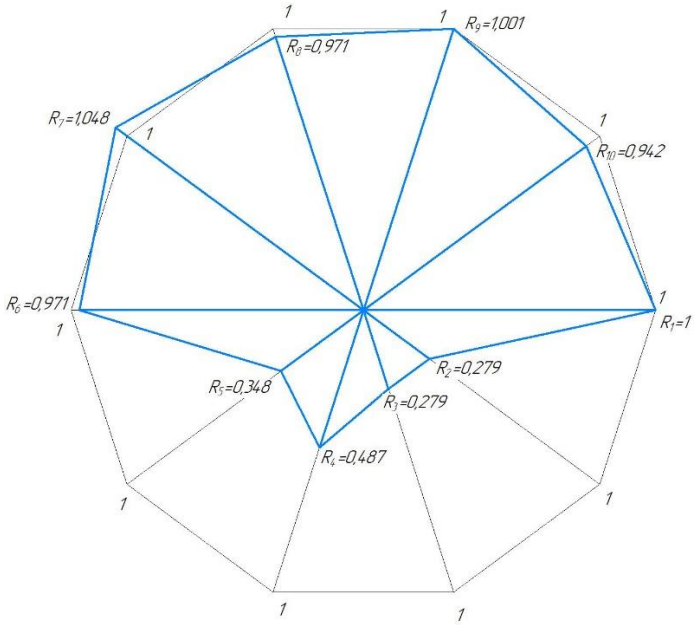


Рис. 6.45. **Модель якості за негативними параметрами сорту вишні Vstriecha для процесу гідроохолодження**

Можна позитивно відзначити, що інтенсивність дихання та тепловиділення, кількість грибів та мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів виявилась меншими за 50 % від початкового стану (рис. 6.45). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за приведеними характеристиками склав 44,48 % (табл. 6.23).

Таблиця 6.23

Параметри якості плодів вишні сорту Vstriecha перед зберіганням для процесу гідроохолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,64		0,56		44,48
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	91,214	1,0	25,452	0,279					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	975,078	1,0	272,082	0,279					
Бактерій х10^3, КУО/г	18,547	1,0	9,025	0,487					
Гриби х10^3, КУО/г	5,784	1,0	2,015	0,348					

Продовження таблиці 6.23

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	8,125	1,0	7,885	0,971					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	38,452	1,0	40,256	1,047					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,03827	0,971					
ЦКІ	10,4308	1,0	10,4382	1,001					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	0,69	1,0	0,65	0,942					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,412	1,0	18,312	0,995	2,37	0,99		0,5	
Вміст цукрів, %	14,864	1,0	14,864	1,0					
Вміст титрованих кислот, %	1,425	1,0	1,424	0,999					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	12,032	1,0	11,975	0,995					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	206,125	1,0	206,056	0,999					

Джерело: розробила автор

Позитивні характеристики вишні сорту Vstriecha (табл. 6.23) практично не змінились після процесу інтенсивного охолодження (рис. 6.46), що засвідчило задовільний результат цього процесу у межах 99 %. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав лише 0,5 % (табл. 6.23).

Протягом 30 діб зберігання після процесу рідинного охолодження вишні сорту Vstriecha (табл. 6.24) спостерігалося аномальне підвищення втрат маси в 4,31 раза та кількості грибів – у 3,905 раза; збільшення мікроорганізмів грибів та бактерій у 2,35 раза, величини частки фенолів до активності поліфенолоксидази – в 1,515 раза (рис. 6.47).

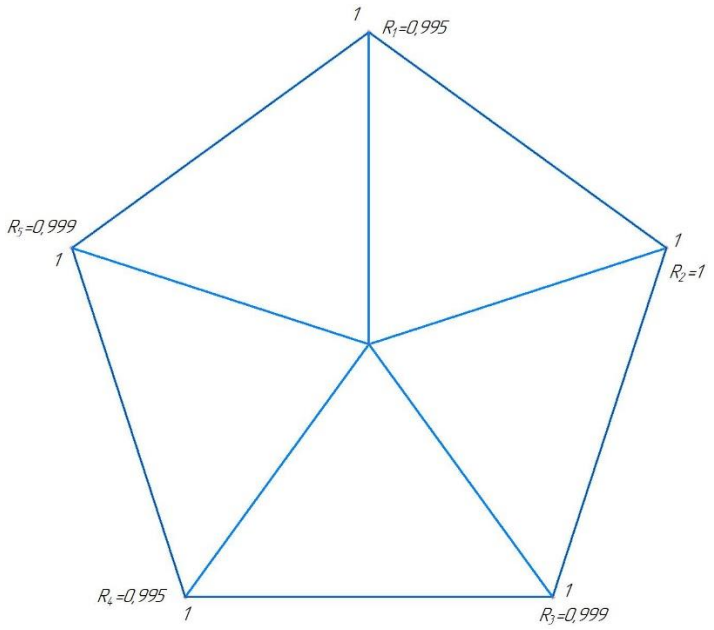


Рис. 6.46. **Модель якості за позитивними параметрами сорту вишні Vstriecha для процесу гідроохолодження**

Таблиця 6.24

Параметри якості плодів вишні сорту Vstriecha після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	1,4499	0,392	4,31		1,46		46,14
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	91,214	1,0	38,569	0,423					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	975,078	1,0	412,303	0,423					
Бактерій х10^3, КУО/г	18,547	1,0	43,587	2,35					
Гриби х10^3, КУО/г	5,784	1,0	22,587	3,905					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	8,125	1,0	9,865	1,214					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	38,452	1,0	16,564	0,431					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,0597	1,515					
ЦКІ	10,4308	1,0	11,7845	1,129					
Твердість м’якоті плодів,мг/см^2	0,69	1,0	0,55	0,797					

Продовження таблиці 6.24

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,412	1,0	17,121	0,929	1,69	0,71		40,82	
Вміст цукрів, %	14,864	1,0	13,564	0,913					
Вміст титрованих кислот, %	1,425	1,0	1,151	0,808					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	12,032	1,0	9,125	0,758					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	206,125	1,0	165,254	0,802					

Джерело: розробила автор

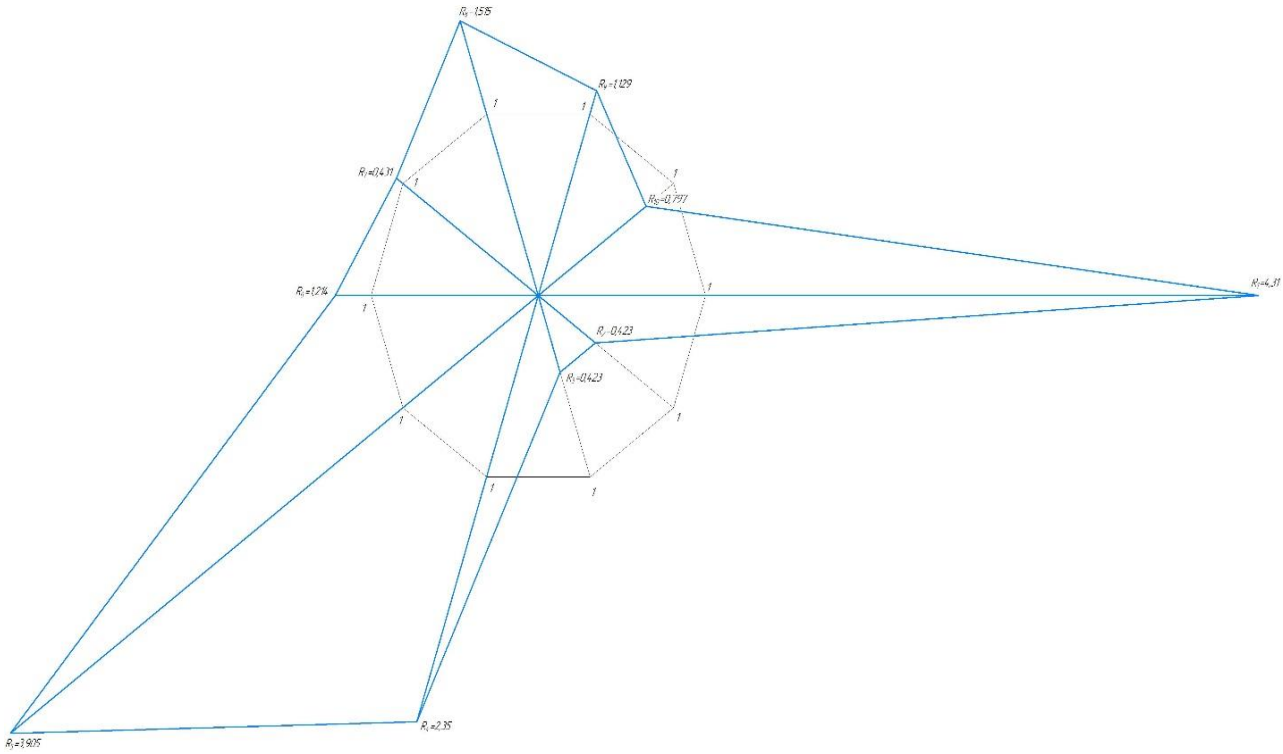


Рис. 6.47. **Модель якості за негативними параметрами вишні сорту Vstriecha за 30 діб зберігання після процесу гідроохолодження**

Такі результати засвідчили істотне погіршення якості продукції під час зберігання. Лише три параметри зберегли свою величину в межах початкового стану, а інтенсивність тепловиділення і тепловиділення склала 42,3 % початкового стану, що позитивно характеризувало зміну якості плодів.

Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 46,14 % (табл. 6.24).

Оцінювання моделі за позитивними параметрами виявило, що всі дані характеристики оцінювання якості вишні сорту Vstriecha після 30 діб зберігання досягли початкового стану лише на 70–90 % (рис. 6.48). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав лише 40,82 % (табл. 6.24).

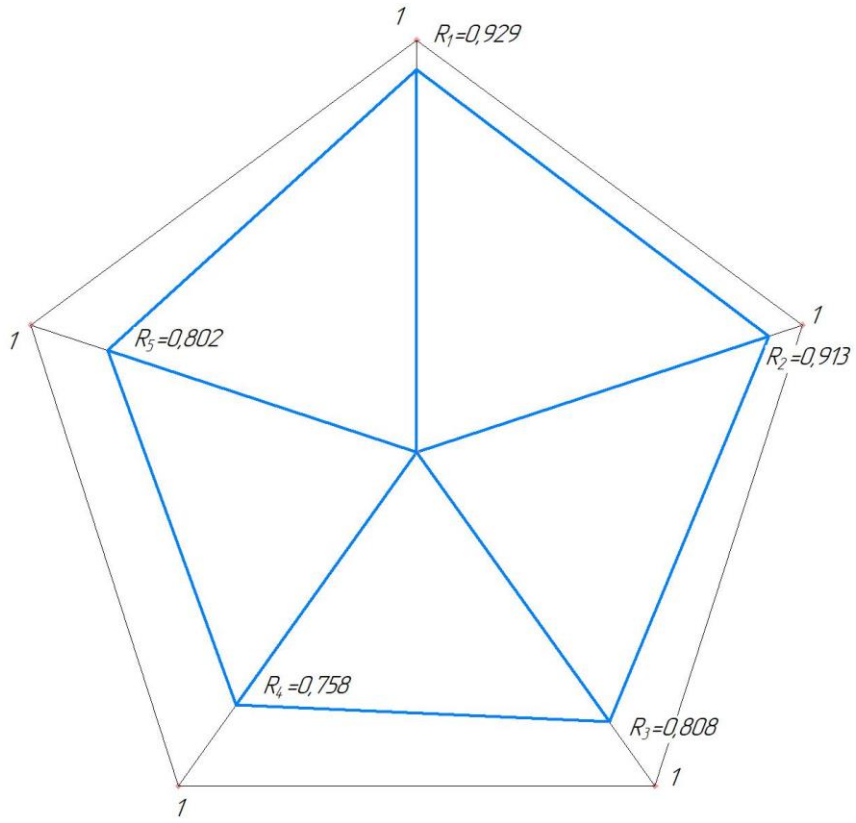


Рис. 6.48. **Модель якості за позитивними параметрами вишні сорту Vstriecha за 30 діб зберігання після процесу гідроохолодження**

6.4. Розроблення моделі зміни якісних характеристик плодів у процесі комбінованого охолодження

Розробляючи математичну модель оцінювання якості досліджуваних плодів черешні та вишні у процесі комбінованого охолодження, використовували результати експериментальних досліджень, розміщені

в додатку Г 4. Застовуючи наведену попереду методику позитивних та негативних факторних просторів під час складання моделей якості, у таблицю 6.25 занесли результати оброблення експериментальних даних досліджуваного процесу комбінованого охолодження сорту черешні Valerii Chkalov.

Таблиця 6.25

Параметри якості плодів черешні сорту Valerii Chkalov перед зберіганням для процесу комбінованого охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	0,089	0,089	1,49		0,51		49,45
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	88,384	1,0	30,896	0,343					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	944,825	1,0	330,278	0,343					
Бактерій х10^3, КУО/г	21,235	1,0	10,025	0,472					
Гриби х10^3, КУО/г	6,845	1,0	10,025	1,465					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	7,355	1,0	6,612	0,899					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	30,125	1,0	35,569	1,181					
ФР/ПФО	0,0368	1,0	0,03304	0,898					
ЦКІ	17,308	1,0	17,3319	1,001					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	0,75	1,0	0,71	0,947					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	17,117	1,0	17,053	0,996	2,36	0,99		0,71	
Вміст цукрів, %	12,375	1,0	12,375	1,0					
Вміст титрованих кислот, %	0,715	1,0	0,714	0,999					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	9,111	1,0	9,009	0,989					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	200,108	1,0	200,098	0,999					

Джерело: розробила автор

***Примітка**: АВ – абсолютна величина оцінюваного параметра; R = 1 ум. од. – нормований*

показник; СВ – середня величина оцінюваного параметра; R_i – поточні параметри, що представлені в ум. од.; S_i – поле відповідного блоку параметрів (негативних або позитивних), що визначається площею неправильного багатокутника (виділений синім кольором на рис. 8.10 – 8.13), ум. од^2; $k_{вн}$ – коефіцієнт відповідності нормативам якості; $\varphi_{яс}$ – відносний коефіцієнт спадання якості, %; $k_{яз}$ – коефіцієнт зростання якості; $\varphi_{яз}$ – відносний коефіцієнт зростання якості, %.

Після процесу комбінованого охолодження черешні сорту Valerii Chkalov рідким та повітряним холодоносієм лише за активністю пероксидази було перевищено на 18,1 % та за кількістю грибів – на 46,5 % її початкові характеристики (рис. 6.49). Решта характеристик виявилась меншими за початкові величини. Витрати маси склали всього 8,9 % від останніх, інтенсивність дихання та тепловиділення – 34,3 %, а кількість мікроорганізмів грибів та бактерій– 47,2 %, тобто названі параметри склали менше 50 % від початкових параметрів (табл. 6.25), що показало ефективність такого низькотемпературного оброблення. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 49,45 %.

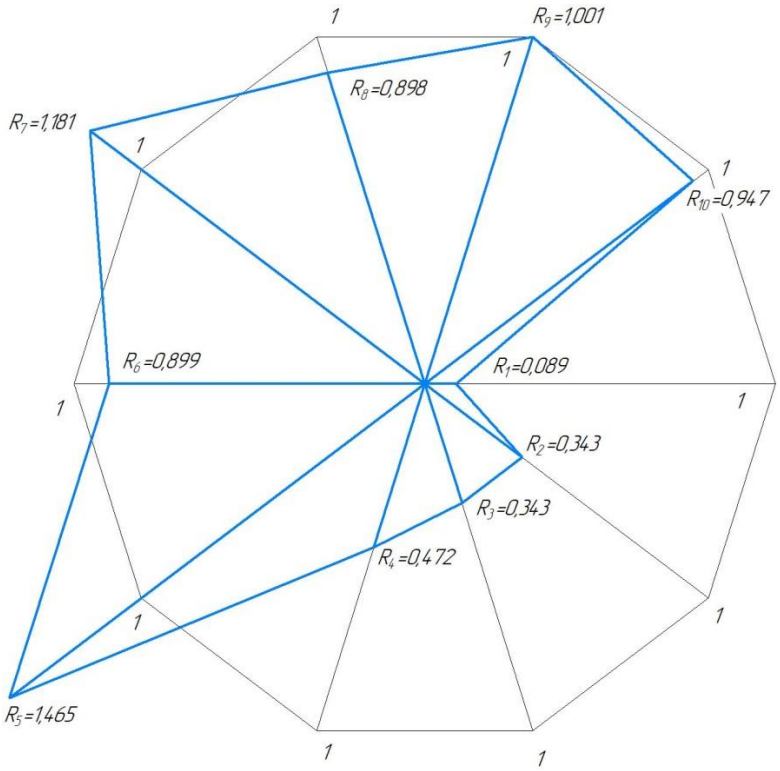


Рис. 6.49. **Модель якості за негативними параметрами черешні сорту Valerii Chkalov для процесу комбінованого охолодження**

Позитивні характеристики черешні сорту Valerii Chkalov практично не змінились після процесу комбінованого охолодження (рис. 6.50), що вказало на задовільний результат цього низькотемпературного впливу. Перспективи зростання технологічних показників названого процесу оброблення черешні склав лише 0,71 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.25).

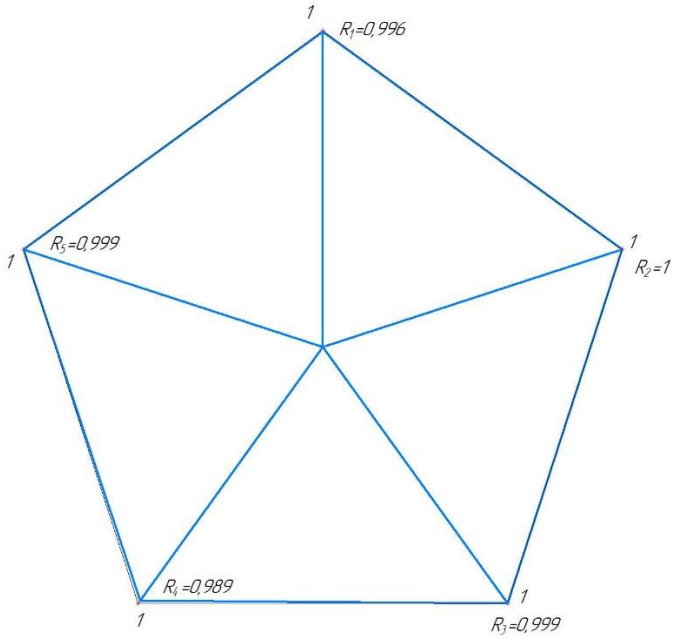


Рис. 6.50. **Модель якості за позитивними параметрами черешні сорту Valerii Chkalov для процесу комбінованого охолодження**

Таблиця 6.26

Параметри якості плодів черешні сорту Valerii Chkalov після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження

№п/п	Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
		АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
	Оцінювання за негативними параметрами									
1	Втрати маси, %	3,7	1,0	1,324	0,358	1,33		0,45		55,08
2	Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	88,384	1,0	27,265	0,308					
3	Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	944,825	1,0	291,463	0,308					
4	Бактерій х10^3, КУО/г	21,235	1,0	20,354	0,959					

Продовження таблиці 6.26

№п/п	Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
		АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
5	Гриби х10^3, КУО/г	6,845	1,0	4,253	0,621					
6	Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	7,355	1,0	8,025	1,091					
7	Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	30,125	1,0	8,452	0,281					
8	ФР/ПФО	0,0368	1,0	0,0458	1,245					
9	ЦКІ	17,308	1,0	19,9117	1,15					
10	Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	0,75	1,0	0,65	0,867					
	Оцінювання за позитивними параметрами									
1	Вміст сухих розчинних речовин, %	17,117	1,0	15,985	0,934	1,91	0,80		24,3	
2	Вміст цукрів, %	12,375	1,0	12,11	0,979					
3	Вміст титрованих кислот, %	0,715	1,0	0,644	0,9007					
4	Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	9,111	1,0	7,225	0,793					
5	Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	200,108	1,0	175,245	0,876					

Джерело: розробила автор

Протягом 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження черешні сорту Valerii Chkalov лише за активністю поліфенолоксидази було перевищено на 9,1 % та за величиною частки фенолів до активності поліфенолоксидази – на 24,5 % її початкові характеристики (рис. 6.51).

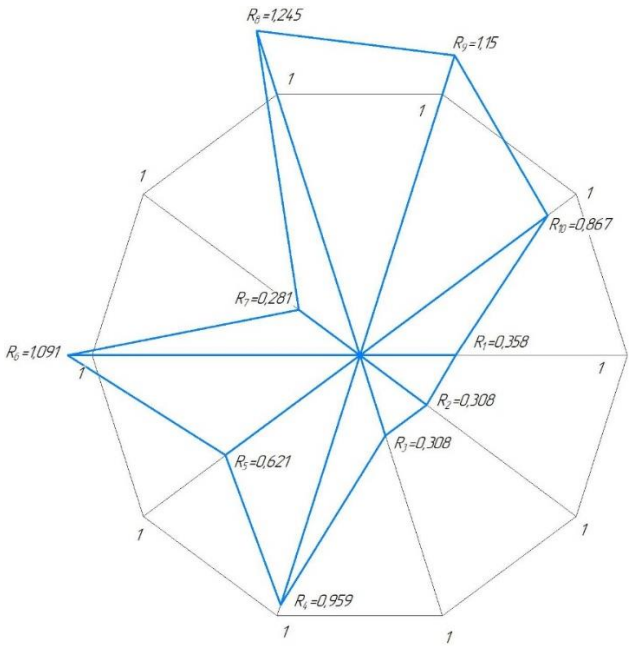


Рис. 6.51. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov за 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження**

Решта характеристик виявилася меншими за початкові величини, що позитивно характеризує цей процес оброблення. Витрати маси склали всього 35,8 % від початкового параметра, інтенсивність дихання та тепловиділення – 30,8 %, активність пероксидази – 28,1 %, тобто означені параметри склали навіть менше 50 % від початкових параметрів (табл. 6.26), що показало ефективність такого низькотемпературного оброблення. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 55,08 %.

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.52) виявило, що ці характеристики після 30 діб зберігання черешні Valerii Chkalov (табл. 6.26) досягли початкового стану лише на 79,3–97,9 %.

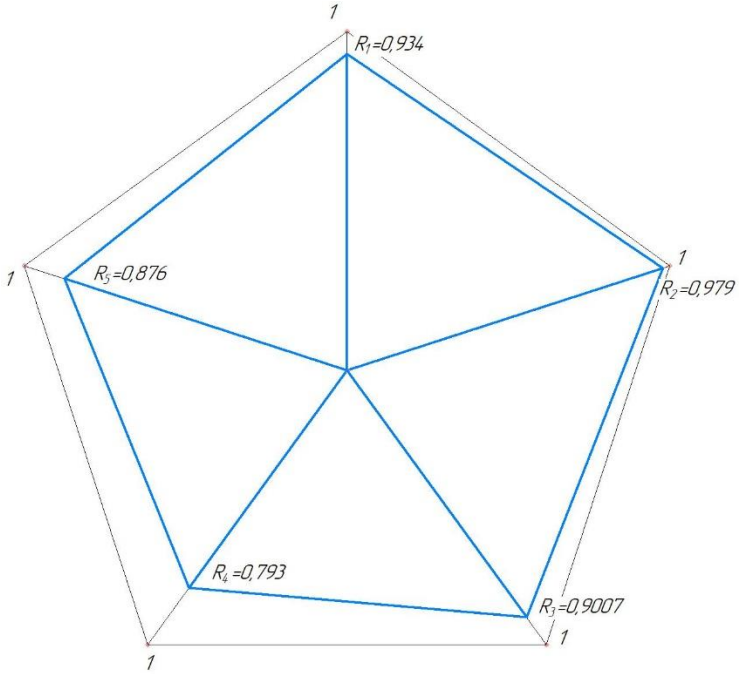


Рис. 6.52. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Valerii Chkalov за 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження**

Такий результат свідчить про невисокі тенденції до збереження вихідних властивостей досліджуваної продукції, а саме в межах 24,3 % за наведеними характеристиками. Після процесу комбінованого охолодження черешні сорту Melitopol’s’ka chorna лише за активністю пероксидази було перевищено на 12,9 % початкові характеристики цього плоду (рис. 6.52), решта характеристик виявились меншими за початкових величин, що обгрунтовує доцільність цього оброблення. Витрати маси склали лише 7,1 % від нормативних характеристик, інтенсивність дихання та тепловиділення – 33,2%, кількість грибів – 23,8 % та кількість мікроорганізмів – 44,4 %, тобто склали навіть менше 50 % від початкових параметрів (табл. 6.27), що показало ефективність цієї низькотемпературного оброблення. Потенціал зростання технологічних параметрів у даному процесі за приведеними характеристиками становив 56,03 %.

Таблиця 6.27

Параметри якості плодів черешні сорту Melitopol’s’ka chorna перед зберіганням для процесу комбінованого охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	0,071	0,071	1,30		0,44		56,03
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	96,697	1,0	32,056	0,332					
Інтенсивність тепло-виділення, кДж/кг·°С	1033,69	1,0	342,679	0,332					
Бактерій х10^3, КУО/г	22,259	1,0	9,879	0,444					
Гриби х10^3, КУО/г	6,125	1,0	1,456	0,238					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	10,156	1,0	9,256	0,911					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	35,654	1,0	40,235	1,129					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,036	0,914					
ЦКІ	10,089	1,0	10,0884	0,999					
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2	0,99	1,0	0,96	0,969					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,355	1,0	18,322	0,998	2,37	1		0,3	
Вміст цукрів, %	9,242	1,0	9,241	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	0,916	1,0	0,916	1,0					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	11,025	1,0	10,999	0,998					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	257,612	1,0	257,1	0,998					

Джерело: розробила автор

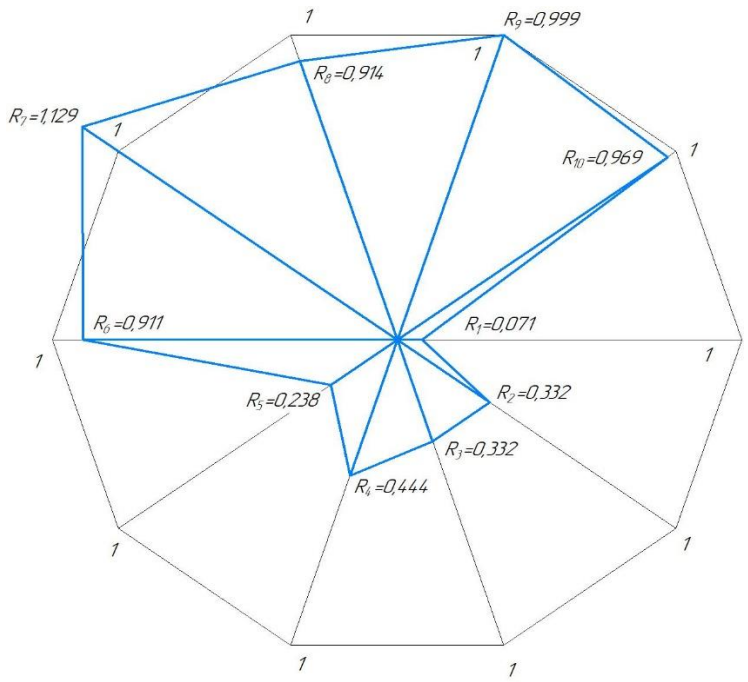


Рис. 6.53. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna для процесу комбінованого охолодження**

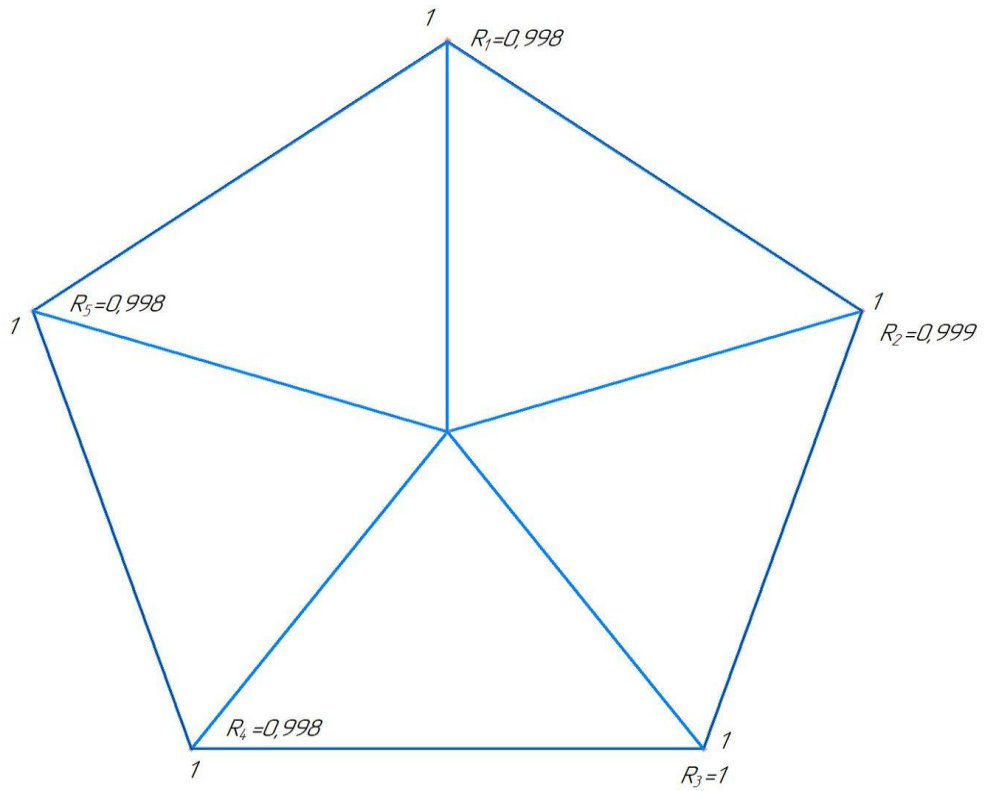


Рис. 6.54. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna для процесу комбінованого охолодження**

Позитивні характеристики черешні сорту Valerii Chkalov практично не

змінились після процесу комбінованого охолодження (рис. 6.54), що показало на задовільний результат цього низькотемпературного впливу. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні був лише 0,3 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.27).

Таблиця 6.28

Параметри якості плодів черешні сорту Melitopol's'ka chorna після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	1,0722	0,289	1,34		0,46		54,49
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	96,697	1,0	28,269	0,292					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	1033,691	1,0	302,196	0,292					
Бактерій х10^3, КУО/г	22,259	1,0	19,254	0,865					
Гриби х10^3, КУО/г	6,125	1,0	4,528	0,739					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	10,156	1,0	11,125	1,095					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	35,654	1,0	10,115	0,284					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,05087	1,291					
ЦКІ	10,089	1,0	12,1075	1,2					
Твердість м'якоті плодів, кг/см^2	0,99	1,0	0,84	0,848					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,355	1,0	17,625	0,96	1,91	0,80		24,63	
Вміст цукрів, %	9,242	1,0	9,012	0,975					
Вміст титрованих кислот, %	0,916	1,0	0,801	0,874					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	11,025	1,0	9,014	0,818					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	257,612	1,0	218,652	0,849					

Джерело: розробила автор

Характеристика моделі якості черешні сорту Melitopol’s’ka chorna (рис. 6.55) виявила, що 30% негативних показників якості протягом 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження (табл. 6.28) незначно перевищили свої величини порівняно із початковими: активність поліфенолоксидази – на 9,5 %, величина частки фенолів до активності поліфенолоксидази – на 29,1 %, цукровокислотний індекс – на 20 %, що задовільно характеризує процес зберігання.

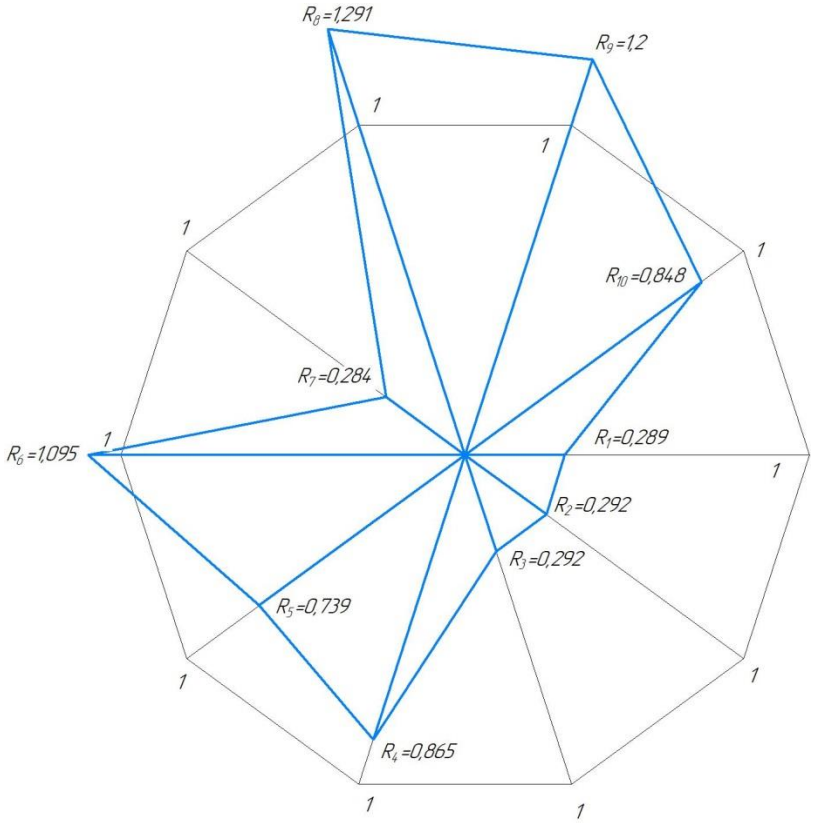


Рис. 6.55. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження**

Потрібно також позитивно відзначити, що інтенсивність дихання та тепловиділення склали 29,2 %, втрати маси – 28,9 % та активність пероксидази – 28,4 %, що виявились меншими за 40 % від початкового стану; кількість мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів становила 86,5 % від початкових параметрів. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 54,49 %

(табл. 6.28).

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.56) виявило, що ці характеристики після 30 діб зберігання черешні Melitopol’s’ka chorna (табл. 6.28) досягли початкового стану практично на 80 – 98 %. Такий результат свідчить про невисокі тенденції до збереження вихідних властивостей досліджуваної продукції, а саме в межах 24,63 % за наведеними характеристиками.

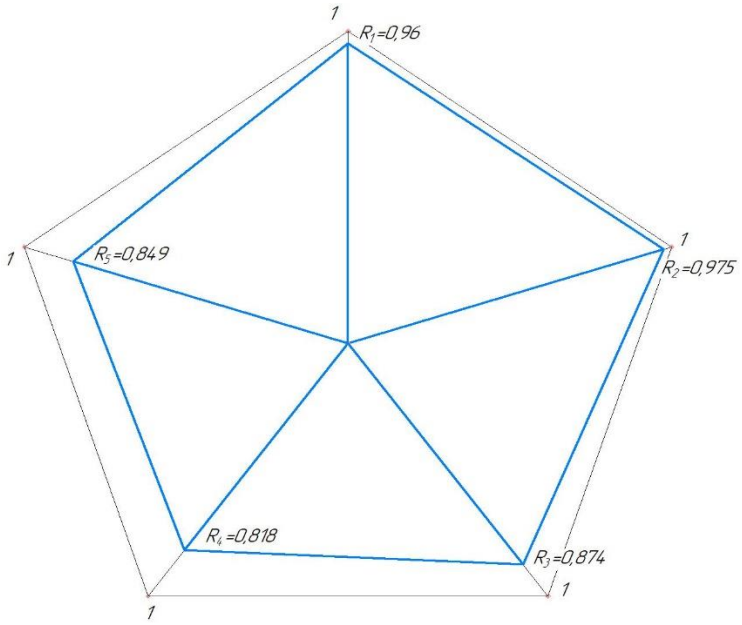


Рис. 6.56. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження**

Оцінювання моделі (рис. 6.57) виявило, що лише одна із негативних характеристик черешні сорту «Krupnoplidna» (табл. 6.29) після процесу комбінованого охолодження за величиною стала як початкова величина або зменшилася, що засвідчило ефективність використаного низькотемпературного впливу. Зокрема, за активністю пероксидази початкові параметри були перевищені на 28,9 %. Як позитивне відзначаємо, що втрати маси склали лише 7,8 % від початкової характеристики, інтенсивність дихання та тепловиділення – 30,8 %, вміст аскорбінової кислоти – 44,7 %, кількість грибів – 23,3 %, що виявились меншими за 50 % від початкового стану (рис. 6.57). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому

процесі за наведеними характеристиками склав 80,47 % (табл. 6.29).

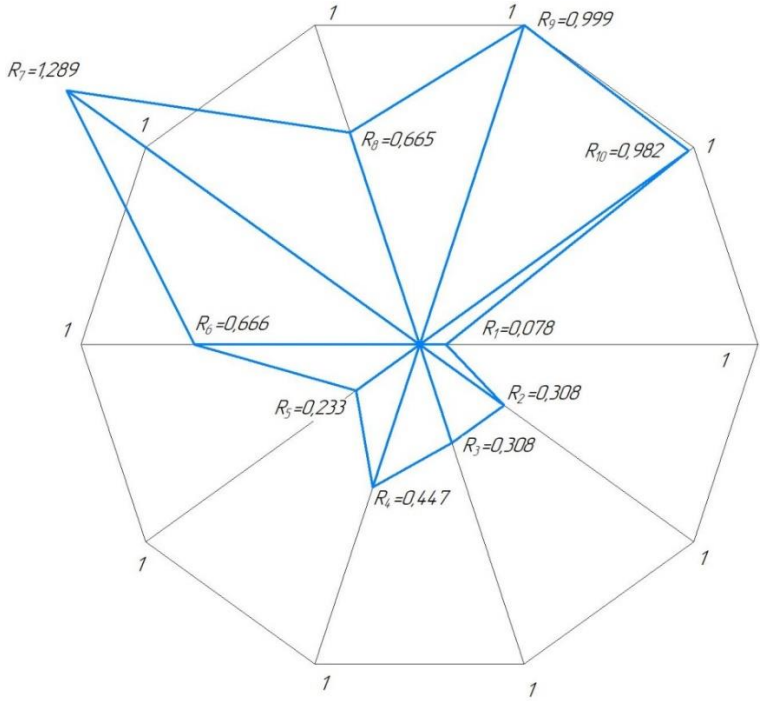


Рис. 6.57. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna для процесу комбінованого охолодження**

Таблиця 6.29

Параметри якості плодів черешні сорту Krupnoplidna перед зберіганням для процесу комбінованого охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	0,078	0,078	0,58		0,20		80,47
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	81,665	1,0	25,125	0,308					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	872,999	1,0	268,586	0,308					
Бактерій х10^3, КУО/г	20,894	1,0	9,337	0,447					
Гриби х10^3, КУО/г	6,058	1,0	1,411	0,233					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	6,025	1,0	4,012	0,666					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	24,256	1,0	31,256	1,289					

Продовження таблиці 6.29

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
ФР/ПФО	0,0216	1,0	0,01437	0,665					
ЦКІ	17,2153	1,0	17,205	0,999					
Твердість м'якоті плодів, кг/см^2	1,12	1,0	1,1	0,982					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,712	1,0	18,553	0,992	2,36	0,99		0,95	
Вміст цукрів, %	15,029	1,0	15,02	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	0,873	1,0	0,873	1,0					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	7,482	1,0	7,388	0,987					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	279,125	1,0	279,111	0,999					

Джерело: розробила автор

Позитивні характеристики черешні сорту Krupnoplidna практично не змінились після процесу комбінованого охолодження (рис. 6.58), що вказало на задовільний результат такого низько температурного впливу. Перспективи зростання технологічних показників цього процесу оброблення черешні склав лише 0,95 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.29).

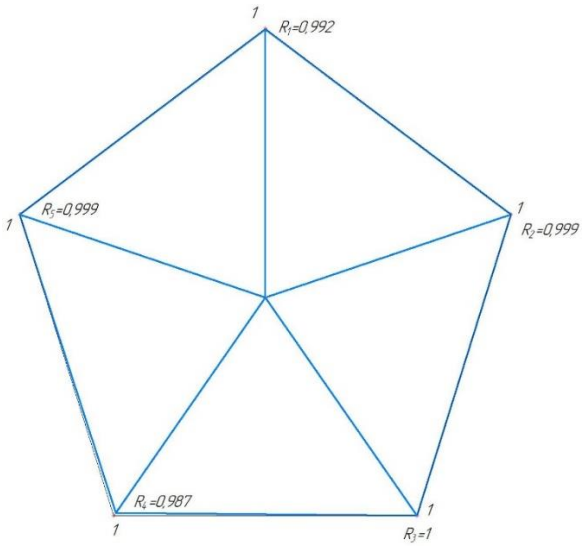


Рис. 6.58. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Krupnoplidna для процесу комбінованого охолодження**

Характеристика моделі якості черешні сорту Melitopol’s’ka chorna (рис.6.59) виявила, що 30 % негативних показників якості протягом 30 діб зберігання після процесу інтенсивного охолодження (табл. 6.30) незначно перевищили свої величини порівняно із початковими: кількість мікроорганізмів – на 3,2 %, величина частки фенолів до активності поліфенолоксидази – на 7,7 %, цукровокислотний індекс – на 12,6 %, що задовільно характеризує процес зберігання.

Таблиця 6.30

Параметри якості плодів черешні сорту Krupnoplidna після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	1,1758	0,318	1,34		0,46		54,45
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	81,665	1,0	23,562	0,289					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	872,999	1,0	251,878	0,289					
Бактерій х10^3, КУО/г	20,894	1,0	21,558	1,032					
Гриби х10^3, КУО/г	6,058	1,0	5,485	0,905					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	6,025	1,0	5,612	0,931					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	24,256	1,0	7	0,289					
ФР/ПФО	0,0216	1,0	0,02326	1,077					
ЦКІ	17,2153	1,0	19,3928	1,126					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	1,12	1,0	1,05	0,938					

Продовження таблиці 6.30

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,712	1,0	18,125	0,969	1,95	0,82		21,93	
Вміст цукрів, %	15,029	1,0	14,524	0,966					
Вміст титрованих кислот, %	0,873	1,0	0,791	0,906					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	7,482	1,0	6,145	0,821					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	279,125	1,0	241,256	0,864					

Джерело: розробила автор

Потрібно також позитивно відзначити, що інтенсивність дихання та тепловиділення склали 28,9 %, втрати маси – 31,8 % та активність пероксидази – 28,9 %, що виявились меншими за 40 % від початкового стану. Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 54,45 % (табл. 6.30).

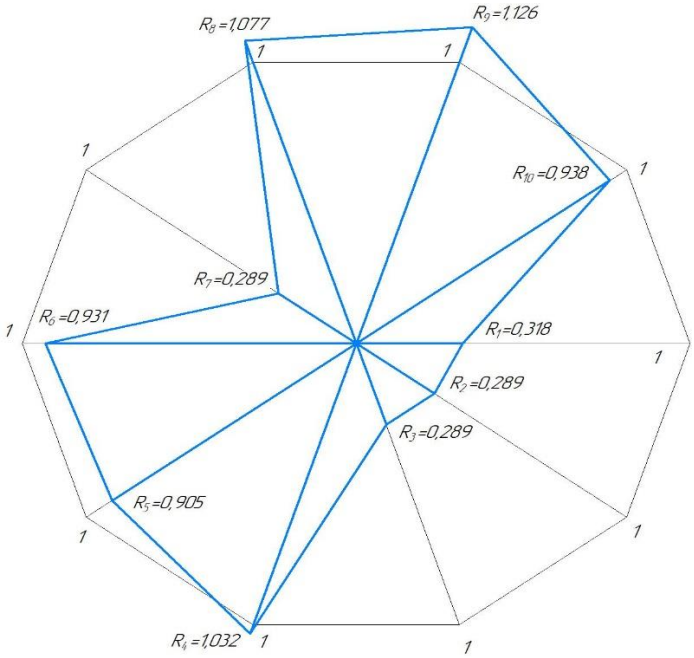


Рис. 6.59. **Модель якості за негативними параметрами сорту черешні Krupnoplidna за 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження**

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.60) виявило, що ці характеристики після 30 діб зберігання черешні Krupnoplidna (табл. 6.30) досягли початкового стану практично на 80 – 97 %.

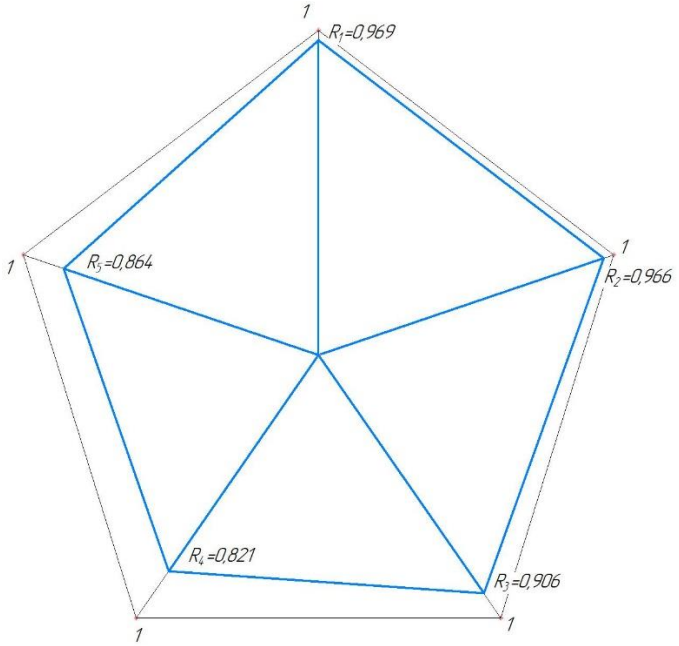


Рис. 6.60. **Модель якості за позитивними параметрами сорту черешні Krupnoplidna за 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження**

Такий результат свідчить про невисокі тенденції до збереження вихідних властивостей досліджуваної продукції, а саме в межах 21,93 % за наведеними характеристиками.

Оцінювання моделі (рис. 6.61) виявило, що після процесу комбінованого охолодження лише один із негативних характеристик вишні сорту Vstriecha незначно перевищив початкову характеристику, а решта за величиною були як початкові величини або меншими, що засвідчило ефективність використаного низькотемпературного впливу.

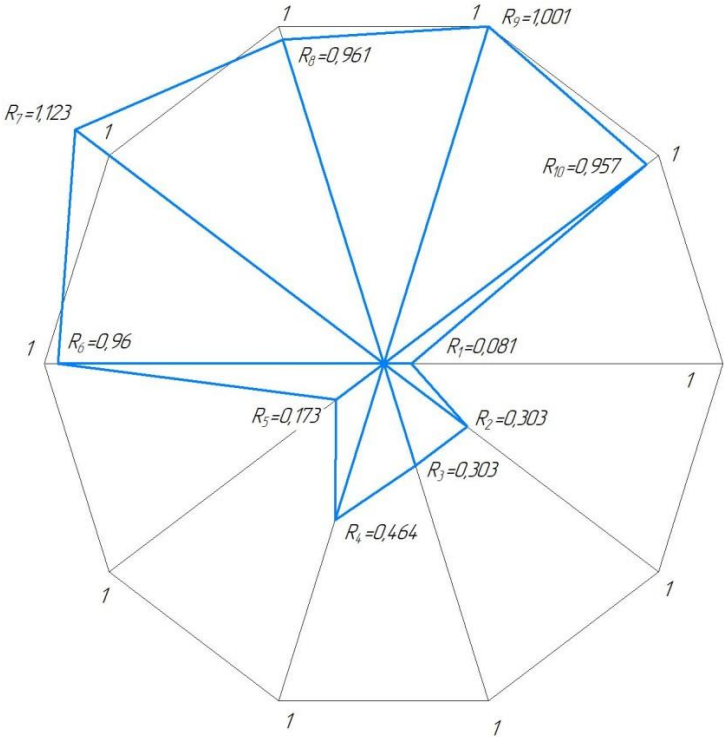


Рис. 6.61. **Модель якості за негативними параметрами сорту вишні Vstriecha для процесу комбінованого охолодження**

Активність пероксидази зменшилась на 5,6 % порівняно із початковим. Також можна позитивно відзначити, що витрата маси становила 8,1 % від початкового, інтенсивність дихання та тепловиділення – 30,3 %, кількість грибів – 17,3 %, число мікроорганізмів – 46,4 %, що виявилась меншими за 50 % від початкового стану (рис. 6.61). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 70,59 % (табл. 6.31).

Таблиця 6.31

Параметри якості плодів вишні сорту Vstriecha перед зберіганням для процесу комбінованого охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	1,0	1,0	0,081	0,081	0,87		0,29		70,59
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	91,214	1,0	27,641	0,303					

Продовження таблиці 6.31

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	R, ум.од	СВ	R_i, ум. од	S_i, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Інтенсивність тепло-виділення, кДж/кг·°С	975,078	1,0	295,483	0,303					
Бактерій х10^3, КУО/г	18,547	1,0	8,598	0,464					
Гриби х10^3, КУО/г	5,784	1,0	1,001	0,173					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	8,125	1,0	7,802	0,96					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	38,452	1,0	43,178	1,123					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,03786	0,961					
ЦКІ	10,4308	1,0	10,4448	1,001					
Твердість м’якоті плодів,кг/см^2	0,69	1,0	0,66	0,957					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчи-нних речовин, %	18,412	1,0	18,291	0,993	2,37	1,00		0,46	
Вміст цукрів, %	14,864	1,0	14,863	0,999					
Вміст титрованих кислот, %	1,425	1,0	1,423	0,999					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	12,032	1,0	12,002	0,999					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	206,125	1,0	206,1	0,999					

Джерело: розробила автор

Позитивні характеристики вишні сорту «Vstriecha» практично не змінились після процесу комбінованого охолодження (рис. 6.62), що вказало на задовільний результат цього низькотеператорного впливу. Перспективи зростання технологічних показників такого процесу оброблення черешні склав лише 0,46 % за наведеними характеристиками плодів (табл. 6.31).

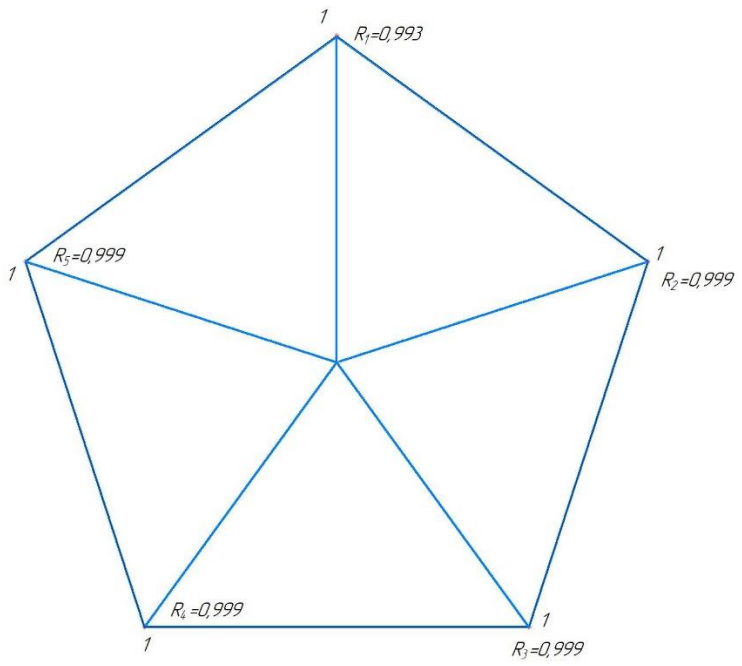


Рис. 6.62. **Модель якості за позитивними параметрами сорту вишні Vstriecha для процесу комбінованого охолодження**

Таблиця 6.32

Параметри якості плодів вишні сорту Vstriecha після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	*R, ум.од*	*СВ*	R_i, *ум. од*	S_i, *ум. од*^{2}	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Оцінювання за негативними параметрами									
Втрати маси, %	3,7	1,0	1,3899	0,376	1,46		0,49		50,57
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год	91,214	1,0	28,145	0,309					
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С	975,078	1,0	300,87	0,309					
Бактерій х10^3, КУО/г	18,547	1,0	15,645	0,844					
Гриби х10^3, КУО/г	5,784	1,0	3,658	0,632					
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.	8,125	1,0	9,364	1,152					
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.	38,452	1,0	14,111	0,367					
ФР/ПФО	0,0394	1,0	0,05436	1,38					
ЦКІ	10,4308	1,0	12,5376	1,202					

Продовження таблиці 6.32

Показник	Нормативні дані		Характеристики якості плодів						
	АВ	*R, ум.од*	*СВ*	R_i, *ум. од*	S_i, *ум. од*^{2}	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$, %	$\varphi_{яс}$, %
Твердість м'якоті плодів,кг/см^2	0,69	1,0	0,59	0,855					
Оцінювання за позитивними параметрами									
Вміст сухих розчинних речовин, %	18,412	1,0	17,714	0,962	1,86	0,78		27,99	
Вміст цукрів, %	14,864	1,0	14,258	0,959					
Вміст титрованих кислот, %	1,425	1,0	1,244	0,873					
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100 г	12,032	1,0	9,458	0,786					
Вміст фенольних речовин, мг на 100 г	206,125	1,0	172,256	0,836					

Джерело: розробила автор

Характеристика моделі якості вишні сорту Vstriecha (рис. 6.63) виявила, що лише 3 із 10 негативних показників якості протягом 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження (табл. 6.32) перевищили свої величини порівняно із початковими: активність поліфенолоксидази – на 15,2%, величина частки фенолів до активності поліфенолоксидази – на 38 %, цукровокислотний індекс – на 20,2 %, що задовільно характеризує процес зберігання

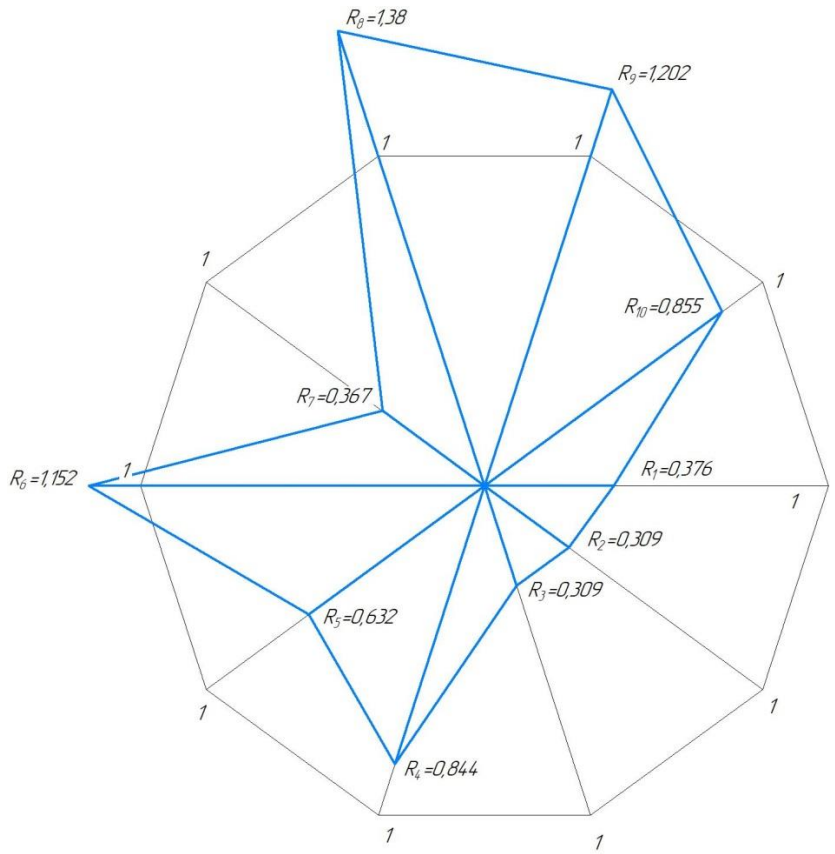


Рис. 6.63. **Модель якості за негативними параметрами вишні сорту Vstriecha за 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження**

Потрібно також позитивно відзначити, що інтенсивність дихання та тепловиділення склали 30,9 %, втрати маси – 37,6 % та активність пероксидази – 36,7 %, що виявились меншими за 40 % від початкового стану (рис. 6.63). Потенціал зростання технологічних параметрів у цьому процесі за наведеними характеристиками склав 50,57 % (табл. 6.32).

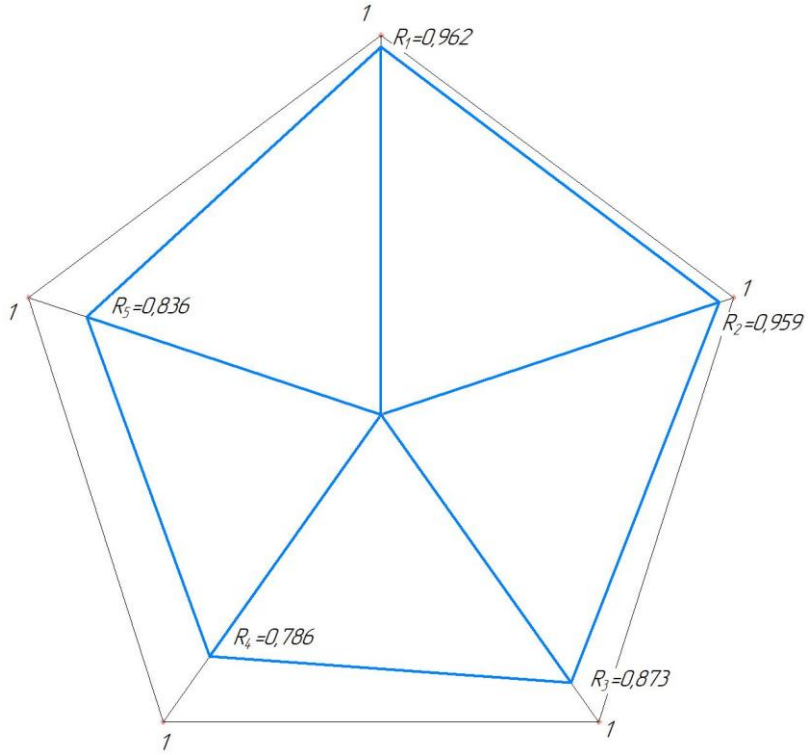


Рис. 6.64. **Модель якості за позитивними параметрами вишні сорту Vstriecha за 30 діб зберігання після процесу комбінованого охолодження**

Оцінювання моделі за позитивними параметрами (рис. 6.64) виявило, що ці характеристики після 30 діб зберігання вишні сорту Vstriecha досягли початкового стану практично на 79 – 97 %. Такий результат свідчить про те, що тенденції до збереження вихідних властивостей досліджуваної продукції становили 27,99 % за наведеними характеристиками (табл. 6.32).

6.5. Оцінювання динаміки зміни параметрів якості плодів черешні та вишні за результатами моделювання

Використовуючи результати математичного моделювання методом факторних просторів, отримали дані, які подано в додатку Г 5. На основі даних таблиці 6.37 здійснили порівняльний графо-аналітичний аналіз процесів охолодження досліджуваних плодів черешні та вишні (рис. 6.65 – 6.72).

Таблиця 6.37

Параметри якості плодів черешні та вишні після попереднього охолодження

№ з/п	Процес	Факторна площа		Характеристики якості плодів			
		$S_н$, ум. од^2	$S_п$, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$,%	$\varphi_{яс}$, %
1	2	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Сорт черешні Valerii Chkalov							
1	Повільне охолодження	2,36	2,34	0,98	0,8	1,68	20,08
2	Після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження	4,52	1,13	0,47	1,53	111,1	53,2
3	Інтенсивне охолодження	2,59	2,36	0,99	0,88	0,83	12,03
4	Після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження	3,91	1,29	0,54	1,32	84,64	32,46
5	Гідроохолодження	1,63	2,36	0,99	0,55	0,62	44,89
6	Після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження	3,52	1,74	0,73	1,19	36,37	19,25
7	Комбіноване охолодження	1,49	2,36	0,99	0,51	0,71	49,45
8	Після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження	1,33	1,91	0,80	0,45	24,3	55,08
Сорт черешні Melitopol's'ka chorna							
1	Повільне охолодження	2,04	2,35	0,99	0,69	1,31	30,8
2	Після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження	3,81	1,12	0,47	1,29	113,3	29,2
3	Інтенсивне охолодження	2,46	2,36	0,99	0,83	0,56	16,63
4	Після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження	3,36	1,33	0,56	1,14	79,07	13,8
5	Гідроохолодження	1,65	2,37	1,00	0,56	0,38	44,2
6	Після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження	3,62	1,74	0,73	1,23	37,05	22,79
7	Комбіноване охолодження	1,30	2,37	1	0,44	0,3	56,03
8	Після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження	1,34	1,91	0,80	0,46	24,63	54,49

Продовження таблиці 6.37

№ з/п	Процес	Факторна площа		Характеристики якості плодів			
		$S_н$, ум. од^2	$S_п$, ум. од^2	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$,%	$\varphi_{яс}$, %
1	2	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Сорт черешні Krupnoplidna							
1	Повільне охолодження	2,24	2,36	0,99	0,76	0,76	24,1
2	Після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження	4,96	1,08	0,46	1,68	119,3	67,99
3	Інтенсивне охолодження	2,52	2,34	0,99	0,85	1,48	14,52
4	Після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження	4,18	1,33	0,56	1,42	78,84	41,82
5	Гідроохолодження	1,48	2,35	0,99	0,50	1,19	49,73
6	Після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження	4,00	1,70	0,71	1,36	40,06	35,66
7	Комбіноване охолодження	0,58	2,36	0,99	0,20	0,95	80,47
8	Після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження	1,34	1,95	0,82	0,46	21,93	54,45
Сорт вишні Vstriecha							
1	Повільне охолодження	2,73	2,35	0,99	0,93	1,39	7,36
2	Після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження	4,06	1,10	0,46	1,38	117	37,7
3	Інтенсивне охолодження	2,34	2,36	0,99	0,79	0,75	20,63
4	Після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження	3,22	1,26	0,53	1,09	89,48	9,13
5	Гідроохолодження	1,64	2,37	0,99	0,56	0,5	44,48
6	Після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження	4,31	1,69	0,71	1,46	40,82	46,14
7	Комбіноване охолодження	0,87	2,37	1,00	0,29	0,46	70,59
8	Після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження	1,46	1,86	0,78	0,49	27,99	50,57

Джерело: розробила автор

Примітка: *$S_н$ – факторна площа, що оцінювалась за негативними параметрами; $S_п$ – факторна площа, що оцінювалась за позитивними параметрами*

Коефіцієнт зростання якості $k_{яз}$ та $\varphi_{яз}$ для досліджуваних процесів охолодження черешні Valerii Chkalov практично не змінюється, а за величиною наближується відповідно до 1 або 0 (рис. 6.65); що свідчить про стабільність представлених технологій оброблення цього сорту та досягнення

технологічної досконалості в межах певного процесу.

Коефіцієнт відповідності нормативам якості $k_{вн}$ зменшується практично на 40 % (рис. 6.65) від повільного до комбінованого охолодження, що свідчить про збільшення ефективності низькотемпературного оброблення та зростання потенціалу до поліпшення технологій (рис. 6.65). У процесі інтенсивного охолодження цей коефіцієнт досягає максимуму, але не перевищує одиниці, тому для названого процесу властивості продукції наближаються до нормативних, але не перевищують їх.

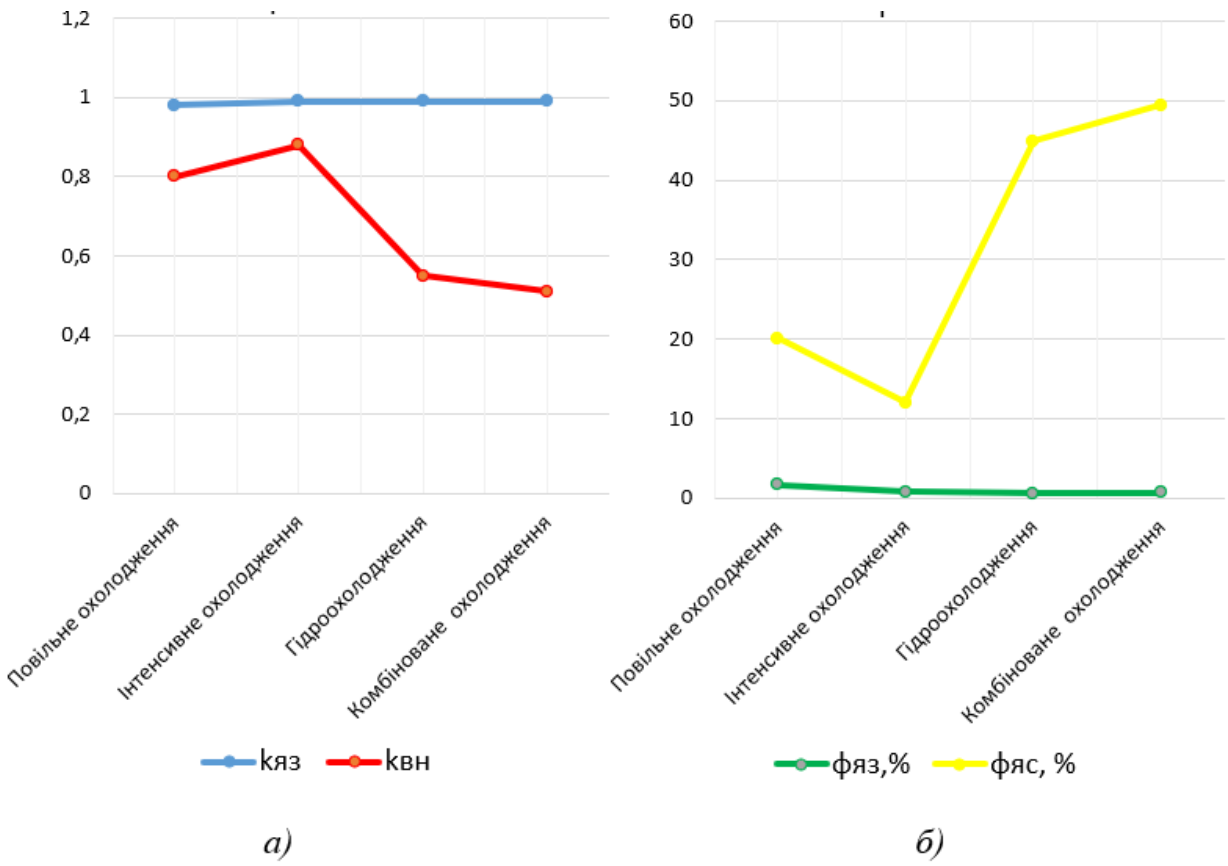


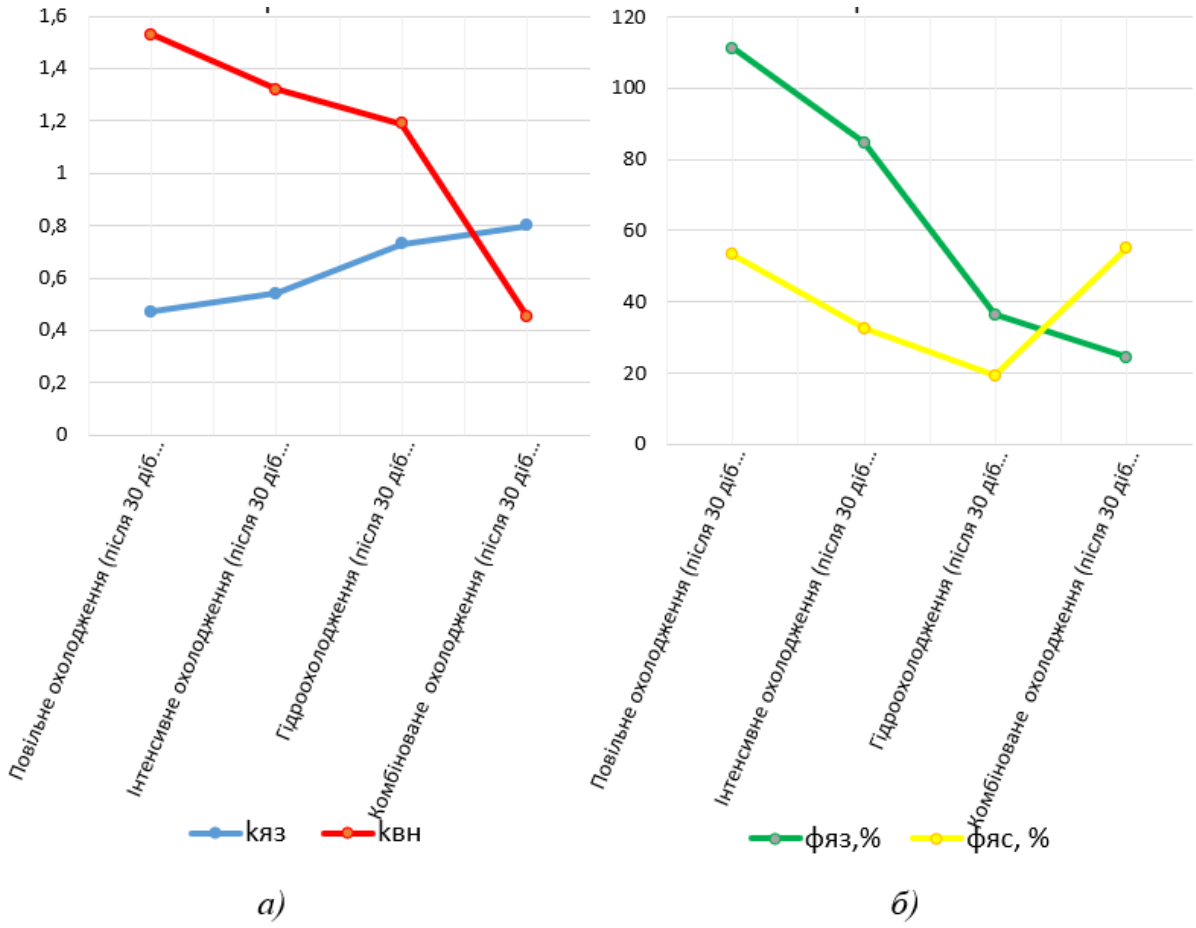
Рис. 6.65. **Порівняльний аналіз охолодження черешні Valerii Chkalov після відповідних низькотемпературних процесів за абсолютними (а) та відносними (б) параметрами**

Зростання коефіцієнту спадання якості $k_{яс}$ практично на 60 % (рис. 6.65) від повільного до комбінованого охолодження показує збільшення перспектив технологічного застосування досліджуваних процесів охолодження. Спадання цього коефіцієнта до мінімуму свідчить про зменшення ефективності

інтенсивного охолодження для черешні Valerii Chkalov.

Після 30 діб зберігання (рис. 6.66) коефіцієнт зростання якості $k_{яз}$ збільшується на 35 %, що показує тенденцію до підвищення потенціалу для досліджуваних процесів охолодження черешні Valerii Chkalov.

Зменшення коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$ на 75 % (рис. 6.66) свідчить про зниження рівня характеристик плодів щодо початкових.



а) *б)*

Рис. 6.66. **Порівняльний аналіз охолодження черешні Valerii Chkalov після відповідних низькотемпературних процесів та 30 діб зберігання за негативними (а) та позитивними (б) параметрами**

Коефіцієнт $\varphi_{яс}$ зменшується практично на 50 % (рис. 6.66) від повільного до гідроохолодження та зростає до початкової величини для комбінованого охолодження, що вказує на стабілізацію властивостей продукції в системі зберігання після досліджуваних процесів. Стрімке спадання коефіцієнта $\varphi_{яз}$ (рис. 6.66) зумовлює зменшення позитивного факторного простору порівняно з

початковим для досліджуваних процесів.

Сталість зміни коефіцієнтів зростання якості $k_{яз}$ та $\varphi_{яз}$ для досліджуваних процесів охолодження простежується під час оброблення всіх досліджуваних сортів черешні та вишні, що ілюструють рисунки 6.65, 6.67, 6.69, 6.71.

Загальна тенденція до зменшення коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$ також зберігається від повільного до комбінованого охолодження під час оброблення всіх досліджуваних сортів.

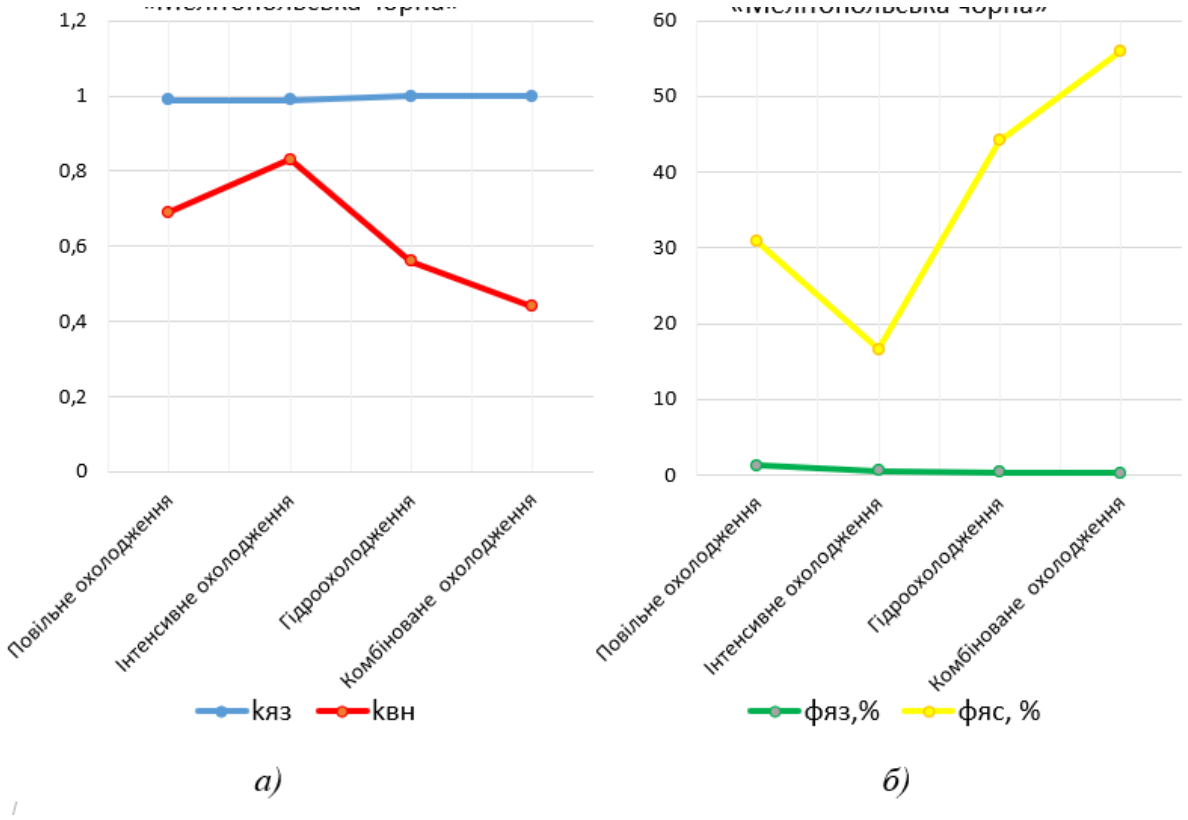
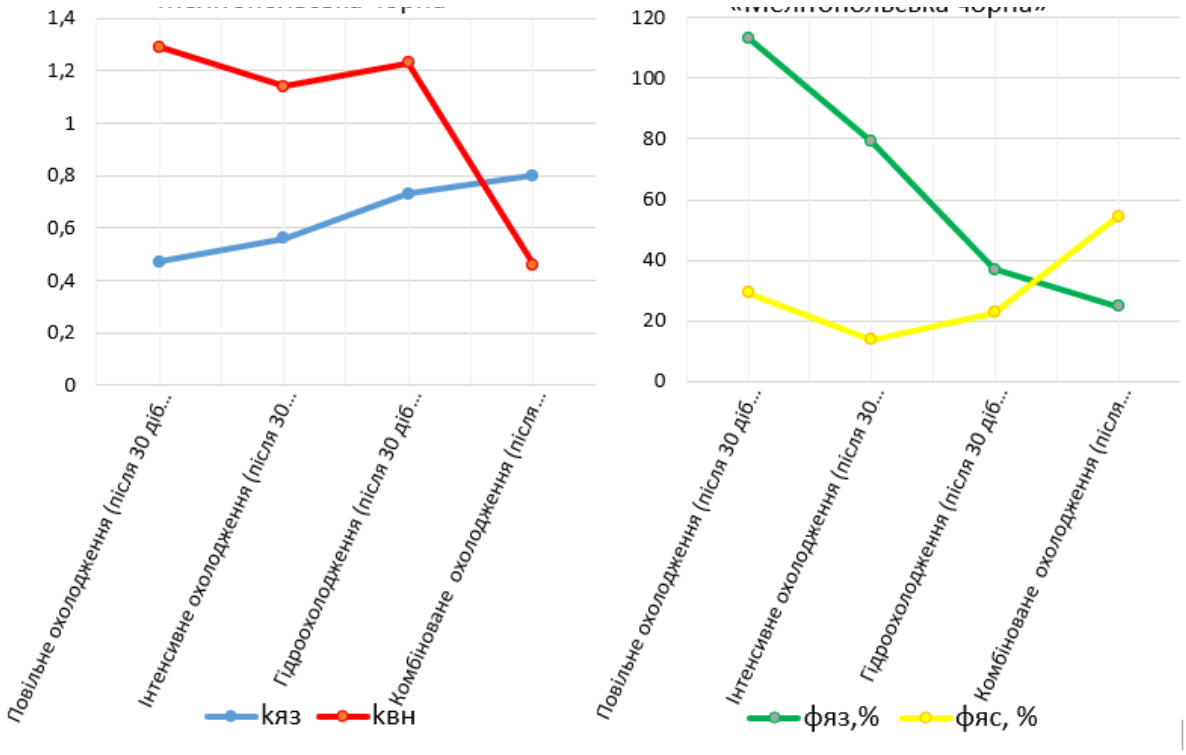


Рис. 6.67. **Порівняльний аналіз охолодження черешні Melitopol’s’ka chorna після відповідних низькотемпературних процесів за негативними (а) та позитивними (б) параметрами**

Цей коефіцієнт в процесі інтенсивного охолодження зростає під час охолодженні лише у всіх плодах черешні (рис. 6.65, 6.67, 6.69). Для сорту вишні Vstriecha таке зростання стосується всіх процесів охолодження (рис. 6.71). Тенденція до зростання якості $\varphi_{яс}$ на всіх процесах, окрім інтенсивного охолодження, простежується для сортів черешні. Виняток знову становить перебіг процесів оброблення сорту вишні Vstriecha, для яких наявна стабільна тенденція зростання по мірі ускладнення технології охолодження (рис. 6.71).

Після 30 діб зберігання (рис. 6.66, 6.68, 6.70, 6.72) коефіцієнт зростання якості $k_{яз}$ стабільно збільшується на 32–35 %, що показує тенденцію до підвищення потенціалу для досліджуваних процесів охолодження всіх плодів черешні та вишні.



а) *б)*

Рис. 6.68. **Порівняльний аналіз охолодження черешні Melitopol's'ka chorna після відповідних низькотемпературних процесів та 30 діб зберігання за негативними (а) та позитивними (б) параметрами**

Зменшення коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$ у системі зберігання протягом 30 діб простежується для процесів повільного та комбінованого охолодження під час оброблення всіх сортів черешні та вишні (рис. 6.66, 6.68, 6.70, 6.72). Для сортів черешні Krupnoplidna та Melitopol's'ka chorna зафіксували стабілізацію величини цього параметра (рис.6.68, 6.70).

Для сорту вишні Vstriecha (рис. 6.72) спостерігається стабільне зменшення цього параметра для досліджуваних процесів оброблення. Закономірності зміни коефіцієнта $\varphi_{яс}$ після 30 діб зберігання практично незмінюються для всіх процесів обробки досліджуваних плодів (рис. 6.66, 6.68, 6.70, 6.72). Єдине, що незначно змінюється, так це нижній екстремум для процесів інтенсивного охолодження та гідроохолодження.

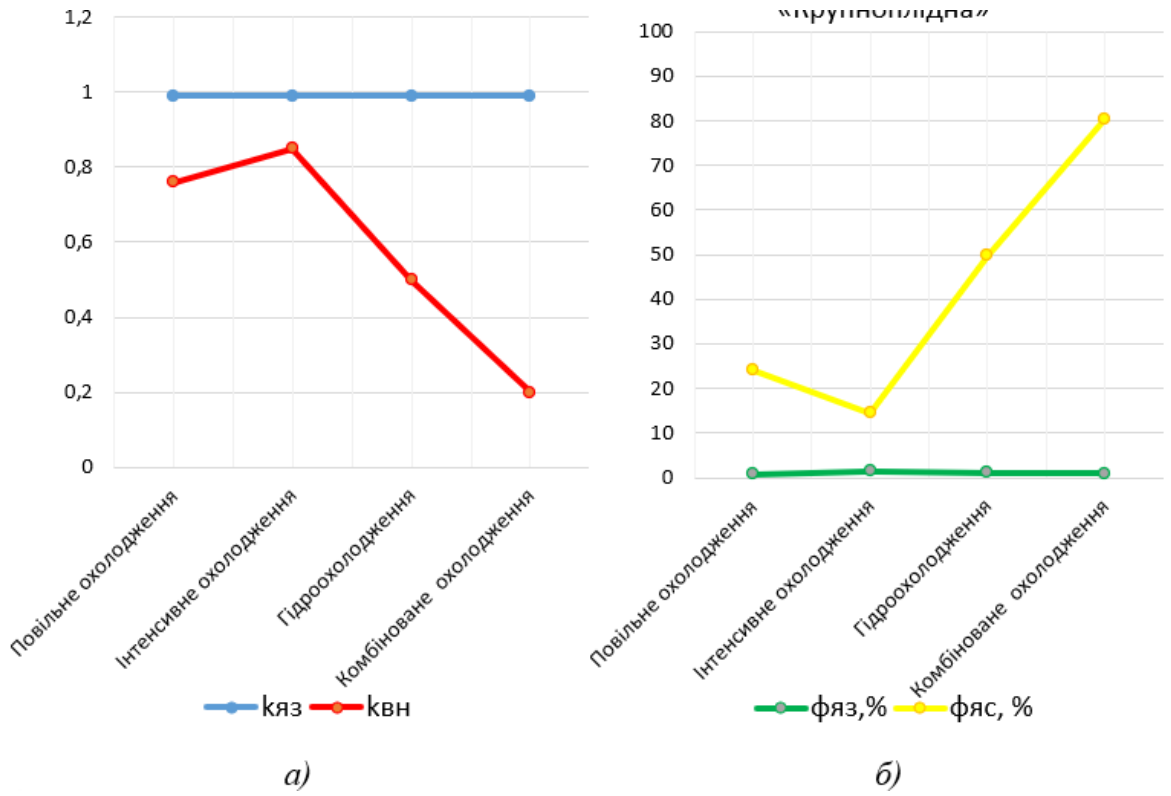


Рис. 6.69. **Порівняльний аналіз охолодження черешні Krupnoplidna після відповідних низькотемпературних процесів за негативними (а) та позитивними (б) параметрами**

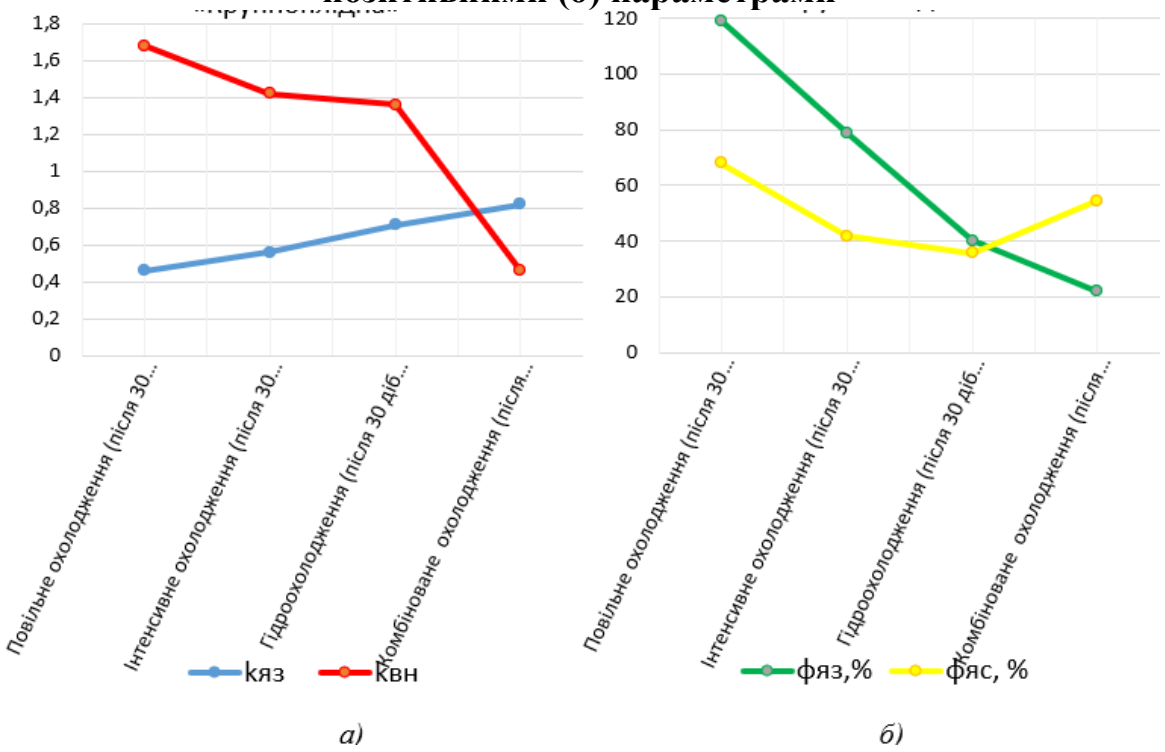
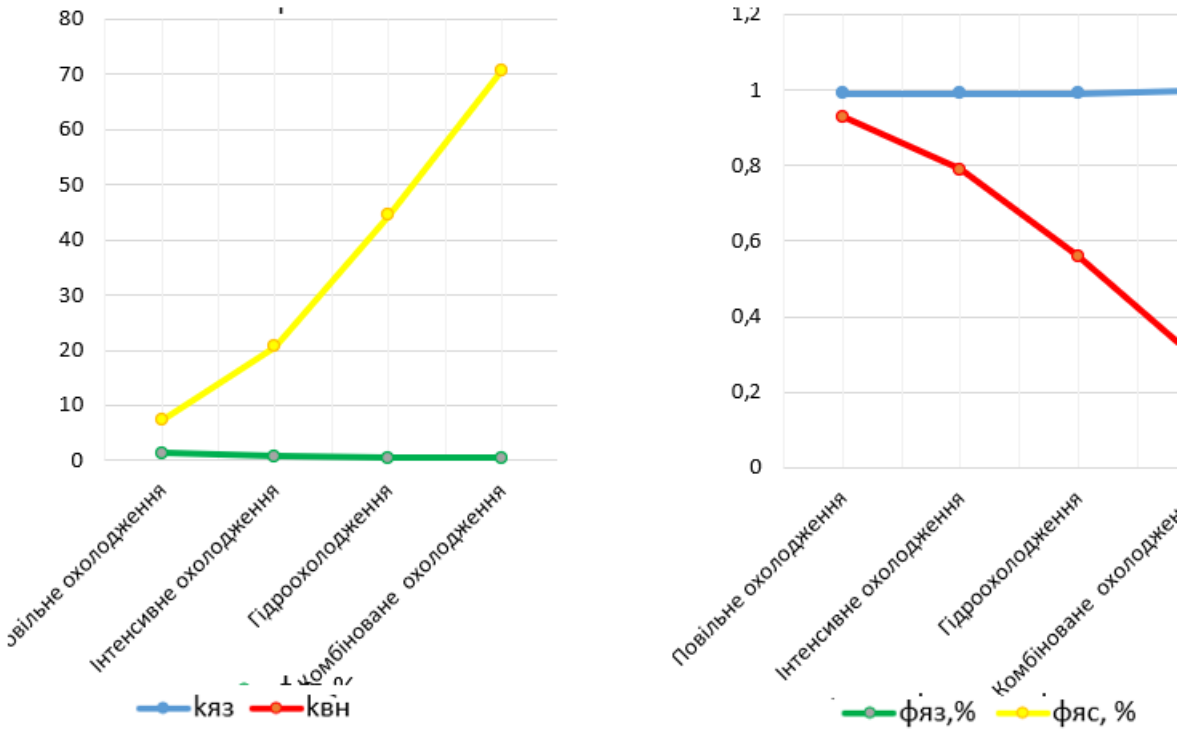
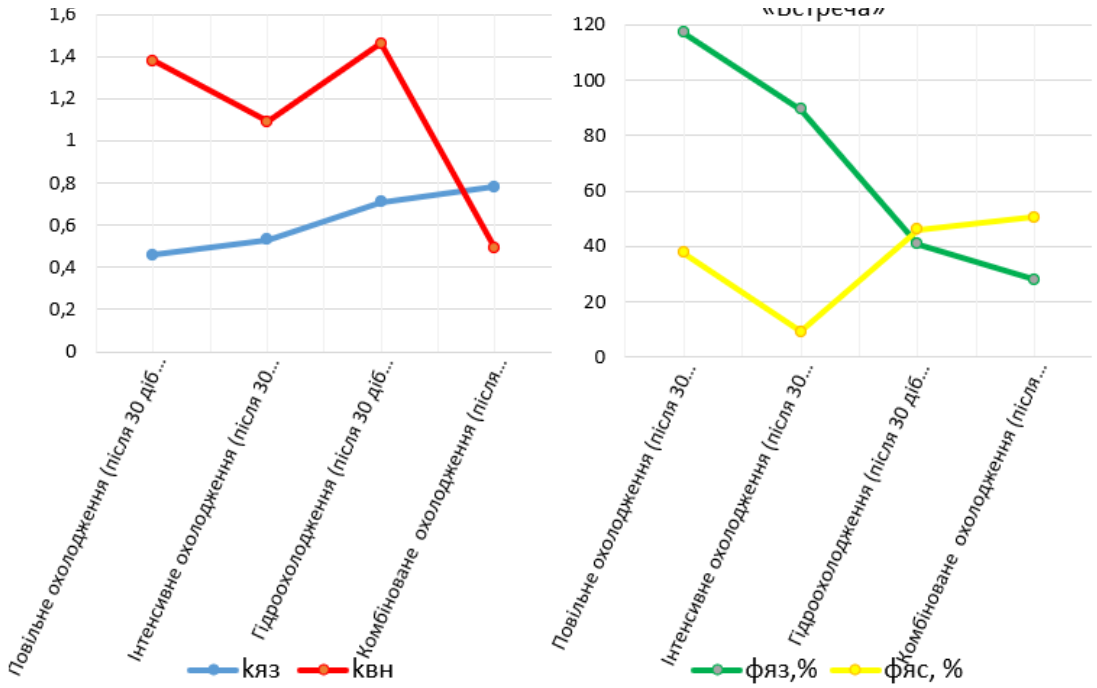


Рис. 6.70. **Порівняльний аналіз охолодження черешні Krupnoplidna після відповідних низькотемпературних процесів та 30 діб зберігання за негативними (а) та позитивними (б) параметрами**



а) *б)*

Рис. 6.71. **Порівняльний аналіз охолодження вишні Vstriecha після відповідних низькотемпературних процесів за негативними (а) та позитивними (б) параметрами**



а) *б)*

Рис. 6.72. **Порівняльний аналіз охолодження вишні «Vstriecha» після відповідних низькотемпературних процесів та 30 діб зберігання за негативними (а)**
та позитивними (б) параметрами

Закономірності стрімкого спадання коефіцієнта $\varphi_{яз}$ після 30 діб зберігання (рис. 6.66, 6.68, 6.70, 6.72) повторюються для всіх досліджуваних процесів охолодження під час оброблення всіх розглянутих сортів черешні та вишні.

Висновки до 6 розділу

1. Оцінювання якості досліджуваних плодів проводили математичним моделюванням методом «факторних площ» за допомогою таких критеріїв оцінювання як коефіцієнти зростання $k_{яз}$ та спадання якості, коефіцієнт відповідності нормативам якості $k_{вн}$, питомі коефіцієнти зростання $\varphi_{яз}$ та спадання якості $\varphi_{яс}$, які дають можливість провести ефективний порівняльний аналіз основних характеристик плодів із нормативними, прогнозувати зміну якісних характеристик у процесі зберігання та перспективність досліджуваних сортів черешні та вишні.

2. Загальна тенденція до зменшення коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$ також зберігається від повільного до комбінованого охолодження під час оброблення всіх досліджуваних сортів; зростання цього коефіцієнта в процесі інтенсивного охолодження спостерігається під час охолодження лише всіх плодів черешні.

3. Зменшення коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$ у системі зберігання протягом 30 діб простежується для процесів повільного та комбінованого охолодження під час оброблення всіх сортів черешні та вишні; для сортів черешні Krupnoplidna та Melitopol’s’ka chorna має місце стабілізація величини цього параметра, а для сорту вишні Vstriecha спостерігається стабільне зменшення цього параметра для досліджуваних процесів оброблення.

4. Сталість зміни коефіцієнтів зростання якості $k_{яз}$ та $\varphi_{яз}$ для досліджуваних процесів охолодження простежується під час оброблення всіх досліджуваних сортів черешні та вишні. Прослідковується тенденція до

зростання якості на всіх процесах, окрім інтенсивного охолодження, особливо для сортів черешні. Виняток становить перебіг процесів оброблення сорту вишні Vstriecha, для яких наявна стабільна тенденція зростання по мірі ускладнення технології охолодження.

5. Стрімке спадання питомого коефіцієнта зростання якості $\varphi_{яз}$ після 30 діб зберігання повторюється для всіх досліджуваних процесів охолодження під час оброблення всіх розглянутих сортів черешні та вишні; коефіцієнт зростання якості $k_{яз}$ стабільно збільшується на 32–35 %, що показує тенденцію до підвищення потенціалу для розглядуваних процесів охолодження досліджуваних сортів. Водночас зміни коефіцієнта спадання якості $\varphi_{яс}$ після 30 діб зберігання практично сталі для всіх процесів оброблення досліджуваних плодів; лише незначно змінюється нижній екстремум в процесах інтенсивного охолодження та гідроохолодження.

6. Найкращі характеристики виявились для сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за показниками зростання площ негативних параметрів після 30 діб зберігання у межах $S_н = 1{,}03–2{,}19$ та коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$ = 0,44–0,83 одразу після оброблення та $k_{вн}$ = 0,46–1,29 після 30 діб зберігання, а також для вишні Vstriecha за показником зменшення площі позитивних параметрів $S_п = 1{,}274–2{,}136$ після 30 діб зберігання для досліджуваних процесів низькотемпературної обробки від повільного до комбінованого охолодження.

7. За результатами оцінювання якісних властивостей досліджуваних плодів найгірші характеристики виявились для сорту черешні Krupnoplidna за показниками зростання площ негативних параметрів після 30 діб зберігання в межах $S_н = 1{,}66–2{,}7$ та коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$ = 0,2–0,76 одразу після оброблення та $k_{вн}$ = 0,46–1,68 після 30 діб зберігання, а також для черешні Valerii Chkalov за показником зменшення площі позитивних параметрів $S_п = 1{,}236–2{,}07$ після 30 діб зберігання для досліджуваних процесів охолодження.

Список використаних джерел до розділу 6

1. Assessment of the Ecological Safety of Honey with the Help of “Factor Area” / Palamarchuk I., Adamchuk L., Palamarchuk V. et al. Models Sustainability (Switzerland). 2024. Vol. 16, iss. 22. Article 9960. DOI: 10.3390/su16229960

2. Математичні моделі якості м’ясопродуктів з рослинними домішками / Паламарчук І. П., Загорко Н. П., Яременко Я. В., Сватова Н. С. *Праці Таврійського держ. агротехнолог. університету.* 2024. Вип. 24, т. 3. С. 177–187. DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-3

РОЗДІЛ 7
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

7.1. Процес виробництва цукатів із свіжих плодів черешні та вишні

7.1.1. Теоретичні аспекти процесу виробництва цукатів із використанням осмотичної дегідратації з свіжих плодів

Удосконалення технології виготовлення цукатів із натуральної плодової сировини розглядають як стратегічно важливий напрям розвитку харчової індустрії в Україні та за її межами. Такі продукти поєднують високу споживчу привабливість і функціональні властивості, обумовлені наявністю в їхньому складі мінеральних речовин, пектинів, мікроелементів і вітамінів [1–9].

Виробництво цукатів потребує забезпечення стабільних якісних показників готової продукції, які регламентують вимоги ДСТУ 6075:2009 «Цукати. Технічні умови» [10].

Для отримання продукту високої якості важливим є визначення придатності сировини для виробництва цукатів. Класична технологія виробництва цукатів із плодів черешні та вишні складається з таких технологічних операцій: миття, сортування, видалення плодоніжок та кісточок, варіння в цукровому сиропі, відокремлення від рідкої фракції, підсушування [10; 11].

Відомий також спосіб виробництва цукатів із черешні, переважно світлих сортів, який містить інспекцію, сортування, миття, видалення плодоніжки та кісточки з плодів, бланшування, насичення плодів цукром у цукровому сиропі, уварювання, відділення рідкої фракції, сушіння, обсипання цукровою пудрою, фасування [12].

Недоліком описаних способів виробництва є низька біологічна цінність та функціональні властивості продукту, незадовільні органолептичні властивості, які обумовлені підвищеною втратою біологічно активних речовин

унаслідок тривалої теплової обробки за високих температур, а також недостатньою м'якістю смаку, ніжністю консистенції, виразністю аромату готового продукту.

Сучасним способом, який дозволяє скоротити тривалість теплового оброблення сировини у виробництві цукатів є сушіння шляхом осмотичної дегідратації [13–17].

Осмотична дегідратація – це процес часткового видалення води із рослинної тканини шляхом витримки в гіпертонічному розчині. Рушійною силою процесу осмотичної дегідратації є різниця в осмотичному тиску розчинів, які знаходяться з обох боків від напівпроникних клітинних мембран [18].

Фізична основа осмотичної дегідратації – багатокомпонентний процес дифузії, який охоплює три типи явищ масопереносу (рис. 7.1).

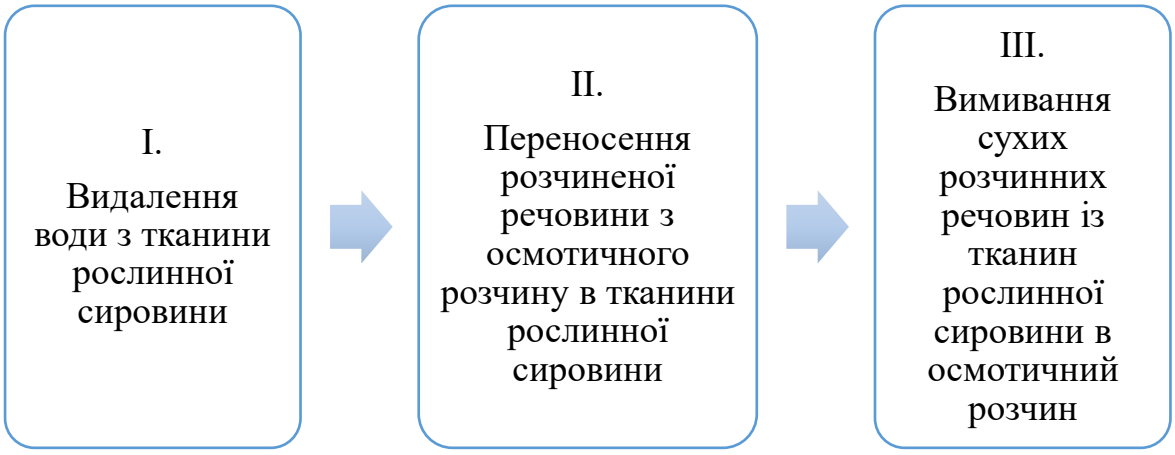


Рис. 7.1. **Явища масопереносу багатокомпонентного процесу дифузії**

Під час осмотичної дегідратації рослинної сировини визначальним є первинний процес масоперенесення – дифузія розчинника (тут – води) із середовища з нижчою концентрацією розчинених речовин у середовище з вищою концентрацією через напівпроникну мембрану. У результаті цього встановлюється рівноважний стан між обома фазами системи [19].

Фізико-хімічна суть явища полягає в тому, що концентровані розчини

сухих речовин характеризуються підвищеним осмотичним тиском і зниженою активністю води, що й зумовлює напрям масообміну під час осмотичної дегідратації [20]. Отже, під час осмотичної дегідратації з тканин рослинної сировини частина внутрішньої води разом із розчиненими в ній сухими речовинами переходить у гіпертонічний розчин, натомість розчинна речовина мігрує в середину матеріалу. Зазначимо також, що під час осмотичної дегідратації видалення води відбувається за рахунок дифузії та капілярного потоку, натомість поглинання розчиненої речовини гіпертонічного розчину матеріалом, а також вимивання розчинних речовин із нього відбувається тільки дифузією [21].

Під час осмотичної дегідратації рослинної сировини осмотичними агентами можуть бути висококонцентровані розчини цукру або кухонної солі. У виготовленні цукатів використовують цукровий сироп. Відповідно до наукових джерел, кінетика процесів дифузії визначається концентрацією осмотичного агенту, його температурою, розміром частинок і внутрішньої структури сировини [22]. Внутрішня структура рослинної сировини зумовлена, передусім її видовими та сортовими особливостями [23–26]. З огляду на це, важливим етапом наших досліджень було наукове обґрунтування вибору сортів черешні та вишні, придатних для виробництва цукатів із максимальною харчовою цінністю та найкращими органолептичними властивостями.

7.1.2. Аналіз результатів визначення придатності сировини до виробництва цукатів методом багатокритеріальної оптимізації

Для наукового обґрунтування вибору оптимальних сортів фруктової сировини для виробництва цукатів застосовано метод багатокритеріальної оптимізації, розрахунки за яким виконано відповідно до розробленого алгоритму. Поглиблений аналіз розрахункових показників цільових функцій дав змогу систематизувати й побудувати ранжований ряд сортів черешні раннього строку достигання (дод. Д, табл. Д 1).

За результатами багатокритеріального оцінювання встановлено, що найвищий рівень технологічної придатності до виробництва цукатів притаманний сортам Kazka (1-й ранг, $\varphi(x_5) = 4{,}67$) та Zabuta′ (2-й ранг, $\varphi(x_7) = 4{,}69$). Відмінність між отриманими значеннями цільових функцій не перевищує 0,02, що свідчить про практично однакову сумарну придатність цих сортів за сукупністю досліджуваних ознак і підтверджує їхню високу технологічну та біохімічну перспективність для подальшої переробки. З огляду на незначну варіацію між показниками, формувати інтегральний комплекс критеріїв доцільно на основі поєднання характеристик сортів Kazka і Zabuta′, які репрезентують оптимальне співвідношення якісних параметрів сировини.

У результаті узагальнення експериментальних даних розроблено збалансований набір базових біохімічних, товарних і органолептичних показників, що дає змогу науково прогнозувати придатність досліджуваних сортів до виробництва цукатів. До інтегрального комплексу показників увійшли такі параметри: початкова концентрація сухих розчинних речовин – 14,92 %, якщо V = 18,4% (сорт Zabuta′), вміст загальних цукрів – 12,47 %, якщо V = 13,0 % (Zabuta′), титровані кислоти – 0,53 %, якщо V = 20,3 % (Zabuta′), вміст вітаміну С – 7,36 мг/100 г, якщо V = 19,1 % (Kazka), сума фенольних сполук – 203,17 мг/100 г, якщо V = 19,0 % (Kazka), співвідношення маси плоду до маси кісточки – 6,59 г (Kazka), сенсорна оцінка – 9 балів (Kazka).

Середній рівень варіабельності якісних показників плодів для групи ранньостиглих сортів становить 13,0–19,1 %, що свідчить про їхню відносну стабільність і технологічну однорідність. Винятком є показник титрованих кислот, варіабельність якого сягає 20,3 %, що може бути зумовлено сортовими особливостями та біохімічною активністю ферментативних систем у період достигання.

Результати багатокритеріальної оптимізації, наведені в додатку Д (табл. Д2), відображають закономірності зміни цільових функцій для сортів черешні середнього строку достигання. На підставі узагальнення розрахункових даних

побудовано ранжований ряд сортів за сукупністю показників якості. Найвищу інтегральну оцінку серед досліджених зразків отримав сорт Talisman (1-й ранг, $\varphi(x_5) = 3,58$).

Проведений аналіз дозволив виокремити збалансований комплекс критеріїв, який відображає типові властивості плодів черешні середнього строку достигання: початкова концентрація сухих розчинних речовин – 18,51 % (V = 16,1 %), вміст цукрів – 14,59 % (V = 10,9 %), титрованих кислот – 0,70 % (V = 19,7 %), вітаміну С – 10,48 мг/100 г (V = 23,4 %), фенольних сполук – 216,60 мг/100 г (V = 14,5 %), співвідношення маси плоду до маси кісточки – 7,72 г, сенсорна оцінка – 8,9 бала. Діапазон варіабельності показників якості в межах даної групи становить 10,9–19,7 %, що вказує на помірну стабільність фізико-хімічних параметрів; найбільшу мінливість спостережено для вмісту вітаміну С (23,4 %), що, ймовірно, зумовлено сортовими особливостями метаболізму під час достигання.

Подальший етап дослідження охоплював оцінювання сортів черешні пізнього строку достигання (дод. Д, табл. Д 3). Отримані результати підтвердили подібні закономірності, проте з дещо іншими співвідношеннями між якісними показниками. Найвищу комплексну оцінку отримав сорт Krupnoplidna (1-й ранг, $\varphi(x_1) = 3,43$), який вирізняється стабільними фізико-хімічними параметрами та гармонійними сенсорними характеристиками. Для цієї групи встановлено оптимальний комплекс якісних критеріїв: початкова концентрація сухих розчинних речовин – 18,50 % (V = 13,4 %), вміст цукрів – 14,35 % (V = 12,3 %), титрованих кислот – 0,72 % (V = 19,2 %), вітаміну С – 7,74 мг/100 г (V = 14,9 %), фенольних сполук – 245,79 мг/100 г (V = 16,0 %), співвідношення маси плоду до маси кісточки – 4,37 г, сенсорна оцінка – 9 балів. Середня варіабельність якісних параметрів для пізньостиглих сортів коливається в межах 12,3–19,2 %.

Результати визначення оптимального сорту плодів вишні для виробництва цукатів за допомогою методу багатокритеріальної оптимізації представлено в додатку Д (табл. Д 4). Узагальнення розрахункових даних та

порівняння значень цільових функцій дало змогу сформувати ранжований ряд сортів за інтегральним показником збалансованої якості плодів (дод. Д, табл. Д 4). Згідно з одержаними результатами найвищі параметри комплексної оцінки виявлено в сорту Griot melitopolskyy (1-й ранг, $\varphi(x_5) = 4,72$).

На основі отриманих значень цільових функцій визначено оптимальний комплекс біохімічних, товарних та сенсорних показників, які характеризують сировину сорту Griot melitopolskyy. Початкова концентрація сухих розчинних речовин становила 18,63 % (V = 17,7 %), вміст цукрів – 12,19 % (V = 21,1 %), титрованих кислот – 1,65 % (V = 18,7 %), вітаміну С – 8,23 мг/100 г (V = 15,6 %), фенольних сполук – 193,26 мг/100 г (V = 13,2 %). Співвідношення маси плоду до маси кісточки дорівнювало 5,21 г, тоді як сенсорна оцінка плодів сягала 8,7 бала, що свідчить про гармонійне поєднання смаку, аромату й текстури. Загальний рівень варіабельності показників якості плодів вишні характеризується як середній і коливається в межах 13,2–18,7 %, за винятком вмісту цукрів, який демонструє підвищену варіабельність (21,1 %) унаслідок сезонних коливань біохімічного складу.

Узагальнення результатів для різних груп плодової сировини дозволяє зробити висновок, що серед черешень раннього строку достигання найкращими за сукупністю критеріїв якості визнано сорти Kazka (1-й ранг, $\varphi(x_5) = 4,67$) та Zabuta′ (2-й ранг, $\varphi(x_7) = 4,69$); серед сортів середнього строку достигання лідируюче положення посів сорт Talisman (1-й ранг, $\varphi(x_5) = 3,58$); у групі пізньостиглих сортів найвищу оцінку отримав Krupnoplidna (1-й ранг, $\varphi(x_1) = 3,43$). Для плодів вишні найвищу технологічну придатність до виробництва цукатів підтверджено в сорту Griot melitopolskyy (1-й ранг, $\varphi(x_5) = 4,72$).

Отже, застосування методу багатокритеріальної оптимізації забезпечує науково обґрунтований, об’єктивний і комплексний підхід до вибору сортів плодової сировини, що дає змогу мінімізувати вплив суб’єктивних факторів і врахувати сукупність технологічних, хімічних та органолептичних характеристик. Отримані результати підтверджують ефективність цього

методу як інструмента для підвищення якості та конкурентоспроможності продукції в умовах сучасного ринкового середовища, де вирішальним чинником розвитку харчової промисловості стає стабільна якість і прогнозованість властивостей сировини.

7.1.3. Дослідження впливу властивостей осмотичного агента на кінетику осмотичної дегідратації

На кінетику процесу осмотичної дегідратації вагомий вплив мають концентрація та температура осмотичного агента. Для встановлення оптимальних меж зазначених показників для процесу осмотичної дегідратації плодів черешні та вишні провели експеримент, під час якого вивчено вплив різних концентрацій осмотичного агенту (30, 40, 50, 60 та 70 % сахарози) за різних температур (20, 40, 60, 80, 100 °С). Дегідратацію проводили до досягнення рівноважного стану між осмотичним агентом та об’єктом дегідратації.

За модельні сорти взято сорти черешні та вишні, визнані найбільш придатними за результатами досліджень, викладених у попередніх розділах. Це сорти черешні Kazka, Talisman, Krupnoplidna та вишні – Griot Melitopolskyy (дод. Д, табл. Д 1–4).

Як було зазначено в п. 7.1.1 найважливішим під час осмотичної дегідратації є процес масопереносу. Швидкість та спрямованість цього процесу визначає інтенсивність втрати вологи та накопичення цукру, зміни структури та збереження органолептичних властивостей плодів.

З огляду на це було визначено найбільш вагомі експериментальні та розрахункові показники, що характеризують вплив властивостей осмотичного агента на кінетику процесу дегідратації.

Основними експериментальними показниками були:

- M_0 – маса зразка перед початком осмотичної дегідратації, 100 г;
- M_1 – маса зразка в певний момент часу осмотичної дегідратації, визначена експериментальним шляхом, г;

- $M_{Ц0}$ – початкова масова частка цукрів, визначена перед дегідратацією відповідно до методики визначення масової концентрації цукрів за ДСТУ 4954:2008, табл. 2.1, %;

- $M_{Ц1}$ – масова частка цукрів, визначена за етапами дегідратації відповідно до методики визначення масової концентрації цукрів за ДСТУ 4954:2008, табл. 2.1, %;

- $M_{СРР0}$ – початкова масова частка сухих речовин, визначена перед дегідратацією відповідно до методики визначення за ДСТУ ISO 751:2004, табл. 2.1;

- $M_{СРР1}$ – масова частка сухих речовин, визначена за етапами дегідратації відповідно до методики за ДСТУ ISO 751:2004, табл. 2.1, %;

- $M_{В0}$ – початкова масова частка води в зразку перед дегідратацією, визначена відповідно до методики за ДСТУ ISO 751:2004, табл. 2.1.

Розрахунковими методами визначали наступні показники:

- $\nabla M_В$ – втрата води за певний період дегідратації t, г. Визначення проводили за формулою:

$$\nabla M_В = M_0 \cdot M_{В0} - M_1 \cdot M_{В1} \quad (7.1),$$

де $M_{В1}$ – масова частка води після певного періоду (t) дегідратації, г.

Цей показник визначали за формулою:

$$M_{В1} = \frac{M_0 \cdot M_{В0} - M_1 \cdot M_{СРР1}}{M_1} \quad (7.2),$$

де $M_{СРР1}$ – масова частка сухих розчинних речовин, визначена за етапами дегідратації відповідно до методики [43], %

- $\upsilon\, \Delta M_в$ - швидкість втрати вологи визначали за формулою:

$$\vartheta \nabla M_В = \frac{\nabla M_В}{t} \quad (7.3),$$

де t – тривалість певного періоду дегідратації, год.

- $\Delta M_Ц$ – накопичення цукрів (г) за певний період дегідратації t розраховували за формулою:

$$\Delta M_Ц = M_1 \cdot M_{Ц1} - M_0 \cdot M_{Ц0} \quad (7.4),$$

- $\upsilon \Delta M_Ц$ – швидкість накопичення цукрів визначали за формулою:

$$\vartheta \Delta M_{Ц} = \frac{\Delta M_{Ц}}{t} \quad (7.5),$$

- $k_{ОСМ}$ – осмотичний коефіцієнт, який характеризує співвідношення між втратою води та поглинанням цукру визначали за формулою:

$$k_{ОСМ} = \frac{\nabla M_{В}}{\Delta M_{Ц}} \quad (7.6),$$

Результати визначення експериментальних показників наведено в додатку Д таблиці Д 5–Д 7 та рисунках 7.2–7.5.

Аналіз отриманих результатів свідчить про безперервне зростання вмісту цукрів та сухих розчинних речовин протягом усього періоду дегідратації до досягнення осмотичної рівноваги.

Час досягнення осмотичної рівноваги був різним та змінювався під впливом факторів. Так, якщо зростала концентрація цукрового сиропу, то час досягнення осмотичної рівноваги збільшувався до 42 годин.

Проте підвищення температури осмотичного агента до температури 80–100 °С прискорювало процес дегідратації та сприяло досягненню осмотичної рівноваги протягом 12–21 годин залежно від видових та сортових особливостей.

Швидкість зростання масової частки цукрів та СРР у плодах черешні та вишні також істотно варіювала під впливом концентрації осмотичного агента, його температури, а також видових та сортових особливостей сировини. Мінімальну швидкість зростання цих показників зафіксували за низьких температур (20–40 °С) і концентрацій осмотичного агента (30–40 %). Підвищення температури та концентрації цукрового розчину супроводжувалось більш інтернсивним наростанням масової частки цукрів і розчинних сухих речовин у плодах черешні та вишні.

Одночасно зі зростанням масової частки цукрів та сухих речовин під час осмотичної дегідратації зафіксували статистично достовірне зниження масової частки вологи в сировині.

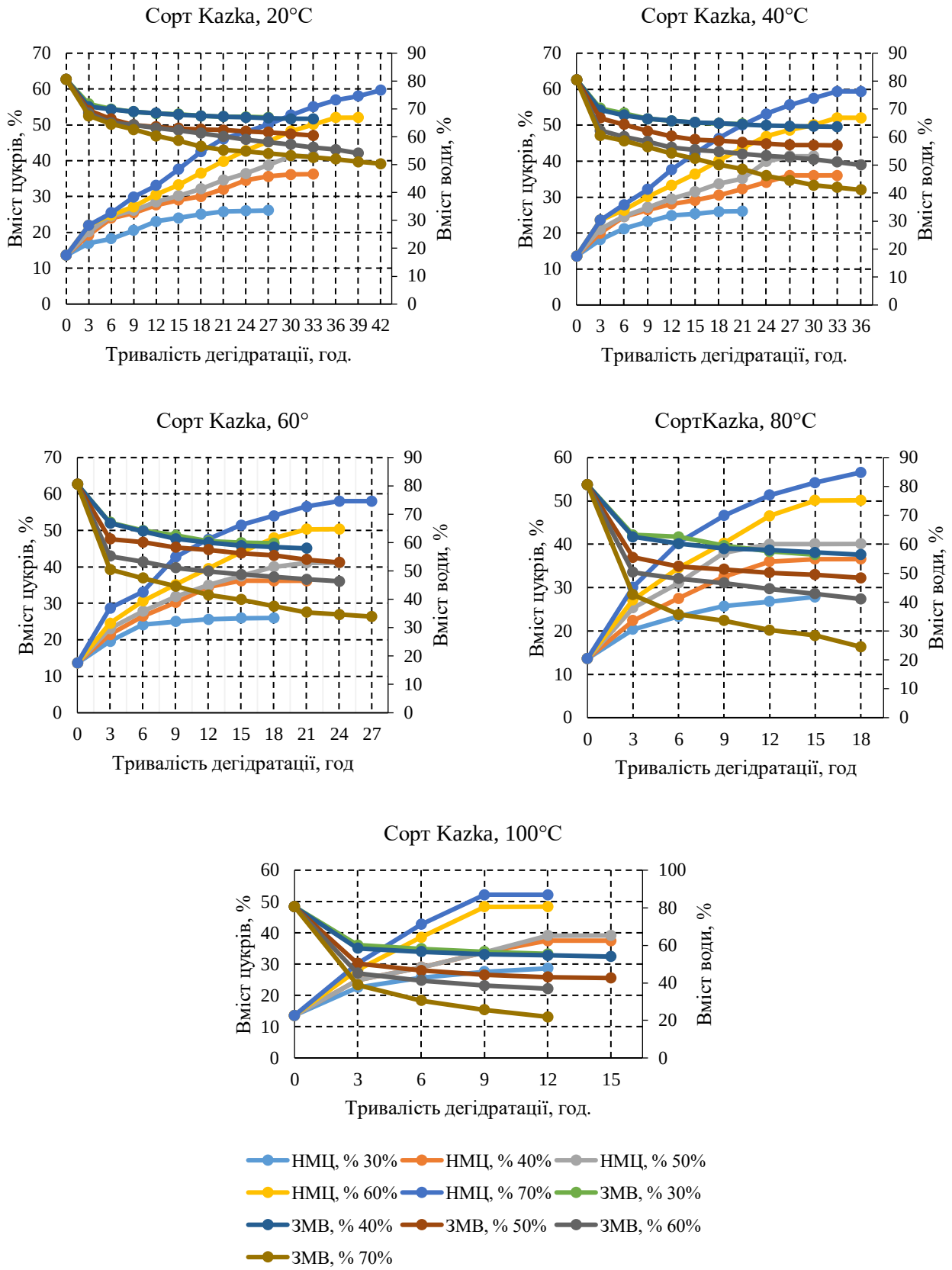


Рис. 7.2. **Динаміка наростання масової частки цукрів та зниження масової частки вологи під час осмотичної дегідратації плодів черешні сорту Kazka**

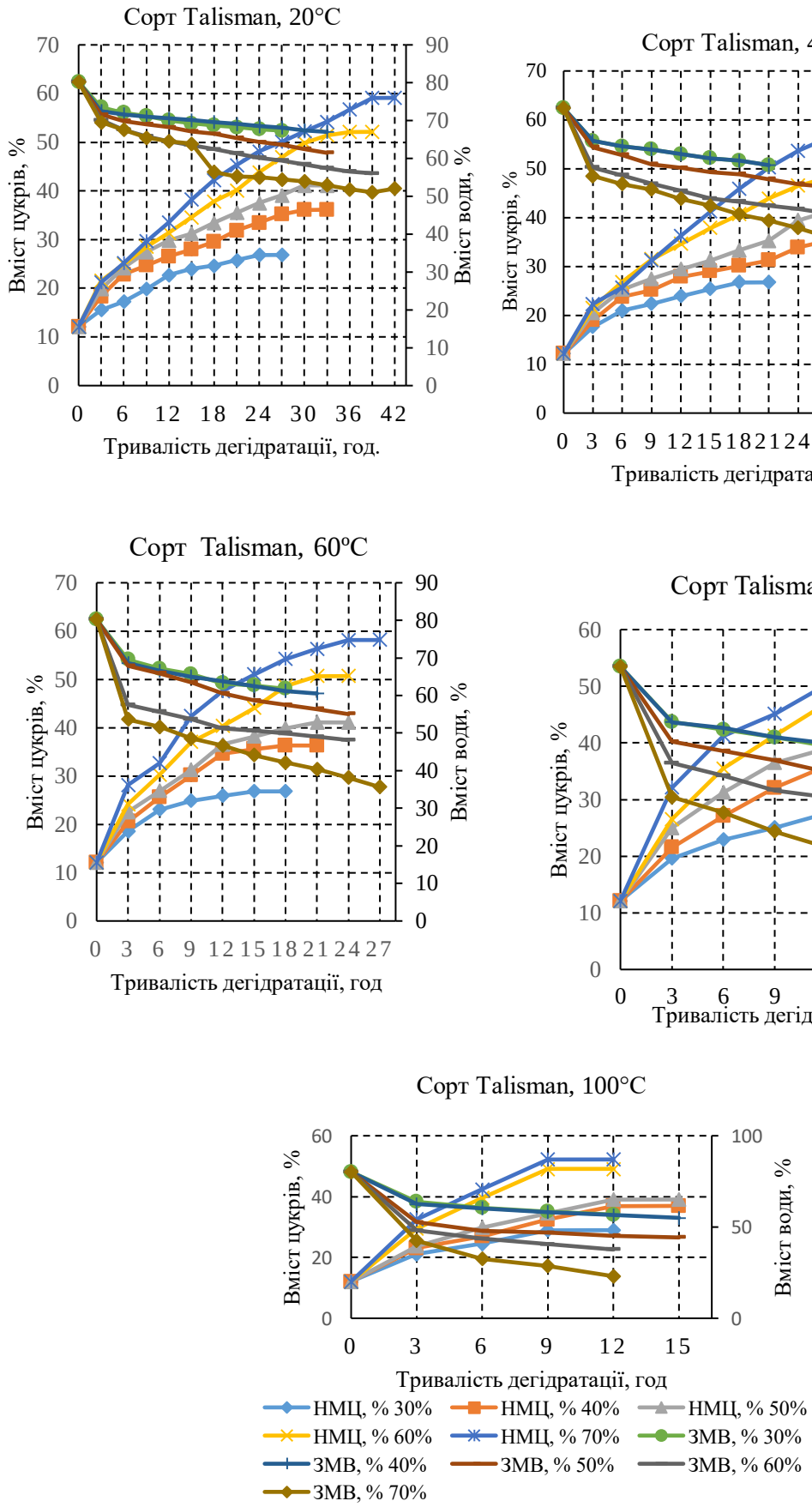


Рис. 7.3. **Динаміка наростання масової частки цукрів та зниження масової частки вологи під час осмотичної дегідратації плодів черешні сорту Talisman**

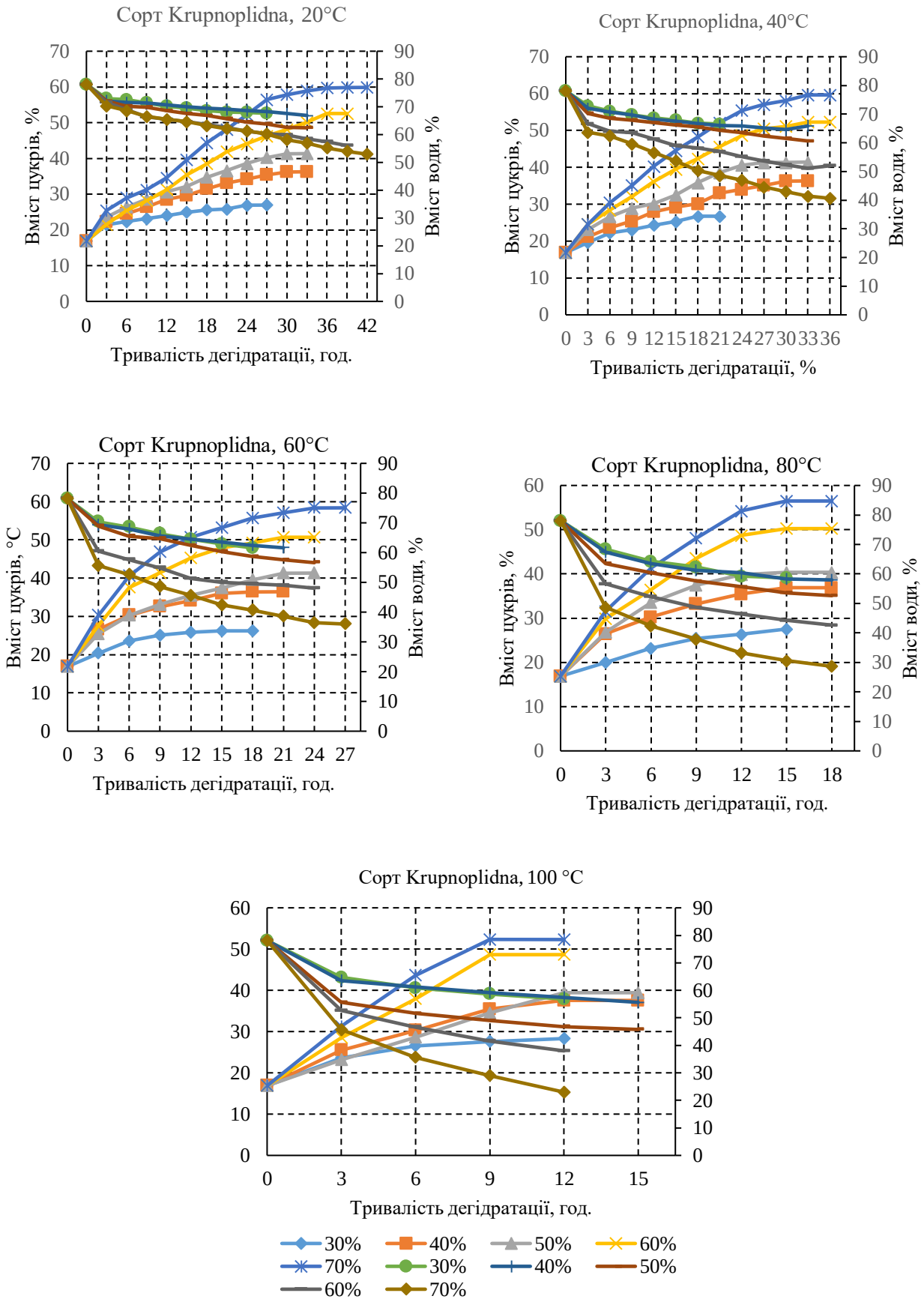


Рис. 7.4. **Динаміка наростання масової частки цукрів та зниження масової частки вологи під час осмотичної дегідратації плодів черешні сорту Krupnoplidna**

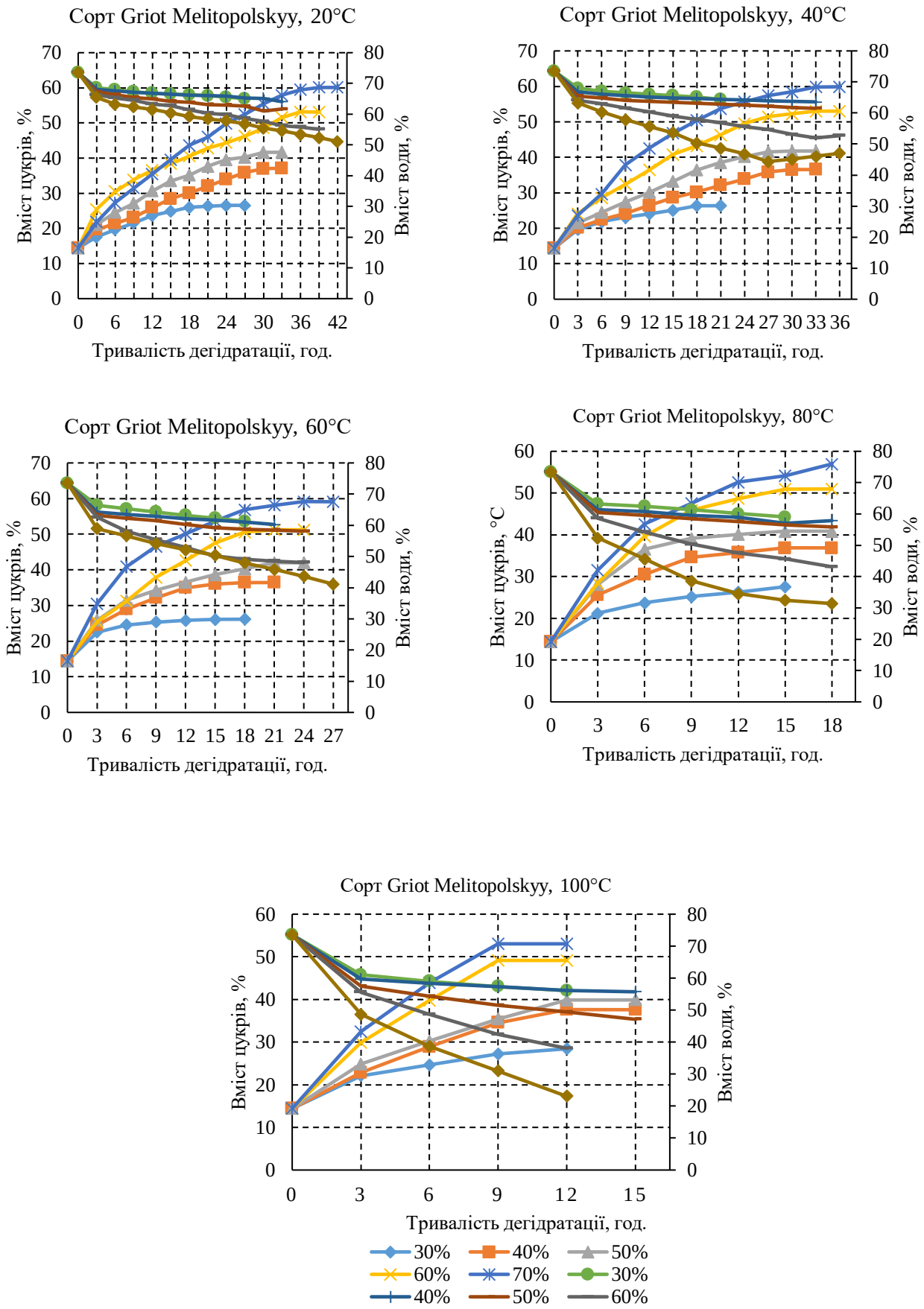


Рис. 7.5. **Динаміка наростання масової частки цукрів та зниження масової частки вологи під час осмотичної дегідратації плодів вишні сорту Griot Melitopolskyy.**

Швидкість втрати вологи прямо корелювала зі зростанням концентрації та температури осмотичного агента, тобто цукрового сиропу. Мінімальним відсотком втрати вологи характеризувалися зразки плодів, для яких проводили дегідратацію низькоконцентрованими розчинами (30–40 %) у температурному діапазоні 20–40 °С.

Крім того, результати наших досліджень свідчать, що найбільш активна фаза осмотичної дегідратації відбувається впродовж перших трьох годин. За перші три години процесу, залежно від видових і сортових особливостей, сировина втрачає 59–71 % від загальних втрат вологи за весь процес дегідратації, при зростанні цукрів на 35–55 % від загального зростання до досягнення осмотичної рівноваги. З огляду на це, технологічно обґрунтованою тривалістю певної стадії процесу осмотичної дегідратації плодів черешні та вишні слід вважати три години.

Як було зазначено попереду, співвідношення між втратою вологи та поглинанням цукру характеризується осмотичними коефіцієнтами за весь період осмотичної дегідратації $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ та перші три години дегідратації $k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$, значення яких наведено в додатку Д, таблиця Д 8.

Зауважимо, що значення $k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$ перевищували значення $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ в 1,1–9,6 раза залежно від концентрації, температури осмотичного агента та сортових особдивостей плодів. Отримані результати демонструють, що зростання температури осмотичного агента супроводжувалось зростанням значень $k_{\text{ОСМ}}$, натомість зростання концентрації осмотичного агента супроводжувалось зниженням $k_{\text{ОСМ}}$ незалежно від видових та сортових особливостей плодів. Під час проведення дегідратації 30-відсотковим цукровим розчином значення коефіцієнтів у плодів всіх сортів були максимальними як за весь період дегідратації, так і за перші три години.

Зростання концентрації осмотичного агента до 60–70 % призводило до зниження значення осмотичних коефіцієнтів. Поряд з цим, значення $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$. під час дегідратації 30-відсотковим розчином температурою 100 °С було в 2,4–3,1 раза вищим, ніж під час дегідратації 30-відсотковим розчином температурою

30 °С.

Результатами дисперсійного аналізу встановлено (рис. 7.6), що на значення осмотичного коефіцієнта за весь період дегідратації $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ переважальний вплив має концентрація осмотичного агента (фактор С), з часткою впливу 43,0%. Частка впливу температури осмотичного агента (фактор В) є також достатньо вагомою та становить 31,9 %. Менший вплив на $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ мають видові та сортові особливості (фактор А) та взаємодії факторів АВ, АС, АВС, ВС. Частки їхнього впливу наведено на рисунку 7.6.

Аналіз впливу факторів на значення осмотичного коефіцієнта за перші три години дегідратації $k_{\text{ОСМ}}^{3}$ також підтвердили переважальний вплив концентрації осмотичного агента з часткою впливу 38 % (рис. 7.7). Водночас під час дегідратації в перші три години в 2,6 раза знижується вплив температурою осмотичного агента (фактор В) та в 1,8 раза зростає вплив сортових і видових особливостей плодів (фактор А).

Вплив обох факторів перевищує 10 %, а отже, є істотним. З огляду на це, проводити процес осмотичної дегідратації протягом перших трьох годин необхідно з урахуванням усіх трьох факторів: видових і сортових особливостей плодів (фактор А), температури (фактор В) та концентрації (фактор С) осмотичного агента.

Отримані результати можна пояснити тим, що зі збільшенням температури знижується в'язкість осмотичного агента, що підвищує швидкість його проникності в міжклітинний простір плодів. За температури 20…40 °С цукровий розчин має вищу в’язкість та густину, що істотно гальмує процеси масообміну між плодами та осмотичним агентом.

З підвищенням температури зростає рухливість молекул як у клітинному соці сировини, так і в осмотичному агенті, тобто цукровому сиропі. Таке зростання рухливості молекул призводить до підвищення швидкості дифузії води з тканин плодів в осмотичний розчин і, як наслідок, до прискорення втрати вологи.

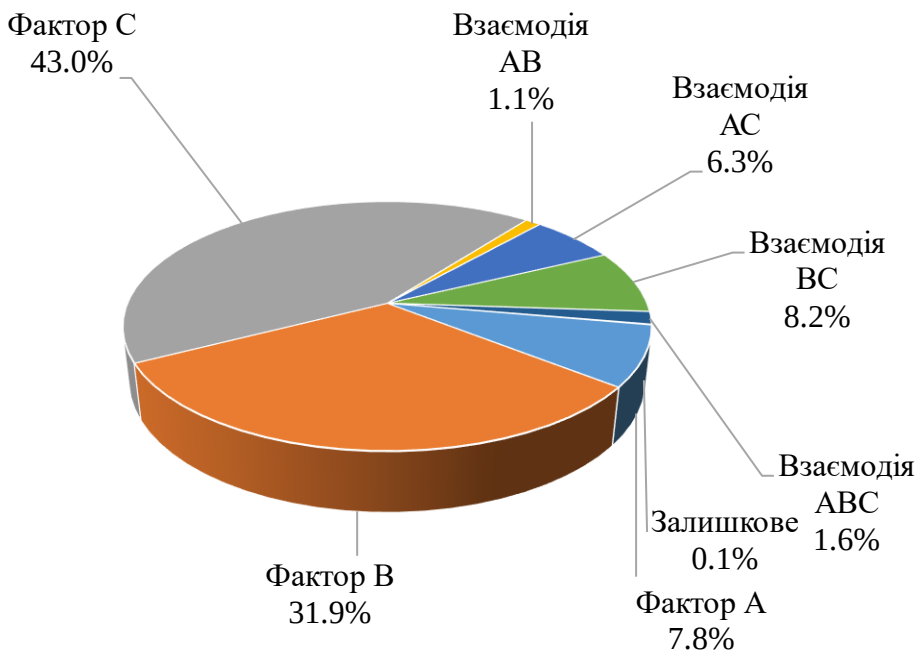


Рис. 7.6. **Частка впливу факторів на** $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$, %: фактор А – сорт плодів, фактор В – температура осмотичного агенту, фактор С – концентрація осмотичного агенту, АВ, АС, АВС, ВС – взаємодія факторів А, В і С, залишкове – випадкові та інші фактори.

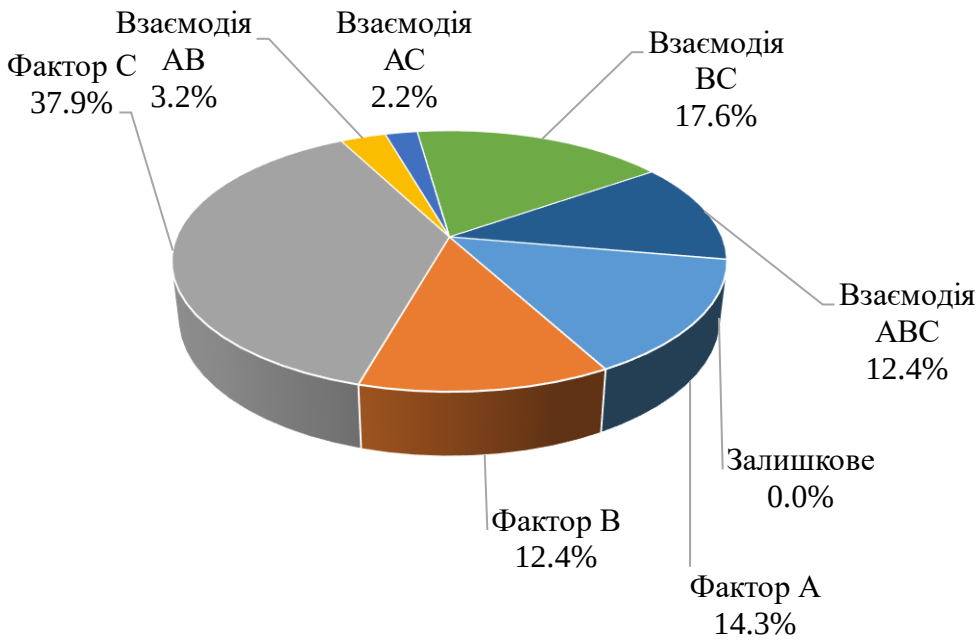


Рис. 7.7. **Частка впливу факторів на** $\boldsymbol{k}_{\text{ОСМ}}^{\mathbf{3}}$**, %:** фактор А – сорт плодів, фактор В – температура осмотичного агенту, фактор С – концентрація осмотичного агенту, АВ, АС, АВС, ВС – взаємодія факторів А, В і С, залишкове – випадкові та інші фактори.

Крім того, у діапазоні температур 80–100 °С відбувається часткова денатурація білків клітинних мембран і розм'якшення клітинних стінок, що суттєво полегшує перехід вологи з сировини в осмотичний агент. Цукровий сироп стає менш в'язким, що сприяє кращій взаємодії між плодами та осмотичним агентом.

Тривалий вплив високих температур може мати і негативні наслідки, пов’язані з ризиком активації неконтрольованого вивільнення клітинного соку з плодів. Таке явище може створити ефект кипіння всередині тканин і порушити рівновагу між водою й осмотичним агентом. Вища концентрація осмотичного агента створює більший градієнт концентрацій між клітинним соком плодів і розчином. Це прискорює зниження масової частки вологи в плодах і дифузію розчинних речовин з осмотичного агента до клітин. Це є однією з основних причин зростання швидкості втрати вологи на початкових етапах процесу. Зростання відбувається пропорційно до концентрації осмотичного агента.

За високої концентрації агента осмотична дегідратація проходить швидше, оскільки рівновага між вмістом води в плодах і осмотичним агентом встановлюється раніше. Із часом процес втрачає інтенсивність, оскільки градієнт осмотичного тиску зменшується. Якщо концентрації агента надто високі, то процес може завершуватися швидше, але з ризиком недостатньої втрати вологи або нерівномірного зневоднення плодів.Поряд з цим, за високої концентрації цукру на поверхні плодів може утворюватися щільний шар, який сповільнює подальший процес дегідратації. Крім того, висока осмотична концентрація в поєднанні з підвищеною температурою може викликати пошкодження тканин, зміну кольору чи втрату природного аромату [27].

Результати наших досліджень цілком підтверджують наявні наукові дані про вагомий вплив процесу дегідратації на сенсорні показники готових цукатів. Після перших трьох годин дегідратації проведено оцінювання сенсорних показників цукатів. Для сенсорного оцінювання на основі ДСТУ 6075:2009 «Цукати Технічні умови» [10] розробили вимоги до якості готової

продукції (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Вимоги до якості цукатів із плодів черешні та вишні

Сенсорний показник	**Його характеристика**
Зовнішній вигляд	Плоди цілі, не зморщені, характерної природної форми без значних деформацій, допускається наявність не більше ніж 10 % плодів із тріснутою шкірочкою, які зберегли форму, та наявність не більше ніж 3% неоднорідних за розміром та формою плодів; поверхня без темних плям чи ознак підгоряння, блискуча, без ознак пересушування; наявність кісточок та плодоніжок не допускається.
Смак	Гармонійний, відповідає природним особливостям плодів: у цукатів із черешен – солодкий з легким фруктовим відтінком, з вишен – солодкий із характерною кислинкою. Солодкість повинна бути вираженою, але не надмірною, щоб не домінувала над природними смаковими якостями плодів. Недопустимі ознаки гіркоти, надмірної кислотності, стороннього хімічного чи металевого присмаку, що може виникнути через порушення технології або використання неякісної сировини. Післясмак – приємний, солодкий або солодко-кислуватий, який нагадує смак натуральних плодів черешні та вишні.
Запах	Природний, характерний для використаних плодів, без сторонніх чи штучних запахів. Цукати повинні зберігати сортовий фруктовий букет, притаманний черешні або вишні, з легкими солодкими та кислуватими нотками. Аромат виразний, але не надто різкий чи інтенсивний, що забезпечує приємне сприйняття продукту. Не допускаються ознаки окислення, бродіння або залишковий запах осмотичного агента (цукрового сиропу).
Колір	Однорідний по всій поверхні та товші плодів, яскравий, насичений, червоний або темно-бордовий, максимально природній, без ознак термічного пошкодження пігментів під час осмотичної дегідратації. Не допускаються плями, потемніння чи знебарвлення.
Консистенція	Щільна, але не суха, без ознак надмірної жорсткості або крихкості, еластична, без наявності грудок цукру, який викристалізувався, плоди рівномірно дегідратовані та легко розрізуються, відсутність надлишкового насичення цукром, яка може спричинити кристалізацію на поверхні.

Результати сенсорної оцінки плодів цукатів наведено в додатку Д, таблиці Д 9. Аналіз результатів сенсорної оцінки показує, що мінімальними середніми балами характеризувалися цукати дегідратовані в 30-відсотковому та 70-відсотковому цукровому сиропі незалежно від його температури. У партіях таких цукатів виявили високий відсоток зморщених і деформованих плодів. Вони були не рівномірно дегідратовані, а внаслідок надмірної та дуже швидкої втрати вологи мали суху, жорстку, а інколи крихку консистенцію. Смак був не гармонійним: у розчинах із низькою концентрацією цукру – не достатньо солодким, а з високою – навпаки, занадто солодким. Крім того, під час дегідрації 70-відсотковим розчином за високих температур готові цукати мали яскраво виражений запах осмотичного агента, а також були наявні ознаки термічного пошкодження пігментів, через що їхній колір був темно-бордовий, а інколи навіть буро-коричневий. Причиною таких змін може бути реакція реакції Майяра та карамелізація цукрів.

Найбільш прийнятними сенсорними показниками характеризувалися цукати, дегідратовані розчинами середніх концентрацій 40–60 % не залежно від температури. Проте і вони мали відхилення від якості, що істотно позначались на смаку. Через повільне поглинання цукру, смак готових цукатів був не достатньо солодким і не виразним у цукатах з черешні та із занадто відчутною «кислинкою» в цукатах із вишні. Решта сенсорних показників під час дегідратації осмотичними агентами зазначених концентрацій відповідали розробленим вимогам якості.

Щоб усунути цей недолік, доцільно проводити багатостадійну дегідратацію з поступовим підвищенням концентрації осмотичного агента (цукрового сиропу). Ми розробили такі варіанти досліду (табл. 7.2).

Перед початком дегідратації, для досягнення повного розчинення цукру та зниження в’язкості осмотичного агента його нагрівали до температури 100 °С. Осмотичну дегідратацію проводили за температури 80 °С. Тривалість кожної стадії три години. Для розроблених варіантів досліду багатостадійної

дегідратації оцінили сенсорні показники (додаток Д, таблиця Д 10).

Таблиця 7.2

Варіанти досліду багатостадійної дегідратації

Варіант	Кількість стадій	Концентрація розчинів по стадіям дегідратації, %			
		1 стадія	2 стадія	3 стадія	4 стадія
1	2	40	50	-	-
2	2	40	60	-	-
3	3	40	50	60	-
4	4	40	50	50	60

Джерело: розробила автор

Наведені дані констатують, що оцінки за всіма сенсорними показниками були майже однакові та істотно не варіювалися залежно від видових та сортових особливостей. Це дало змогу визначити середню оцінку якості цукатів та візуалізувати її у вигляді профілограми (рис. 7.7).

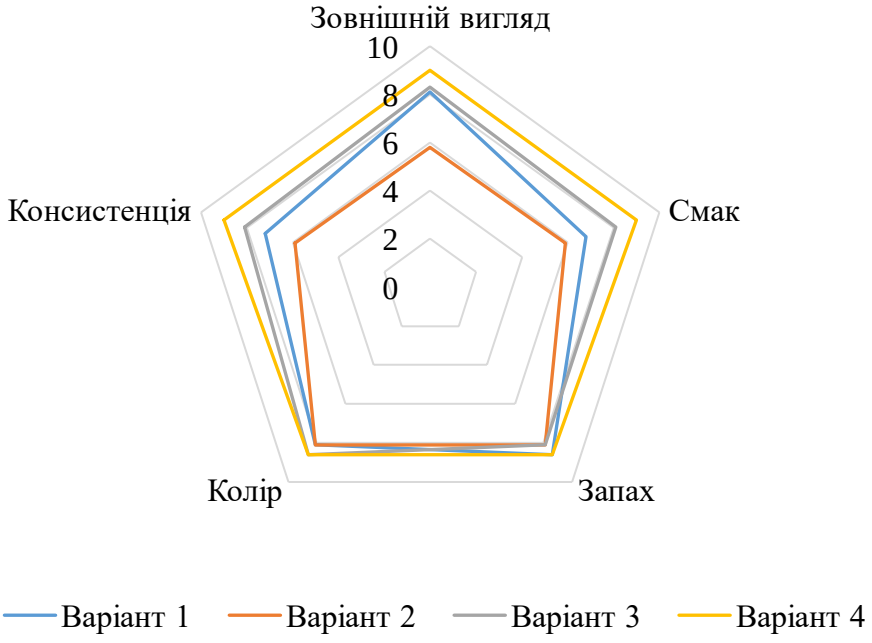


Рис. 7.8. **Сенсорні профілограми якості цукатів за багатостадійної дегідратації**

Отримані дані свідчать, що застосування чотиристадійної осмотичної дегідратації (варіант 4) дає змогу максимально усунути виявлені недоліки та істотно підвищити сенсорні показники якості цукатів. Водночас сумарна сенсорна оцінка становила 44,2 бали, середня – 8,84 бали. Причинами

зниження оцінки було: не повністю однорідний колір цукатів та недостатньо збережений запах, притаманний свіжій сировині. Сумарні оцінки сенсорних показників цукатів, виготовлених за іншими варіантами, були нижчими та коливались в межах від 33,8 балів (варіант 2) до 41,2 балів (варіант 3), водночас середні оцінки коливались у межах 6,76 – 8,24 балів відповідно.

Отже, багатостадійний підхід до осмотичної дегідратації із поступовим підвищенням концентрації цукрового сиропу дозволяє ефективно керувати процесами масопереносу, покращуючи якість кінцевого продукту. Отримані результати цілком узгоджуються з наявними в науковій літературі даними. Так, згідно з дослідженнями Azoubel P. M., Murr F. E. X. [30]; Lazarides H. N. Reasons [28] поступове збільшення концентрації осмотичного агента істотно знижує ризик утворення бар'єрного шару цукрів на поверхні плодів, що сприяє більш рівномірному зневодненню.

Крім того, поступова багатостадійна дегідратація зменшує руйнування клітинних стінок сировини, яке може виникати за різкої істотної різниці осмотичного тиску, і, як наслідок, сприяти збереженню природної консистенції та інших органолептичних властивостей плодів. Багатостадійна дегідратація дає можливість контролювати рівень дифузії цукрів у тканини плодів та втрату ендогенних біологічно активних речовин [29]. Зокрема, поступове зневоднення дозволяє зберегти високий вміст поліфенолів, органічних кислот та ароматичних сполук, які формують смак і аромат цукатів.

В наукових джерелах натрапляємо і на можливі енергетичні та економічні переваги багатостадійною дегідратацією.

Так, впровадження такого способу дегідратації дає змогу використовувати цукровий сироп багаторазово, забезпечуючи регенерацію осмотичного агента та зменшуючи відходи виробництва [30].

Отже, на основі отриманих результатів наукових досліджень для подальшого виробництва цукатів із плодів черешні та вишні у виробничих умовах рекомендовано проводити чотиристадійну осмотичну дегідратації з

поступовим підвищенням концентрації цукрового сиропу від 40 до 60 %.

7.1.4. Нові технологічні аспекти виробництва цукатів із свіжих плодів черешні та вишні

На основі отриманих та науково-обґрунтованих результатів були розроблені технологічні схеми процесів виробництва цукатів із темно забарвлених плодів черешні, вишні та світло забарвлених плодів черешні.

7.1.4.1. Виробництво цукатів із темнозабарвлених плодів черешні та вишні

Основною сировиною для виробництва цукатів є плоди черешні та вишні, які за показниками хімічного складу відповідають критерію придатності, параметри якого встановлені в п. 7.1.3 .

Плоди повинні бути чистими, без ознак гниття та ураження шкідниками, надмірної зовнішньої вологості, не мати стороннього запаху та присмаку, у стані споживчої стиглості.

Допускаються для виробництва цукатів плоди як типові, так і не типові за формою, рівномірного, однорідного забарвлення, з плодоніжкою або без неї. Крім того, для виробництва цукатів можуть бути використані черешні та вишні з мокрим відривом плодоніжки, з незначними свіжими або зарубцьованими механічними пошкодженнями шкірочки і тріснуті, доставлені на виробництво не пізніше ніж за дві години після збирання, та з повною відсутністю на їхній поверхні ознак мікробіологічного та фізіологічного псування (загнивання).

Плоди на виробництво цукатів транспортують автомобільним або залізничним транспортом. Транспортні засоби повинні бути обладнані згідно з правилами перевезення вантажів, які швидко псуються, і забезпечувати збереження товарних якостей фруктів.

Плоди черешні та вишні транспортують упакованими в перфоровані

пластикові ящики типу ОЗН розміром 600 х 400 мм, насипом по 10 кг. Ящики виготовлені з поліетилену низького тиску, що відповідає умовам контактування з харчовим продуктом та задовольняють вимоги ДСТУ 4971:2008 [31]. Після надходження на підприємство фрукти можуть зберігатися на сировинному майданчику не більше 12 годин.

На виробництво цукатів також поступають плоди після зберігання за температури 1–2 °С та відносній вологості повітря 90–95 з попередніи обробленням розчинами органічних кислот оптимальних концентрацій (див. розділ 4, п. 4.1.2; п. 4.1.3.) без ознак погіршення якості.

У цех виробництва сировину доставляють електронавантажувачем у тарі якій зберігалася (рис. 8.8, 8.9).

Інспекцію та сортування виконують одночасно, вручну на інспекційному роликовому конвеєрі А9-КТ2-О. Водночас видаляють екземпляри, що не задовольняють описаним попереду вимогам.

Наступною технологічною операцією є миття. Метою цієї технологічної операції є видалення з поверхні фруктів бруду, пилу, залишків пестицидів, мікроорганізмів та інших забруднень. Це важливий етап, що гарантує безпеку і якість кінцевого продукту. Вода, яку використовують для миття плодів, повинна відповідати ДСанПін на питну воду [32].

Крім того, чиста сировина сприяє кращому збереженню органолептичних властивостей (смаку, запаху, кольору) цукатів і підвищує їхній термін придатності. Для черешен та вишен миття рекомендовано проводити в м’якому режимі та використовувати для цього мийно-струшувальну машину А9-КМ-2-ц, за витрати води 3 $м^3$/т сировини.

Після миття фрукти транспортером подають на відрив плодоніжки. Операцію виконують механічним способом на машині для відриву плодоніжки А9-КЧЕ.

Кісточку видаляють за допомогою кісточковибивної машини КВ-250. Зазначена машина автоматично видаляє кісточку, зберігаючи форму і цілісність плоду, що має важливе значення для подальшого процесу

виготовлення цукатів.

Підготовлену основну сировину завантажують в апарат для проведення І стадії осмотичної дегідратації.

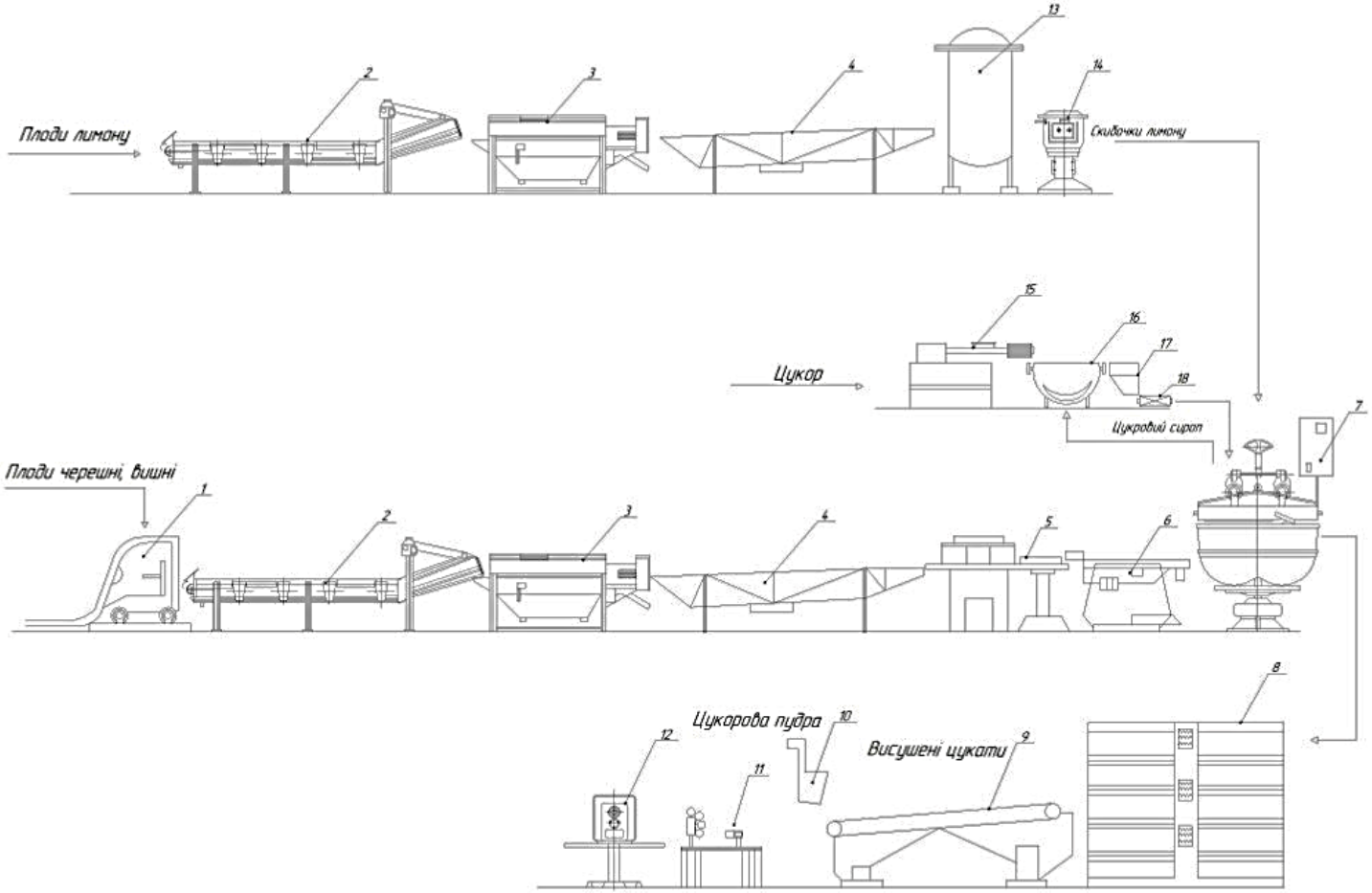


Рис. 7.9. **Структурно-апаратна схема виробництва цукатів із темнозабарвлених плодів черешні та вишні**

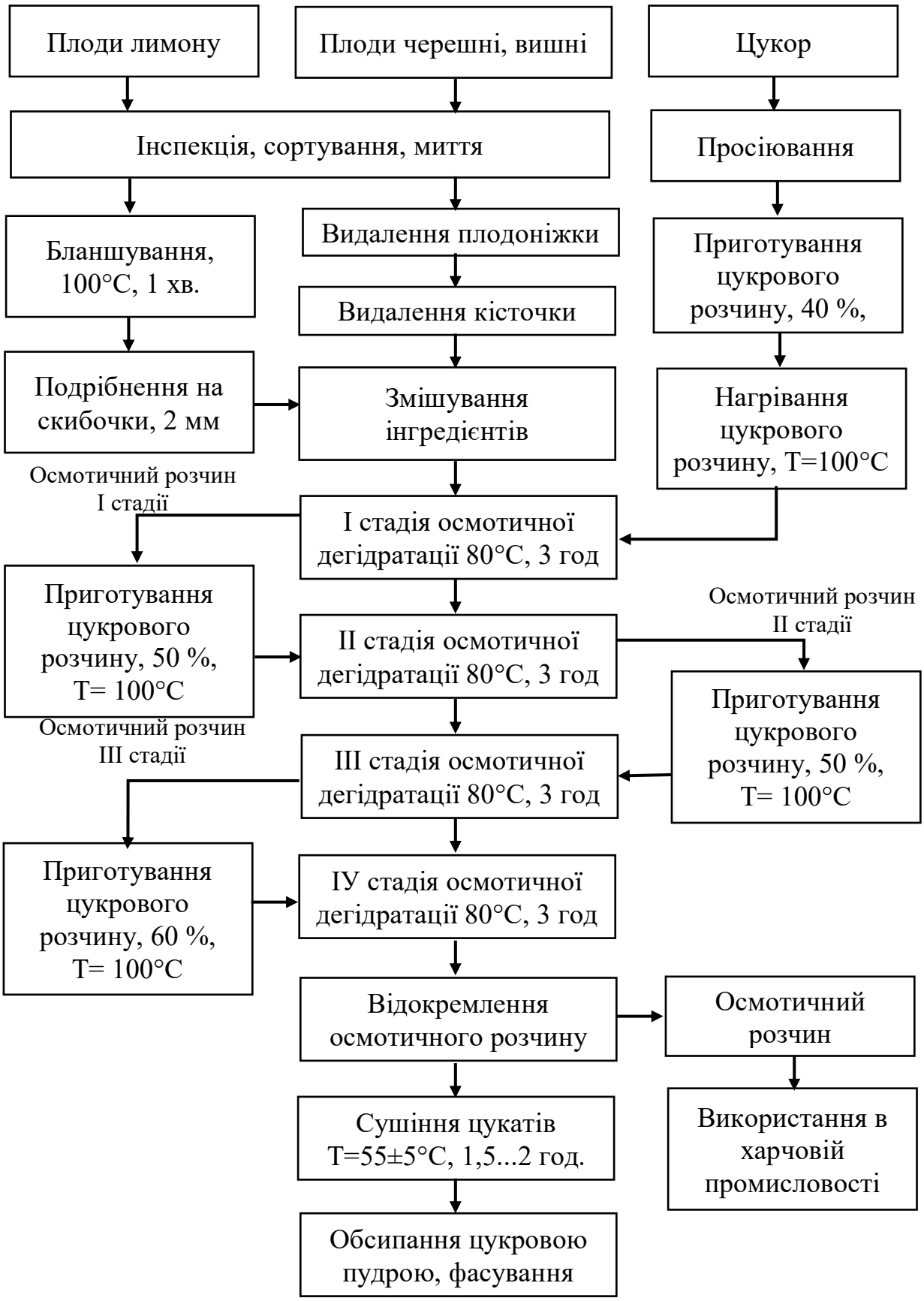


Рис. 7.10. **Технологічна схема виробництва цукатів із темнозабарвлених плодів черешні та вишні**

В апарат також завантажують підготовлені скибочки лимона та 40-відсотковий цукровий сироп.

Для отримання скибочок лимони інспектують, сортують і миють на машинах, які описані попереду. Далі бланшують на стрічковому шпарителі А9-КБЄ водою протягом 1 хвилини. Температура води 100 °С. Підготовлені лимони подрібнюють на скибочки завтовшки 2 мм на протирочно-різальній машині МПР-350М-02.

Цукор просіюють та відправляють на приготування цукрового сиропу гарячим способом. Водночас воду нагрівають до температури 50 °С, додають необхідну кількість цукру, нагрівають, не доводячи до кипіння, постійно перемішуючи до повного розчинення цукру.

Для І стадії осмотичної дегідратації використовують 40-відсотковий цукровий сироп. Необхідну кількість цукру та води для приготування 1000 кг сиропу визначають за формулою:

$$M_Ц = \frac{M_{сир} \cdot C_{сир}}{100}, \quad (7.7),$$

$$M_В = M_{сир} - M_Ц, \quad (7.8),$$

де $M_Ц$ – потрібна кількість цукру, кг;

$M_{СИР}$ – кількість сиропу, яку необхідно приготувати, кг;

$C_{СИР}$ – концентрація цукру в цукровому сиропі, %;

$M_В$ – потрібна кількість води, кг.

Отже, для приготування 1000 кг 40-відсоткового сиропу необхідно:

$$M_Ц = \frac{1000 \cdot 40}{100} = 400 \text{ кг} \quad (7.9),$$

$$M_В = 1000 - 400 = 600 \text{ кг} \quad (7.10),$$

І стадію осмотичної дегідратації виконують в апараті осмотичної дегідратації так: в апарат завантажують 40-відсотковий цукровий сироп, нагрівають до температури 100°С. Протягом технологічного процесу температуру поступово знижують до 80 °С. Таку температуру підтримують упродовж усього процесу дегідратації. У підготовлений сироп завантажують

підготовлені фрукти і скибочки лимону. Тривалість I стадії три години. Після завершення I стадії, осмотичний розчин (цукровий сироп) повністю відокремлюють. Фруктовий напівфабрикат залишається в апараті.

Для проведення другої стадії осмотичної дегідратації отриманий після першої стадії осмотичний розчин коригують за концентрацією цукру, доводячи його до 50 %. Необхідну кількість цукру визначають за формулою:

$$M_{ЦУК}^{n} = \frac{M_{СИР} \cdot C_{СИР}^{n} - M_{СИР} \cdot C_{СИР}^{n-1}}{100 - C_{СИР}^{n}}, \quad (7.11),$$

де $M_{ЦУК}^{n}$ – потрібна маса цукру, для коригування концентрації цукрового сиропу на n-ій стадії дегідратації, кг;

$M_{СИР}$ – маса сиропу, яка надійшла на коригування після попередньої стадії дегідратації, кг;

$C_{СИР}^{n}$ – концентрація сиропу на n-ій стадії осмотичної дегідратації, %;

$C_{СИР}^{n-1}$ – концентрація сиропу, який надійшов із попередньої стадії дегідратації, %.

Скоригований за концентрацією осмотичний розчин температурою 100 ± 5 °С подають в апарат для осмотичної дегідратації. Тривалість II стадії три години за температури 80 °С.

Усі подальші етапи осмотичної дегідратації виконують аналогічно. Водночас осмотичний розчин після II стадії коригують до концентрації 50 %, після III стадії – до 60 % цукру. Тривалість III стадії – 3 години, IV стадії – 3 години.

Отриманий після заключної стадії осмотичний розчин відправляють на подальше використання в харчовій промисловості.

Напівфабрикат із осмотично-дегідратованої фруктової сировини відправляють у сушарку. Сушіння триває 1,5–2,0 години за температури 55 ± 5 °С, до остаточного вмісту вологи 15 ± 5 %.

Сушені цукати обсипають на стрічковому транспортері цукровою пудрою, яку подають дозатором. Для реалізації в роздрібній торговельній мережі цукати фасують у пакети місткістю по 200 гр, для оптового

промислового використання – в ящики або картонні коробки вагою 10–15 кг. Фасують на фасувальній машині.

Зберігають цукати за температури 20 °С та відносній вологості повітря не вище 70 % до 12 місяців.

Готові цукати з плодів черешні та вишні характеризуються високими органолептичними показниками – зовнішнім виглядом, кольором, насиченим ароматом та приємним кисло-солодким смаком. У процесі зберігання якісні показники таких цукатів не погіршуються.

Отже, такий спосіб поступового насичення цукатів цукром без багаторазового уварювання дає змогу запобігти розварюванню цукатів, зменшити втрати цінних функціональних властивостей сировини. Додавання скибочок лимону сприяє збереженню натурального кольору цукатів та надає їм характерного для лимону присмаку та аромату.

Осмотичний розчин може бути використаний для приготування цукатів з інших видів рослинної сировини, а також повидла, желе та іншої консервованої продукції, або бути реалізованим у вигляді однокомпонентного товарного сиропу або топінгу.

7.1.4.2. Виробництво цукатів із світлозабарвлених плодів черешні

Процес виробництва цукатів із світлозабарвлених плодів черешні є майже аналогічним представленому попереду.

Його особливості пов’язані із сортовими властивостями сировини, а саме з необхідністю стабілізації природного забарвлення.

До найбільш ефективних, простих та дешевих способів запобігання потемнінню плодів зараховують оброблення розчинами антиоксидантів або сульфітними сполуками [3].

У розробленому способі виробництва цукатів зі світлозабарвлених плодів черешні запропоновано підготовлені плоди, після видалення кісточки без затримки занурювати в розчин лимонної кислоти з pH 2,5–3,0, де витримувати 1,0–1,5 години.

Початкова температура розчину 90 °С, кінцева 25 °С. Після витримки плоди відділяються від розчину. Відділений розчин направляють для приготування цукрового сиропу. Подальший процес приготування цукатів є повністю ідентичним до описаного попереду процесу виробництва цукатів із темнозабарвлених сортів черешні та вишні. Технологічну схему виробництва цукатів зі світлозабарвлених плодів черешні наведено на рисунку 8.10, структурно-апаратну – на рисунку 7.11.

Отже, розроблений спосіб виробництва цукатів із світлозабарвлених плодів черешні забезпечує можливість отримання готової продукції відмінної якості за рахунок витримки у розчині лимонної кислоти.

Така витримка сприяє інактивації окисних ферментів та запобігає потемнінню готових цукатів. Готові цукати стають напівпрозорими на вигляд, мають привабливий золотистий колір, рівний по всій поверхні виробів, насичений аромат і приємний освіжний кисло-солодкий смак. У процесі зберігання якісні показники цукатів не погіршуються.

7.2. Процес виробництва цукатів із попередньо заморожених плодів черешні та вишні

7.2.1. Теоретичні аспекти виробництва цукатів із попередньо заморожених плодів черешні та вишні

Аналіз наукових джерел свідчить про щораз вищу цікавість до процесу виробництва цукатів, за якого сировину перед осмотичною дегідратацією піддають попередньому заморожуванню [38–42]. Така цікавість передусім пов’язана з тим, що заморожування фруктової сировини забезпечує її тривале зберігання. Це дає можливість налагодити процес виробництва цукатів протягом усього року, незважаючи на сезонність збирання фруктів [43–46]. Виробництво цукатів із замороженої сировини, на думку деяких дослідників, може мати також і технологічні переваги [42].

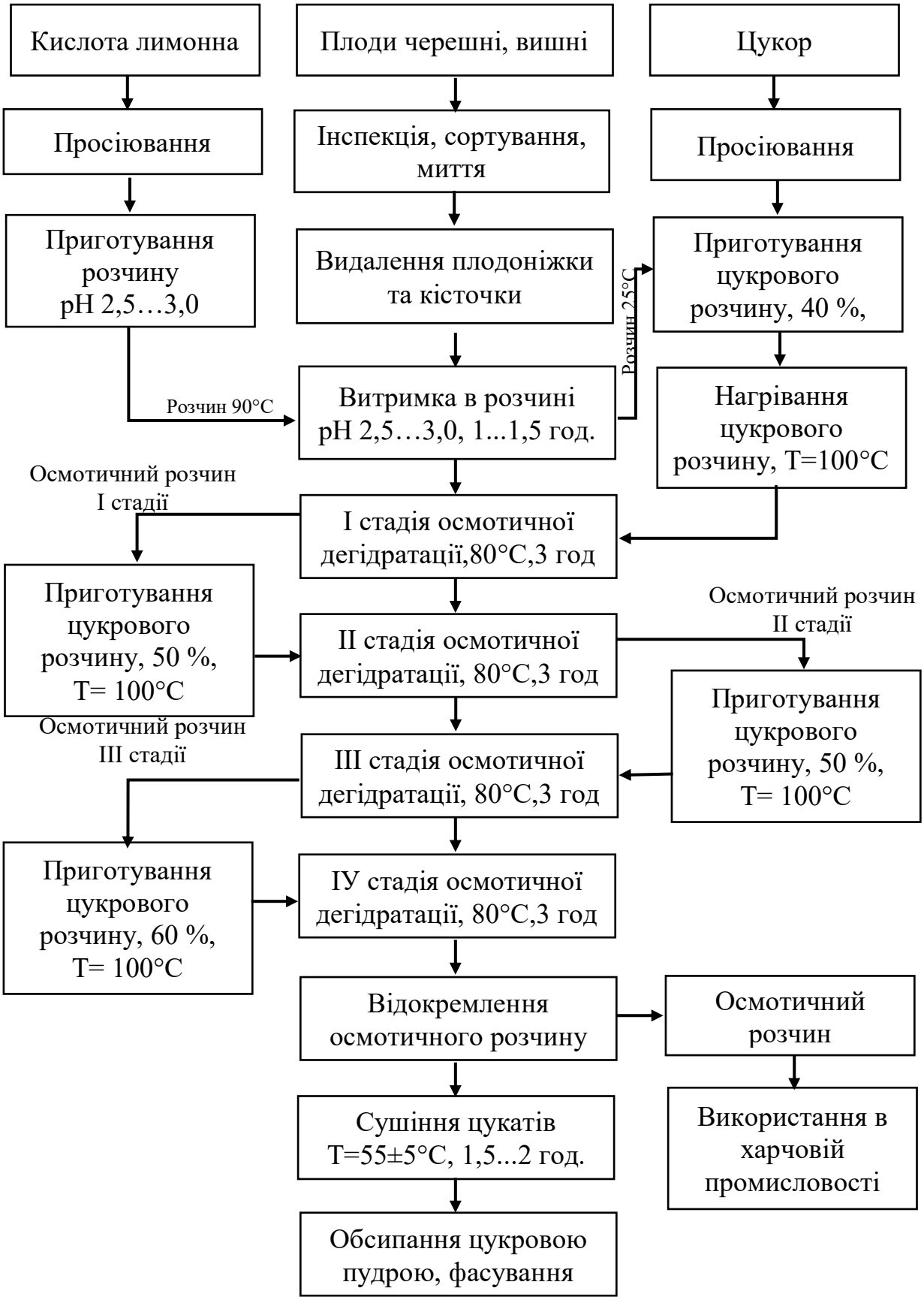


Рис. 7.11. **Технологічна схема виробництва цукатів із світлозабарвлених плодів черешні**

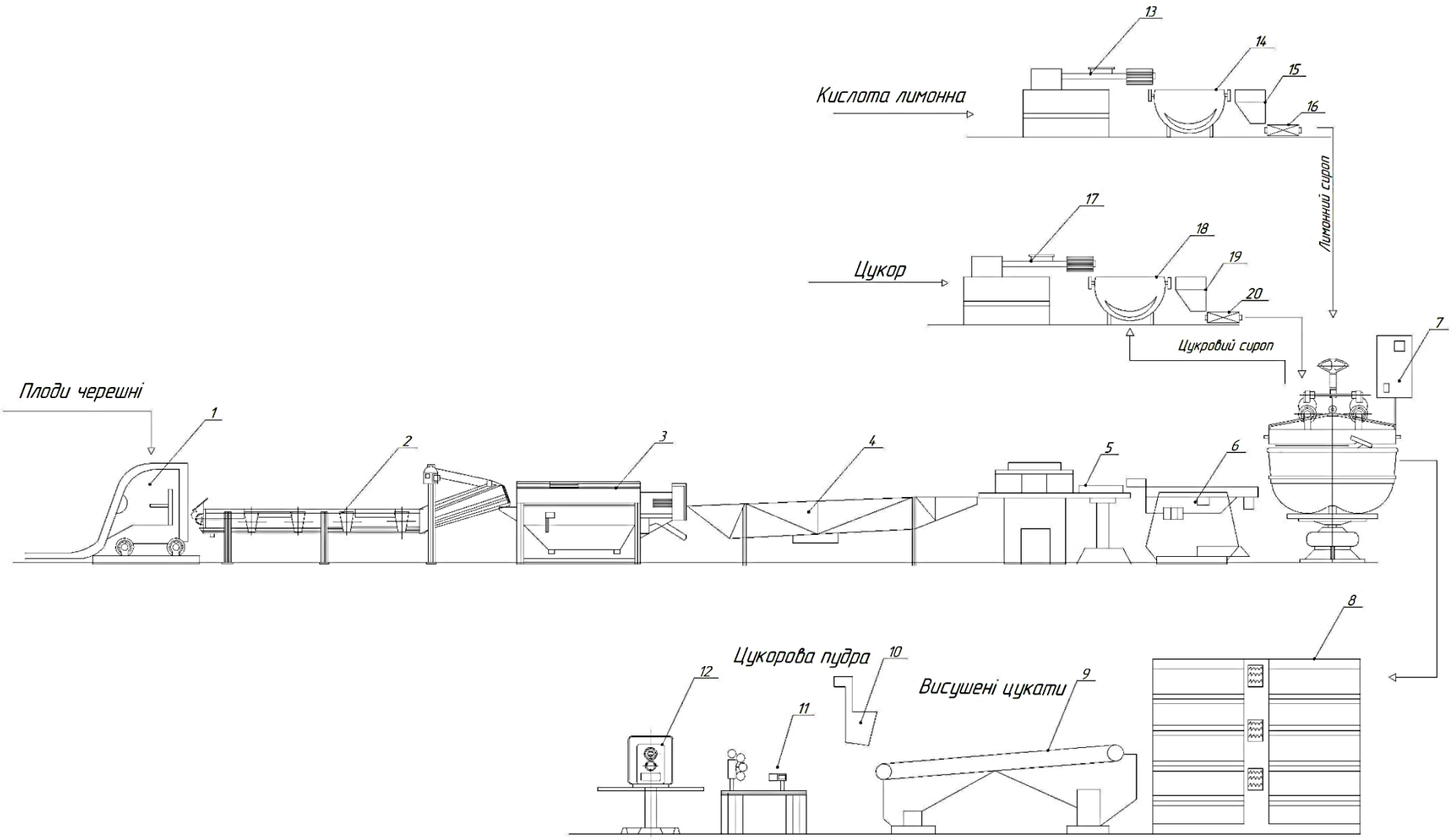


Рис. 7.12. **Технологічна схема виробництва цукатів зі світлозабарвлених плодів черешні**.

Наслідком процесу заморожування рослинної сировини є складні фізико-хімічні, гістологічні, колоїдно-біохімічні зміни, що призводять до зміни її вихідних властивостей [47; 48].

Серед перелічених процесів провідне місце під час заморожування рослинної сировини відведено процесові кристалоутворення в клітинах та міжклітинних просторах. Швидкість кристалізації вологи визначає зміни гістологічної структури та компонентів хімічного складу. Висока швидкість заморожування інтенсифікує процес кристалоутворення та сприяє утворенню дрібних кристалів льоду, що мінімізує зміни гістологічної структури та залишає клітини більш цілісними. Це сприяє кращому збереженню органолептичних властивостей фруктів після дефростації.

Натомість повільне заморожування призводить до утворення більш крупних кристалів льоду, які істотно змінюють гістологічну структуру сировини та в багатьох випадках можуть руйнувати клітинні мембрани [49; 50].

Проте у виробництві цукатів із заморожених плодів шляхом осмотичної дегідратації таке часткове руйнування гістологічної структури може бути корисним, оскільки пошкодження клітинних стінок сприяє більш ефективному проникненню осмотичного агента та пришвидшує виведення води з клітин. Збереженню форми і товарного вигляду можуть сприяти біохімічні особливості, характерні для плодів черешні та вишні, а також іншої рослинної сировини, що характеризується дрібноволокнистою структурою. Відповідно до наукових джерел [51; 52] така продукція під час зберігання в замороженому стані набуває більш щільної консистенції. Причиною такої зміни гістологічної структури вважають утворення пектатів, які є результатом взаємодії кальцію з пектинової кислотою, що міститься у сировині. Пектинова кислота в плодах вишні та черешні утворюється внаслідок дії ферменту пектази на розчинний пектин. Водночас від молекул пектину відокремлюються метоксильні групи та утворюються метиловий спирт і вільна пектинова кислота, яка є полігалактуроновою кислотою. Пектинова кислота легко утворює солі –

пектати. Пектати так само взаємодіють із кальцієм, який міститься у фруктах, потім осідають із розчину, надаючи щільну консистенцію замороженим продуктам.

Крім гістологічних змін, заморожування істотно сповільнює ферментативні процеси. Це дозволяє зберігати природний колір, аромат і смак фруктів, забезпечуючи відмінні органолептичні властивості готових цукатів .

Ще однією важливою перевагою заморожування є збереження харчової цінності плодів. Попереднє заморожування не тільки дає можливість зберегти високу якість сировини протягом тривалого зберігання, а й мінімізує втрати вітамінів і антиоксидантів, що робить цукати із заморожених плодів більш корисними для споживачів. Завдяки особливостям осмотичної дегідратації, готовий продукт матиме помірний рівень цукру, зберігаючи водночас природну «кислинку» вишні чи ніжну солодкість черешні. Отже, виробництво цукатів із заморожених плодів черешні та вишні є обґрунтованим та перспективним рішенням, яке сприятиме високій якості готового продукту та підвищенню ефективності виробничого процесу. Заморожування фруктів перед виробництвом цукатів шляхом осмотичної дегідратації буде виконуватись у звичайній холодильній камері за температури мінус 24 ± 1 °С повільним способом. Це забезпечить у подальшому більш ефективну дегідратацію, оскільки створяться умови для швидкого проникнення осмотичного агента й інтенсифікації процесу видалення вологи.

7.2.2. Дослідження впливу заморожування та тривалого зберігання на зміни технологічних, біохімічних та органолептичних показників плодів

7.2.2.1. Динаміка величини втрати соку в плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання

Одним із найважливіших технологічних показників, які характеризують якість замороженої продукції вважають величину втрати соку, який

безпосередньо відображає ступінь структурних пошкоджень клітинної тканини плоду. Визначення величини втрати соку допомагає прогнозувати поведінку плодів у різних технологічних процесах, зокрема таких, як осмотична дегідратація та сушіння цукатів.

У таблицях Д 9–11додатку Д наведено результати досліджень величини втрати соку плодів черешні раннього, середнього та пізнього термінів достигання, а в таблиці 12 – плодів вишні. Аналіз даних, наведених у таблицях констатує, що незалежно від видових та сортових особливостей максимальна величина втрати клітинного соку спостерігалась безпосередньо після заморожування плодів і коливалась в межах від 5,7 % у плодів вишні до 16,8 % у плодів черешні раннього терміну достигання.

Наведений діапазон числових даних свідчить про наявність істотних відмінностей як у розрізі груп сортів, так і видів плодів. Серед груп сортів черешні максимальною середня величина втрата соку була в ранніх сортів, мінімальною у сортів пізнього строку достигання. Середньосортове значення цього показника для 33 сортів черешні було на рівні 15,0 %. Порівнюючи види, встановили, що середня величина втрати соку під час дефростації плодів вишні була у 2,6 раза меншою порівняно з середньосортовим показником плодів черешні.

Отримані результати можуть бути пояснені фізико-хімічними та структурними особливостями дослідних видів та сортів плодів. Плоди черешні характеризуються більшою масовою часткою вільної вологи порівняно з вишнею. Вільна волога під час заморожування утворює більші кристали льоду, які можуть викликати руйнування гістологічної структури. У плодах вишні, відсоток вільної вологи є істотно нижчим, що сприяє утворенню більш дрібних кристалів льоду під час заморожування та кращому збереженню гістологічної структури.

Крім того, сухі речовини вишні містять значно більшу кількість пектинових речовин, клітковини та органічних кислот, порівняно з черешнею. Пектинові речовини та клітковина сприяють збереженню міцних зв’язків між

клітинами та зменшують імовірність втрати клітинного соку після розморожування. Вищий вміст кислот обумовлює створення високого осмотичного тиску в клітинах, що сприяє кращому утриманню вологи та сприяє збереженню гістологічної структури.

Більша величина втрати соку під час дефростації плодів черешні, особливо раннього строку достигання, пов’язана із більш ніжнішою структурою м’якоті, нижчим вмістом таких сухих речовин, як пектин, клітковина та органічні кислоти, а також вищим вмістом вільної вологи.

У процесі зберігання зміни величини втрати клітинного соку після дефростації були не істотними порівняно з першим етапом. Після 30 діб зберігання цей показник зростав на 4,7–10,5 % залежно від сортових та видових особливостей плодів. Максимальним воно було у плодів черешні раннього терміну достигання. Зростання ж величини втрати соку за період від 30 до 90 доби зберігання було не істотним і збули в межах статистичної похибки.

Отже, за результатами експериментальних досліджень можемо констатувати, що серед плодів черешні групи сортів раннього строку достигання мінімальною втратою клітинного соку після заморожування та тримісячного зберігання характеризувався сорт Kazka, максимальною – сорт Merchant (дод. Д, табл. Д 11). Сортом середнього строку достигання, що має мінімальну втрату клітинного соку на всіх етапах зберігання, є Kordia, максимальну – Liubymytsia Turovtseva (дод. Д, табл. Д 12). Сортом пізнього строку достигання, що характеризувався мінімальною втратою клітинного соку на всіх етапах зберігання був сорт Meotyda, максимальною – Kosmichna (дод. Д, табл. Д 13). Сортом вишні, що характеризувався мінімальною втратою клітинного соку після заморожування та тримісячного зберігання, був сорт Melitopolska purpurna, максимальною – сорт Vstriecha (дод. Д,табл. Д 14).

Отже, значення величини втрати клітинного соку під час дефростації є важливим критерієм для оцінювання структурної цілісності плодів, яка впливає на ефективність процесів осмотичної дегідратації та сушіння у

виробництві цукатів. Оптимальні втрати соку забезпечують більш рівномірний процес дегідратації, збереження текстури та покращення органолептичних властивостей готових цукатів.

7.2.2.2. Динаміка сухих речовин у плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання

Дослідження динаміки вмісту сухих речовин під час заморожування та подальшого зберігання плодів є визначальним для забезпечення якості цукатів. За даними наукової літератури [53–56], цей показник впливає на дегідратаційні процеси, осмотичний баланс і технологічні властивості готового продукту. Вміст сухих речовин у свіжих плодах черешні й вишні, а також його зміни під час зберігання мають вирішальне значення для науково обґрунтованого добору сировини для виробництва цукатів.

У свіжих плодах черешні накопичення сухих речовин складало: ранні сорти – 17,32 %, середньостиглі – 19,03 %, пізні – 19,91 % (дод. Д, табл. Д 15–Д 17). Серед ранніх сортів мінімальний вміст мав Biharro Burlat (15,52 %), максимальний – Rubinova Rannia (18,81 %) та Valerii Chkalov (18,53 %). У групі середнього достигання: найнижчий показник – Liubymytsia Turovtseva (17,32 %), найвищий – Dachnytsia (20,56 %) та Talisman (20,55 %). Серед пізніх сортів: мінімум – Prazdnichna (18,81 %), максимум – Udivitiel’na (20,63 %), Krupnoplidna (20,51 %), Meotyda (20,43 %) та Temporion (20,34 %).

У свіжих плодах вишні мінімальний вміст сухих речовин відзначено в сорту Expromt – 16,48 %, максимальний – у сорту Griot Melitopolskyy – 20,63 %.

Заморожування спричинило статистично достовірне зниження вмісту сухих речовин у всіх зразках. Збереженість у черешні одразу після заморожування склала: для ранніх сортів – 69,3–87,2 %, середніх – 76,8–94,6 %, пізніх – 84,4–95,8 %. Найвищі значення після заморожування: Valerii Chkalov (15,96 %), Rubinova Rannia (15,52 %), Talisman (19,55 %), Udivitiel’na (19,87 %).

У вишні збереженість сухих речовин після заморожування складала 70,4–95,8 %. Максимальне значення зафіксовано в сорту Griot Melitopolskyy – 19,37 %.

Протягом 90 днів зберігання в плодах черешні раннього строку достигання збереженість сухих речовин варіювалася в межах 93,8–99,2 %. У сорту Valerii Chkalov зафіксовано статистично недостовірне збільшення вмісту показника на 0,07 %. У середньостиглих сортів збереженість складала 95,7–100,0 %, водночас у сортах Pervystok і Dilema – незначне підвищення (на 0,01–0,08 %). Такі коливання можуть бути зумовлені як статистичними варіаціями, так і біохімічними змінами, зокрема утворенням вільних цукрів внаслідок розпаду складних форм [57; 58].

У пізньостиглих сортів черешні збереженість сухих речовин складала 95,6–100,0 %. Максимальні значення через 90 діб: Valerii Chkalov (16,03 %), Rubinova Rannia (15,04 %), Talisman (19,32 %), Udivitiel'na (19,45 %), Krupnoplidna і Meotyda (19,43 %).

У вишні сорту Griot Melitopolskyy вміст сухих речовин був стабільно високим протягом усього зберігання – 19,09–20,63 %. Коливання вмісту показника після заморожування та зберігання були статистично недостовірними ($НІР_{0.5}$ = 0,15–1,57 %).

Отже, основні втрати сухих речовин спостерігаються на етапі заморожування, незалежно від виду та сорту плодів. Саме цей етап доцільно використовувати як критерій придатності черешні та вишні до виробництва цукатів із замороженої сировини.

7.2.2.3. Динаміка цукрів у плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання

Найважливішими компонентами, що визначають якість цукатів, є цукри та органічні кислоти. Вміст цукрів впливає на дегідратацію, осмотичний тиск і смак продукту, тоді як органічні кислоти забезпечують цукрово-кислотний баланс і збереження текстури плодів [59–61]. У зв'язку з цим, дослідження їх

вмісту під час заморожування та зберігання є важливим для обґрунтованого добору сировини для виробництва цукатів.

За результатами досліджень, середній вміст цукрів у свіжих плодах черешні раннього, середнього та пізнього термінів достигання складав 11,9 %; 12,9 %; 13,1 % відповідно (дод. Д, табл. Д 19–Д 21).

Серед ранніх сортів найменший вміст цукрів зафіксовано в сорту Merchant (10,6 %), максимальний – у сортів Sweet Early (12,9 %) і Valerii Chkalov (12,6 %). У середньостиглих сортів – від 10,8 % (Liubymytsia Turovtseva) до 15,6 % (Dachnytsia) і 14,6 % (Talisman). У пізньостиглих – від 11,9 % (Regina) до 14,4 % (Krupnoplidna), 14,1 % (Meotyda), 13,9 % (Mirazh′).

У вишні мінімальний вміст цукрів визначено у сортах Expromt та Solidarnist’ (10,4–10,7 %), максимальний – у сорту Griot Melitopolskyy (12,2 %) (дод. Д, табл. Д 22). Сорти Ozhydaniye, Modnytsia, Shalun’ia, Siyanets Turovtsovoi також характеризувались високим вмістом цукрів (11,6–11,8 %).

Заморожування супроводжувалося статистично достовірним зменшенням вмісту цукрів незалежно від виду та сорту. Збереженість цукрів у черешні становила: для ранніх сортів – 73,0–92,0 %; середніх – 71,8–91,7 %; пізніх – 80,6–91,4 %. У вишні найвища збереженість (90,2–92,3 %) зафіксована в сортів Griot Melitopolskyy, Modnytsia, Melitopolska purpurna; найнижча – у сорту Solidarnist’ (73,8 %).

Упродовж 90 діб зберігання спостерігалося подальше зниження або стабілізація вмісту цукрів. У черешні ранніх сортів збереженість становила 92,6–100 % (за винятком Rubinova Ranna). У середньостиглих сортів (Vynka, Temp′, Liubymytsia Turovtseva, Kordia, Oktavia, Orion, ′Chervneva Rannia, Dachnytsia, Prostir) – 96,22–99,21 %, у сортів Melitopol’s’ka chorna, Dilema, Talisman, Pervystok– незначне недостовірне зростання на 0,10–0,33 %. Аналогічні недостовірні збільшення (0,08–0,19 %) спостерігалися в пізньостиглих сортів Krupnoplidna, Karina, Regina, Mirazh′, Udivitiel’na, Zodiak, Surpryz, Kolhoznytsia, Anons, Temporion, Meotyda. У сортах Zabuta′ та Kazka вміст цукрів залишався незмінним. За даними українських і зарубіжних

досліджень [61–64], збільшення вмісту цукрів у плодах, які не містять крохмалю (зокрема, черешня і вишня), за низькотемпературного зберігання зумовлено інверсією сахарози, а також гідролізом пектинових речовин, геміцелюлоз і целюлози. Отже, основні втрати цукрів припадають на етап заморожування. Саме цей показник доцільно використовувати як критерій для оцінювання технологічної придатності сортів черешні та вишні до виробництва цукатів із замороженої сировини.

7.2.2.4. Динаміка титрованих кислот у плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання

За даними Philippon J., вміст органічних кислот у складі сухих розчинних речовин плодів є незначним, оскільки основну їх частину нейтралізовано і подано у формі нейтральних солей, які не мають кислотних властивостей. Смак плодів визначається саме вільними кислотами та їх кислими / середніми солями, що входять до складу титрованих кислот [65].

У свіжих плодах черешні раннього, середнього та пізнього строку достигання середній вміст титрованих кислот становив відповідно 0,47 %; 0,66 %; 0,69 % (дод. Д, табл. Д 23–Д 25). Мінімальні значення зафіксовано для сорту Merchant (0,37 %), Orion (0,59 %) та Regina (0,57 %). Максимальні – у сортів Talisman (1,00 %), Zodiak і Anons (0,71–0,72 %), якщо $НІР_{05}$ від 0,02 % до 0,03 %.

Для вишні середній вміст титрованих кислот склав 1,51 % (дод. Д, табл. Д 26). Мінімальне значення спостерігалося у сортів Мелітопольська пурпурна та Modnytsia (1,26 %), максимальне – у сорту Solidarnist’ (1,79 %).

Після заморожування збереженість титрованих кислот у черешні складала: ранні сорти – 87,2–96,2 %, середні – 95,2–100,0 %, пізні – 90,2–100,0 %; у вишні – 87,6–100 %. Після 90 діб зберігання у черешні збереженість була 97,1–100 % (виняток – сорти Sweet Early, Valerii Chkalov, Zabuta′ – 0,49–0,50 %). Сорт Talisman зберіг 0,99 % титрованих кислот, у пізніх сортів рівень збереженості сягав 100 %, з максимальним вмістом у сортів Zodiak (0,70 %) та

Anons (0,71 %).

Збільшення титрованих кислот на 1,5–3,6 % зафіксовано наприкінці зберігання в ряду середніх і пізніх сортів черешні. У вишні через 90 діб зберігання збереженість становила 95,7–100 %, із незначним зростанням (0,03–0,8 %) у сортів Expromt , Solidarnist'. Це зумовлено розпадом цукрів під дією низьких температур, що частково компенсує втрати кислот [65].

Найвищий вміст титрованих кислот у замороженій вишні через 90 діб виявлено у сортів Griot Melitopolskyy (0,61 %) та Solidarnist' (0,71 %).

Отже, титровані кислоти зберігають високу стабільність як під час заморожування, так і під час подальшого зберігання. Коливання їхнього вмісту здебільшого статистично недостовірні. Тому, як критеріальний показник для наукового обгрунтування придатності сортів черешні та вишні для виробництва цукатів із заморожених плодів будемо використовувати діапазон даних з етапу контролю – одразу після заморожування.

7.2.2.5. Динаміка аскорбінової кислоти у плодах черешні та вишні під час заморожування та подальшого зберігання

Одним із ключових фітонутрієнтів, що визначає біологічну цінність плодів черешні та вишні, є вітамін С (L-аскорбінова кислота). З огляду на його високу біохімічну лабільність, вміст аскорбінової кислоти доцільно розглядати як індикатор якості плодів, зокрема оцінюючи ефективність технологій холодильного оброблення рослинної сировини [66].

У свіжих плодах черешні середній вміст аскорбінової кислоти залежно від строку достигання становить: у ранньостиглих сортах – 7,10 мг/100 г, у середньостиглих – 8,93 мг/100 г, у пізньостиглих – 8,48 мг/100 г (дод. Д, табл. Д 27–Д 29). У межах групи ранньостиглих сортів вміст аскорбінової кислоти варіює від 6,84 мг/100 г (сорт Biharro Burlat) до 7,36 мг/100 г (сорт Kazka); у середньостиглих – від 5,95 мг/100 г (′Chervneva Rannia) до 10,94 мг/100 г (Dilema); у пізньостиглих – від 7,29 мг/100 г (Regina) до 10,67 мг/100 г (Mirazh′). У свіжих плодах вишні середній вміст аскорбінової

кислоти становить 9,17 мг/100 г, водночас мінімальні значення зафіксовано в сорту Griot Melitopolskyy (8,23 мг/100 г), а максимальні – в сорту Shalun'ia (10,44 мг/100 г).

Процес заморожування супроводжується статистично достовірним зменшенням вмісту аскорбінової кислоти незалежно від виду та строку достигання плодів. Збереженість аскорбінової кислоти в черешні після заморожування становить 25,43–32,69 % для ранньостиглих сортів, 29,58–48,37 % – для середньостиглих і 25,35–46,10 % – для пізньостиглих. У плодах вишні цей показник варіює в межах 24,91–43,92 %, з мінімальним значенням у сорту Ighrushka (2,18 мг/100 г) та максимальним – у сорту Solidarnist' (4,01 мг/100 г).

Через 90 діб зберігання вміст аскорбінової кислоти в заморожених плодах черешні досягає 83,60–97,91 % від її початкового рівня в ранньостиглих сортів, 85,79–99,25 % – у середньостиглих та 85,96–97,67 % – у пізньостиглих. У ряді випадків спостерігалося зростання вмісту аскорбінової кислоти на завершальному етапі зберігання, що може бути пов'язано з біохімічною активністю окисно-відновних процесів у тканинах плодів. Зокрема, у плодах сортів Kazka (2,32 мг/100 г), Zabuta′ (2,34 мг/100 г), Sweet Early і Biharro Burlat зафіксовано приріст на 2,82–6,86 % порівняно з рівнем одразу після заморожування. Аналогічне зростання помічено в сортах Talisman, Vynka, Dilema (1,02–5,80 %) та у пізньостиглих сортах Karina, Zodiak, Surpryz, Kosmichna, Temporion (0,02–5,53 мг/100 г).

У плодах вишні через 90 діб зберігання збереженість аскорбінової кислоти складала 97,26–99,67 %, водночас найвищий вміст зафіксовано в сорту Solidarnist' (3,90 мг/100 г). Виявлене зростання вмісту аскорбінової кислоти в ряді випадків корелює з даними досліджень Ancos B. de, Gonzalez E. M. та Cano M. P., які встановили можливість відновлення дегідроаскорбінової кислоти в умовах заморожування та зберігання, а також розпаду комплексів аскорбінової кислоти з фенольними сполуками [67].

Отже, результати досліджень свідчать, що основні втрати аскорбінової

кислоти в плодах черешні та вишні відбуваються саме на етапі заморожування. Для наукового обґрунтування придатності сортів цих культур до виробництва цукатів з використанням замороженої сировини доцільно застосовувати рівень збереженості аскорбінової кислоти після заморожування як ключовий оціночний критерій.

7.2.2.6. Динаміка суми фенольних сполук у плодах черешні та вишні при заморожуванні та подальшому зберіганні

У плодах черешні та вишні різних сортів, вирощених у південному регіоні України, ідентифіковано 20 фенольних сполук, що зумовлюють їхні антиоксидантні властивості [67]. Як показали дослідження вчених, фенольні речовини відіграють ключову роль у біохімічному синергізмі з аскорбіновою кислотою, стабілізуючи її активність та сприяючи пролонгації антиоксидантного потенціалу плодів. Така взаємодія забезпечує збереження якості плодової сировини під час довготривалого зберігання. У зв’язку з цим, доцільним є використання кількісних змін та рівня збереженості фенольних сполук як критерію оцінювання придатності сортів черешні та вишні до заморожування [68].

Вміст фенольних речовин у свіжих плодах черешні залежав від строків достигання: у ранньостиглих сортів – у середньому 177,53 мг/100 г, середньостиглих – 198,11 мг/100 г, пізньостиглих – 241,94 мг/100 г (дод. Д, табл. Д 31–Д 33). Коливання вмісту в межах сортогруп становило: 155,63–203,17 мг/100 г для ранньостиглих, 128,70–240,24 мг/100 г для середньостиглих, 195,04–288,55 мг/100 г для пізньостиглих.

У вишні фенольні сполуки коливалися в межах 164,97–243,14 мг/100 г, із найвищими значеннями у сорту Melitopolska purpurna та найнижчими у сорту Expromt; сорт Siyanets Turovtsovoi виявив високий вміст – 224,61 мг/100 г. Заморожування супроводжувалося статистично достовірними втратами фенольних речовин у плодах черешні незалежно від строку достигання: у ранньостиглих збереженість становила 39,53–69,58 %, у середньостиглих –

38,61–82,43 %, у пізньостиглих – 36,80–74,22 %; для вишні – 35,94–49,58 %.

Через 90 діб зберігання збереженість фенольних сполук у черешні відносно рівня після заморожування складала 85,25–97,12 % (ранньостиглі), 78,34–95,37 % (середньостиглі) та 93,58–99,69 % (пізньостиглі). Максимальні значення зафіксовано у сортів Kazka (120,51 мг/100 г), Dilema (141,56 мг/100 г), Talisman (139,87 мг/100 г), Udivitiel'na (172,19 мг/100 г) та Meotyda (178,15 мг/100 г); мінімальні – у сортів Dachnytsia (51,15 мг/100 г) і Anons (82,15 мг/100 г). У деяких сортах після 90 діб зберігання виявлено зростання фенольних сполук на 0,41–14,45 % порівняно з рівнем після заморожування. Зокрема, у сортів Liubymytsia Turovtseva, Dilema, Prostir, Karina, Prazdnichna, Meotyda та інших спостерігалося збільшення на 0,47–12,59 мг/100 г, що, ймовірно, пов'язано з розпадом поліфенольних комплексів. Аналогічна динаміка встановлена у вишні: збереженість фенольних речовин після 90 діб зберігання становила 92,07–99,64 %, з максимальними значеннями в сорту Siyanets Turovtsovoi (94,81 мг/100 г) і мінімальними – у сорту Expromt (60,00 мг/100 г). У сортах Ighrushka та Solidarnist' також зафіксовано незначне підвищення вмісту фенольних сполук (на 0,13–0,36 мг/100 г), що пояснюється аналогічними механізмами розщеплення фенольних комплексів.

Отже, основні втрати фенольних речовин у плодах черешні та вишні спостерігаються саме на етапі заморожування, що обґрунтовує доцільність використання рівня їх збереження після заморожування як науково вивіреного критеріального показника придатності сортів до переробки на цукати з використанням замороженої сировини.

7.2.2.7. Сенсорне оцінювання плодів черешні та вишні під час заморожування та їх подальшого зберігання

Оцінювання сенсорних параметрів заморожених плодів черешні трьох строків достигання та вишні представлена у додату Д, табл. Д 35–Д 38.

Сенсорне оцінювання плодів черешні раннього строку достигання в свіжому та замороженому стані коливається в діапазоні 7,1–9,0 балів. У

свіжому вигляді максимальну оцінку отримали плоди сортів Kazka (9,0 балів) та Valerii Chkalov (8,9 балів). Мінімальні значення сенсорних параметрів отримали плоди сортів Rubinova Rannia та Merchant (7,7 балів).

Аналіз сенсорних характеристик свіжозаморожених плодів визначив, що кращими як одразу після заморожування, так і на всіх етапах зберігання плодів в замороженому стані виявилися сорти Valerii Chkalov та Kazka (8,4 бали).

Сенсорне оцінювання плодів черешні пізнього строку достигання в свіжому та замороженому стані коливається в діапазоні 7,4–9,0 балів. У свіжому вигляді максимальну оцінку отримали плоди сортів Krupnoplidna (9,0 балів) та Udivitiel'na (8,9 балів). Мінімальні значення сенсорних параметрів отримали плоди сортів Kolhoznytsia (8,0 балів).

Аналіз сенсорних характеристик свіжозаморожених плодів визначив, що кращими одразу після заморожування виявились сорти Kosmichna, Anons (8,2 бали).

На етапі одразу після заморожування до фінального етапу зберігання отримані співставні сенсорні оцінки плодів. Через 3 місяці зберігання максимально високі сенсорні параметри отримали плоди сортів Kosmichna, Anons (8,1–8,2 бали).

Сенсорне оцінювання плодів вишні у свіжому та замороженому стані коливається в діапазоні 8,6–7,7 балів. У свіжому вигляді максимальну оцінку отримали плоди сортів Griot Melitopolskyy, Modnytsia (8,7 балів), якщо $НІР_{05}$ 0,10 балів. Мінімальні значення сенсорних параметрів отримали плоди сорту Solidarnist' (8,4 бали).

Аналіз сенсорних характеристик свіжозаморожених плодів визначив, що кращими одразу після заморожування виявились сорти Shalun'ia (8,2 бали), Ighrushka, Vstriecha (8,1 балів). Одразу після заморожування до фінального етапу зберігання отримали співставні сенсорні оцінки плодів. Через 3 місяці зберігання максимально високі сенсорні параметри отримали плоди сортів Vstriecha, Ighrushka (8,1 бали).

7.2.3. Аналіз результатів визначення придатності сортів до виробництва цукатів із заморожених плодів методом багатокритеріальної оптимізації

Для наукового обгрунтування вибору сорту черешні та вишні для заморожування та подальшого виробництва цукатів провели розрахунки відповідно розробленому алгоритму (див. п. 7.2.2.).

Аналізуючи значення цільових функцій, установили ранжирований ряд свіжозаморожених плодів черешні трьох строків достигання за рівнем збереженості їхніх якісних показників (дод. Д, табл. Д 39–Д 41).

У межах досліджуваної групи сортів раннього строку достигання оптимальним за досліджуваними параметрами виявився класичний сорт Valerii Chkalov (1 ранг) − φ(x2) = 1,22 (дод. Д, табл. Д 39). На підставі показників якості свіжозаморожених плодів сорту Valerii Chkalov розроблено комплекс фізико-біохімічних та органолептичних критеріїв та їхніх значень, які є вирішальними у визначенні придатності сорту до заморожування та подальшого виробництва цукатів: величина втрати соку відразу після заморожування не більш 16 %; початкова концентрація сухих розчинних речовин – 16,50 %; цукрів – 12,60 %; титрованих кислот–0,53 %; вітамін С – 7,13 мг/ 100 г; суми фенольних речовин – 194,07 мг/100 г; сенсорна оцінка – 8,9 балів.

У межах досліджуваної групи сортів середнього строку достигання (дод. Д., табл. Д 40) кращими за збалансованістю показників виявилися заморожені плоди сорту Kordia (1 ранг) − $\varphi(x_8)$ = 0,65. До комплексу визначальних критеріальних показників для плодів черешні групи сортів середнього строку достигання зарахували такі: величина втрати соку відразу після заморожування становить до 10,7 %; початкова концентрація сухих розчинних речовин – 16,60%; цукрів – 13,80 %; титрованих кислот – 0,74 %; вітамін С – 10,63 мг/ 100 г; суми фенольних речовин – 239,47 мг/100 г;

сенсорна оцінка – 8,4 балів.

В групі сортів пізнього строку достигання (дод. Д., табл. Д 41) оптимальними за показниками якості виявилися плоди сорту Udivitiel'na (1 ранг) – $\varphi(x_5)$ = 1,07. До комплексу визначальних критеріальних показників для плодів черешні групи сортів пізнього строку достигання внесено таке: величина втрати соку відразу після заморожування на рівні до 11,6 %; початкова концентрація сухих розчинних речовин – 18,60 %; цукрів – 13,00 %; титрованих кислот – 0,70 %; вітамін С – 7,58 мг/ 100 г; суми фенольних речовин – 288,55 мг/100 г; сенсорна оцінка – 8,9 балів.

Якісний аналіз заморожених плодів вишні (дод. Д, табл. Д 42) визначив, що кращим за збалансованістю якісних показників виявився сорт Griot melitopolskyy (1 ранг) − $\varphi(x_5)$ = 1,45. До оптимального комплексу фізико-біохімічних та органолептичних критеріїв для плодів вишні зарахували: величина втрати соку відразу після заморожування не вище 4,2 %; початкова концентрація сухих розчинних речовин – 18,60 %; цукрів – 12,20 %; титрованих кислот – 1,65 %; вітаміну С – 8,23 мг/100 г; сума фенольних сполук – 193,264 мг/100 г; сенсорна оцінка – 8,7 балів.

Метод багатокритеріальної оптимізації дав змогу виділити за комплексом фізико-біохімічних та органолептичних показників найбільш придатні до заморожування та подальшого виробництва цукатів сорти черешні в розрізі трьох строків достигання: Valerii Chkalov (раннє достигання), Kordia (середнє достигання), Udivitiel'na (пізнє достигання). Серед плодів вишні найбільш придатним визначено сорт Griot Melitopolskyy.

За результатами багатокритеріальної оптимізації розроблено комплекс фізико-біохімічних та органолептичних критеріїв та їх значень, які будуть виступати маркерами під час визначення сортової придатності плодів черешні та вишні до заморожування та подальшого виробництва цукатів.

7.2.4. Дослідження впливу властивостей осмотичного агента на кінетику осмотичної дегідратації під час виробництва цукатів із заморожених плодів

Для дослідження впливу властивостей осмотичного агента на кінетику осмотичної дегідратації у виробництві цукатів із заморожених плодів провели науковий експеримент, під час якого вивчено вплив різних концентрацій осмотичного агента за різних температур. Дослідні концентрації осмотичного агента (цукрового сиропу) та його температури були повністю ідентичними, обраним під час дослідження процесу осмотичної дегідратації свіжих плодів. Процес проводили до досягнення рівноважного стану між осмотичним агентом та об’єктом дегідратації.

За результатами багатокритеріальної оптимізації сортами черешні найбільш придатними для виробництва цукатів із заморожених плодів визнані сорти Valerii Chkalov, Kordia, Udivitiel’na, вишні – сорт Griot Melitopolskyy (дод. Д, табл. Д 39–Д 42). Для сортів черешні, які були обрані модельними для досліджень процесу дегідратації під час виробництва цукатів зі свіжих плодів, за результатами багатокритеріальної оптимізації встановлено 2 ранг. Вони також характеризуються високою придатністю для виробництва цукатів. З огляду на це, задля забезпечення можливості порівняння ефективності дегідратації свіжої та замороженої сировини прийняли рішення про використання ідентичних модельних сортів в обох дослідах. Отже, модельними сортами цього досліду були сорти черешні Kazka, Talisman, Krupnoplidna та вишні – Griot Melitopolskyy.

Методика досліду та експериментальні розрахункові показники були ідентичні до досліду із свіжими плодами.

Результати визначення експериментальних показників наведено в додатку Д, табл. Д 43–Д 45 та рисунках 7.13 – 7.16.

Проаналізувавши отримані експериментальні дані, встановили динаміку їх змін, аналогічну динаміці під час дегідратації свіжих плодів. Зафіксовано

зростання вмісту цукрів та сухих розчинних речовин протягом усього періоду дегідратації до досягнення значення осмотичної рівноваги. Час дегідратації до досягнення осмотичної рівноваги також змінювався під впливом факторів, проте він був істотно меншим порівняно зі свіжими плодами. Максимальне його значення 24 години було зафіксоване під час дегідратації за температури 20 °С для плодів усіх видів і сортів. Підвищення температури осмотичного агента сприяло скороченню тривалості осмотичної дегідратації до 6–9 годин залежно від його концентрації.

Результатами досліджень встановлено, що динаміка швидкості зростання цукрів та СРР, а також зниження масової частки води під час осмотичної дегідратації заморожених плодів вишні та черешні не відрізнялась від свіжої, проте їхні числові значення були істотно вищими. Максимальні значення встановлені для концентрацій осмотичного агента вище 50 % в температурному діапазоні 80–100 °С в перші три години дегідратації.

Отже, тривалість процесу дегідратації заморожених плодів, як і свіжих, не доцільно встановлювати більше 3 годин.

Числові значення осмотичних коефіцієнтів за весь період осмотичної дегідратації $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ та перші три години дегідратації $k_{\text{ОСМ}}^{3}$ заморожених плодів черешні та вишні наведено в додатку Д., табл. Д 46.

Отримані значення констатують, що по мірі зростання температури цукрового сиропу осмотичний коефіцієнт за весь період дегідратації $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ також демонструє чітку тенденцію до зростання. Проте в межах одного температурного діапазону зростання концентрації сиропу супроводжується зниженням $k_{\text{ОСМ}}^{3}$. Під час дослідження дегідратації заморожених плодів упродовж перших трьох годин встановлено дещо іншу динаміку. Максимальні осмотичні коефіцієнти визначено для плодів всіх видів та сортів під час дегідратації цукровим сиропом концентрацією 30 % і температурою 20 °С, аналогічно як і для свіжих плодів. Проте по мірі зростання температури осмотичного агента чіткої динаміки зміни $k_{\text{ОСМ}}^{3}$ не встановлено. За підвищення концентрації осмотичного агента в межах одного температурного діапазону

відбувалось стабільне зниження $k_{\text{ОСМ}}^{3}$ для всіх сортів.

Результати дисперсійного аналізу свідчать (рис. 7.17) про нівелювання переважального впливу концентрації осмотичного агента (фактор С) на значення $k_{\text{ОСМ}}^{3}$ заморожених плодів за перші три години дегідратації. Відповідно до отриманих результатів уплив усіх трьох факторів був майже однаковим. Домінування фактора С (концентрації цукрового сиропу) складало всього 4 %. Потрібно також зазначити, що істотним був також вплив взаємодії всіх трьох факторів (взаємодія А, В, С) з часткою 16 %.

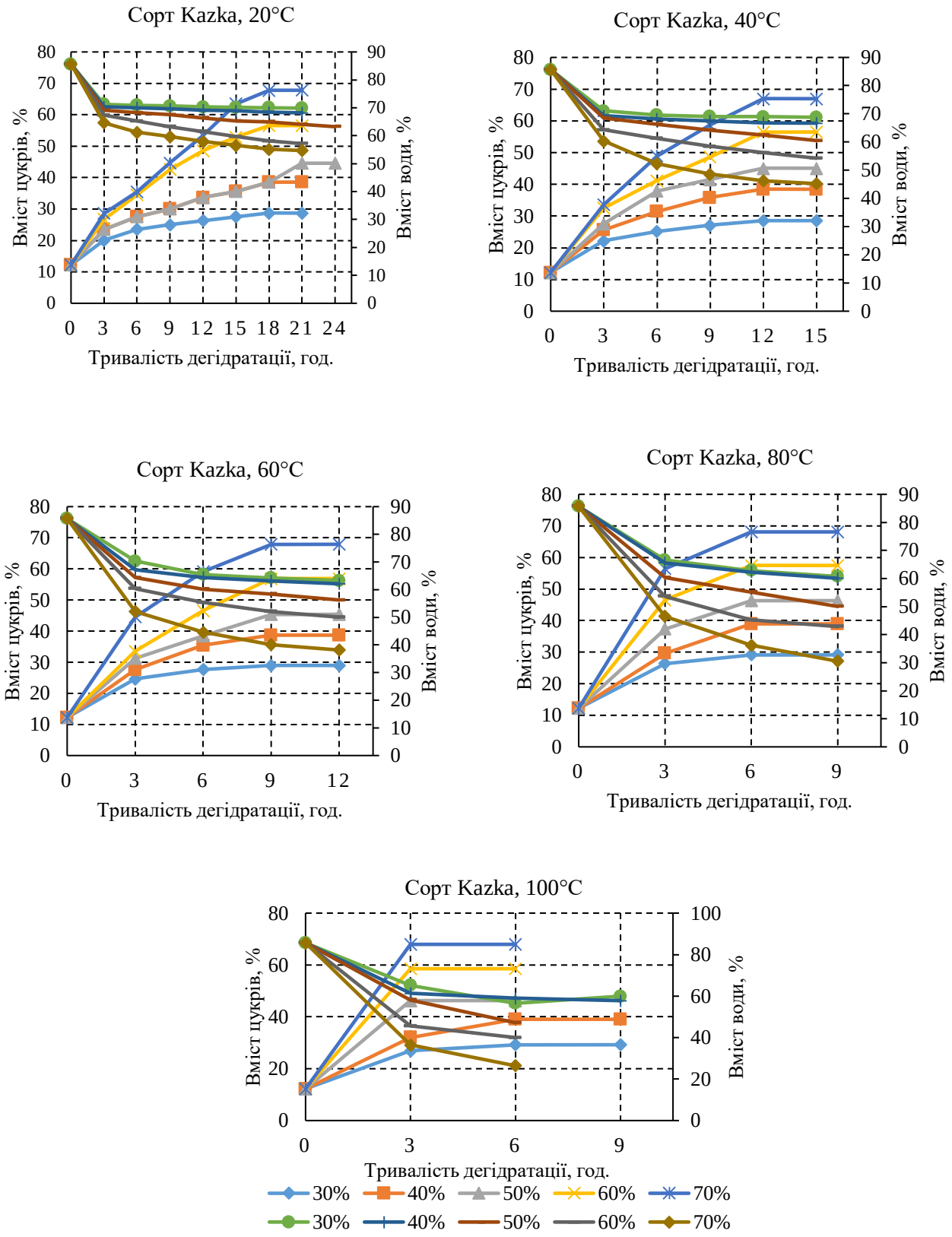


Рис. 7.13. **Динаміка наростання масової частки цукрів і зниження масової частки вологи під час осмотичної дегідратації заморожених плодів черешні сорту Kazka**

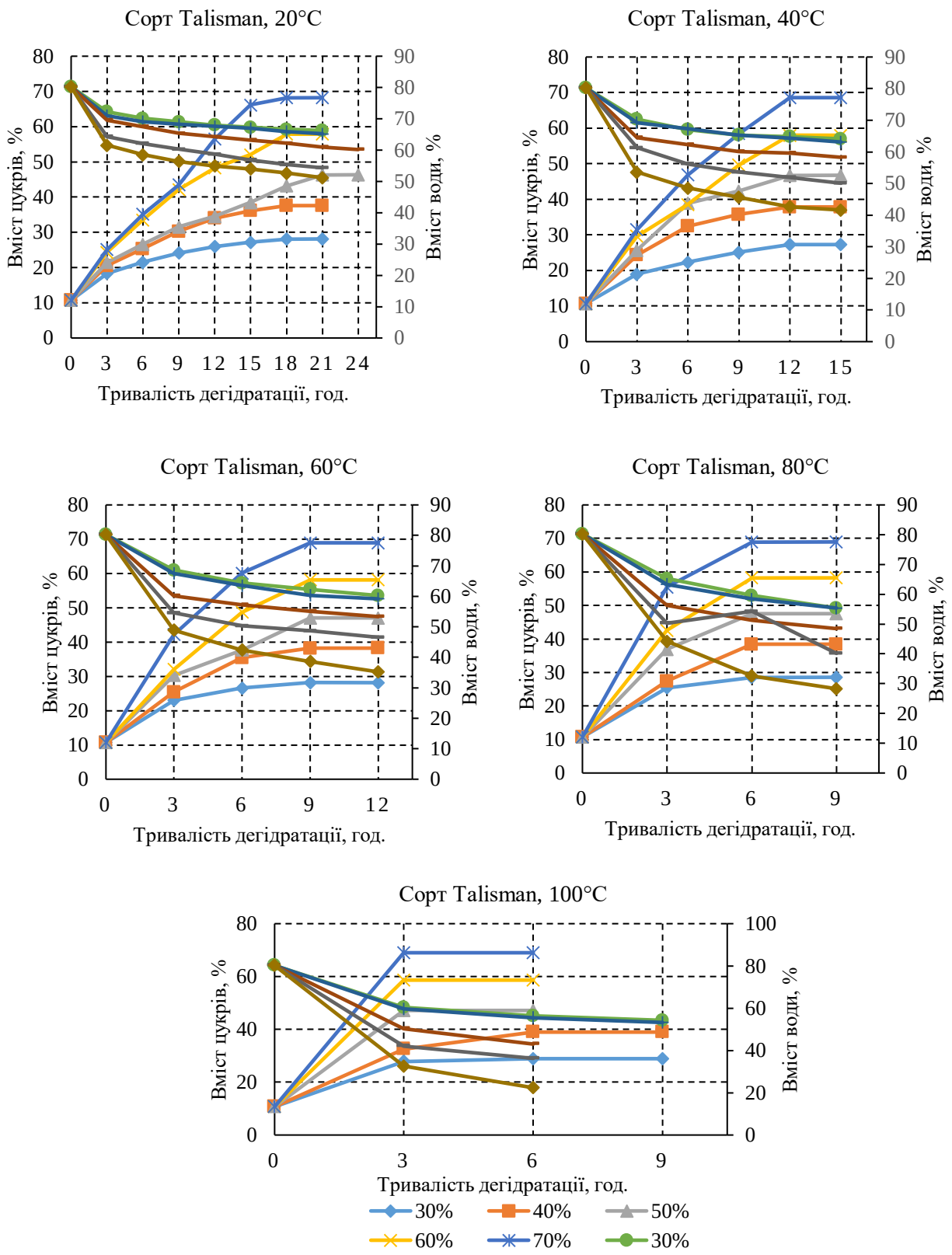


Рис. 7.14. **Динаміка наростання масової частки цукрів і зниження масової частки вологи під час осмотичної дегідратації заморожених плодів черешні сорту Talisman**

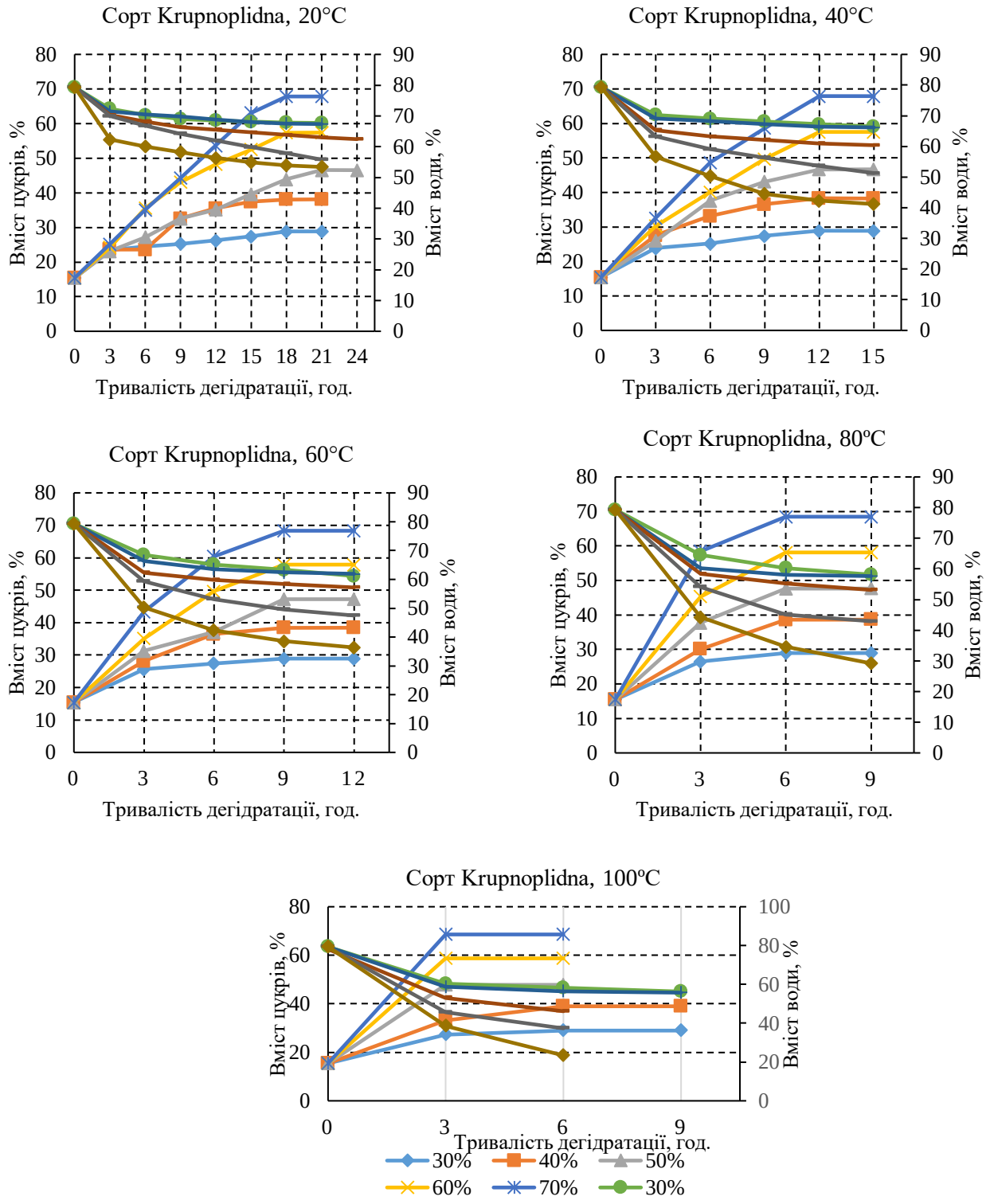


Рис. 7.15. **Динаміка наростання масової частки цукрів і зниження масової частки вологи під час осмотичної дегідратації заморожених плодів черешні сорту Krupnoplidna**

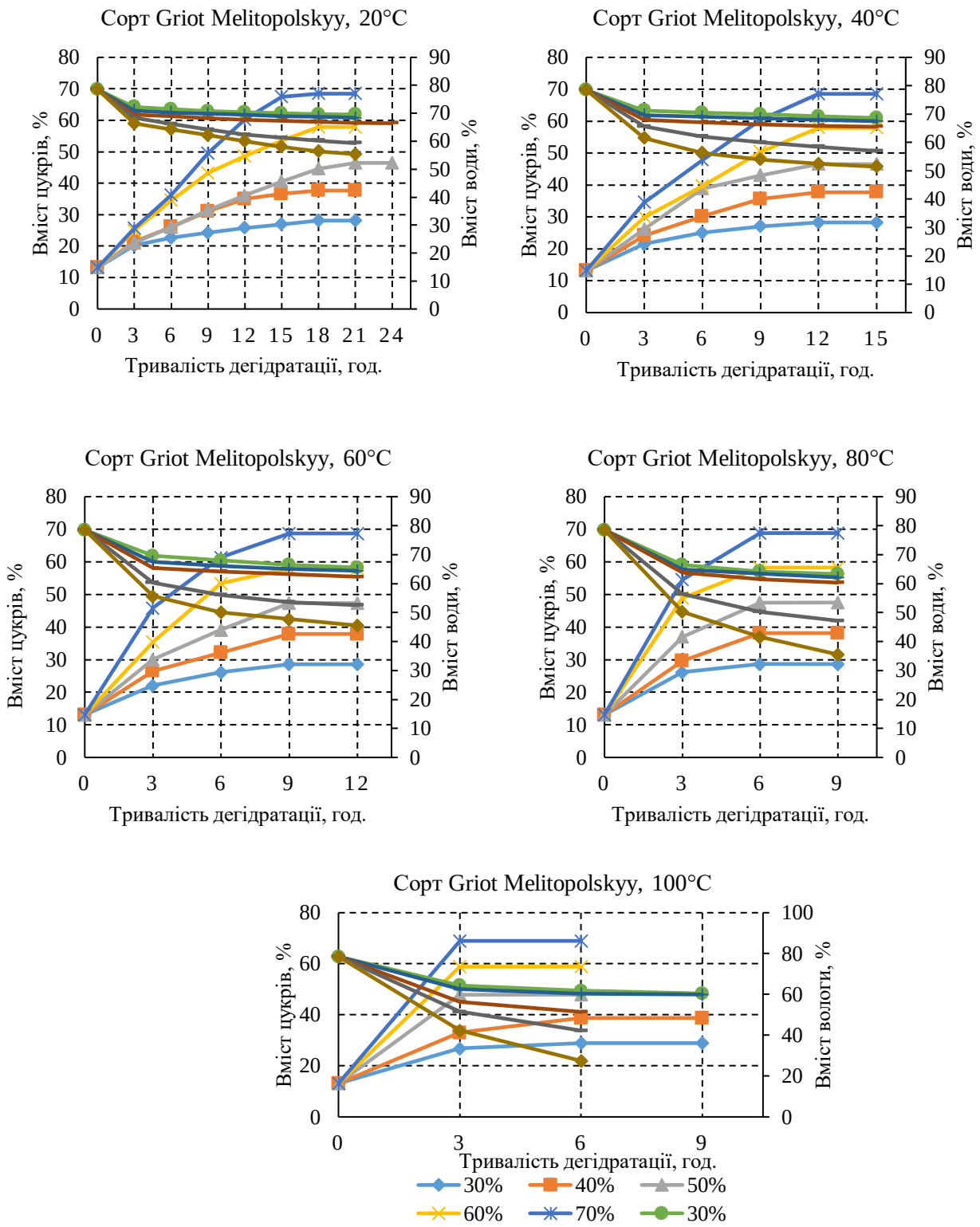


Рис. 7.16. **Динаміка наростання масової частки цукрів і зниження масової частки вологи під час осмотичної дегідратації заморожених плодів вишні сорту Griot Melitopolskyy**

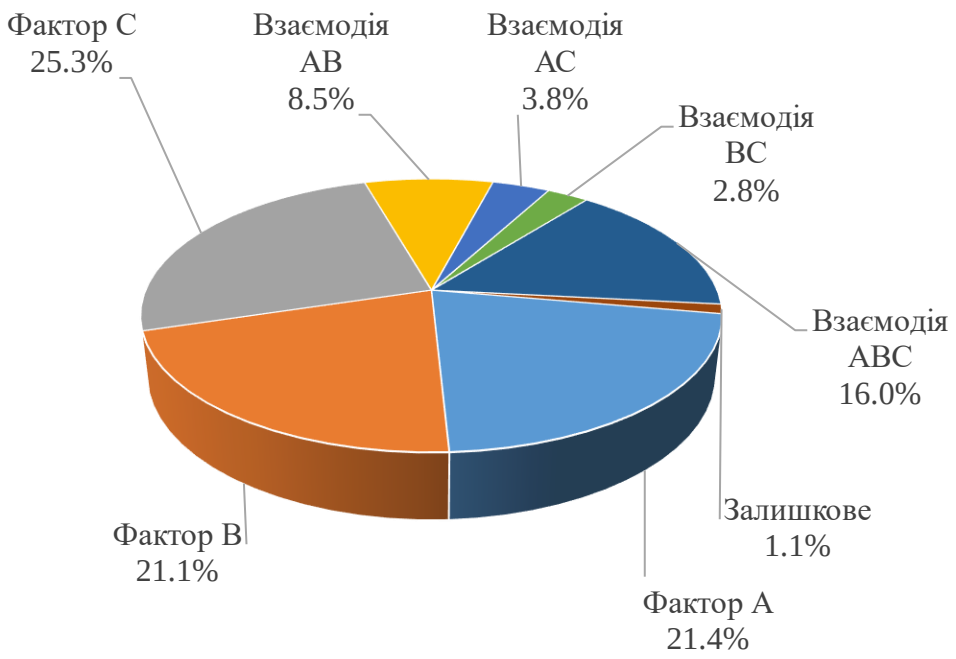


Рис. 7.17. **Частка впливу факторів на $k^3_{\text{ОСМ}}$, % під час осмотичної дегідратації заморожених плодів**: фактор А – сорт плодів, фактор В – температура осмотичного агенту, фактор С – концентрація осмотичного агенту, АВ, АС, АВС, ВС – взаємодія факторів А, В і С, залишкове – випадкові та інші фактори

Отже, проводячи осмотичну дегідратацію заморожених плодів черешні та вишні, необхідно ураховувати вплив усіх трьох факторів: видових та сортових особливостей плодів (фактор А), температури (фактор В) та концентрації (фактор С) осмотичного агента.

Для надання повної характеристики процесу осмотичної дегідратації заморожених плодів черешні та вишні перед виробництвом цукатів проведено сенсорний аналіз, результати якого представлені в додатку Д., табл. Д 47. Результати сенсорного оцінювання плодів показують, що мінімальними середніми балами характеризувалися цукати дегідратовані в 70-відсотковому цукровому сиропі незалежно від його температури.

Низьку оцінку мали також зразки, для яких проводили дегідратацію 30-відсотковим цукровим сиропом. Дані партії цукатів не відповідали розробленим вимогам якості та мали багато відхилень, які зазначено в таблиці

40. З огляду на це, концентрації цукрового сиропа 30 % та 70 % не будуть рекомендовані для проведення осмотичної дегідратації перед виготовленням цукатів у виробничих умовах.

Цукати, дегідратація яких була проведена осмотичними агентами концентаціями 40–60 % мали майже однакові оцінки, а отже, їхні сенсорні показники були цілком прийнятними та характеризувалися незначними відхиленнями від розроблених вимог додаток Д.,табл. Д 47.

Для розроблення оптимальних параметрів процесу осмотичної дегідратації заморожених плодів черешні та вишні у виробництві цукатів, які б у максимальному ступені сприяли усуненню всіх відхилень від розроблених якісних ознак, були розроблені варіанти досліду, представлено в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3

Варіанти досліду багатостадійної дегідратації заморожених плодів черешні та вишні

Варіант	Кількість стадій	Концентрація розчинів по стадіям дегідратації, %		
		1 стадія	2 стадія	3 стадія
1	2	40	50	-
2	2	50	60	-
3	3	40	50	60

Джерело: розробила автор

Багатостадійну дегідратацію проводили аналогічно розробленій для виробництва цукатів із свіжих плодів: розчин осмотичного агента нагрівали до температури 100 °С, осмотичну дегідратацію проводили за температури 80 °С, тривалість кожної стадії 3 години.

Результати сенсорного оцінювання цукатів, виготовлених за цих режимів дегідратації, подано в додатку Д, табл. Д 48.

Середня оцінка якості цукатів у межах кожного варіанту візуалізована у вигляді профілограми (рис. 7.18).

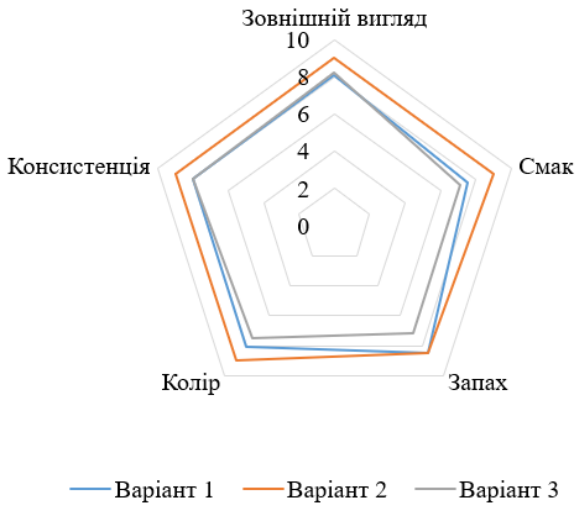


Рис. 7.18. **Сенсорні профілограми якості цукатів за багатостадійної дегідратації заморожених плодів черешні та вишні (середня оцінка).**

Сумарна оцінка сенсорних показників цукатів, виготовлених за першим варіантом, була нижчою та знаходилась на рівні 40,2 балів за середньої 8,04 бали. Основною причиною зниження оцінки був недостатньо гармонійний солодкий смак і відсутність видового та сортового аромату, притаманного свіжій сировині.

Мінімальною середньою сумарною оцінкою характеризувалися цукати, дегідратовані за режимами варіанта три. Зразки цукатів, виготовлені за цим варіантом мали незбалансований, надмірно-солодкий смак і відчутний запах осмотичного агента. Натомість природний аромат, притаманний свіжій сировині, був ледь відчутним. Сумарна сенсорна оцінка була на рівні 38 балів, середня – 7,6 балів.

Отже, результатами наших досліджень науково обґрунтована доцільність проведення багатостадійної осмотичної дегідратації плодів черешні та вишні під час виробництва цукатів. У виробництві цукатів із замороженої сировини найбільш ефективним визначений режим двоступеневої дегідратації зі стадійним підвищенням концентрації цукрового сиропу (осмотичного агента) від 50 до 60 %.

7.2.5. Виробництво цукатів із заморожених плодів черешні та вишні

Цей спосіб виробництва цукатів відмінний від описаних попереду тим, що сировину попередньо заморожують.

Технологічний процес виконують так (рис. 7.19, 7.20): плоди черешні та вишні, які відповідають критерію придатності, параметри якого встановлені в попередньому розділі 7.2.2, інспектують, сортують, миють, видаляють плодоніжку та кісточку, а також заморожують у морозильній камері за температури мінус 24 ± 1 °С до досягнення температури в центрі плоду мінус 18 °С. Заморожені плоди зберігають за температури мінус 18 °С впродовж трьох місяців.

Перед виробництвом цукатів заморожені плоди завантажують в апарат для осмотичної дегідратації, де їх витримують за температури 25 ± 5 °С до повної дефростації.

Клітинний сік, який виділяється під час дефростації, відділяють від плодів та відправляють на приготування цукрового сиропу, замінюючи ним відповідну частину води. До підготовлених плодів додають підготовлений та подрібнений на скибочки завтовшки 2 мм лимон, цукровий сироп.

Процес підготовки даних копонентів описаний у розділі 7, п. 7.1.5. Розрахунок потрібної кількості цукру для приготування 50- та 60-відсоткового осмотичних розчинів виконують за формулами розділу 7, п. 7.1.5.1.

Подальший процес виробництва цукатів є ідентичним до описаного в розділі 7.1.5. Особливістю є проведення осмотичної дегідратації у дві стадії. На І стадії використовують як осмотичний розчин цукровий сироп із концентрацією цукру 50 %, на ІІ стадії – 60 %. Сушіння триває 1,0–1,5 годин за температури 55 ± 5 °С, до остаточного вмісту вологи 15 ± 5 %.

Отже, спосіб виготовлення цукатів із черешен та вишен з попереднім заморожуванням та додаванням скибочок лимону забезпечує отримання готового продукту з відмінними якісними показниками.

Рис. 7.19. **Технологічна схема виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні**

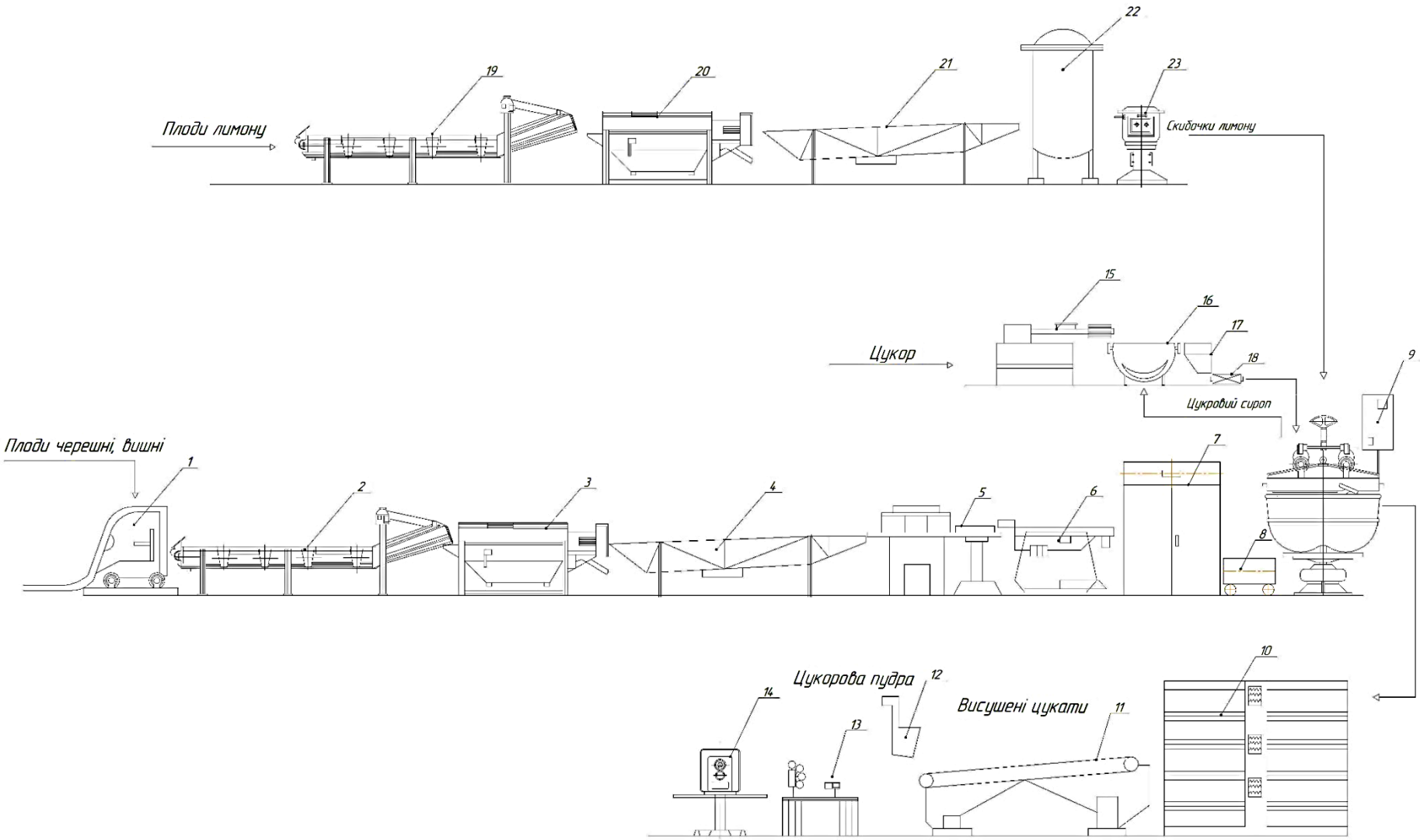


Рис. 7.20. **Структурно-апаратна схема виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні**

Завдяки частковому зневодненню сировини, яке виникає внаслідок втрати частини клітинної вологи під час розморожування, скорочує не тільки тривалість процесу осмотичної дегідратації, але і процес сушіння готових виробів.

Висновки до розділу 7

1. Встановлено закономірне підвищення масової частки цукрів і сухих розчинних речовин (СРР) у плодах черешні та вишні протягом осмотичної дегідратації до досягнення осмотичної рівноваги. Тривалість процесу варіювала залежно від концентрації та температури осмотичного агента, а також біологічних особливостей сировини: при підвищенні температури до 80–100 °C осмотична рівновага досягалася за 12–21 годину, тоді як за низьких температурах і концентраціях – до 42 годин.

2. Наростання вмісту СРР й одночасне зниження вологи корелювали зі зростанням температури та концентрації цукрового сиропу. Найнижча інтенсивність масообмінних процесів зафіксовано за 20–40 °C та концентрації 30–40 %, тоді як їх підвищення сприяло інтенсивнішому надходженню осмотичних агентів і втраті вологи.

3. Найактивніша фаза дегідратації тривала перші три години, протягом яких реалізовувалось 59–71 % загальної втрати вологи та 35–55 % сумарного приросту СРР. У такий спосіб саме цей проміжок часу є технологічно доцільним для керованої стадії процесу.

4. Співвідношення між втратою вологи та надходженням цукрів оцінювалося за осмотичними коефіцієнтами, значення яких значно змінювались залежно від параметрів середовища. Показник $k_{\text{ОСМ}}^{3}$ перевищував $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ у 1,1–9,6 раза, що вказує на високу ефективність початкової фази дегідратації. Підвищення температури осмотичного агента сприяло зростанню значень $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$, тоді як збільшення концентрації цукрового сиропу призводило до їхнього зниження незалежно від сортових особливостей.

5. Максимальні значення коефіцієнтів спостерігались за використання 30-відсоткового цукрового розчину, особливо за температури 100 °C, де $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ перевищував аналогічний показник при 30 °C у 2,4–3,1 раза. Отримані результати підтверджують, що оптимізація температурно-концентраційних параметрів осмотичного середовища дає змогу керувати інтенсивністю масообміну та ефективністю процесу дегідратації.

6. Осмотична дегідратація заморожених плодів черешні та вишні характеризується динамікою змін, аналогічною свіжій сировині, з вищими інтенсивностями масообміну. Вміст цукрів і СР зростав протягом усього періоду процесу до досягнення осмотичної рівноваги, яка залежно від температури й концентрації сиропу досягалася за 6–9 год (максимум 24 год за 20 °C), що істотно менше, ніж для свіжих плодів.

7. Найінтенсивніші зміни масової частки води, цукрів і СР фіксувались у перші три години дегідратації, що обґрунтовує доцільність обмеження технологічної тривалості саме цим інтервалом.

8. Значення осмотичних коефіцієнтів ($k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$і $k_{\text{ОСМ}}^{3}$) підтвердили залежність від температури й концентрації осмотичного агента: зі зростанням температури $k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ зростає, тоді як підвищення концентрації сиропу супроводжується зниженням $k_{\text{ОСМ}}^{3}$. Максимальні значення $k_{\text{ОСМ}}^{3}$ отримано за температури 20 °C і концентрації сиропу 30 % аналогічно свіжим плодам.

Список опублікованих праць за темою дисертаційного дослідження

1. **Ivanova I.,** Serdyuk M., Tymoshchuk T., Stotska S., Smahlii V., Slobodnyuk N., Golembovska N., Zahorko N. Substantiating the criteria for evaluating the quality of frozen sweet cherry fruits using the method of multi-criteria optimization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 135, Iss. 11. P. 71. DOI: 10.15587/1729-4061.2025.331599

2. **Ivanova I.,** Kryvonos I., Shleina L., Taranenko G, Gerasko T. Multicriteria optimization of quality indicators of sweet cherry fruits of Ukrainian selection during freezing and storage. *Modern Development Paths of Agricultural*: *Trends and*

Innovations. 2019. Iss. 4. P. 707–718. DOI: 10.1007/978-3-030-14918-5.

3. **Іванова І. Є.**, Кюрчева Л. М., Кривонос І. А., Філенко М. О. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для визначення сортопридатності плодової сировини до виробництва цукатів. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 1. С. 266–273. DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1-22.

4. **Іванова І. Є.**, Білоус Е. С., Шкіндер-Барміна А. М. Сортодослідження свіжих та свіжозаморожених плодів вишні, що вирощені в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 106. С. 180–185.

5. **Іванова І. Є.**, Герасько Т. В., Долгова С. В. Аналіз біохімічного складу свіжих та свіжозаморожених плодів черешні трьох строків достигання, що вирощені в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 2019. Вип. 105. С. 160–165.

6. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Герасько Т. В., Білоус Е. С., Кривонос І. А. Вибір сорту черешні з оптимальним комплексом параметрів за методом багатокритеріальної оптимізації. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Вип. 9, т. 1. С. 56.

7**. Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Герасько Т. В., Кривонос І. А., Білоус Е. С. Визначення придатності сортів черешні та вишні до заморожування за критерієм кріозернистості. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2018. Вип. 8, т. 2. С. 53.

8. **Іванова І. Є.**, Білоус Е. С., Покопцева Л. А., Єременко О. А. Багатокритеріальна оптимізація показників якості плодів черешні української селекції при заморожуванні та зберіганні. *Таврійський науковий вісник.* 2017. Вип. 99. С. 76–82.

9. **Іванова І. Є**., Білоус Е. С., Пащенко Ю. П., Єременко О. А. Сортодослідження плодів черешні пізнього строку достигання на придатність до заморожування. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 71–76. *(65% співавторства: загальний задум, розроблення методології досліджень, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів).*

10. **Іванова І. Є**., Покопцева Л. А. Вибір оптимального сорту черешні

для швидкого заморожування і тривалого зберігання методом багатокритеріальної оптимізації та економічна ефективність заморожених сортозразків згідно ряду ранжування. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 93. С. 44–50.

11. **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. Вип. 88. С. 104–108.

12. Іванова Т. Г., **Іванова І. Є.**, Безкоровайний О. С., Тодорова Л. В. Перспективний сорт вишні (*Cerasus vulgaris* Mill.) з оптимальним комплексом фізико- біохімічних властивостей плодів. *Садівництво*. 2008. Вип. 61. С. 245–251.

13. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів з черешні: патент на корисну модель 154284 Україна: МПК A23L 21/12. №u202301121; заявлено17.03.2023; опубліковано 01.11.23; Бюл. № 44. 4 с.

14. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів із замороженої черешні та вишні: патент на корисну модель 154285 Україна: МПК A23L 21/00. № u202301124; заявлено 17.03.2023; опубліковано 01.11.23; Бюл. № 44. 4 с.

15. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів зі світлих сортів черешні: патент на корисну модель 154525 Україна: МПК A23L 21/00. № u202301125; заявлено 17.03.2023; опубліковано 22.11.2023; Бюл. № 47. 4 с.

16. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів з персика: патент на корисну модель 155488 Україна: МПК A23L 21/12. № u20231126; заявлено 17.03.2023; опубліковано 07.03.2024; Бюл. № 10. 4 с.

17. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів з вишні: патент на корисну модель 155517 Україна: МПК

A23L 21/12. № u202303847; заявлено 11.08.2023; опубліковано 07.03.2024, Бюл. № 10.

18. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є., Загорко Н. П., Прісс О. П. Спосіб виробництва цукатів із замороженої вишні: патент на корисну модель 155636 Україна: МПК A23L 21/12. № u202303845; заявлено 11.08.2023; опубліковано 20.03.2024, Бюл. № 12. 4 с.

19. Cherry and sweets: торговельна марка. Свідоцтво УКРНОІВІ № 338920 /Власник Ірина Євгенівна Іванова. Заявка № 202126871 від 12.11.2021; опубліковано 18.10.2023, Бюл. 42. 5 с.

20. **Іванова І. Є.** Аналіз результатів визначення придатності плодів черешні до виробництва цукатів методом багатокритеріальної оптимізації. *Інноваційні технології в рослинництві та землеробстві* : збірник праць Міжнар. наук.-практ. конф. (3–4 квіт. 2025 р.). Житомир : Поліський національний університет, 2025. С 42–45.

21. **Іванова І. Є.**, Сердюк М. Є Удосконалення технології виробництва черешневих цукатів. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини :* матеріали X Міжнар. наук.-практ. ІНТЕРНЕТ-конф. Прага, 2023. С. 66–67. DOI: 10.46489/FAHM-23-25

22. Іванова І. Є. Оцінка показників якості плодів черешні української селекції при довготривалому зберіганні в замороженому вигляді. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини* : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. ІНТЕРНЕТ-конф. (м. Донецьк, 19–20 квітня 2018 р.). Прага, 2018. С. 78–80. DOI: 10.46489/FAHM-23-25

23. Іванова І. Є. Динаміка величини втрати клітинного соку дефростованими плодами черешні пізніх сроків при різних термінах зберігання. *Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства :* матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (7–8 червня 2018 р., Мелітополь-Кирилівка). Мелітополь, 2018. С. 45–48.

24. Іванова І. Є. Використання методу багатокритеріальної оптимізації для вибору кращого сорту черешні, придатного для виробництва високоякісної

замороженої продукції. *Практичне природне землеробство: якість продукції, ефективність, перспектив :* матеріали міжнар. семінару (15 листоп. 2013 р.). Мелітополь, 2013. С. 167–176.

25. Іванова І. Є. Оцінка величини втрати соку в плодах черешні селекції станції зрошувального садівництва ім. М. Ф. Сидоренка. *Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату :* матеріали наук.-практ. конф. (7–9 червня 2013 р.). Мелітополь, 2013. Вип. 2. С. 60–63.

26. Іванова І. Є. Багатокритеріальний вибір кращого сорту вишні для тривалого зберігання у замороженому вигляді. *Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління :* матеріали наук.-практ. конф. (14–15 вересня 2009 р.). Мелітополь, 2009. Ч. 1. С. 163–166.

Список використаних джерел до розділу 7

1. Evaluation of sour cherry cultivars grown in Latvia for production of candied fruits / Juhnevica K., Ruisa S., Seglina D., Krasnova I. *Innovationsfor food science and production: Foodbait :* 6th Baltic conference science and technology (Jlgava, May 5-6, 2011). Jlgava : LLU, 2011. P. 19–22.

2. Offia-olua B. I., Edide R. O. Chemical, microbial and sensory properties of candied-pineapple and cherry cakes. *Nigerian Food Journal*. 2013. Vol. 31(1). P. 33–39.

3. Drake Stephen P. The cherry. Quality and Preservation of Fruits. 2 ed. Boka-Raton, USA : CRC Press Books, 2018. 12 p.

4. Miletic N., Popopvic B., Mitrovic O., Randic M. Phenolic compounds and antioxidant capacity of dried and candied fruits commonly consumed in Serbia. *Czech Journal of Food Science*. 2014. Vol. 32, iss. 4. P. 360–368. DOI: https://doi.org/10.17221/166/2013-CJFS

5. Жукова В. Ф., Тарасенко В. Г., Кюрчева Л. М. Удосконалення технології гарбузових цукатів з використанням кандирування в сиропі з гранатових вичавок. *Новації в технології та обладнанні готельно-*

ресторанних, харчових і переробних виробництв : матеріали II Міжнар. наук.-практ. ІНТЕРНЕТ-конф. (23 листоп. 2021 р.). Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 193–196.

6. Товарознавство фруктоовочевих товарів. URL: https://studfile.net/prev iew /8205999 /#2 (дата звернення: 30.03.2023).

7. Саган О. Що таке цукати, користь та шкода. *Ecosmak*: веб-сайт. URL: https://ecosmak.com.ua/scho-take-cukati-korist-ta-shkoda (дата звернення: 30.03.2023).

8. Awod A. The determinants of food insecurity among developing countries: Are there any differences? *Scientific African*. 2023. Vol. 19. Article e01512. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01512

9. Бойко В., Бойко Л. Продовольча безпека та ризики для аграрного виробництва під час війни в Україні. *Економіка та суспільство*. 2022. № 41. С. 1–7. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-41-27

10. ДСТУ 6075: 2009. Цукати. Технічні умови. [Чинний від 01.10.2009]. Офіц. вид. Київ, 2009. 21 с. (Інформація та документація).

11. Зайцева Г. Г., Горпиненко Т. М. Технологія виготовлення борошняних кондитерських виробів : підручник. Київ : Вікторія, 2002. 400 с.

12. Сирохман І. В., Лозова Т. М. Товарознавство цукру, меду, кондитерських виробів : підручник. Київ : ЦНЛ, 2006. 383 с.

13. Roongruangsri W., Bronlund J. E. A Review of Drying Processes in the Production of Pumpkin Powder. *International Journal of Food Engineering*. 2015. Vol. 11, iss. 6. P. 789–799. DOI: https://doi.org/10.1515/ijfe-2015-0168

14. Osmotic dehydration process for low temperature blanched pumpkin / de Souza Silva K., Caetano L. C., Garcia C. C. et al. *Journal of Food Engineering*. 2011. Vol. 105, iss. 1. P. 56–64. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.01.025

15. Dini I., Tenore G. C., Dini A. Effect of industrial and domestic processing on antioxidant properties of pumpkin pulp. *LWT – Food Science and Technolog*. 2013. Vol. 53, iss. 1. P. 382–385. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.01.005

16. Dirim S., Caliskan G. Determination of the effect of freeze drying process on the production of pumpkin (Cucurbita Moschata) puree powder and the powder properties. *GIDA J Food.* 2012. Vol. 37, iss. 4. P. 203–210.

17. Ciurzyńska A., Lenart A., Gręda K. J. Effect of pre-treatment conditions on content and activity of water and color of freeze-dried pumpkin. *LWT – Food Science and Technology.* 2014. Vol. 59, iss. 2. P. 1075–1081. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.035

18. Yadav A. K., Singh S. V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *J Food Sci Technol*. 2014. Vol. 51, iss. 9. P. 1654–1673. DOI: 10.1007/s13197-012-0659-2

19. Olatidoye O. P. l., Sobowale S. S., Akinlua O. Effect of osmodehydrofreezing on the quality attributes of frozen tomato. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 9, iss. 4. P. 780–789.

20. Ahmed I., Qazi I. M., Jamal S. Developments in osmotic dehydration technique for the preservation offruits and vegetables. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2016. Vol. 34. P. 29–43. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.01.003

21. Akbarian M., Ghasemkhani N., Moayedi F. Osmotic dehydration of fruits in food industrial. *International Journal of Biosciences*. 2014. Vol. 3, no 1. P. 42–57. DOI: 10.12692/ijb/4.1.42-57

22. Drying and quality characteristics of fresh and sugar-infused blueberries dried with infrared radiation heating / Shi J., Pan Z., McHugh T. et al. *Food Science and Technology*. 2008. Vol. 41, iss. 10. P. 1962–1972. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.01.003

23. Consumer Sensory Evaluation of Sweet Cherry Cultivars in Oregon, USA / Turner J., Seavert C., Colonna A., Long L. Oregon, USA : Mid-Columbia Agri. Research & Ext. Center. Hood River, 2004. P. 5–7.

24. Physical, chemical, flavor and sensory characteristics of two sweet cherry varienies grown in “Valle del Jerte” (Spain) / Bernalte J., Hernandez T., Vidail-

Aragon C., Sabio E. *J. Food Qual*. 1999. Vol. 22(4). P. 403–416.

25. Василишина О. В., Постоленко Є. П. Вплив особливостей сорту на якість заморожених плодів вишні. *Наукові горизонти*. 2019. Т. 22, № 2. С. 44−49. DOI: https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-75-2-44-49

26. Василишина О. В. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для вибору кращого сорту заморожених плодів вишні. *Наукові горизонти.* 2019. № 7(80). С. 70−74. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-80-7-70-74

27. Phisut N. Factors affecting mass transfer during osmotic dehydration of fruits International. *International Food Research Journal*. 2012. Vol. 19, iss. 1. P. 7–18.

28. Azoubel P. M., Murr F. E. X. Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato. *Journal of Food Engineering.* 2004. Vol. 61, no. 3. P. 291–295. DOI: https://doi.org/10.1016/s0260-8774(03)00132-8

29. Lazarides H. N. Reasons and possibilities to control solid uptake during osmotic treatment of fruit and vegetables. *Osmotic dehydration and vacuum impregnation. Applications in Food Industries* / (Eds.) Fito P., Chiralt A., Barat M. J., Spiess E. W., Behsnillian D. 1st Edition. Boca Raton : CRC Press, 2019. 336 p.

30. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings / Beristain C. I., Azuara E., Cortés R., Garcia H. S. *Food Sci Technol.* 1990. Vol. 25(5). P. 576–582. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb01117

31. ДСТУ 4971: 2008. Ящики полімерні багатооборотні для овочів і фруктів. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2008]. Офіц. вид. Київ, 2008. 18 с. (Інформація та документація).

32. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 17.01.2025]. Офіц. вид. Київ, 2010. (Інформація та документація).

33. Miletić N., Popović B., Mitrović O. Phenolic compounds and antioxidant capacity of dried and candied fruits commonly consumed in Serbia. Czech Journal of Food Science. 2014. Vol. 32, iss. 4. P. 360–368. DOI: https://doi.org/10.17221/166/2013-CJFS

34. Offia Oiua B. I., Edide R. O. Chemical, microbial and sensory properties of candied-pineapple and cherry cakes. *Nigerian Food Journal*. 2013. Vol. 31, iss. 1. P. 33–39.

35. A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing / Amit S., Uddin M., Rahman R., Rhan M. *Agriculture & Food Security*. 2017. Vol. 6, No 1. P. 2–22. DOI: https://doi.org/10.1186/s40066-017-0130-8

36. Ziv C., Fallik E. Postharvest storage techniques and quality evaluation of fruits and vegetables for reducing food loss. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, iss. 6. Article 1133. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy11061133

37. Шевченко А., Петренко О. Продовольча безпека україни в умовах війни та пріоритетні напрямки врегулювання її стану. *Економіка та суспільство*. 2024. № 59. С. 1–7. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-41-27

38. Wenzel Paula V., Muhlen M., Radgen P. Free cooling for saving energy: technical market analysis of dry, wet,and hybrid cooling based on manufacturer data. *Energies*. 2023. Vol. 16, iss. 9. Article 3661. DOI: https://doi.org/10.3390/en16093661

39. Сімахіна Г. О., Халапсіна С. В. Індустрія та ринок заморожених продуктів в Україні. URL: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/21240/1/3.pdf (дата звенення: 17.07.2023).

40. Охолодження кісточкових плодів. URL: https://mas-ukraine.com.ua/2017/01/10/oholodzhennya-kistochkovih-plodiv (дата звернення: 28.07.2023).

41. 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.

42. Сімахіна Г. О. Основні показники придатності плодів та ягід до заморожування. *Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія: технічні*

науки. 2018. Т. 29(68), №. 1. С. 73–78.

43. Krasnova I., Seglina D., Pole V. The effect of pre-treatment methods on the quality of dehydrated candied Japanese quince fruits during storage. *Journal of food science and technology*. 2018. Vol. 55, iss. 11. P. 4468–4476. DOI: 10.1007/s13197-018-3375-8

44. Good feasibility ofozone-microwave treatment as a sterilization technology to extend the edible life of candied fruit as a post-processed fresh product / Haoran Huang, Zeping Ni, Jiawen Xie et al. *Food and Bioprocess Technology*. 2024. Vol. 17, iss. 10. P. 3086–3100. DOI: 10.21203/rs.3.rs-3219962/v1

45. Candying process for enhancing pre-waste watermelon rinds to increase food sustainability / Maletti L., D'Eusanio V., Lancelloti L. et al. *Future Foods*. 2022. Vol. 6(3). Article e100182. DOI: 10.1016/j.fufo.2022.100182

46. Prichko T., Droficheva N. The influence of varietal characteristics on the quality indicators of candied fruits from plum fruits. *Slovak journal of Food Sciences*. 2021. Vol. 15. P. 891–900. DOI: https://doi.org/10.5219/1597

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

48. 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.

49. Василишина О. В., Постоленко Є. П. Зміни біохімічних показників плодів вишні залежно від сорту та способу заморожування. *Вісник Полтавської держ. аграр. академії.* 2019. № 1. С. 18–27.

50. Василишина О. В. Збереження якості плодів вишні за дії Температур близьких до заморожування. *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва і рослинництва :* матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Умань, 2019. С. 82.

51. Василишина О. В. Особливості кристалоутворення під час заморожування плодів вишні. *Збірник наук. праць Харківського держ.*

університету харчування та торгівлі. 2013. Вип. 1(17). С. 191–196.

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

53. Українець А. І., Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Перспективні технологічні процеси виробництва нових продуктів та дієтичних добавок. Київ : НУХТ, 2018. 335 с.

54. ДСТУ 4837: 2007. Фрукти та ягоди швидкозаморожені. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2009]. Офіц. вид. Київ, 2008. 10 с. (Інформація та документація).

55. Postharvest precooling of fruit and vegetables: A review / Duan Y., Wang G.-B., Fawole O. A. et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 100. P. 278–291. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.027

56. Іванович Я. І. Генетичне профілювання для маркер-опосередкованого добору сортів черешні (Prunus avium L,) української селекції : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.22 / Держ. установа «Ін-т харч. біотехнології та геноміки НАН України». Київ, 2018. 23 с.

57. Physical-mathematical modelling of the process of infrared drying of rape with vibration transport of products / Palamarchuk I. P., Mushtruk M. M., Palamarchuk V. I. et al. *Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics, and Control /* (Eds.) Waldemar Wójcik, Sergii Pavlov, Maksat Kalimoldayev. 1st Edition. London : Routledge, 2021. Vol. 1. P. 243–253. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003224136-21

58. Скалецька Л. Ф., Подпрягов Г. І. Біохімія плодів та овочів : навч. посібник. Київ, 1999. 160 с.

59. Composizione volatile del cavolfiore sottoposto a trattamenti tecnologici / Cesare L. F. di, Proietti M., Maestrelli A., Giombelli R. *Ind. Alim (Italia)*. 1999. Vol. 38, No. 378. P. 132–135.

60. Genotype and microclimate conditions influence ripening pattern and quality of blackcurrant (Ribes nigrum L.) fruit / Kaldmae H., Kikas A., Arus L., Libek Asta-Virve. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2013. Vol. 100, No. 2. P. 167–174.

DOI: 10.13080/z-a.2013.100.021

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

62. Torija E., Diez C., Matallana C. Influence of freezing process on free sugars content of papaya and banana fruits. *J. Sc. Food Agr*. 1998. Vol. 76, No. 3. P. 315–319.

63. Oliveira F. A. R., Silva C. L. M. Freezing influences diffusion of reducing sugars in carrot cortex. *J. Food Sci*. 1992. Vol. 57, iss. 4. P. 932–934.

64. Bartolome A. P., Ruperez P., Fuster C. Changes in soluble sugars of 2 pineapple fruit cultivars during frozen storage. *Food Chem*. 1996. Vol. 56, iss. 2. P. 163–166.

65. Philippon J. Qualité nutritionelle des denrees surgelées d`origine fruit and végétale. *Rev. gen. froid*. 1995. Vol. 85, No. 954. P. 47–52.

66. Katsapoxakis K., Papanicoläou D. Pertes en acide ascorbique de quelques fruits et legumes Durant la congelation rapide. *Sci. alim*. 1996. Vol. 16, iss. 2. P. 133–141.

67. Ancos B. de, 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. *J. Agr. and Food Chem*. 2000. Vol. 48, No. 10. P. 4565–4570. DOI: 10.1021/jf0001684

68. Ptocharski W., Zbroszczyk J., Kondratowicz J. Wpływ różnych sposóbów mrozenia na jakość mrozonek wiśniowych. *Acta Acad. agr. ac techn. olsten. Technol. aliment*. 1991. No. 24. P. 193–205.

РОЗДІЛ 8
ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ У ВИРОБНИЦТВО

8.1 Соціальний та економічний ефект від впровадження у виробництво технології комбінованого способу охолодження

Фундаментальною передумовою реалізації трудового, інтелектуального та творчого потенціалу людини є її стан здоров'я. Відповідно до визначення Всесвітньої організації охорони здоров'я, здоров'я – це не лише відсутність хвороб або фізичних вад, а стан повного фізичного, психічного та соціального благополуччя, за якого функції організму перебувають у гармонії з довкіллям [1]. У цьому контексті здоров'я – інтегральна характеристика, що поєднує медико-біологічні, соціальні та економічні аспекти життєдіяльності людини. Як медико-соціальна категорія воно є базовим показником якості життя населення, а як економічна – відображає рівень розвитку людського капіталу держави та потенціал її стійкого економічного зростання. Найбільш інформативним індикатором стану громадського здоров'я традиційно вважають середню очікувану тривалість життя, яка відображає сукупний вплив соціально-економічних, екологічних і медичних чинників.

Здоров'я населення має також вагомий макроекономічний вимір: воно визначає ефективність використання трудових ресурсів і рівень продуктивності суспільства. За розрахунками економічних аналітиків, щорічні втрати держави через передчасну смертність та інвалідизацію становлять близько 5 млн років потенційного життя, що еквівалентно 143,8–222,8 млрд гривень недоотриманого валового національного продукту [2]. Це є прямими економічними втратами, які знижують конкурентоспроможність економіки та обмежують її інноваційні можливості. Додатковим тягарем є і значні бюджетні

видатки на соціальний захист, обсяг яких в Україні сягає близько 15 % ВВП. З огляду на це, погіршення стану здоров'я населення створює не лише медико-соціальні, а й серйозні економічні ризики, оскільки через систему оподаткування фінансове навантаження на відновлення втраченого потенціалу покладається на бізнес, що негативно впливає на інвестиційну привабливість держави.

На думку експертів ВООЗ, рівень здоров'я визначається:

- на 48 % способом життя людей, що охоплює умови праці і відпочинку, збалансованість харчування, якість і безпечність харчових продуктів, побут, житло, морально-психологічний клімат;
- на 20 % – фізіолого-біологічними факторами;
- на 20 % – станом навколишнього середовища;
- на 12 % станом медицини і системи економічних ресурсів та видів економічної діяльності, спрямованих на забезпечення необхідного рівня здоров'я людей [1].

Сучасний стан харчування населення України характеризується незбалансованістю. Саме незбалансоване харчування погіршує стан здоров'я та призводить до зниження імунітету, серцево-судинних захворювань, злоякісних новоутворень, діабету, хронічних захворювань, скорочення середньої тривалості життя, зростання показників смертності населення тощо.

Згідно з даними Глобального індексу продовольчої безпеки (Global Food Security Index, GFSI), який використовують для комплексного оцінювання стійкості національних продовольчих систем, рівня доступності, якості та безпечності харчових продуктів, а також ефективності аграрної політики, позиції України у світовому рейтингу в останні роки демонструють негативну динаміку. Якщо у 2020 році держава посідала 54-те місце, а у 2021 році — 58-ме, то за результатами 2022 року Україна опустилася на 71-шу позицію серед 113 країн світу [3; 4]. Така тенденція відображає вплив складних соціально-економічних та воєнно-політичних чинників, які істотнво обмежують можливості ефективного функціонування продовольчої системи країни та

знижують її здатність забезпечувати стабільний рівень продовольчої безпеки [3; 4].

Порівняно з довоєнним періодом погіршилося значення не тільки загального Глобального індексу продовольчої безпеки, а також значення всіх його базових компонентів. Зокрема, найбільше знизився рівень економічної доступності. За цим показником у 2022 р. Україна посідала 65 місце у світі [3; 4]. Хоча потрібно відзначити, що протягом останніх 10 років значення показника індексу продовольчої безпеки періодично зменшувалось з різних причин, загальної економічної ситуації в Україні, а також із скороченням виробництва харчових продуктів [5].

Такий стан продовольчої системи країни призводить до невідповідності рівнів споживання населенням країни багатьох основних харчових продуктів порівняно з раціональними нормами, рекомендованими МОЗ України, а також до неспроможності харчових продуктів, що їх фактично споживає населення, забезпечити збалансований раціон харчування за багатьма інгредієнтами, поживними, біологічно активними речовинами, макро- та мікроелементами (додаток Е., табл Е 1). Такий розбалансований раціон харчування знижує імунітет більшості населення країни, якості та тривалості його життя.

Низький рівень доходів у більшості (70–80 %) населення країни, значний рівень їх диференціації є одним із визначальних чинників нерівності населення в задоволенні базових потреб, зокрема в економічній доступності до харчових продуктів і призводить до стрімкого зростання кількості населення, яке не може дозволити собі їх придбати, особливо протягом дії режиму воєнного стану, що фактично означає їх перебування на межі бідності [2].

Важливою проблемою у світі є обсяг втрат продовольства та харчових відходів. Враховуючи обсяги втрат продовольства та харчових відходів (до 24 % калорійності всієї їжі, що її виробляють на суму $ 1 трлн), інвестиції в їх зменшення є одним із важливих чинників підвищення фізичної та соціально-економічної доступності їжі [6, 7, 8].

Індекс харчових відходів за даними ООН сягнув значних розмірів – 17 %,

це понад 900 млн тонн харчових продуктів на рік (цими відходами можна було б заповнити 23 мільйони 40-тонних вантажівок). Одночасно утилізація їжі та відходів додає 8–10 % викидів парникових газів. Саме тому ООН закликає уряди всіх країн боротися з харчовими відходами і до 2030 р. скоротити їхню кількість, адже зайві відходи також впливають на стан біорізноманіття і забруднення світу (рис. 8.1.)

Рис. 8.1. **Втрати за стадіями технологічного ланцюгу створення і споживання їжи , % від загальних обсягів**

Відповідно до згаданої попереду проблематики в цій дисертаційній роботі проведено наукові дослідження щодо розробки і впровадження новітніх технологій, які дають змогу скоротити втрати сільгосппродукції та витрати на її оброблення і збереження на всіх етапах технологічного циклу «від лану до столу», забезпечуючи водночас відповідну якість та безпечність продукції.

Впровадження технології комбінованого способу охолодження, що проходить в 2 етапи (на 1 етапі гідроохолодженням та в подальшому доохолодженням інтенсивним повітряним способом) не потребує додаткових інвестицій (капітальних вкладень) на придбання додаткового обладнання. Необхідне обладнання вже є на підприємстві і використовується під час застосування наявних технологій повільного охолодження, інтенсивного охолодження, гідроохолодження під час обробки та збереження плодів черешні та вишні (дод. Е., табл. Е 2)

Для визначення ефективності та доцільності впровадження технології комбінованого способу охолодження необхідно проаналізувати зміну витрат на оброблення та збереження плодів черешні та вишні за розробленою технологією

порівняно з аналогічними витратами під час використання наявних технологій. Фактичні дані щодо витрат на обробку та збереження черешні та вишні за наявною технологією повільного охолодження та зберігання плодів черешні та вишні були отримані на підприємстві ПрАТ «Київський маргариновий завод». Ефективність і результативність діяльності підприємства під впливом впровадження розробленої технології комбінованого способу охолодження плодів черешні та вишні буде підтверджено зміною основних техніко-економічних показників між наявною та запропонованою технологіями. Розрахунок зміни поточних витрат проводиться відповідно до «Типової інструкції з планування, обліку і калькулювання собівартості виробництва одиниці продукції на підприємствах галузі всіх форм власності» та інших нормативних документів [10–14].

Згідно з наведеними даними технологічний процес під час використання технології комбінованого способу охолодження (проєктний) триває 80 хв., що у 2 рази менше ніж тривалість технологічного процесу наявної технології повільного способу охолодження (дод. Е., табл. Е 3). За рахунок цього збільшується удвічі обсяг сировини, що її обробляють і закладають на зберігання, водночас якість плодів залишається високою протягом всього періоду зберігання. Собівартість продукції для підприємства розраховують шляхом калькулювання собівартості одиниці продукції, а саме на обробку та збереження 1 т черешні та вишні [10–14]. Для розрахунку зміни поточних витрат потрібно проаналізувати статті витрат, які змінюються під впливом впровадження запропонованої технології комбінованого способу охолодження плодів черешні та вишні.

8.1.1. Формування повної собівартості плодів черешні та вишні під час впровадження комбінованого способу охолодження

Повна собівартість продукції формується як сукупність виробничих і невиробничих витрат, до яких належать витрати на управління підприємством

та реалізацію готової продукції. Розрахунок виробничої собівартості процесу охолодження плодів черешні та вишні за розробленою технологією комбінованим способом здійснюється з урахуванням усіх елементів витрат, передбачених нормативною структурою калькуляції. До її складу входять витрати на сировину та основні матеріали, допоміжні і таро-пакувальні ресурси, паливо та енергоносії для забезпечення технологічних операцій, а також коригування на вартість зворотних відходів. Крім того, у виробничу собівартість входять витрати на оплату праці персоналу, що безпосередньо бере участь у технологічному процесі, витрати на освоєння нових видів продукції, утримання й експлуатацію машин та устаткування, а також загальновиробничі витрати, пов’язані із забезпеченням функціонування виробничої інфраструктури.

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали». Розрахунок передбачає визначення прямих матеріальних витрат, до складу яких входить вартість основної сировини, допоміжних матеріалів, а також придбаних напівфабрикатів і комплектувальних виробів, що підлягають подальшій технологічній обробці або зберіганню на підприємстві. До цієї категорії належать витрати, які можуть бути безпосередньо віднесені на виробництво певного виду продукції. Вартісна оцінка сировини та матеріалів виконувалась на основі чинних гуртових цін на складові компоненти, актуальних на момент проведення економічних розрахунків. Для цілей калькуляції за одиницю продукції прийнято 1 тонну готових виробів.

Узагальнені результати розрахунків за вказаною статтею наведено в додатку Е (табл. Е 4–Е 5). Отримані дані свідчать, що впровадження запропонованої технології зумовлює зростання витрат на сировину та матеріали. Зокрема, витрати становлять 9 397,42 грн/т для черешні та 9 954,94 грн/т для вишні, що є економічно виправданим у контексті збереження якості та споживної цінності кінцевої продукції.

Розрахунок витрат за статтею «Допоміжні та таропакувальні матеріали» здійснювався з урахуванням норм їхнього використання в процесі

виробництва та пакування готової продукції. До цієї статті калькуляції належать витрати на матеріали, які необхідні для забезпечення належного перебігу технологічного процесу охолодження та зберігання, підтримання оптимальних санітарно-гігієнічних умов, регулювання температурних та вологісних режимів, а також для збереження якості, безпечності й товарного стану плодів черешні та вишні протягом усього періоду зберігання і транспортування.

До групи допоміжних матеріалів належать дезінфекційні та мийні засоби, технологічна тара, матеріали для маркування, що їх використовують у пакованні продукції. Розрахунок витрат виконано на підставі встановлених норм витрачання допоміжних і таропакувальних матеріалів, необхідних для виробництва однієї тонни готової продукції. За результатами аналізу встановлено, що зміна витрат за цією статтею не відбувається, оскільки запропонована технологія не потребує додаткових пакувальних або допоміжних ресурсів порівняно з базовим варіантом виробництва.

Розрахунок зміни витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні потреби». Ця стаття охоплює витрати на придбання всіх видів енергоресурсів, що використовуються під час виробництва одиниці продукції (пара, холод, вода, електроенергія, газ, стисле повітря тощо). Для визначення змін витрат за цією статтею в розрахунку на одиницю продукції, потрібно враховувати, кількість витрачених енергоресурсів за видами та їхню вартість. Розмір витрат визначають відповідно до приладів обліку і відповідного тарифу (додаток Е, табл. Е 6, Е 7). За рахунок скорочення тривалості технологічного процесу проєктної технології зменшуються витрати електроенергії з 22,24 кВт до 5,8 кВт в розрахунку на 1 тонну продукції. Відповідно, економія витрат на енергоресурси під час використання технології комбінованого способу охолодження становить 82,2 грн/т.

Розрахунок зміни витрат за статтею «Зворотні відходи». Стаття «Зворотні відходи» передбачає вартість залишків сировини, основних матеріалів тощо, які утворилися в процесі виробництва основної продукції,

повністю або частково втратили свої споживчі властивості і можуть в подальшому використовуватись у виробничому процесі або з підвищеними витратами або вони можуть бути спрямовані на якісь інші цілі. Зворотні відходи вираховуються із загальної суми матеріальних витрат, віднесеної на собівартість продукції. Розрахунок витрат за статтею «Зворотні відходи» під час застосування повільного та комбінованого способів охолодження (грн/т) подано в додатку Е, табл. Е 8, Е 9. Після застосуванні контрольної та проєктної технології відбувається зміна виходу сортової (1 та 2 сорт) продукції, водночас вага відходів з 1 тони черешні-сировини скорочується з 62 кг до 29 кг, а вишні – з 113,8 кг до 56 кг. У вартісному еквіваленті це становить 1980,0 грн/т черешні та 2890,0 грн на 1 тону вишні.

Розрахунок зміни витрат за статтями «Основна заробітна плата робітників», «Додаткова заробітна плата», «Відрахування до єдиного соціального фонду», «Витрати на розробку й освоєння нової продукції». Стаття «Основна заробітна плата» включає витрати на оплату праці згідно з прийнятими на підприємстві формами та системами оплати праці, безпосередньо зайнятих виготовленням продукції. Зміни кількості робітників, зайнятих на виробництві продукції та їх розрядів, не відбулося.

До статті «Додаткова заробітна плата» вносять витрати на виплату працівникам безпосередньо зайнятих виготовленням продукції додаткової заробітної плати, нарахованої за понаднормову працю, премії за трудові успіхи, компенсацію за роботу в шкідливих умовах праці, у нічний час тощо. Вона передбачає всі доплати, компенсації, надбавки та премії.

Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування (єдиний внесок) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування в обов'язковому порядку та на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб на отримання страхових виплат (послуг) за чинними видами загальнообов'язкового державного соціального страхування (соціальні гарантії

на випадок безробіття, нещасних випадків чи професійних захворювань, пенсійне забезпечення та інші виплати). Розраховується у відсотках до витрат на виплату основної і додаткової заробітної плати та інших заохочувальних і компенсаційних виплат робітникам та становить в Україні згідно із законодавством 22 %. Крім цього, до цієї статті належать і витрати на сплату військового збору у розмірі 5 %.

До статті «Витрати на розробку й освоєння нової продукції» зараховують витрати, що відповідають витратам на період освоєння нових технологій, підготовку та випуск нових видів продукції, пробними партіями, не призначені для масового виробництва. Зміни витрат за зазначеними статтями відсутні.

Розрахунок витрат за статтями «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання та устаткування». До цієї статті входять витрати на повне відновлення основних виробничих засобів, задіяних у виробництві цього виду продукції, а також витрати на реконструкцію, капітальні ремонти чи модернізацію у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості ОВЗ, зокрема прискорену амортизацію їх активної частини; різноманітні витрати пов’язані з утриманням, зносом малоцінних і швидкозношуваних деталей, інструментів, пристроїв не цільового призначення та експлуатації різного устаткування (з-поміж іншого, його технічний огляд, технічне обслуговування, проведення поточного ремонту). Враховуючи, що технологічний процес під час охолодження плодів у 2 стадії комбінованим способом (проєктний) триває 80 хв., що удвічі менше, ніж тривалість технологічного процесу за використання наявної технології охолодження плодів повільним способом, це дозволить обробляти у 2 рази більше сировини, що сприятиме зменшенню витрат за цією статтею на 11 грн/т (додаток Е, табл. Е 10).

Розрахунок витрат за статтею «Загальновиробничі витрати». До цієї статті належать витрати на організацію виробництва на рівні цеху (дільниці), оплату праці їхнього управлінського персоналу, які беруть або не беруть безпосередню участь у створенні та виробництві цього продукту; витрати на

утримання та експлуатацію машин і устаткування, яке безпосередньо не задіяне у виробничому процесі; витрати некапітального характеру (покращення якості виготовленої продукції); платежі з обов'язкового страхування майна виробництва, працівників із підвищеною загрозою їхньому життю і здоров'ю; витрати на службу охорони праці та пожежну охорону.

Витрати за цією статтею – умовно-постійні, але в нашому випадку зміна виходу продукції вливає на них, у розрахунку на одиницю продукції. Зміна витрат за цією статтею за варіантами для черешні складає 46,8 грн/т; для вишні – 46,62 грн/т (дод. Е, табл. Е 11).

Сума всіх названих попереду статей формують виробничу собівартість продукції. Формування повної собівартості готової продукції складається з виробничої собівартості, а також адміністративних витрат і витрат на збут.

Розрахунок зміни витрат за статтею «Адміністративні витрати».

Ця стаття охоплює адміністративні витрати з безпосереднім обслуговуванням та управлінням підприємства; витрати на утримання адміністративно-управлінського персоналу, охорону, юридичні, авдиторські послуги; поштово-телеграфні й канцелярські витрати; робочі відрядження працівників, транспортні послуги; витрати на інші матеріальні необоротні акти загальногосподарського призначення (ремонт, оренда, комунальні послуги, амортизація).

Витрати за цією статтею – умовно-постійні. Загальна їх величина не змінюється та є постійною, проте в розрахунку на одиницю продукції її потрібно враховувати, оскільки обсяг продукції за проєктним варіантом збільшується. Відповідно економія витрат для черешні – 48,34 грн/т; для вишні – 53,9 грн/т. (дод. Е., табл. Е 12).

Розрахунок зміни витрат за статтям «Витрати та збут». Ця стаття містить витрати на реалізацію виготовленої продукції, на засоби або інші необоротні активи, що використовували для забезпечення збуту продукції, витрати на передпродажну підготовку товару і його рекламу; оплата послуг експедиційних, страхових, посередницьких організацій; оплата складських,

перевалочних, вантажно-розвантажувальних, пакувальних, транспортних, а також страхових витрат постачальника, що включають до ціни продукції. Для цієї статті прийнято витрати 1% від виробничої собівартості. Витрати на збут відображені в дод. Е., табл. Е 13.

Результати розрахунків зміни поточних витрат на оброблення та зберігання черешні пі час застосування контрольного (ППС) та проєктного (КС) варіантів охолодження подано в додатку Е, табл. Е 14.

Відповідно до наведених даних повна собівартість оброблення 1 тонни черешні технологією комбінованим способом охолодження (проєктний варіант) та її зберігання збільшується на 7 301,85грн/т порівняно з показниками за статтями витрат під час застосування технології повітряного повільного охолодження (контрольний варіант). Згідно з даними, поданих в додатку Е, табл. Е 15, повна собівартість оброблення 1 тонни вишні з використанням технології обробки КС (проєктний варіант) та її зберігання зростає на 6 945,32 грн/т порівняно з аналогічними показниками технології ППС (контрольний варіант).

8.1.2. Економічна ефективність упровадження запропонованої технології охолодження плодів комбінованим способом

Економічний зміст запропонованих заходів полягає в подовженні періоду реалізації свіжих плодів черешні та вишні після зберігання у свіжому вигляді в період передбачений проєктною технологією зберігання. Основними техніко-економічними показниками ефективності та доцільності впровадження результатів дослідження є виробнича собівартості одиниці продукції, витрати на 1 грн реалізованої продукції, виручка (дохід) від реалізації продукції, чистий прибуток (прибуток за вирахуванням податку на прибуток), рентабельність продукції, рентабельність продажу. Окремим показником, який характеризує ефективність впровадження проєктної технології є річна економія витрат.

Для розрахунку показників ефективності використовуємо обсяг виходу стандартної продукції після зберігання із застосуванням різних технологій оброблення та зберігання, відсоток виходу готової продукції подано в додатку Е, табл. Е 16. Дані про ціни реалізації на вишню та черешню наведено в додатку Е таблиці Е 17. Розраховуючи ціни реалізації після зберігання, брали до уваги той факт, що період реалізації продукції збільшується до 40 діб порівняно з продажем кісточкових плодів у свіжому вигляді. Отже, ціна реалізації продукції після зберігання зростає, а саме: на 77 грн плодів черешні 1 сорту, а 2 сорту – на 75 грн, майже таку саму тенденцію спостерігаємо і щодо плодів вишні.

Результати розрахунків основних техніко-економічних показників упровадження результатів дослідження з застосуванням технології комбінованим способом охолодження зведено в таблиці 8.1–8.2.

Таблиця 8.1

Розрахунок основних техніко-економічних показників ефективності впровадження технології комбінованого способу охолодження під час оброблення та зберіганні черешні

Показник	Од. виміру	Значення показника при способах охолодження		Відхилення, +-
		ППС (наявна)	КС (проєктна)	
Обсяг виробництва	кг	1000	1000	-
Вихід готової продукції:				
1 сорт	кг	790,3	969,8	179,50
2 сорт	кг	63,1	9,2	-53,90
Поточні витрати на зберігання плодів	грн	64 699	72 001,12	7301,85
Ціна реалізації (з ПДВ)				
1 сорт	грн/кг	175	175	-
2 сорт	грн/кг	155	155	-
Виручка (дохід) від реалізації продукції	грн	148083	171141	23058,00

Продовження таблиці 8.1

Показник	Од. виміру	Значення показника при способах охолодження		Відхилення, +-
		ППС (наявна)	КС (проєктна)	
Собівартість одиниці реалізованої продукції	грн/кг	75,81	73,55	-2,27
Чистий прибуток від реалізації	грн	68 374,66	81 294,70	12920,04
Прибуток в розрахунку на одиницю продукції	грн/кг	80,12	83,04	2,92
Рентабельність продукції	%	105,68	112,91	7,23
Рентабельність продаж	%	46,17	47,50	1,33
Річна економія	грн	-	2220,33	-

Джерело: розробила автор

Результати розрахунків (табл. 8.1) свідчать, що під час впровадження технології оброблення плодів комбінованим способом підвищується якість готової продукції (підвищується сортність продукції), що впливає на вихід готової продукції. Застосування проєктної технології призведе до зростання рівня поточних витрат на зберігання 1 тонни черешні на 7,3 тис. грн, що становить 11,2 %. Одночасно, за рахунок збільшення виходу якісної продукції з 1 тони закладених на зберігання плодів черешні, собівартість 1 кг проданих плодів зменшується з 75,81 грн/кг до 73,53 грн/кг, або на 3,1 % за 1 кг.

Впровадження запропонованої технології надасть можливість продавати продукцію після зберігання за підвищеною ціною, що збільшить розмір виторгу більш ніж на 23 тис. грн (15,6 %), величину чистого прибутку від реалізації – на 12,92 тис. грн (18,8 %) порівняно з аналогічними показниками для контрольної технології зберігання плодів повільним повітряним способом.

Аналогічна тенденція зростання показників ефективності спостерігається під час зберігання вишні за запропонованою технологією.

Таблиця 8.2

Розрахунок основних техніко-економічних показників ефективності впровадження технології комбінованого способу охолодження під час оброблення та зберіганні вишні

Показник	Од. виміру	Значення показника при способах охолодження		Відхилення, +-
		ППС (наявна)	КС (проєктна)	
Обсяг виробництва	кг	1000	1000	
Вихід готової продукції:				
1 сорт	кг	730	882,9	152,90
2 сорт	кг	69,7	39,6	-30,10
Поточні витрати на зберігання плодів	грн	56 587,14	63 532,46	6945,32
Ціна реалізації (з ПДВ)				
1 сорт	грн/кг	165	165	-
2 сорт	грн/кг	145	145	-
Виручка (дохід) від реалізації продукції	грн	130 556,5	151 420,5	20864,00
Собівартість одиниці реалізованої продукції	грн/кг	70,76	68,87	-1,89
Чистий прибуток від реалізації	грн	60 654,88	72 068,19	11413,32
Прибуток в розрахунку на одиницю продукції	грн/кг	75,85	78,12	2,28
Рентабельність продукції	%	107,19	113,44	6,25
Рентабельність продаж	%	46,46	47,59	1,14
Річна економія	грн	-	1744,07	-

Джерело: розробила автор

Перевищення темпів зростання продажу високоякісних плодів вишні (на 15,36% порівняно з існуючою технологією) над темпами зростання поточних витрат на зберігання готової продукції (на 12,23 %) призвело до зниження собівартості зберігання 1 кг плодів вишні з 70,76 грн/кг до 68,87 грн/кг. Ефективність упровадження проєктної технології підтверджується зростанням доходу від реалізації вишні більше майже на 21 тис. грн (15,9 %) та збільшенням чистого прибутку від продажу – майже на 11,5 тис. грн, що становить 18,8 %.

Показником, який характеризує економічну ефективність заходів є рентабельність. Зазначимо, що запропонована технологія комбінованого способу охолодження плодів черешні та вишні є достатньо ефективною порівняно з технологією повільного способу охолодження. Результати розрахунків свідчать, що рівня рентабельності продукції зростає на 7,23 % по черешні та на 6,25 % по вишні. Аналогічна тенденція позитивної динаміки наявна за обома видами плодів за показником – рентабельність продажу. Зазначимо, що використання проєктної технології охолодження надасть можливість підприємству отримати річну економію витрат в розмірі 2220,3 грн за умови зберігання 1 тонни черешні та 1744,0 грн з 1 тонни вишні.

Отримані значення зміни ОТЕП дають змогу зробити висновок про доцільність та ефективність впровадження у виробництво технології оброблення плодів КС для подальшого зберігання черешні та вишні.

Разом з визначенням ефективності впровадження технології охолодження плодів КС під час обробки та зберігання черешні та вишні доцільним є запровадження безвідходного циклу організації виробництва цукатів зі свіжих та заморожених плодів черешні та вишні (див. подальші розрахунки п. 8.2).

Соціальний ефект впровадження у виробництво КС охолодження черешні та вишні досягається за рахунок забезпечення населення країни плодами та фруктами високої харчової цінності з високим ступенем задоволення фізіологічних потреб організму споживачів України в період дії правового режиму воєнного стану. Використання запропонованої технології покращує якісні характеристики продукції, що кількісно виражається в збільшенні виходу стандартної продукції, яка зберігається більш тривалий час порівняно з наявними технологіями зберігання. Тому можна стверджувати, що соціальний ефект запропонованих заходів збільшує тривалість у часі споживання плодів черешні та вишні після зберігання, що надає можливість отримати більше вітамінів та поживних речовин для організму людини.

Соціально-економічний ефект від збільшення виходу продукції ΔCE можна визначити за формулою:

$$\Delta CE = (Ц_Д - C_{1Д}) / В_Д - (Ц_К - С_{1К}) / В_К \quad (8.1),$$

де $Ц_Д$ – ціна реалізації плодів дослідного варіанту після зберігання, грн;

$Ц_К$ – ціна реалізації плодів контрольного варіанта після зберігання, грн;

$С_{1Д}$ – собівартість 1 тонни плодів дослідного варіанта після зберігання, грн;

$С_{1К}$ – собівартість 1 тонни плодів контрольного варіанта після зберігання, грн;

$В_Д$ – вихід стандартної продукції після зберігання 1 тонни плодів дослідного варіанта, кг;

$В_К$ – вихід стандартної продукції після зберігання 1 тонни плодів контрольного варіанта, кг.

Отже, відповідно до проведених розрахунків соціально-економічний ефект від збільшення виходу продукції зберігання плодів черешні складає 2918,2 грн в розрахунку на 1 тонну, вишні – 2275,66 грн/т.

8.2. Обґрунтування ефективності виробництва цукатів зі свіжих та заморожених плодів черешні та вишні

У перспективі український ринок цукатів може зміцнити свої позиції завдяки впровадженню локальних брендів, розвитку онлайн-каналів продажу, а також зростанню інтересу до натуральних і функціональних продуктів, які можна додавати в раціон харчування. Це створює можливості для малого та середнього бізнесу, особливо в регіонах, де розвинуте садівництво. Організацію виробництва цукатів можна розглядати як елемент безвідходного циклу реалізації та використання свіжих та заморожених плодів черешні та вишні.

8.2.1. Оцінювання ефективності виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні

Додана вартість в умовах конкурентного ринку є одним із головних показників для оцінювання діяльності як окремого підприємства чи галузі, так і ступеня розвитку економіки загалом. Додана вартість відображає обсяг новоствореної вартості, що формується в процесі виробництва готового продукту понад вартість використаної сировини та матеріалів і може бути реалізована кінцевому споживачеві. Водночас додана вартість має бути реалізованою, щоб виробництво мало змогу відновлюватися і розширюватися.

В цих умовах створення більшої доданої вартості є важливим питанням для кожного підприємства. Для нашого підприємства цього можна досягти за рахунок організації виробництва цукатів з плодів черешні та вишні.

Ринок цукатів в Україні досі нішевий, однак демонструє певну стабільність і має потенціал до зростання. За попередніми підрахунками, середньорічне споживання цукатів в Україні становить близько 0,3 кг на душу населення, що є недостатнім. У такий спосіб, враховуючи актуальну чисельність населення країни, потенціал річного споживання можна оцінити у 8–12 тис. тонн. Це охоплює як безпосереднє споживання (цукати як снеки чи інгредієнт домашньої випічки), так і використання в промисловому виробництві кондитерських виробів. У грошовому вимірі місткість внутрішнього ринку можна оцінити в межах 25–45 мільйонів доларів США на рік. Середня роздрібна ціна цукатів коливається в межах 3–4,5 долари за кілограм залежно від типу сировини та паковання.

На ринку спостерігають як позитивні, так і стримувальні тенденції щодо формування попиту та пропозиції на цукати. З одного боку, зростає зацікавленість домашнім приготуванням десертів, що підтримує попит на натуральні інгредієнти, серед яких і цукати. Саме тому локальні виробники цукатів поступово розширюють асортимент, виробляючи цукати з гарбуза, буряка, моркви, кавуна, створюючи конкуренцію імпортним фруктам і

цукатам. До того ж цукати все частіше позиціонують як здорові снеки або складова ЗСЖ-дієт. З іншого боку, ринок стримують зниження рівня реальних доходів населення, структури витрат і купівельної спроможності населення, конкуренція з більш дешевими або масовими імпортними солодощами, а також логістичними проблемами для імпорту екзотичних фруктів. Попит досі нерівномірний у регіональному розрізі та залежить від сезонності виробництва сировини та, зокрема, передсвяткових періодів. На основі цих тенденцій доцільним буде порівняти споживання цукатів в інших країнах, що дасть змогу оцінити потенціал зростання попиту на внутрішньому ринку. Наприклад, у Польщі споживання цукатів на душу населення становить близько 0,4 кг, у Німеччині – до 0,8 кг. Україна наразі має менше значення за цим показником, що дозволяє зробити висновок про можливість розвитку цього сегмента за рахунок промоції локального виробництва, розширення асортименту та роботи з кінцевим споживачем.

Організація виробництва цукатів на підприємстві ТОВ «Мошурівський косервний завод» не потребує додаткових інвестицій (капітальних вкладень) на придбання необхідного для виробництва цукатів обладнання, бо воно вже є на підприємстві. Для визначення ефективності та доцільності впровадження виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні потрібно провести розрахунок повної собівартості виробництва одиниці продукції та значень основних техніко-економічних показників, що характеризують ефективність і результативність діяльності підприємства. Розрахунок поточних витрат на виробництво одиниці продукції проводимо відповідно до «Типової інструкції з планування, обліку і калькулювання собівартості виробництва одиниці продукції на підприємствах галузі всіх форм власності» та інших нормативних документів [10–15]. Собівартість виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні розраховують шляхом калькулювання собівартості одиниці продукції. За одиницю калькуляції повної собівартості продукції приймаємо 1 тонну готової продукції.

8.2.1.1. Формування виробничої та повної собівартості виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали». Вартість сировини і матеріалів визначено на підставі технології виробництва цукатів і гуртових цін на їхнє виробництво. Результати розрахунків витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» наведено в додатку Е, табл. Е 18, Е 19. Витрати за цією статтею у виробництві 1 тонни цукатів зі свіжих плодів черешні становлять 382 251 грн/т готової продукції, вишні – 350 821 грн/т.

Розрахунок витрат за статтею «Допоміжні та таропакувальні матеріали». Розрахунок витрат за цією статтею проводимо відповідно до норм витрат допоміжних матеріалів та таропакувальних матеріали, потрібних для виготовлення одиниці продукції. Відповідно до розрахунків витрати за статтею «Допоміжні і таропакувальні матеріали» становили 5,74 грн/кг, їх подано в додатку Е, табл. Е 20.

Розрахунок витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні потреби». Розмір витрат визначається відповідно до приладів обліковування і відповідного тарифу, становить у виробництві 1 тонни цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні 280 грн/т (дод. Е., табл. Е 21).

Розрахунок витрат за статтею «Основна заробітна плата робітників». Витрати на основну заробітну плату, за даними підприємства, – 2 680 грн. на 1 тонну цукатів.

Розрахунок витрат за статтею «Додаткова заробітна плата». Витрати за цією статтею складуть 870 грн/т.

Розрахунок витрат за статтею «Відрахування до єдиного соціального фонду». Витрати за цією статтею – 958 грн/т.

Розрахунок витрат за статтею «Витрати на розробку і освоєння нової продукції». Витрати за цією статтею становлять 270 грн/т.

Розрахунок витрат за статтею «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання та устаткування». Витрати за цією статтею –

3 360 грн/т

Розрахунок витрат за статтею «Загальновиробничі витрати». Витрати за цією статтею – умовно-постійні та становлять 6 040 грн/т.

Відповідно до проведених розрахунків калькуляції виробничої собівартості одиниці продукції, її величина становить по цукатам черешні – 402,44 тис. грн/т, вишні – 371,0 тис. грн/т.

Повну собівартість одиниці готової продукції формують усіх витрати, які несе підприємство, реалізовуючи продукцію, а також витрати, які не пов'язані безпосередньо з виробництвом продукції.

Розрахунок витрат за статтею «Адміністративні витрати». Стаття містить витрати на безпосереднє обслуговування та управління підприємством; витрати на утримання адміністративно-управлінського персоналу, на охорону, юридичні, авдиторські послуги; поштово-телеграфні й канцелярські витрати; робочі відрядження працівників, транспортні послуги; витрати на інші матеріальні необоротні акти загальногосподарського призначення (ремонт, оренда, комунальні послуги, амортизація). Витрати за цією статтею – 8350 грн/т.

Розрахунок витрат за статтею «Попутна продукція» (вираховується). До статті калькуляції «Попутна продукція» входить вартість попутної продукції, яку вираховують із собівартості основної продукції.

Попутна продукція – це продукція, одержана одночасно з основним (цільовим) продуктом, тобто в єдиному технологічному процесі. Ця продукція за якістю відповідає встановленим стандартам або технічним умовам, її приймає відділ технічного контролю, вона призначена для подальшої переробки на цьому підприємстві або відпуску стороннім організаціям. До попутної продукції належить осмотичний розчин – сироп після виробництва цукатів. Під час переробки 1 тонни черешні чи вишні на цукати вихід сиропу складе 1,4 тонни. Ціна на сироп з черешні: 1 кг – 130 грн або 182 тис. грн з тонни цукатів. Ціна на сироп з вишні: 1 кг –140 грн або 196 тис. грн з тони цукатів.

Розрахунок витрат за статтею «Витрати та збут». Витрати за цією статтею складуть 5 930 грн/т.

Розрахунок витрат по статті «Інші операційні витрати». Витрати за цією статтею – 1 970 грн/т.

Результати розрахунків витрат на виробництво 1 тонни цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні подано в додатку Е, таблиці Е 22. Повна собівартість виробництва 1 тонни цукатів зі свіжих плодів черешні становить 236 694 тис. грн, з вишні – 191 264 тис. грн.

8.2.1.2. Основні техніко-економічні показники ефективності впровадження розробленої технології виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні

Показниками ефективності та доцільності впровадження результатів дослідження є зниження собівартості одиниці продукції, додатковий прибуток від реалізації продукції, зміна витрат на 1 грн реалізованої продукції, зміна рентабельності продукції тощо.

Результати розрахунків (табл. 8.3) свідчать, що впровадження виробництва цукатів з черешні та вишня для підприємства є достатньо ефективним.

Таблиця 8.3

Розрахунок значень основних техніко-економічних показників під час виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні

Показник	Од. виміру	Значення показника при виробництві	
		цукатів з черешні	цукатів з вишні
Обсяг виробництва	кг	1000	1000
Повна собівартість виробництва продукції	грн	236 694	191 264
Ціна реалізації (з ПДВ)	грн/кг	400,0	400,0
Виручка (дохід) від реалізації продукції	грн	400000	400000
Собівартість одиниці реалізованої продукції	грн/кг	236,69	191,26
Чистий прибуток від реалізації	грн	133 910,92	171 163,52
Прибуток в розрахунку на одиницю продукції	грн/кг	133,91	171,16
Рентабельність продукції	%	56,58	89,49
Рентабельність продаж	%	33,48	42,79

Джерело: розробила автор

Під час впровадження виробництва цукатів повна собівартість 1 кг цукатів черешні складе 236,7 грн/кг, вишні – 191,26 грн/кг. Ціна продажу продукції планується на рівні 400 грн/кг за обома видами продукції. Розмір отриманого прибутку від продажу цукатів черешні становить 133,9 тис. грн, вишні – 171,16 тис. грн. Виробництво цих видів продукції є високорентабельним: рівень рентабельності цукатів черешні за розрахунками склав 56,6 %, рентабельність продажу – 33,48 %. Виробництво цукатів вишні є більш ефективним для підприємства, рентабельність продукції – 89,5 %, а рентабельність продажу – 42,8 %. Отримані значення зміни ОТЕП дають змогу зробити висновок про доцільність та ефективність впровадження у виробництво цукатів з черешні та вишні. Однак виробництво цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні має чітко виражений сезонний характер, тому потрібно визначити також доцільність виробництва цукатів з охолоджених та заморожених плодів черешні та вишні. За одиницю калькуляції повної

собівартості продукції також взято 1 тонну цукатів.

8.2.2. Оцінювання ефективності виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні

8.2.2.1. Формування повної собівартості виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали». Вартість сировини і матеріалів визначено на підставі технології виробництва цукатів і гуртових цін на всі види ресурсів, що їх використовують під час виробництва цукатів. Вартість плодової сировини визначали за собівартістю продукції, що зберігалася на підприємстві в замороженому стані.

Результати розрахунків витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» наведено в додатку Е, табл. Е 23, Е 24.

Розмір витрат за статтею «Допоміжні і таропакувальні матеріали» буде такий самий, як і під час виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні.

Розрахунок витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні потреби». Розмір витрат визначають відповідно до приладів обліковування і відповідного тарифу, він становить для виробництва цукатів з заморожених плодів черешні та вишні 180 грн/т (дод. Е, табл Е 25). Скорочення витрат за цією статтею відбувається у зв’язку з тим, що під час використання заморожених плодів майже удвічі скорочується тривалість стадії осмотичної дегідратації.

Розмір витрат за статтями «Зворотні відходи», «Основна заробітна плата робітників», «Додаткова заробітна плата», «Відрахування до єдиного соціального фонду», «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання та устаткування», «Витрати на розробку і освоєння нової продукції», «Загальновиробничі витрати» плануються, як і під час виробництва цукатів із

свіжих плодів черешні та вишні.

Розрахунок витрат за статтями «Адміністративні витрати» під час виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні.

Ця стаття охоплює витрати, пов'язані з безпосереднім обслуговуванням та управлінням підприємством; витрати на утримання адміністративно-управлінського персоналу, охорону, юридичні, авдиторські послуги; поштово-телеграфні й канцелярські витрати; робочі відрядження працівників, транспортні послуги; витрати на інші матеріальні необоротні акти загальногосподарського призначення (ремонт, оренда, комунальні послуги, амортизація).

Витрати за цією статтею – 8 350 грн/т

Розрахунок витрат за статтею «Попутна продукція» (вираховується). До статті калькуляції «Попутна продукція» включають вартість попутної продукції, яка вираховується із собівартості основної продукції. Під час перероблення 1 тонни черешні чи вишні на цукати вихід сиропу буде 1,4 т. Ураховуючи більш високу якість та органолептичні показники сиропу під час виробництва цукатів із заморожених плодів, ціна на сироп підвищується. Так, ціна сиропу з 1 кг черешні коштуватиме 200 грн або 280 тис. грн з тонни цукатів. Ціна на сироп з вишні – 210 грн. або 294 тис. грн з тонни цукатів.

Розмір витрат за статтями «Витрати та збут», «Інші операційні витрати», буде такий самий, як і під час виробництва цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні.

Результати розрахунків зміни поточних витрат на оброблення та зберігання черешні під час застосування контрольного та проєктного варіантів технології зведено в таблиці додатку Е, табл. Е 25.

Повна собівартість виробництва 1 тонни цукатів із черешні буде 264 314 грн, з вишні – 218 884 грн.

8.2.2.2. Основні техніко-економічні показники ефективності впровадження розробленої технології виробництва цукатів із

заморожених плодів черешні та вишні

Результати розрахунків (табл. 8.4) свідчать, що виробництво цукатів з заморожених сировини плодів також є ефективним.

Таблиця 8.4

Розрахунок значень основних техніко-економічних показників під час виробництва цукатів із заморожених плодів черешні та вишні

Показник	Од. виміру	Значення показника при виробництві	
		цукатів з черешні	цукатів з вишні
Обсяг виробництва	кг	1000	1000
Повна собівартість виробництва продукції	грн	264 314	218 884
Ціна реалізації (з ПДВ)	грн/кг	400,0	400,0
Виручка (дохід) від реалізації продукції	грн	400000	400000
Собівартість одиниці реалізованої продукції	грн/кг	264,31	218,88
Чистий прибуток від реалізації	грн	111 262,52	148 515,12
Прибуток в розрахунку на одиницю продукції	грн/кг	111,26	148,52
Рентабельність продукції	%	42,09	67,85
Рентабельність продаж	%	27,82	37,13

Джерело: розробила автор

Не зважаючи на зростання собівартості виробництва за рахунок вартості замороженої сировини, розмір чистого прибутку від продажу 1 тонни цукатів з черешні становить 111,26 тис. грн, а цукатів з вишні – 148,5 тис. грн. Ефективність впровадження цієї технології виробництва підтверджується показниками рентабельності продукції та рентабельності продажу, значення яких за обома видами істотне. Зазначимо, що використання замороженої сировини під час виробництва цукатів надасть можливість підприємству виробляти продукцію тривалий час, тоді як з використанням свіжо-

охолодженої сировини – період виробництва цукатів обмежується певною сезонністю. Отримані значення зміни ОТЕП дають зробити висновок про доцільність і ефективність впровадження у виробництво цукатів із заморожених плодів черешні та вишні. Результати розрахунків свідчать про те, що під час виробництва цукатів як зі свіжих, так і із заморожених плодів черешні та вишні створюється додаткова вартість, що підвищує конкурентоспроможність продукції та підприємства і робить діяльність підприємства більш ефективною і результативною.

Соціальний ефект від запровадження виробництва цукатів зі свіжих і заморожених плодів черешні та вишні досягається за рахунок збереження та створення нових робочих місць, збільшення зайнятості та доходів населення, підвищення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств, покращення асортименту продукції задля задоволення потреб вітчизняних споживачів у продуктах високої харчової цінності в період дії правового режиму воєнного стану.

8.2.3. Впровадження результатів дослідження при зберіганні та виробництва цукатів з плодів черешні та вишні у виробництво

У мовах сьогодення вирішальну роль у збереженні та подальшій реалізації плодової продукції, зокрема черешні та вишні, відіграє розвиток і впровадження нових підходів для ведення ефективної діяльності на підприємствах, які зацікавлені отримати якісну продукцію і прибуток від її реалізації. Такий підхід є актуальним для підприємств з комплексним баченням використання плодових ресурсів, що можуть реалізувати безвідходний ланцюг, а саме: перероблення свіжих плодів черешні та вишні на цукати, зберігання запропонованим комбінованим способом, заморожування з подальшим використанням сировини для виробництва цукатів. Завершальним етапом виконання експериментальних та наукових досліджень є впровадження розробленої технології зберігання плодів, оброблених органічною

композицією, та виробництво цукатів на агропромислових, фермерських та переробних підприємствах України (рис. 8.2).

Рис. 8.2. **Цукати зі свіжих плодів черешні світлозабарвленого сорту *Dachnytsia*, виготовлені на ТОВ МЖК «Південний»**

Технологія зберігання плодів черешні та вишні з обробленням органічною композицією оцтовою та молочною кислотами комбінованим способом, виробництво цукатів зі свіжих та заморожених плодів черешні та вишні, а також заморожування плодової сировини для поступового виробництва продуктів переробки методом осмотичної дегідратації знайшли своє впровадження на ТОВ МЖК «Південний», м. Мелітополь, Мелітопольського району, Запорізької області (2020–2021 рр.) (дод. Ж).

Профіль бізнесу ТОВ МЖК «Південний» був спрямований на виробництво молочної продукції та інших харчових продуктів. Станом на 2020 рік підприємство виробляло продукцію в асортименті 68 найменувань під торговими марками ТМ «Молочна ріка» і ТМ «DANKEN». Після реструктуризації підприємства у 2018 р. розпочато роботу над новою лінією молочних продуктів із додаванням цукатів з плодів черешні та вишні. У 2020–2021 рр. обсяг зберігання плодів черешні та вишні з обробленням органічною композицією оцтовою та молочною кислотами комбінованим способом

становив 10 тонн та 5 тонн – відповідно. За результатами досліджень на підприємстві було вироблено партію продукції цукатів зі свіжих та заморожених плодів черешні та вишні.

Запровадження цієї технології дозволило продовжити термін споживання плодів черешні та вишні у вигляді цукатів до 9 місяців з максимальним збереженням якісних характеристик. Це вирішило проблему забезпечення споживачів високоякісною продукцією та подовжило період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Використання розробленої технології сприяло максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання продукції високої харчової цінності з доданою вартістю (рис. 8.3.).

Рис. 8.3. **Топінг із темнозабарвлених та світлозабарвлених плодів черешні, виготовлений на ТОВ МЖК «Південний»**

Після повномасштабного вторгнення російського агресора 24 лютого 2022 року в Запорізьку область, м. Мелітополь, співпрацю з підприємством було припинено через окупацію регіону й захоплення ТОВ МЖК «Південний».

У ТОВ «Мошурівський консервний завод», с. Мошурів, Звенигородський район, Черкаська область (2023–2024 рр.) (додаток Ж) було

продовжено експериментальні дослідження та виготовлення цукатів із плодів черешні та вишні у 2023–2024 рр. Мошурівський консервний завод засновано в 1969 році як підприємство з перероблення плодів і овочів колгоспу-гіганта «Великий Жовтень». Завод пропонує продукти харчування власного виробництва, а також надає послуги з виробництва консервованої продукції під замовлення та із сировини під торговою маркою замовника.

Запровадження зазначеної технології виготовлення цукатів із плодової сировини продовжило термін споживання плодів черешні та вишні у вигляді цукатів до 12 місяців зі збереженням якісних характеристик плодової продукції (рис. 8.4). Реалізація нової технології не потребує залучення до технологічного процесу зберігання та переробки спеціалізованого технологічного устаткування.

Рис. 8.4. **Цукати із заморожених плодів черешні темнозабарвленого сорту Kazka з додаванням пудри та в натуральному вигляді, виготовлені на ТОВ «Мошурівський консервний завод»**

Плодову продукцію зберігали на ПрАТ «Київський маргариновий завод», м. Київ (2024–2025 рр.) . Впроваджено технологію зберігання плодів черешні та вишні комбінованим способом з обробленням комплексною

органічною композицією оцтової та молочної кислот. Запровадження технології продовжує термін зберігання плодів черешні та вишні до 30–40 діб з оптимальним збереженням біохімічних, товарних характеристик, забезпечує зменшення кількісних втрат внаслідок скорочення природних втрат маси та втрат від фізіологічних розладів і мікробіологічних захворювань (Рис. 8.5).

Рис. 8.5. **Охолодження плодів черешні сорту Krupnoplidna за комбінованою технологією на ПрАТ «Київський маргариновий завод»**

Для подальшого впровадження запропонованих технологічних рішень на інноваційні продукти переробки з черешні та вишні разроблено та отримано ТМ Cherry & sweets : торговельна марка (Рис. 8.6).

Рис. 8.6. **Цукати з плодів вишні Vstriecha вироблені для реалізації розсипом під ТМ CHERRY& SWEETS**

Результати досліджень впроваджено в навчальний процес студентів Таврійського державного агротехнологічного університету, м. Запоріжжя (дод. Ж). Соціальний і науково-технічний ефект полягає в ознайомленні майбутніх фахівців спеціальностей агротехнологічного спрямування з основними результатами наукових досліджень щодо сучасних технологій зберігання плодової продукції (черешні та вишні) з використанням органічних композицій та інноваційних технологій виготовлення продуктів з плодової сировини (черешні та вишні) методом осмотичної дегідратації; формування навичок науково – дослідної роботи студентів, стимулюванні творчої активності студентів; підготовці студентів до виконання аналітичних досліджень, аналізу та узагальненню отриманих результатів. Впровадження результатів досліджень сприятиме підвищенню науково-методичного рівня викладання перелічених дисциплін.

Результати виконаної науково-дослідної роботи на тему «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці» мають практичну цінність, їх подано в табл. 8.5 (Додаток Ж).

Таблиця 8.5.

Результати впровадження наукових розробок за темою «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»

Назва Підприємства/ установи	Вид впровадження в промислове виробництво/навчальний процес	Вид діяльності	Обсяг /форма впровадження	Термін дослідно-промислової перевірки
ТОВ МЖК «Південний»	Технологія зберігання плодів черешні та вишні з обробкою органічною композицією комбінованим способом	впровадження	плоди черешні – 10 т, плоди вишні – 5 т	01.06.2021-01.09.2021
	Технологія виробництва цукатів з свіжих плодів черешні та вишні	впровадження		30.05.2020-01.09.2020
	Виробництво заморожених напівфабрикатів з плодів черешні та вишні	впровадження		01.06.2020-30.12.2020
	Виробництво цукатів з заморожених плодів черешні та вишні	впровадження		30.05.2020-01.02.2021
ТОВ «Мошурівський консервний завод»	Технологія зберігання плодів черешні та вишні з обробкою органічною композицією комбінованим способом	впровадження	плоди черешні – 10 т, плоди вишні – 5 т	27.05.2024-01.09.2024
	Технологія виробництва цукатів з свіжих плодів черешні та вишні	впровадження		28.05.2024-01.09.2024
	Виробництво заморожених напівфабрикатів з плодів черешні та вишні	впровадження		03.06.2024-28.12.2024
	Виробництво цукатів з заморожених плодів черешні та вишні	впровадження		26.05.2024-5.03.2025

Продовження таблиці 8.5

Назва Підприємства/ установи	Вид впровадження в промислове виробництво/навчальний процес	Вид діяльності	Обсяг /форма впровадження	Термін дослідно-промислової перевірки
ПрАТ «Київський маргариновий завод»	Технологія зберігання плодів черешні та вишні з обробкою органічною композицією комбінованим способом	впровадження	плоди черешні – 10 т, плоди вишні – 5 т	28.05.2024-02.09.2024
	Технологія виробництва цукатів з свіжих плодів черешні та вишні	впровадження		28.05.2024-01.09.2024
	Виробництво заморожених напівфабрикатів з плодів черешні та вишні	впровадження		04.06.2024-29.12.2024
	Виробництво цукатів з заморожених плодів черешні та вишні	впровадження		28.05.2024-29.01.2025
ТДАТУ імені Дмитра Моторного	Результати досліджень впроваджено в навчальний процес для ЗВО ОП «Харчові технології, «Агрономія», «Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство», «Індустрія здорового харчування» ОР «Бакалавр», «Магістр»	впровадження	лекційний курс, практичні роботи, курсові роботи, НДРС	2024

Джерело: розробила автор

Результати впроваджень підвищують ефективність технологічних процесів охолодження, зберігання та переробки плодів черешні та вишні. Технологія охолодження плодів черешні, вишні комбінованим способом із додаванням органічних кислот зменшує втрати плодів у процесі тривалого зберігання. Виготовлення цукатів з плодів черешні та вишні як зі свіжої, так і замороженої сировини развантажує підприємства та забезпечує продуктами переробки, отриманими на основі осмотичної дегідратації, споживача цілорічно.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 8

1. Упровадження проєктної технології зберігання 1 тонни плодів черешні та вишні комбінованим способом є економічно обґрунтованим та ефективним для підприємства. Про це свідчить значення основних економічних показників, а саме: зростання доходу від реалізації продукції (по черешні на 15,6 %, або на 23 тис. грн, по вишні – на 15,9 %, або на 21 тис. грн) та зниження собівартості одиниці продукції на 3 % та 2,7 % відповідно за культурами. Економічна ефективність проєктного способу охолодження (величина додатково отриманого прибутку) по черешні складає 12,92 тис. грн/т., а по вишні – 11,41 тис. грн/т.

Запропонована технологія комбінованого способу охолодження плодів черешні та вишні є достатньо ефективною порівняно з технологією повільного способу охолодження – зростання рівня рентабельності продукції становить 7,23 % по черешні та 6,25 % по вишні.

2. Річна економії витрат підприємства за використання КС охолодження та зберігання плодів – 2220,3 грн, за умови зберігання 1 тонни черешні та 1744,0 грн 1 тонни вишні.

3. Соціально-економічний ефект від збільшення виходу стандартної продукції вищої якості під час зберігання плодів черешні та вишні комбінованим способом в розрахунку на 1 тонну становить 2918,2 грн/т та 2275,66 грн/т відповідно.

4. Упровадження інноваційного продукту – цукатів – у виробництво також ефективне для підприємства. Собівартість виробництва 1 кг черешні становить 236,6 грн, вишні – 191,26 грн. Реалізація 1 тонни виготовлених цукатів черешні зі свіжих плодів принесе додатково підприємству прибутку в розмірі 133,9 тис. грн, тоді як буде отримано 171,16 тис. грн із продажу цукатів вишні.

5. Розмір чистого прибутку від продажу 1 тонни цукатів із заморожених плодів черешні становить 111,26 тис. грн та 148,5 тис. грн по

цукатам з вишні. Рентабельність виробництва цукатів з черешні – 33,48 %, рентабельності їхнього продажу – 56,6%; а цукатів з вишні – 89,5% і 42,8% відповідно.

6. Обґрунтовано економічну ефективність виготовлення інноваційного продукту із замороженої плодової сировини. Під час виробництва цукатів із заморожених плодів черешні рентабельність продукції становила 42,09 %, а рентабельність продажу — 27,82 %. Для цукатів із заморожених плодів вишні рентабельність продукції досягала 67,85 %, тоді як рентабельність продажу становила 37,13 %.

7. Промислова апробація інтегрованої технології зберігання плодів черешні та вишні в умовах штучного холоду і подальшого виробництва цукатів на підприємствах ТОВ МЖК «Південний», ТОВ «Мошурівський консервний завод», ПрАТ «Київський маргариновий завод» засвідчила ефективність проведених досліджень.

Список використаних джерел до розділу 8

1. Офіційний сайт ВООЗ. URL: https://www.who.int (дата звернення: 08.10.2024).

2. Стратегія національної безпеки України. Безпека людини – безпека країни : Указ Президента України від 14.09. 2020 р. № 392/2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020#Text (дата звернення: 27.05.2024).

3. Global Hunger Index. 2023. URL: https://www.globalhungerindex.org/ (дата звернення: 21.11.2023).

4. WFP 2025 Global Outlookhttps. URL: https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000162840/download/?_ga=2.98078367.1045080564.1745838682-1871173570.1745838682 (дата звернення: 14.12.2023).

5. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України : статистичний збірник за 2021 р. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 20.10.2023).

6. Стан Продовольчої безпеки та харчування в світі у 2024 р. URL: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ffb79f08-bf03-404a-9ad3-f8ef9c3c9e6b/content/cd1254en.html#gsc.tab=0 (дата звернення: 27.01.2025).

7. Rome Declaration of World Food Security and World Food Summit Plan of Action / FAO. 1996. URL: https://www.fao.org/fao-stories/article (дата звернення: 15.09.2023).

8. Про продовольчу безпеку України : Закон України від 29.12.2011 р. № 8370. URL: https://ips.ligazakon.net/document/ (дата звернення: 21.04.2024).

9. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 р. : Указ Президента України від 30.09.2019 р. № 722/2019. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text (дата звернення: 10.10.2024).

10. Податковий Кодекс України (редакція від 01.04.2024). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text (дата звернення: 26.08.2024).

11. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 «Витрати». URL: http://zakon2.rada.gov.ua/ (дата звернення: 03.22.2024).

12. Типова інструкція з планування, обліку і калькулювання собівартості виробництва одиниці продукції на підприємствах галузі всіх форм власності : наказ Міністерства аграрної політики України від 18.05.2001 р. № 132. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/ (дата звернення: 05.04.2023).

13. Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов’язкове державне соціальне страхування [станом на 01.12.2023 р.]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2464-17#Text (дата звернення: 04.08.2024).

14. Методичні рекомендації з розроблення бізнес-плану підприємств : наказ Міністерства економіки України від 06.09.2001 р. № 290. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws (дата звернення: 13.06.2024).

15. Давидюк Т. В. Методи обліку витрат і калькулювання собівартості продукції у вітчизняних нормативних актах: напрями удосконалення. *Економіка.* 2016. № 1(23). URL: https://economics.net.ua/files/archive/2016/No1/6.pdf (дата звернення: 04.08.2023).

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу сучасних наукових джерел показано, що охолодження та зберігання плодів черешні й вишні є визначальними етапами післязбиральної технологічної оброблення, ефективність яких зумовлює комплекс морфолого-анатомічних і біохімічних властивостей сировини, інтенсивність тепломасообмінних процесів у холодильному середовищі, а також техніко-економічні параметри функціонування сучасних холодильних систем. З урахуванням сучасних науково-практичних тенденцій розвитку харчової холодильної інженерії, обґрунтованим є впровадження інтенсивних методів охолодження, комбінованих оброблень із застосуванням біологічно активних речовин антимікробної дії, а також використання математичних моделей як інструмента для оптимізації режимів охолодження, прогнозування збереження структурно-механічних, мікробіологічних і сенсорних характеристик плодів та підвищення ефективності післязбиральної логістики.

2. У межах дослідження розроблено математичні моделі залежностей функціонально-технологічних показників плодів черешні та вишні від комплексу абіотичних чинників із використанням методів головних компонент і ridge-регресії, що забезпечують кількісну інтерпретацію впливу гідрометеорологічних параметрів на фізіолого-біохімічні процеси в період вегетації. Побудовано узагальнений алгоритм оброблення багатовимірного масиву вхідних змінних із високим ступенем мультиколінеарності, який шляхом перетворення предикторів в ортогональні латентні компоненти виявляє найбільш значущі фактори впливу на вміст сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот та L-аскорбінової кислоти, фенольних речовин. Моделі характеризуються високим рівнем адекватності ($R^2 > 0,85$), що підтверджує їхню прогностичну здатність у контексті оцінювання та збереження якості сировини в умовах холодильного зберігання.

3. Розроблено та науково обґрунтовано склад захисної органічної композиції на основі молочної та оцтової кислот, що продемонструвала високу

ефективність під час застосування в процесі гідроохолодження плодів черешні та вишні перед холодильним зберіганням. За результатами багатофакторного математичного моделювання встановлено оптимальні концентрації компонентів: для плодів черешні – 2,161 % молочної та 1,705 % оцтової кислоти, для плодів вишні – 2,217 % та 1,966 % відповідно. Застосування цих концентрацій забезпечило мінімальні загальні середньодобові втрати – 0,0642 % для черешні та 0,106 % для вишні, з одночасним зменшенням загальних втрат від мікробіологічних уражень і фізіологічних розладів до 1,01 % та 2,27 % відповідно. Побудовані регресійні моделі відзначаються високим рівнем адекватності ($R^2 \geq 0,92$), що підтверджує надійність опису взаємозв'язків між концентрацією органічних кислот і масообмінними процесами в плодах.

4. Есперментально доведено переваги комбінованого способу попереднього охолодження (КС) плодів черешні та вишні, який забезпечує найвищу ефективність у збереженні маси, пригнічення мікробіологічної активності та збереження товарної якості продукції в умовах холодильного зберігання. Встановлено, що комбінований спосіб охолодження знижує середні втрати маси плодів у 11,3 раза порівняно з повільним повітряним способом (ППС) та у 22,9 раза порівняно з інтенсивним повітряним способом (ІПС), забезпечує швидке зниження інтенсивності дихання на рівні гідроохолодження (ГО), а також сприяє зменшенню чисельності епіфітної мікрофлори після 40 діб зберігання – на 10–40 % для черешні та 20–60 % для вишні залежно від сорту. За результатами 40-добового зберігання, вихід стандартної продукції плодів черешні становив 85,2–98,1 %, вишні – 80,0–92,3 %, а під час застосування комбінованого способу (КС) цей показник був на 15 % вищим, ніж за повільний повітряний спосіб (ППС), що підтверджує технологічну доцільність впровадження комбінованого способу як ефективного елемента системи післязбиральної підготовки плодової сировини до зберігання та реалізації.

5. Уперше побудовано узагальнену математичну модель

охолодження плодів черешні та вишні на основі другої теореми подібності Федермана-Букінгема із застосуванням критеріїв Рейнольдса (Re), Фур'є (Fo) та Нуссельта (Nu), що дало змогу кількісно охарактеризувати тепломасообмінні процеси за різних способів охолодження. Максимальні значення Re і коефіцієнта теплопередачі α досягнуто для комбінованого способу (КС), що свідчить про високу інтенсивність конвективного теплообміну, зокрема для черешні (на 15 % вища, ніж для вишні). Найвищі значення Fo встановлено для повільного повітряного способу (ППС), найнижчі – для комбінованого способу (КС) та гідроохолодження (ГО). Розроблені критеріальні рівняння й обчислювальні алгоритми забезпечують науково обґрунтований вибір режимів попереднього охолодження з урахуванням фізико-технологічних властивостей сировини та є ефективним інструментом оптимізації холодильного оброблення плодів.

6. Уперше проведено комплексну математичну оцінку динаміки якісних характеристик плодів черешні та вишні під час попереднього охолодження різними способами (ППС, ІПС, ГО, КС) методом «факторних площ» із використанням показників: коефіцієнтів зростання $k_{яз}$ та спадання якості, коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$, питомих коефіцієнтів зростання $\varphi_{яз}$ та спадання якості $\varphi_{яс}$. Це забезпечило можливість кількісного прогнозування збереження якості в процесі зберігання.

7. За результатами математичного моделювання та експериментальних досліджень встановлено закономірність зниження коефіцієнта відповідності нормативам якості ($k_{вн}$) від повільного повітряного (ППС) до комбінованого способу (КС) охолодження плодів черешні та вишні з подальшим зниженням цього показника після 30 діб зберігання. Для сортів черешні Krupnoplidna та Melitopol's'ka chorna $k_{вн}$ був стабільним, тоді як для вишні сорту Vstriecha спостерігалося поступове зниження цього параметра для досліджуваних процесів. Коефіцієнти зростання якості ($k_{яз}$) і питомий коефіцієнт $\varphi_{яз}$ мали стабільну динаміку у всіх варіантах, а для сорту Vstriecha – чітку позитивну тенденцію зі зростанням інтенсивності охолодження. Після

30 діб зберігання $\varphi_{яз}$ зменшувався, тоді як $k_{яз}$ зростав на 32–35 %, що свідчить про потенціал покращення якості плодів завдяки низькотемпературній обробці.

8. Найкращі якісні характеристики виявились для сорту черешні Melitopol’s’ka chorna за показниками зростання площ негативних параметрів після 30 діб зберігання у межах $S_н$ = *1,03–2,19* та коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$ = 0,44–0,83 одразу після обробки та $k_{вн}$ = 0,46–1,29 після 30 діб зберігання; а також для вишні Vstriecha за показником зменшення площі позитивних параметрів $S_п$ = *1,274–2,136* після 30 діб зберігання для досліджуваних процесів низькотемпературної обробки від ІПС до КС охолодження.

9. За результатами оцінювання якісних властивостей досліджуваних плодів найгірші характеристики виявились для сорту черешні Krupnoplidna за показниками зростання площ негативних параметрів після 30 діб зберігання в межах $S_н$ = *1,66–2,7* та коефіцієнта відповідності нормативам якості $k_{вн}$ = 0,2–0,76 одразу після обробки та $k_{вн}$ = 0,46–1,68 після 30 діб зберігання; а також для вишні Valerii Chkalov за показником зменшення площі позитивних параметрів $S_п$ = *1,236–2,07* після 30 діб зберігання для досліджуваних процесів охолодження.

10. Методом багатокритеріальної оптимізації встановлено, що для виготовлення цукатів зі свіжих плодів черешні доцільним є використання сортів Kazka ($\varphi(x_5)$ = 4,67), Zabuta′ ($\varphi(x_7)$ = 4,69), Talisman ($\varphi(x_5)$ = 3,58), Krupnoplidna ($\varphi(x_1)$ = 3,43), а серед вишні – сорту Griot Melitopolskyy ($\varphi(x_5)$ = 4,72). Для цукатів із замороженої сировини найкращими виявились сорти черешні: Valerii Chkalov ($\varphi(x_2)$ = 1,22), Kordia ($\varphi(x_8)$ = 0,65), Udivitiel’na ($\varphi(x_5)$ = 1,07), а також вишня Griot Melitopolskyy ($\varphi(x_5)$ = 1,45). Науково обґрунтовано доцільність застосування багатостадійної осмотичної дегідратації з поетапним підвищенням концентрації цукрового сиропу. Для свіжих плодів ефективною є чотиристадійна обробка (40–60 % масової частки цукру), тоді як для заморожених – оптимальним є двоступеневий режим із концентрацією сиропу

50–60 %.

11. Запропоновано рекомендації промисловості щодо технології зберігання плодів з комбінованим способом та практичного використання раціональних режимів процесу осмотичної дегідратації, які можна застосовувати не лише для зневоднення плодів черешні та вишні. Розроблена технологія комплексної переробки плодів черешні та вишні сприятиме формуванню кругової біоекономіки та зменшенню числа промислових відходів. Результати розробки можливо масштабувати на виробництво будь-якої потужності. Розроблену математичну модель та параметри оптимізації органічної композиції під час зберігання плодів черешні та вишні можна адаптувати в будь-якій технології, що включатиме комбінований спосіб доохолодження плодів за умов довготривалого зберігання. Запропоновані математичні моделі фізико-математичного моделювання досліджуваних процесів низькотемпературної обробки плодової харчової сировини та параметрів оцінки якості продукції за використання моделі «плоского факторного поля» можуть бути імплементовані для практичного застосування стосовно оцінювання стану будь-якого за складністю об’єкта досліджень за використання необмеженої кількості характеристик.

12. Техніко-економічна ефективність інтегрованої технології зберігання плодів черешні та вишні з подальшим виробництвом цукатів зі свіжої та замороженої плодової сировини є економічно доцільною, що обґрунтовано такими показниками:

- виторг від 1 тонни плодів охолоджених комбінованим способом становить 23 тис. грн по черешні, та 21 тис. грн по вишні; величина додатково отриманого чистого прибутку на підприємстві за запропонованою технологією від продажу 1 тонни черешні становить 12,92 тис. грн, вишні – 11,5 тис. грн;
- соціально-економічний ефект від збільшення виходу стандартної продукції при зберіганні плодів черешні та вишні комбінованим способом в розрахунку на 1 тонну становить 2918,2 грн та 2275,66 грн – відповідно;
- прибуток від продажу цукатів зі свіжих плодів черешні та вишні

становить 133,9; 171,16 тис. грн - відповідно; одночасно, прибуток від продажу 1 тонни цукатів із заморожених плодів черешні досягне значення 111,26 тис. грн; вишні – 148,5 тис. грн.

13. Промислова апробація інтегрованої технології зберігання плодів черешні та вишні в умовах штучного холоду і подальшого виробництва цукатів на підприємствах ТОВ МЖК «Південний», ТОВ «Мошурівський консервний завод», ПрАТ «Київський маргариновий завод» підтвердила високу ефективність проведених досліджень, технологічну надійність та відтворюваність розроблених процесів у виробничих умовах.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТАВРІЙСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО АГРОТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ІВАНОВА ІРИНА ЄВГЕНІВНА

УДК: 664.8.037.1:634

ДОДАТКИ

НАУКОВІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ПЛОДОВОЇ СИРОВИНИ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ТА ПЕРЕРОБЦІ

(ТОМ 2)

05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

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

Київ – 2026

ЗМІСТ

Додаток А 1. Морфолого-технологічна характеристика плодів сортів черешні ...……..... 569
Додаток А 2. Морфолого-технологічна характеристика плодів сортів вишні..... 577
Додаток А 3. Натуральні значення погодних чинників, що впливають на накопичення функціонально-технологічних показників плодів черешні та вишні……..... 580
Додаток А 4. Параметри сенсорної оцінки плодів черешні та вишні…..... 594
Додаток А 5. Експертиза сенсорного профілю плодів…..... 596
Додаток Б. Математечне моделювання процесів формування функціонально-технологічних і якісних показників плодів черешні та вишні..... 606
Додаток В. Експериментальна оцінка параметрів процесів холодильної обробки та зберігання плодів черешні та вишні..... 658
Додаток Г. Оцінка параметрів якості плодової продукції за використання моделі «плоского факторного поля»..... 662
Додаток Д. Технологічні аспекти процесу виробництва цукатів із плодів черешні та вишні..... 678
Додаток Е. Оцінка економічної ефективності та соціального ефекту..... 767
Додаток Ж. Впровадження результатів дослідження охолодження зберігання та переробки плодів черешні та вишні у виробництво..... 777

ДОДАТОК А1

МОРФОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДІВ СОРТІВ ЧЕРЕШНІ

Sweet Early – сорт черешни ранього сроку достигання. Плоди набувають товарної якості з 3 по 12 липня. Маса плодів 8 – 10 г, діаметром 16,8. Шкірочка темно-червоного кольору з глянцевим блиском. Плодоніжка коротка, плоди высокої товарної якості. М'якоть світло-червоного кольору, щільна, відминного десертного смаку. Дегустаційна оцінка – 4,5 бала. Стійкість до розтріскування після дощу висока.

Merchant – сорт черешні раннього строку достигання. Початок достигання у першій декаді липня. Плоди привабливі, великих розмірів діаметром 28 – 30 мм. Маса плодів 10 г, діаметр 15,3. Темно-червона шкірочка плодів на етапі повної товарної стиглості стає чорного кольору. М'якоть плодів дуже соковита, солодка, ароматна. Дегустаційна оцінка – 4,3 бала. Плоди мають високу транспортабельність.

Biharro Burlat – ранньостиглий сорт черешні (достигання плодів 5 – 10 липня).Плоди темно-червоного, майже чорного кольору. Плоди темно-червоні, великого розміру (маса 7 – 8 грамів), діаметром 14,1. М'якоть соковита, тёмно-червона, приємного солодкого десертного смаку, середньої щільності. Кісточка легко від'ємна від м'якоті. Має відмінний десертний смак. Плоди універсального призначення придатні до транспортування.

Rubinova Rannia – сорт раннього строку достигання. Плоди достигають у третій декаді травня, десертного призначення. Розмір плодів великий, широкосерцеподібної форми, одномірні, темно-червоні, середня маса – 5 – 6 г, діаметром 16,1мм. М'якуш темно-червоний, ніжний, соковитий. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка – 4,1 бала. Плоди десертного призначення.

Valerii Chkalov– сорт раннього строку достигання. Плоди великі, округло-серцеподібної форми, масою 7-9 грамів, діаметром 19,3 мм.

Забарвлення плоду темно-червоне, майже чорне. Шкірочка щільна, блискуча. М’якуш темно-червоний, з білими прожилками, напівхрящуватий, соковитий. Смак винно-солодкий. Дегустаційна оцінка – 4,5 бала. Транспортабельність плодів хороша.

Kazka – плоди раннього строку достигання, набувають стадії споживчої якості на початку першої декади червня, універсального призначення. Плоди великі, одномірні, широкоокруглої форми, середня маса – 8 – 10 г, діаметром 23,1 мм. Забарвлення плоду темно-червоне, майже чорне. М'якуш темно-червоний, ніжний, соковитий, напівхрящуватий. Смак кисло-солодкий, освіжаючий. Дегустаційна оцінка – 4,8 бала. Плоди рекомендовано для десертного та технологічного призначення.

Zabuta' – плоди черешні ранньостиглого строку достигання плодів. Плоди достигають у другій декаді червня і відзначаються доброю транспортабельністю. Плоди великі, темно-червоні, середньою масою 8,5 г, діаметром 16,9 мм. М'якуш темно-червоний, без білих прожилок, хрящуватий, соковитий; смак кисло-солодкий, освіжаючий. Дегустаційна оцінка – 4,5 бала. Плоди відзначаються доброю транспортабельністю.

Kordia – сорт середнього терміну достигання. Терміни дозрівання: II декада липня. Плід великий, 8 – 10 г, серцевидний, розширений, діаметр 21,2 мм. Шкірочка карміново-червона, з коричневими точками. М'якоть тверда, червона, при повному дозріванні темно-червона, ароматна, смачна. Дегустаційна оцінка плодів 4,5 балів. Плоди середньо стійкі до розтріскування.

Oktavia – сорт середнього строку дозрівання. Термін дозрівання – кінець липня, пізніше інших середніх сортів. Плоди темно червоні, блискучі, дуже великі – 8 – 10 грамів, соковиті, смачні. Діаметр плодів 21,7 мм. Дегустаційна оцінка 4,6 балів. М'якоть тверда, темно-червона. Переваги сорту: стійкість до розтріскування, довгий період зберігання після збору, стійкий до бактеріальних хвороб. Транспортабельні, дуже довго тримаються на дереві. Столового та технологічного призначення.

Vynka – сорт черешні середнього терміну достигання. Плоди достигають у другій декаді червня. Плоди великі, темно-червоні, середньою масою 6 – 8 г, округло-серцеподібної форми, мають діаметр 15,3 мм. М’якуш темно-червоний, з білими прожилками, соковитий, напівхрящуватий. Смак винно-солодкий, з приємною освіжаючою кислотою. Дегустаційна оцінка – 5 балів, транспортабельні, універсального призначення.

Pervystok **–** сорт черешні середнього терміну достигання. Плоди достигають 1 – 5 червня. Достатньо крупні, темно-червоного кольору.Маса плодів 9,6 грамів, плоскоокруглі, діаметром 18,3 мм. Шкірочка тока, що легко знимають. М’якуш темно-червоно-чорна, ніжна,напівхрящувата. Сік темно-червоний. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка 4,6 балів. Кісточка середня округла. Сорт столового призначення. Сорт проходить конкурсне сортовипробування.

Temp'– сорт середнього строку достигання. Достигають у другій декаді червня. Плоди тупосерцевидної форми, середня маса – 8 – 9 г, діаметром 23,3 мм. Шкірочка темно-червона, майже чорна. М’якуш темно-червоний, ніжний, соковитий, напівхрящуватий. Дегустаційна оцінка – 5,0 бала. Сорт проходить конкурсне сортовипробування.

Liubymytsia Turovtseva– сорт середнього строку достигання. Достигають у другій декаді червня. Плоди великі, середньою масою – 10 – 12 г, плоско-округло -конічної форми, діаметр 20,1 мм . Забарвлення плоду темно-червоне, шкірка тонка, щільна, з плоду знімається легко, м'якоть темно-червона, соковита. Сік темно-червоний. Дегустаційна оцінка свіжих плодів – 4,9 – 5,0 балів. Десертного призначення.

Talisman – сорт середнього строку дозрівання. Плоди достигають у другій декаді червня. Плоди великі, одномірні, широкоокруглі; середня маса – 8 – 10 г, діаметром 20,5 мм. Забарвлення плоду темно-червоне. М'якуш темно-червоний, соковитий, хрящуватий. Смак солодкий, з приємною освіжаючою кислинкою. Дегустаційна оцінка – 4,9 бала. Плоди відзначаються високою транспортабельністю. Мають універсальне призначення.

Dilema **–** середньостиглий сорт черешні. Плоди достигають наприкінці першої – на початку другої декади червня. Плоди великі, темно-червоні, середньою масою 8-9 г, округло-серцеподібної форми, діаметром до 22,2 мм. М'якуш темно-червоний, ніжний, соковитий, напівхрящуватий. Смак кисло-солодкий, освіжаючий. Дегустаційна оцінка – 4,8 бала. Плоди сорту рекомендовано для використання на десерт та для приготування компотів.

Melitopol's'ka chorna– сорт середнього строку дозрівання. Плоди достигають у другій декаді червня. Мають велику, округло-овальну форму, темно-червоне, майже чорне забарвлення. Середня маса 6 – 8 г, діаметр 20,0 мм. М'якуш темно-червоний, щільний, хрящуватий, соковитий. Смак солодкий, з приємною кислинкою. Дегустаційна оцінка – 4,8 бала, відзначаються доброю транспортабельністю та універсальним використанням.

Orion– сорт середнього строку достигання. Плоди достигають у третій декаді червня. Мають великий розмір, є одномірними, з середньою масою 8,5 г, плоско-округлої форми, діаметр 16,1 мм. Забарвлення плоду темно-червоне. М'якуш темно-червоний, соковитий, хрящуватий. Шкірочка середньої товщини, темно-червона, з плоду знімається з трудом. Сік темно-червоний. Кісточка середня, округла вільна. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка – 4,4 бала. Плоди мають універсальне призначення, відзначаються високою транспортабельністю.

Chervneva Rannia– сорт середнього строку дозрівання. Плоди достигають наприкінці першої – на початку другої декади червня, Плоди великі, широкосерцеподібної форми, з добре розвинутою борозенкою вздовж плоду, масою 7 – 8 грамів, діаметром 15,3 мм. М'якуш червоний, з білими прожилками, напівхрящуватий, соковитий. Смак винно-солодкий, з приємною кислинкою. Дегустаційна оцінка – 5 балів. Рекомендовані для використання на десерт і для технічної переробки.

Dachnytsia – середньостиглий сорт. Плоди достигають у другій декаді червня, універсального призначення. Плоди великі, одномірні, середньою масою 9,7 г, плоско-округло-серцеподібної форми, діаметром 19,4 мм.

Забарвлення плоду жовте. М'якуш кремовий, ніжний, соковитий, танучий, кисло-солодкий на смак. Дегустаційна оцінка – 4,6 бала. Рекомендовані для використання на десерт.

Prostir – сорт черешні середнього терміну достигання. Плоди достигають у другій декаді червня. Плоди великі, одномірні, середньої маси 10,0 г, округло-серцевидної форми, діаметром 21,9 мм. Забарвлення плоду темно-червоне. М'якоть темно-червона, соковита, хрящувата. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка свіжих плодів 4,8 балів. Плоди сорту рекомендовані для столового призначення та для подальшої переробки.

Karina– сорт черешні пізнього строку дозрівання. Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди великі масою 9 – 11 грамів, темно червоні, м'якоть щільна, м'ясиста, червоного забарвлення, діаметр до 23 мм. Дегустаційна оцінка 4,4 бали. Сорт черешні, характеризується хорошими товарними і смаковими якостями плодів у поєднанні з щільною м'якоттю. Плоди призначені, головним чином, для споживання у свіжому вигляді, але придатні також для консервування. Рекомендований для довготривалого для транспортування.

Regina – сорт пізнього строку достигання. Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди великого розміру 8,0 – 15,0 грамів, діаметр від 17 до 22 мм. Смак солодкий, дегустаційна оцінка 4,8 балів за 5-ти бальною шкалою. М’якуш щільний, соковитий, хрящуваті, темно-червоного кольору. Форма плодів округла, сплюснута, злегка витягнута, серцеподібної форми. Шкірочка плодів щільна, темно-бордова, еластична. Плоди стійкі до розтріскування. Сорт має високі показники транспортабельності та товарності.

Mirazh' **–** плоди сорту пізньостиглої групи. Достигають у другій-третій декаді червня Плоди великі, одномірні, масою 9,2 г, плоско-округло-серцеподібної форми. Діаметр плодів 18,3 мм. Забарвлення плоду темно-червоне. М'якуш темно-червоний, соковитий, хрящуватий. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка – 4,8 бала. Плоди, універсального призначення, відзначаються доброю транспортабельністю.

Krupnoplidna – сорт пізнього строку дозрівання. Плоди достигають у третій декаді червня. За розміром дуже великі,широко-округлої форми,темно-червоні. Середня маса – 10,0 – 12 г (максимальна – 18,2 г), мають діаметр до 35 мм. Шкірочка тонка, щільна, темно-червона. М'якуш темно-червоний, хрящуватий, соковитий. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка – 4,8 бала. Рекомендовано плоди сорту для універсального призначення, відзначаються доброю транспортабельністю та придатністю до машинного збирання. Сорт як десертного, так і технологічного призначення.

Udivitiel'na– сорт відкриває лінійку сортів пізнього строку дозрівання. Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди великі, середньою масою 8 г, плоско-конічної форми, забарвлення плоду темно-червоне, майже чорне, діаметр до 30 мм. М'якуш темно-червоний, з білими прожилками, хрящуватий. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка плодів – 4,5 бала, універсального призначення.

Zodiak – сорт черешні пізнього строку достигання. Плоди достигають у другій декаді червня. Плоди великі, одномірні, середньою масою 8,4 – 10,0 г, серцеподібної форми, діаметр 23,2 мм. Забарвлення плоду темно-червоне. М'якуш темно-червоний, соковитий, напівхрящуватий, кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка плодів – 4,6 бала, універсального призначення.

Surpryz– пізньстиглий сорт черешні. Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди великі, одномірні, тупосерцеподібної форми. Середня маса плоду – 7 – 8 г, діаметр 18,3 мм. Основне забарвлення плоду жовте, з яскравим карміновим рум'янцем, що вкриває майже всю поверхню плоду. М'якуш кремовий, соковитий, хрящуватий. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка плодів – 4,5 бала. Придатні до споживання у свіжому вигляді та технічної переробки.

Kolhoznytsia – плоди пізнього строку достигання. Плоди достигають у третій декаді червня. Мають тупосерцевидну форму, середня маса – 8 – 10 г, діаметр 18 мм. Шкірочка темно-червона. М'якуш темно-червоний, соковитий,

напівхрящуватий. Дегустаційна оцінка – 5,0 балів. Форма знаходиться у первинному сортовивченні.

Kosmichna – сорт черешні пізнього строку достигання. Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди великі, округло-серцеподібної форми; середня маса – 8 – 9 г, діаметр до 32 мм. Забарвлення плоду жовто-оранжеве, з яскраво-червоним рум'янцем. М'якуш кремовий, соковитий, хрящуватий. Смак кисло-солодкий, з гармонійним винним присмаком. Дегустаційна оцінка – 4,6 бала. Сорт універсального призначення.

Prazdnichna – сорт черешні пізнього строку достигання. В умовах Мелітополя плоди достигають 19 – 23 червня. Плоди великі, одномірні, середньою масою 8,9 г плоско-конічної форми, діаметром 18 мм. Вершина плоду округла. Ямка середня, широка. Черевний шов виділяється. Забарвлення плоду темно-червоне. Шкірочка щільна, з плоду знимається погано. Підшкірних крапок багато, вони сірого кольору, добре помітні. М'якоть темно червона, без білих прожилок, хрящувата, соковита. Сік темно-червоний. Смак кислосолодкий освіжаючий. Дегустаційна оцінка плодів – 4,8 бала. Використовують на десерт і для технічної переробки. Сорт проходить конкурсне сортовипробування.

Anons – пізньостиглий сорт черешні. Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди великі, одномірні, плоско-конічні, темно-червоні, середня маса – 9 г, діаметром до 31 мм. М'якуш темно-червоний, соковитий, хрящуватий. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка – 4,8 бала. Сорт рекомендовано для універсального призначення.

Temporion– пізньостиглий сорт черешні. Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди великі, одномірні, темно-червоні, плоско-округло-серцеподібні, середня маса – 7 – 10,5 г, діаметром до 32 мм. М'якуш темно-червоний, соковитий, хрящуватий. Дегустаційна оцінка – 5 балів. Плоди сорту транспортабельні, універсального призначення.

Meotyda – плоди черешні пізнього строку достигання**.** Плоди достигають у третій декаді червня . Великі, середньою масою 8 – 9 г, плоско-округло-

серцеподібної форми, діаметром 29 мм. Забарвлення плоду темно-червоне. М'якуш темно-червоний, соковитий, кисло-солодкий, хрящуватий. Дегустаційна оцінка – 4.8 бала. Плоди універсального призначення.

ДОДАТОК А2

МОРФОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДІВ СОРТІВ ВИШНІ

Ozhydaniye– сорт раннього строку дозрівання. Плоди достигають 25 – 28 червня. Плоди великі, одномірні, округлі, темно-червоні, середньою масою – 5 – 6 г., середній діаметр 16 мм. М’якуш темно-червоний, ніжний, соковитий, кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка плодів – 4,4 бала. Мають універсальне призначення.

Vstriecha – сорт середнього строку дозрівання . Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди великі, одномірні, плоско-округлі, темно-червоні; середня маса – 8,6 г, максимальна – 15 г, діаметр 17,5 мм. М’якуш червоний, ніжний, соковитий, танучий. Смак кисло-солодкий. Дегустаційна оцінка – 5,0 балів. Плоди мають універсальне призначення.

Shalun’ia– сорт середнього строку дозрівання. Плоди великі, одномірні, плоско-округлі, темно-червоні, майже чорні, середня маса – 5 – 6 г, діаметр 19,2 мм. М’якуш темно-червоний, ніжний, соковитий. Смак кисло-солодкий, освіжаючий. Дегустаційна оцінка – 4,8 бала. Плоди достигають наприкінці другої – на початку третьої декади червня, універсального призначення.

Siyanets Turovtsovoi– сорт середнього строку дозрівання. Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди великі, масою 7,5 г, округлі, діаметр 20,1 мм. Забарвлення плодів темно-червоне. М’якоть темно-червона, ніжна, соковита. Сік червоний. Смак кисло-солодкий. Кісточка масою 0,4 – 0,5 г, округла, вільна. Дегустаційна оцінка свіжих плодів – 4,8 бала. Сорт універсального призначення.

Griot Melitopolskyy– сорт середнього строку дозрівання. Плоди достигають у третій декаді червня. Плоди плоско-округлі, великі, середньою масою 6,9 г, одномірні, темно-червоні, діаметр 18,7 мм. М'якуш ніжний,

соковитий, темно-червоний, кисло-солодкий, освіжаючий. Дегустаційна оцінка плодів – 4,5 бала. Мають універсальне призначення.

Modnytsia **–** середньостиглий строк достигання. Плоди достигають у 20 числах червня. Плоди великі, одномірні, плоско-округлі, темно-червоні, майже чорні, середня маса – 7 г, діаметр 19,0 мм. М'якуш темного, червоного кольору, соковита. Смак кисло-солодкий, освіжаючий. Дегустаційна оцінка – 4,7 бала. Плоди універсального призначення. Сорт проходить конкурсне сортовипробування.

Expromt – середньостиглий строк достигання. Плоди достигають в кінці третьої на початку четвертої декади червня. Плоди великі, одномірні, плоско-округлі, темно-червоні, середня маса – до 6 грамів, діаметр до 12 мм. М'якуш темного, червоного кольору, соковита. Смак кисло-солодкий, з освіжаючим післясмаком. Дегустаційна оцінка – 4,4 бала. Плоди універсального призначення. Сорт проходить конкурсне сортовипробування.

Melitopolska purpurna– пізньостиглий строк достигання. Плоди достигають 17 – 23 червня. Плоди великі, масою 5,5 г, округло серцевидної форми, діаметром 14,1 мм. Плодоніжка довга, легко відокремлюється від гілки, прикріплення до кісточки міцне. Забарвлення плоду темно-червоне. Шкірочка середня. М'якоть темно-червона, щільна, соковита. Сік темно-червоний. Кісточка середня, овальна, вільна. Дегустаційна оцінка свіжих плодів – 4,3 бала. Сорт проходить конкурсне сортовипробування.

Solidarnist' – пізньостиглий строк достигання. Плоди достигають 20 – 25 червня. Плоди великі, масою 6,5 – 7,0 г, округлі, діаметром 13,3 мм. Плодоніжка середня, легко відокремлюється від гілки, прикріплення до кісточки неміцне. Забарвлення плоду темно-червоне. Шкірочка середня. М'якоть світло-рожева, ніжна, соковита. Сік світло-червоний. Кісточка середня, округла, вільна. Дегустаційна оцінка свіжих плодів – 4,5 бала. Плоди десертного призначення.

Ighrushka– пізньостиглий строк достигання. Плоди достигають наприкінці червня. Плоди великі, широкосерцеподібної форми, масою 8,5 г. з

добре розвинутою борозенкою вздовж плоду, діаметр 14,3 мм. М’якуш червоний, з білими прожилками, напівхрящуватий, соковитий. Смак винно-солодкий, з приємною кислинкою. Дегустаційна оцінка – 4,5 бала. Плоди універсального призначення.

ДОДАТОК А 3
НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

Таблиця А 3.1

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОНДУ СУХИХ РОЗЧИННИХ РЕЧОВИН У ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ

Рік	Сер. Т травня °С	Сер. Т червня, °С	min Т травня, °С	max Т травня, °С	max Т червня, °С	Сер. max Т квітня, °С	Сер. max Т травня, °С	Сер. max Т червня, °С	Сер. min Т травня, °С	Сер. max Т червня, °С	Річна СЕТ вище 15°С, °С	Різниця між max і min Т квітня, °С	САТ за ВП, °С
2008	15,3	21,3	28,7	28,7	31,9	16,9	21,6	27,7	10,1	15,2	1030,1	8,9	3735,4
2009	15,4	23,2	27,8	27,8	36,8	17	21,7	29,4	10,2	17,1	955,1	13,5	3207,6
2010	17,8	23,6	28,5	28,5	35,7	16,4	24	29,7	12,8	17,9	1001,8	11,1	3726,5
2011	16,6	22,2	31	31	33,1	15,1	23,6	28,5	11	16	1120,3	10,3	3534,1
2012	20,8	23,7	33,8	33,8	35,6	20	27	30	15	17	1470,8	13	4295,8
2013	20,8	23,1	31,3	31,3	36,1	18	27	30	14	17	1275,8	11	3758,5
2014	18,7	20,7	33,6	33,6	34,8	17	25	27	13	15	1141,8	11	3803,1
2015	17,1	21,9	29,1	29,1	33	16	23	28	11	17	1020,9	12	3636,3
2016	16,5	22,6	27,4	27,4	36,7	19	22	28	11	17	1087,9	12	3754,3
2017	16,4	22,1	30,7	30,7	34,5	15	23	29	10	15	938,3	12	3696,8
2018	19,8	23,4	32,5	32,5	36,4	20	27	31	13	17	1208,6	13	4145,3
2019	18,3	25,3	31,8	31,8	36,4	18,0	24,6	32,1	13,3	19,4	1125,4	12,3	3497,7
Середнє	17,8	22,8	30,5	30,5	35,1	17,4	24,1	29,2	12,0	16,7	1114,7	11,7	3732,6

Подовження табл. А 3.1

Рік	Показники при цвітінні								Сер. ВВП травня, %	Сер. ВВП червня, %	min ВВП травня, %	min ВВП червня,%
	Сер. Т °С	Сер. min Т °С	Сер. max Т °С	ГТК, в.о.	СЕТ,°С	min ВВП,%	Сер. min ВВП,%	Сер. ВВП, %				
2008	173,8	8,6	173,8	1,5	43,8	30	53	75	69	61	22	23
2009	160,7	6,7	160,7	1,5	40,7	12	39	61	73	56	25	21
2010	153	6,5	153	0,0	43	14	24	46	72	63	22	23
2011	157,7	8,8	157,7	2,5	47,7	25	49	71	71	65	29	21
2012	168,2	11,3	168,2	0,1	78,2	21	31	56	62	59	15	19
2013	139,5	12,6	139,5	0,0	49,5	16	29	55	60	60	14	22
2014	140,1	9,4	140,1	1,5	50,1	26	41	63	69	65	17	17
2015	164,8	6,1	164,8	1,4	44,8	27	44	70	65	66	22	18
2016	167,7	8,4	167,7	0,8	47,7	23	48	70	74	65	26	20
2017	136,3	6,1	136,3	2,8	56,3	28	44	66	62	59	21	20
2018	272	7,7	272	0,0	92	17	28	55	57	50	13	13
2019	308,5	7,5	308,5	1,9	98,5	21	45	66	74,0	52,0	29,0	17,0
Середнє	178,5	8,3	178,5	1,2	57,7	21,7	39,6	62,8	67,3	60,1	21,3	19,5

Таблиця. А 3.2

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОНДУ ЦУКРІВ У ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ

Рік	Сер. Т квітня, °С	Сер. Т травня, °С	Сер. Т червня, °С	Сер. Т за рік, °С	Різниця між сер. max і min Т травня, °С	Кількість днів з опадами квітня, діб	Показники при цвітінні			Показники в період збору плодів				
							min ВВП, %	Сер. min ВВП, %	Сума опадів, %	Сер. max Т, °С	max Т, °С	Різниця між сер. max і min Т, °С	Різниця між max і min Т, °С	Сер. min Т, °С
2008	11,8	15,3	21,3	11,3	27,4	5	30	53	27,2	28,8	31,1	12,6	19,7	16,2
2009	9,9	15,4	23,2	11,1	23,2	0	12	39	24,7	28,6	35,5	12,5	23,7	16,1
2010	10,7	17,8	23,6	11,4	21,2	5	14	24	0	31,5	35,7	13,5	23	18
2011	9,7	16,6	22,2	11,2	28,7	6	25	49	40,1	29	31,6	12,5	17,7	16,5
2012	12,9	20,8	23,7	10,8	22,9	7	21	31	1,6	26,5	33	11,5	21,7	15
2013	12,3	20,8	23,1	12,7	20,8	3	16	29	0,4	28,4	33,5	11,5	22,1	16,9
2014	11,2	18,7	20,7	11,2	30,3	6	26	41	21,1	28,1	34,8	11,6	22,2	16,5
2015	9,5	17,1	21,9	11,2	23,2	10	27	44	23,1	30,4	32,9	13,4	19	17
2016	12,9	16,5	22,6	12,3	21,3	5	23	48	13,5	23,3	29,5	10,8	22	12,5
2017	8,9	16,4	22,1	10,7	30,2	7	28	44	37,7	27,6	32,5	12,8	21,2	14,8
2018	13,4	19,8	23,4	12,4	24,1	1	17	28	1,3	29,1	35,8	14,5	27,3	14,6
2019	11,4	18,3	25,3	12,1	26,2	5,0	21	45	58	31,2	21,8	12,5	9,8	18,7
Середнє	11,2	17,8	22,8	11,5	25,0	5,0	21,7	39,6	20,7	28,5	32,3	12,5	20,8	16,1

Таблиця А 3.3

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОНДУ СУХИХ РОЗЧИННИХ РЕЧОВИН, ЦУКРІВ У ПЛОДАХ ВИШНІ

Рік	Сер. Т червня, °С	Сер. СО червня, °С	Сер. min ВВП березня, %	Сер. min ВВП червня, %	СО за ВП, мм	Кількість днів з опадами більше 1 мм в березні, діб	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, діб	Показники в період збору плодів		
								Сер. Т, °С	max Т, °С	Різниця між max і min Т, °С
2008	21,3	4,2	57	38	81,2	40,2	4,2	22,2	31,1	19,7
2009	23,2	33,9	61	35	77,4	56,1	33,9	22,4	35,5	23,7
2010	23,6	83,8	54	44	113	26,7	83,8	24,5	35,7	23
2011	22,2	94,8	53	42	159	13,6	94,8	22,7	31,6	17,7
2012	23,7	15,6	54	37	68,1	35,3	15,6	20,6.	33	21,7
2013	23,1	58,1	61	36	42,7	45,8	58,1	22,1	33,5	22,1
2014	20,7	102,3	42	41	107	10,2	102,3	21,8	34,8	22,2
2015	21,9	62,2	52	47	111,4	80,7	62,2	23	32,9	19
2016	22,6	28,2	60	43	102,8	25,6	28,2	17,9	29,5	22
2017	22,1	41,8	50	33	79,3	13,3	41,8	21	32,5	21,2
2018	23,4	32,4	70	28	23,8	70,1	32,4	21,8	35,8	27,3
2019	25,3	14,4	58,8	32,3	72,2	37,9	14,4	24,5	21,8	9,8
Середнє	22,8	47,6	56,1	38,0	86,5	38,0	47,6	22,2	32,3	20,8

Подовження таблиці А 3.3

Рік	Показники в період збору плодів								
	Сер. min T, °C	Сер. max T, °C	СО, мм	Кількість днів з опадами більше 1 мм, діб	СЕТ, °C	ГТК, в.о.	min ВВП, %	Сер. min ВВП, %	Сер. ВВП, %
2008	16,2	28,8	4,2	3	194,6	0,1	23	39	63
2009	16,1	28,6	1,5	2	173,3	0,0	21	32	54
2010	18	31,5	0,4	1	199	0,0	23	36	57
2011	16,5	29	46,5	6	213	1,3	25	43	65
2012	15	26,5	37,8	5	169,1	1,1	35	50	71
2013	16,9	28,4	37,6	7	217,2	0,9	24	41	63
2014	16,5	28,1	58,5	9	236,5	1,3	17	38	64
2015	17	30,4	18,4	2	179,5	0,6	18	31	54
2016	12,5	23,3	20,1	4	97,1	1,0	32	47	71
2017	14,8	27,6	30,3	3	132,4	1,2	29	36	62
2018	14,6	29,1	1,7	2	293	0,0	13	25	47
2019	18,7	31,2	34	6	537	0,4	17	35	56
Середнє	16,1	28,5	24,3	4,2	220,1	0,7	23,1	37,8	60,6

Таблиця А 3.4

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОНДУ ТИТРОВАНИХ КИСЛОТ У ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ

Рік	Сер. СО травня, мм	Сер. ВВП травня, %	Сер. min ВВП, %	Сер. min ВВП червня, %	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	Різниця між сер. max і min Т травня, °С	Різниця між сер. max і min Т червня, °С	СО за ВП, мм	Показники в період збору плодів		
									Різниця між сер. max і min Т, °С	Сер. min ВВП, %	Сер. ВВП, %
2008	52,0	69	44	38	6	11,5	12,5	81,2	12,6	39	63
2009	48,5	73	48	35	10	11,5	12,3	77,4	12,5	32	54
2010	108,3	72	49	44	12	11,2	11,8	113	13,5	36	57
2011	107,0	71	45	42	9	12,6	12,5	159	12,5	43	65
2012	72,2	62	42	37	7	12	13	68,1	11,5	50	71
2013	32,3	60	37	36	3	13	13	42,7	11,5	41	63
2014	65,3	69	46	41	8	12	12	107	11,6	38	64
2015	23,9	65	41	47	5	12	11	111,4	13,4	31	54
2016	84,6	74	50	43	10	11	11	102,8	10,8	47	71
2017	12,7	62	38	33	4	13	14	79,3	12,8	36	62
2018	22,4	57	33	28	3	14	14	23,8	14,5	25	47
2019	52,0	69	44	38	6	11,5	12,5	81,2	12,6	39	63
Середнє	56,8	66,9	43,1	38,5	6,9	12,1	12,5	87,2	12,5	38,1	61,2

Таблиця А 3.5

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОНДУ ТИТРОВАНИХ КИСЛОТ У ПЛОДАХ ВИШНІ

Рік	Сер. СО червня, мм	СО за ВП, мм	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, діб	Показники в період збору плодів			
				Різниця між max і min Т, °С	СО, мм	Кількість днів з опадами більше 1 мм, діб	ГТК, в.о.
2008	4,2	81,2	1	19,7	4,2	3	0,1
2009	33,9	77,4	3	23,7	1,5	2	0,0
2010	83,8	113	5	23	0,4	1	0,0
2011	94,8	159	10	17,7	46,5	6	1,3
2012	15,6	68,1	2	21,7	37,8	5	1,1
2013	58,1	42,7	6	22,1	37,6	7	0,9
2014	102,3	107	7	22,2	58,5	9	1,3
2015	62,2	111,4	7	19	18,4	2	0,6
2016	28,2	102,8	3	22	20,1	4	1,0
2017	41,8	79,3	5	21,2	30,3	3	1,2
2018	32,4	23,8	3	27,3	1,7	2	0,0
2019	4,2	81,2	1	19,7	4,2	3	0,1
Середнє	46,8	87,2	4,4	21,6	21,8	3,9	0,7

Таблиця А 3.6

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОНДУ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ В ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ

Рік	Сер. СО травня, мм	Сер. СО червня, мм	Сер. ВВП травня, %	Сер. min ВВП травня, %	Сер. min ВВП червня, %	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, діб	Кількість днів з опадами більше 1 мм в липні, діб	Різниця між сер. max і min Т травня, °С	Різниця між сер. max і min Т червня, °С	СО при цвітінні, %	ГТК, в.о.
2008	52,0	4,2	69	44	38	6	1	3	11,5	12,5	27,2	1,0
2009	48,5	33,9	73	48	35	10	3	3	11,5	12,3	24,7	1,1
2010	108,3	83,8	72	49	44	12	5	4	11,2	11,8	0	1,6
2011	107,0	94,8	71	45	42	9	10	8	12,6	12,5	40,1	1,7
2012	72,2	15,6	62	42	37	7	2	3	12	13	1,6	0,1
2013	32,3	58,1	60	37	36	3	6	2	13	13	0,4	0,8
2014	65,3	102,3	69	46	41	8	7	4	12	12	21,1	1,2
2015	23,9	62,2	65	41	47	5	7	4	12	11	23,1	1,5
2016	84,6	28,2	74	50	43	10	3	5	11	11	13,5	1,1
2017	12,7	41,8	62	38	33	4	5	2	13	14	37,7	1,2
2018	22,4	32,4	57	33	28	3	3	5	14	14	1,3	1,1
2019	52,0	4,2	69	44	38	6	1	3	11,5	12,5	27,2	1,0
Середнє	56,8	46,8	66,9	43,1	38,5	6,9	4,4	3,8	12,1	12,5	18,2	1,1

Таблиця А 3.7

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОНДУ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ ТА ФЕНОЛЬНИХ РЕЧОВИН У ПЛОДАХ ВИШНІ

Рік	Сер. СО травня, мм	Сер. СО червня, мм	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, діб	Тривалість безморозного періоду, діб	СО за ВП, мм	Кількість днів з опадами в червні, діб
2008	5,4	15,3	1	4	335	79	8
2009	52	4,2	6	1	302	116	3
2010	48,5	33,9	10	3	311	128,6	5
2011	108,3	83,8	12	5	312	147,1	9
2012	107	94,8	9	9	269	255,3	12
2013	72,2	15,6	5	2	299	125,8	3
2014	51,6	95,7	3	5	323	120,6	9
2015	65,3	102,3	8	7	298	187,5	12
2016	23,9	62,2	5	7	319	150,6	12
2017	84,6	28,2	10	3	332	148,1	7
2018	12,7	41,8	4	5	296	115,2	6
2019	22,4	32,4	3	4	306	87,6	7
Середнє	54,5	50,9	6,3	4,6	308,5	138,5	7,8

Таблиця А 3.8

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОНДУ ФЕНОЛЬНИХ РЕЧОВИН У ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ

Рік	Сер. СО травня, мм	Сер. ВВП травня, мм	Сер. ВВП червня, мм	Сер. min ВВП травня, мм	Сер. min ВВП червня, мм	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, діб	Різниця між сер. max і min Т травня, °С	Різниця між сер. max і min Т червня, °С	СО при цвітінні, мм	СО за ВП, мм	Сер. Т в період збору плодів , °С	max Т в період збору плодів, °С
2008	52,0	69	61	44	38	6	1	11,5	12,5	27,2	254,7	22,2	31,1
2009	48,5	73	56	48	35	10	3	11,5	12,3	24,7	182,5	22,4	35,5
2010	108,3	72	63	49	44	12	5	11,2	11,8	0	373,3	24,5	35,7
2011	107,0	71	65	45	42	9	10	12,6	12,5	40,1	370,5	22,7	31,6
2012	72,2	62	59	42	37	7	2	12	13	1,6	180,4	20,6.	33
2013	32,3	60	60	37	36	3	6	13	13	0,4	229,6	22,1	33,5
2014	65,3	69	65	46	41	8	7	12	12	21,1	389,6	21,8	34,8
2015	23,9	65	66	41	47	5	7	12	11	23,1	227,2	23	32,9
2016	84,6	74	65	50	43	10	3	11	11	13,5	303	17,9	29,5
2017	12,7	62	59	38	33	4	5	13	14	37,7	307,5	21	32,5
2018	22,4	57	50	33	28	3	3	14	14	1,3	248,9	21,8	35,8
2019	52,0	69	61	44	38	6	1	11,5	12,5	27,2	254,7	22,2	31,1
Середнє	56,8	66,9	60,8	43,1	38,5	6,9	4,4	12,1	12,5	18,2	276,8	22,0	33,1

Таблиця А 3.9

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ФОНДУ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ В ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ

Рік	Сер. СО травня, мм	Сер. ВВП травня, %	Сер. min ВВП травня, %	Сер. min ВВП червня, %	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, діб	Кількість днів з опадами більше 1 мм в липні, діб	Різниця між сер. max і min Т травня, °С	Різниця між сер. max і min Т червня, °С	СО при цвітінні, %	Сер. СО червня, мм	ГТК, в.о.
2008	52,0	69	44	38	6	1	3	3	23,4	27,2	4,2	1,0
2009	48,5	73	48	35	10	3	3	3	26,1	24,7	33,9	1,1
2010	108,3	72	49	44	12	5	4	4	23	0	83,8	1,6
2011	107,0	71	45	42	9	10	8	8	20,8	40,1	94,8	1,7
2012	72,2	62	42	37	7	2	3	3	24,3	1,6	15,6	0,1
2013	32,3	60	37	36	3	6	2	2	24,7	0,4	58,1	0,8
2014	65,3	69	46	41	8	7	4	4	23,9	21,1	102,3	1,2
2015	23,9	65	41	47	5	7	4	4	19,1	23,1	62,2	1,5
2016	84,6	74	50	43	10	3	5	5	29,2	13,5	28,2	1,1
2017	12,7	62	38	33	4	5	2	2	26,5	37,7	41,8	1,2
2018	22,4	57	33	28	3	3	5	5	-8,5	1,3	32,4	1,1
2019	52,0	69	44	38	6	1	3	3	23,4	27,2	4,2	1,0
Середнє	56,8	66,9	43,1	38,5	6,9	4,4	3,8	3,8	21,3	18,2	46,8	1,1

Таблиця А 3.10

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ МАСИ ПЛОДІВ У ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ

Рік	Сер. СО травня, мм	Сер. СО червня, мм	Сер. ВВП травня, %	Сер. ВВП червня, %	Сер. min ВВП травня, %	Сер. min ВВП червня, %	ГТК, в.о.	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	Різниця між сер. max і min Т травня, °С	СО при достиганні, мм	Показники при цвітінні	
											СО, мм	Кількість днів з опадами, мм
2008	52,0	4,2	69	61	44	38	1,0	6	11,5	81,2	27,2	3
2009	48,5	33,9	73	56	48	35	1,1	10	11,5	77,4	24,7	7
2010	108,3	83,8	72	63	49	44	1,6	12	11,2	113	0	0
2011	107,0	94,8	71	65	45	42	1,7	9	12,6	159	40,1	3
2012	72,2	15,6	62	59	42	37	0,1	7	12	68,1	1,6	1
2013	32,3	58,1	60	60	37	36	0,8	3	13	42,7	0,4	1
2014	65,3	102,3	69	65	46	41	1,2	8	12	107	21,1	3
2015	23,9	62,2	65	66	41	47	1,5	5	12	111,4	23,1	6
2016	84,6	28,2	74	65	50	43	1,1	10	11	102,8	13,5	4
2017	12,7	41,8	62	59	38	33	1,2	4	13	79,3	37,7	5
2018	22,4	32,4	57	50	33	28	1,1	3	14	23,8	1,3	2
2019	52,0	4,2	69	61	44	38	1,0	6	11,5	81,2	27,2	3
Середнє	56,8	46,8	66,9	60,8	43,1	38,5	1,1	6,9	12,1	87,2	18,2	3,2

Таблиця А 3.11

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ МАСИ КІСТОЧКИ В ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ

Рік	Сер. СО травня, мм	Сер. СО червня, мм	Сер. едня max Т червня, °С	Сер. ВВП травня, %	Сер. ВВП червня, %	ГТК, в.о.	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	Різниця між сер. max і min Т червня, °С	СО при цвітінні, мм
2008	52,0	4,2	27,7	69	61	1,0	6	23,4	27,2
2009	48,5	33,9	29,4	73	56	1,1	10	26,1	24,7
2010	108,3	83,8	29,7	72	63	1,6	12	23	0
2011	107,0	94,8	28,5	71	65	1,7	9	20,8	40,1
2012	72,2	15,6	30	62	59	0,1	7	24,3	1,6
2013	32,3	58,1	30	60	60	0,8	3	24,7	0,4
2014	65,3	102,3	27	69	65	1,2	8	23,9	21,1
2015	23,9	62,2	28	65	66	1,5	5	19,1	23,1
2016	84,6	28,2	28	74	65	1,1	10	29,2	13,5
2017	12,7	41,8	29	62	59	1,2	4	26,5	37,7
2018	22,4	32,4	31	57	50	1,1	3	-8,5	1,3
2019	52,0	4,2	27,7	69	61	1,0	6	23,4	27,2
Середнє	56,8	46,8	28,8	66,9	60,8	1,1	6,9	21,3	18,2

Таблиця А 3.12

НАТУРАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ МАСИ ПЛОДІВ ТА КІСТОЧКИ В ПЛОДАХ ВИШНІ

Рік	Сер. СО травня, мм	Сер. СО, мм	Сер. min ВВП травня, %	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	Сер. ВВП, %
2008	52,0	390,4	44	6	99
2009	48,5	430,3	48	10	131
2010	108,3	620,9	49	12	139
2011	107,0	619,1	45	9	120
2012	72,2	368,7	42	7	99
2013	32,3	341,2	37	3	121
2014	65,3	441,3	46	8	97
2015	23,9	557,7	41	5	111
2016	84,6	425,2	50	10	103
2017	12,7	407,1	38	4	95
2018	22,4	455,6	33	3	117
2019	52,0	390,4	44	6	99
Середнє	56,8	454,0	43,1	6,9	110,9

ДОДАТОК А 4

ПАРАМЕТРИ СЕНСОРНОЇ ОЦІНКИ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

Таблиця А 4.1

ШКАЛА СЕНСОРНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

Показник	Параметри відповідності за 9-ти бальною шкалою, бал				
	1 бал	3 бал	5 бал	7 бал	9 бал
Розмір плодів	Дуже дрібні плоди	Дрібні плоди	Плоди середні	Великі плоди	Дуже великі плоди
Зовнішня привабливість*	Дуже непривабливі плоди (дуже дрібні, неправильної форми, погано забарвлені)	Плоди негарні (дрібні, непривабливі за забарвленнямі формою)	Плоди посередні (недостатньо великі, малопривабливі за забарвленнямт і формою)	Привабливі, але не дуже великі	Дуже привабливі, великі,гарні за формою і забарвленням
Смак	Плоди зовсім неїстівні у свіжому вигляді	Плоди, що мали недобрий смак та майже непридатні до вживання	Посередній з посереднім, см	Плоди з добрим столовим смаком	Плоди з відмінним смаком із гармонійним відношенням кислоти й цукрів
Загальна оцінка якості плодів**	Плоди непридатні для вживання у свіжому вигляді	Плоди поганої якості	Плоди посередньої якості	Плоди доброї якості	Плоди високої якості
Середнє значення сенсорних показників***	Визначали як середнє значення розміру, привабливості, смаку та загального сприйняття від сорту черешні за 9 ти бальною шкалою				

* - Зовнішню привабливість плодів оцінювали за показниками: розмір, форма, забарвлення;

** - Загальну оцінку якості плодів здійснювали окремо як загальне враження від якості сорту за 9-ти бальною шкалою;

*** - Середнє значення сенсорних показників розраховували додатково для комплексної оцінки сортів черешні.

Таблиця А 4.2

КРИТЕРІЇ СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ СМАКОВИХ ЯКОСТЕЙ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

Солодкі	Кислувато-солодкі	Кисло-солодкі	Солодкувато-кислі	Солодко-кислі	Кислі	Винно-солодкі
Кислота на смак не відчувається	Переважає солодкий смак, але відчувається наявність кислоти	Відчувається наявність кислоти й цукру, але відчуття цукру переважає	Переважає кислий смак, але трохи відчувається цукор	Відчувається цукор і кислота з перевагою останньої	Не відчувається цукор	Нагадує смак десертного напівсолодкого вина

ДОДАТОК А 5

ЕКСПЕРТИЗА СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ ПЛОДІВ

Таблиця А 5.1

ЕКСПЕРТИЗА СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ РАННЬОГО ТЕРМІНУ ДОСТИГАННЯ ЗА ЗОВНІШНІМ ВИГЛЯДОМ

Сорт	Розмір плодів		Сенсорна оцінка зовнішньої привабливості				Сенсорна оцінка якості консистенці			
	маса, г	бальна оцінка	розмір	форма	забарвлення	бальна оцінка	консистенція м’якотті	соковитість м’якотті	характер шкірочки	бальна оцінка
Rubinova Rannia	7,32±0,41	7,6	великі, середні	широко серцеподібні	темно-червоне	7,4	ніжна, червоного кольору	соковита	тонка, щільна, темно-червона	7,6
Valerii Chkalov	8,35±0,29	8,9	великі дуже великі	округлої серцеподібної форми	темно-червоне	8,8	напівхрящова темно-червона з білими прожилками	соковита	щільна	8,8
Sweet Early	7,73±0,23	7,5	великі	широкої серцеподібної форми	темно-червоне з глянцевим блиском	8,9	щільна хрящувата світло-червоного кольору	соковита	середня	8,1
Merchant	6,25±0,40	5,8	середні	округла широко серцеподібна сплющена	темно-червоне	8,0	ніжна	дуже соковита	тонка	7,9

Продовження таблиці А 5.1

Kazka	9,1±0,36	9	дуже великі	витянута кругла	темно-червоні, майже чорні	9,0	щільна, злегка хрустка	соковита	тонка	8,9
Biharro Burlat	6,79±0,29	7,4	середні	кульковидні	темно-червоні	7,8	середньо-щільна	соковита	середня	7,8
Zabuta′	7,73±0,33	7,7	великі	округла кульковидна	темно-червоні	7,9	хрящувата	соковита	середня	7,8

Таблиця А 5.2

ЕКСПЕРТИЗА СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ РАННЬОГО ТЕРМІНУ ДОСТИГАННЯ ЗА СМАКОВИМИ ЯКОСТЯМИ

Сорт	Сенсорна оцінка смакових якостей плодів			Бальна загальна оцінка якості плодів (загальне враження від сорту)	Середнє значення дегустаційних показників, бали
	характер смаку	індивідуальні відтінки смаку	бальна оцінка		
Rubinova Rannia	кислувато солодкий	ЦКІ 32,5, приторність характерна для сорту	8,1	7,7 (плоди доброї якості)	7,7
Valerii Chkalov	винно-солодкий	ЦКІ 23,6 гармонійний смак характерний для сорту	8,8	8,8 (плоди доброї та високої якості)	8,9
Sweet Early	кисло-солодкий	ЦКІ 24,2 десертного смаку	8,2	8,2 (плоди доброї та високої якості)	8,2
Merchant	кисло-солодкий	ЦКІ 24,8 приємна солодкість	9	7,9 (плоди доброї якості)	7,7

Продовження таблиці А 5.2

Kazka	кислувато-солодкі, солодкі	ЦКІ 23,7 приємна солодкість	9	9 (плоди високої якості)	9
Biharro Burlat	кислувато-солодкі, солодкі	ЦКІ 23,6 солодкого десетрного смаку	7,9	7,9 (плоди доброї якості)	7,8
Zabuta′	кисло-солодкий	ЦКІ 23,5 освіжаючий смак	8,2	7,8 (плоди доброї якості)	7,9

Таблиця А 5.3

ЕКСПЕРТИЗА СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ СЕРЕДНЬОГО ТЕРМІНУ ДОСТИГАННЯ ЗА ЗОВНІШНІМ ВИГЛЯДОМ

Сорт	Розмір плодів		Сенсорна оцінка зовнішньої привабливості				Сенсорна оцінка якості консистенці			
	маса, г	бальна оцінка	розмір	форма	забарвлення	бальна оцінка	консистенція м’якотті	соковитість м’якотті	характер шкірочки	бальна оцінка
Vynka	7,46±0,25	8,9	дуже великі великі	округла серцеподібна	темно-червоне	9,0	ніжна	соковита	тонка щільна	8,9
Pervystok	8,13±0,37	8,1	великі	плоско округло серцеподібна	червоне	8,4	хрящувата	соковита	тонка щільна	8,4
Temp	8,9±0,27	8,4	великі	округла серцеподібна	темно-червоне	8,4	хрящувата	соковита	тонка напів щільна	8,5
Liubymytsia Turovtseva	7,47±0,48	7,4	великі	плоско округло серцеподібна	темно-червоне	8,2	хрящувата	соковита	тонка щільна	8,2
Talisman	8,93±0,48	9,0	великі	широко округлі	темно-червоне	9,0	плотна, хрящувата	соковита	середня	8,7

Продовження таблиці А 5.3

Dilema	9,91±0,43	9,0	великі	округло серцеподібна	темно-червоне	8,5	напівхрящувата	соковита	тонка щільна	8,4
Melitopol's'ka chorna	9,37±0,42	9,0	дуже великі	округло-овальні	темно-червоне, е	8,5	щільна, хрящувата	соковита	тонка щільна	8,4
Kordia	8,54±0,65	8,0	великі дуже великі	веретеноподібні видовжені, сплющені з боків	червоне з коричневим відтінком	8,5	рожева хрящувата, дуже щільна	соковита	середня щільна	8,3
Oktavia	8,69±0,45	8,5	дуже великі великі	серцеподібні округлі	темно-червоне	8,9	хрящувата	соковита	щільна	8,6
Orion	6,85±0,41	7,9	великі	плоска округла	темно-червоне	8,8	хрящувата	соковита	тонка прочна	8,5
Chervneva Rannia	7,48±0,27	7,5	великі	широко веретеноподібні	червоне	7,9	напів хрящувата	соковита	тонка середн. щільна	7,6
Dachnytsia	8,09±0,4	8,7	дуже великі великі	широко округлі	червоне	8,8	волокниста, ніжна	вогка	тонка середн щільна	8,7
Prostir	9,34±0,35	9,0	дуже великі	округло серцеподібна	темно-червоне	8,4	хрящувата	соковита	середня	8,5

Таблиця А 5.4

ЕКСПЕРТИЗА СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ СЕРЕДНЬОГО ТЕРМІНУ ДОСТИГАННЯ ЗА СМАКОВИМИ ЯКОСТЯМИ

Сорт	Сенсорна оцінка смакових якостей плодів			Бальна загальна оцінка якості плодів (загальне враження від сорту)	Середнє значення дегустаційних показників, бали
	характер смаку	індивідуальні відтінки смаку	бальна оцінка		
Vynka	винно солодкий	ЦКІ 18,3 освіжаючий	9,0	9,0	9,0
Pervystok	кисло солодкий	ЦКІ 19,4 гармонійний	8,3	8,5	8,3
Temp	кисло солодкий	ЦКІ 23,9 гармонійний	8,3	8,6	8,4
Liubymytsia Turovtseva	кисло солодкий	ЦКІ 15,5 гармонійний з кислинкою	8,4	8,3	8,0
Talisman	солодкий	ЦКІ 20,8 з освіжаючою кислинкою	8,8	8,8	8,9
Dilema	кисло солодкий	ЦКІ 17,7 з кислинкою	8,5	8,2	8,5
Melitopol's'ka chorna	солодкий з приємною кислинкою	ЦКІ 17,7 у недозрілих плодах - гіркота	8,5	8,2	8,5
Kordia	солодкув кисла	ЦКІ 20,9 смачна	8,8	8,2	8,4
Oktavia	кисл солодка	ЦКІ 20,9 смачні	8,6	8,7	8,7
Orion	кисл солодка	ЦКІ 22 гармонійний	9,0	8,6	8,6
Chervneva Rannia	винно – солодк з кислинкою	ЦКІ 15,5 освіжаюча кислинка	8,0	7,7	7,7
Dachnytsia	кисл-солодкий	ЦКІ 22,6 гармонійний	8,9	8,8	8,8
Prostir	кисло-солодкий	ЦКІ 19,2 десертний	8,6	8,6	8,6

Таблиця А 5.5

ЕКСПЕРТИЗА СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ПІЗНЬОГО ТЕРМІНУ ДОСТИГАННЯ ЗА ЗОВНІШНІМ ВИГЛЯДОМ

Сорт	Розмір плодів		Сенсорна оцінка зовнішньої привабливості				Сенсорна оцінка якості консистенці			
	маса, г	бальна оцінка	розмір	форма	забарвлення	бальна оцінка	консистенція м’якотті	соковитість м’якотті	характер шкірочки	бальна оцінка
Kolhoznytsia	8,14±0,37	8,0	великі	округла	червоне	8,1	щільна, св. рожева	соковита	середньо щільна	7,9
Kosmichna	9,91±0,41	9,0	дуже великі	округла серцеподібна	жовто-оранжеве	8,7	дуже щільна	соковита хрящуват	щільна тонка	8,8
Prazdnichna	7,27±0,27	8,2	близькі до дуже великі	плоско-конічна	темно-червоне	8,2	хрящувата	соковита	щільна	8,3
Anons	9,84±0,37	8,5	близькі до дуже великі	округла	темно-червоне	8,5	хрящувата	соковита	середньої щільності	8,4
Temporion	9,68±0,43	8,6	близькі до дуже великі.	овально серцеподібні	темно-червоне	8,6	хрящувата щільна	соковита	тонка щільна	8,4
Meotyda	9,78±0,39	8,8	близькі до дуже великі	округло серцеподібні	темно-червоне	8,8	хрящувата	соковита	середня	8,7
Krupnoplidna	11,67±0,47	9,0	дуже великі	широко округлі	темно-червоні	9,0	хрящувата	дуже соковиті	тонко щільна	8,9
Karina	9,57±0,37	8,5	близькі до дуже великі	округлі	темно-червоний	8,4	щільна м’ясиста	соковита	щільна	8,3

Продовження таблиці А 5.5

Regina	7,99±0,23	7,8	великі	широко серцеподібна видовженпа	темно-червон, блискуч	8,2	хрящувата світло-червона	соковита	щільна середня	8,0
Mirazh′	7,73±0,24	8,4	великі	плоско припл серцеподібна	темно-червоні	8,6	хрящуваті	дуже соковиті	середня	8,6
Udivitiel'na	12,18±0,51	9,0	дуже великі	плоско-конічні	темно-червоні	8,9	хрящувата	соковиті	середньої товщини	8,8
Zodiak	8,95±0,29	8,6	великі	округло серцеподібної	темно-червоні	8,7	хрящувата	соковита	середньої щільності	8,6
Surpryz	7,37±0,28	8,5	великі	округоа серцеподібної форми	жовті з яскравим червоним рум’янцем	8,8	хрящувата	кремова соковита	тонка	8,6

Таблиця А 5.6

ЕКСПЕРТИЗА СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ПІЗНЬОГО ТЕРМІНУ ДОСТИГАННЯ ЗА СМАКОВИМИ ЯКОСТЯМИ

Сорт	Сенсорна оцінка смакових якостей плодів			Бальна загальна оцінка якості плодів (загальне враження від сорту)	Середнє значення дегустаційних показників, бали
	характер смаку	індивідуальні відтінки смаку	бальна оцінка		
Kolhoznytsia	кисло-солодкий	ЦКІ 20 освіжаюча кислинка	8,2	8,0	8,0
Kosmichna	кисло-солодкий	ЦКІ 19,2 вишневий присмак	8,6	8,7	8,8
Prazdnichna	кисло-солодкий	ЦКІ 19,2 освіжаюча кислинка	8,6	8,5	8,4
Anons	кисло-солодкий	ЦКІ 20,7 гармонійний	8,4	8,5	8,5

Продовження таблиці А 5.6

Temporion	кисло-солодкий	ЦКІ 14,5 відчутна кислинка	8,4	8,5	8,5
Meotyda	кисло-солодкий	ЦКІ 21,2 дуже приємний	8,8	8,8	8,8
Krupnoplidna	кисло-солодкі	ЦКІ 19,2 гармонійний	9	9,0	9,0
Karina	кисло-солодкі	ЦКІ 17,7 освіжаюча кислинка	8,3	8,4	8,4
Regina	кисло-солодкий	ЦКІ 20,1 приємний смак	8,2	8,2	8,1
Mirazh′	кислувато солодкі	ЦКІ 19,3 освіжаюча кислинка	8,9	8,8	8,7
Udivitiel'na	кисло солодкий	ЦКІ 20,45 гармонійний	8,9	8,9	8,9
Zodiak	кисло-солодкий	ЦКІ 19,8 приємний смак	8,7	8,6	8,7
Surpryz	кисло-солодкий	ЦКІ 18,7 десертний	8,8	8,7	8,7

Таблиця А 5.7

ЕКСПЕРТИЗА СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ ПЛОДІВ ВИШНІ ЗА ЗОВНІШНІМ ВИГЛЯДОМ

Сорт	Розмір плодів		Сенсорна оцінка зовнішньої привабливості				Сенсорна оцінка якості консистенці			
	маса, г	бальна оцінка	розмір	форма	забарвлення	бальна оцінка	консистенція м’якотті	соковитість м’якотті	характер шкірочки	бальна оцінка
Vstriecha	7,87±1,48	8,5	великі	плоско округла	темно-червоне	8,5	ніжна	соковита	тонка щільна	8,3
Ozhydaniye	4,41±1,12	8,2	великі середні	округла	темно-червоне	8,4	дуже приємна	соковита	тонка	8,7
Shalun'ia	4,91±1,38	8,2	великі середні	плоско округла	темно-червоне	8,5	ніжна	соковита	тонка, пружна	8,3
Siyanets Turovtsovo	7,59±1,27	8,5	великі	округла	темно-червоне	8,5	ніжна	соковита	тонка	8,4
Griot Melitopolskyy	7,48±2,01	8,3	великі	округла	темно-червоне	8,6	ніжна	дуже соковита	дуже тонка	8,8

Продовження таблиці А 5.7

Melitopolska purpurna	5,99±0,99	8,2	середні	округла	темно-червоне	8,4	ніжна	соковита	тонка	8,6
Modnytsia	4,78±0,82	8,5	великі	округла	темно-червоне	8,5	ніжна	дуже соковита	тонка	8,8
Expromt	4,80±0,75	8,2	великі	округла	темно-червоне	8,5	ніжна	соковита	тонка	8,4
Ighrushka	4,80±0,75	8,4	великі	округла, серцевидна	темно-червоне	8,6	ніжна	соковита	тонка	8,4
Solidarnist’	6,71±1,33	8,2	великі	округла	темно-червоне	8,4	ніжна	соковита	тонка	8,3

Таблиця А 5.8

ЕКСПЕРТИЗА СЕНСОРНОГО ПРОФІЛЮ ПЛОДІВ ВИШНІ ЗА СМАКОВИМИ ЯКОСТЯМИ

Сорт	Сенсорна оцінка смакових якостей плодів			Бальна загальна оцінка якості плодів (загальне враження від сорту)	Середнє значення дегустаційних показників, бали
	характер смаку	індивідуальні відтінки смаку	бальна оцінка		
Vstriecha	кисло- солодкий		8,5	8,8	8,5
Ozhydaniye	кисло- солодкий	гармонійний	8,8	8,8	8,6
Shalun'ia	кисло- солодкий	освіжаючий	8,6	8,8	8,5
Siyanets Turovtsovoi	кисло- солодкий	освіжаючий	8,7	8,7	8,5

Продовження таблиці А 5.8

Griot Melitopolskyy	кислувато- солодкий	солодкий , гармонійний	8,9	8,8	8,7
Melitopolska purpurna	кислувато- солодкий		8,8	8,8	8,6
Modnytsia	кислувато- солодкий	гармонійний	8,9	8,9	8,7
Expromt	солодкувато- кислий		8,7	8,7	8,5
Ighrushka	кисло- солодкий		8,7	8,7	8,6
Solidarnist’	солодкувато- кислий		8,5	8,6	8,4

ДОДАТОК Б

МАТЕМАТЕЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

Таблиця Б.1

Вміст сухих речовин у плодах черешні сортів раннього терміну достигання, % (2008 – 2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст СРР, %	min вміст СРР, %	max вміст СРР, %	Варіація за роками, Vp, %
Rubinova Rannia	16,8±3,9	11,7	22,6	23,3
Valerii Chkalov	16,5±3,7	11,4	21,2	22,7
Sweet Early	16,2±3,3	11,7	21,2	20,4
Merchant	14,0±2,7	11,5	18,7	19,3
Kazka	14,8±3,4	10,1	20,5	22,8
Biharro Burlat	13,5±2,7	10,3	18,9	19,6
Zabuta′	14,9±2,7	11,4	21,0	18,4
Середнє значення	15,3±3,3	10,1	22,6	21,9
НІР $_{05}$	0,416	-	-	-

Таблиця Б.2

Вміст сухих речовин у плодах черешні сортів середнього терміну достигання, % (2008 – 2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст СРР, %	min вміст СРР, %	max вміст СРР, %	Варіація за роками, Vp, %
1	2	3	4	5
Vynka	16,8±3,4	10,9	21,7	20,0
Pervystok	16,7±3,5	10,5	21,1	21,1
Temp	17,4±3,1	12,1	22,3	17,6
Liubymytsia Turovtseva	15,3±3,0	12,3	22,1	19,9
Talisman	18,5±2,9	15,1	23,2	16,1
Dilema	17,8±3,3	12,5	22,5	18,3
Melitopol's'ka chorna	17,2±3,8	12,3	22,4	21,4

Продовження таблиці Б.2

1	2	3	4	5
Kordia	16,6±2,6	12,0	20,0	15,9
Oktavia	16,3±3,2	11,8	20,2	19,5
Orion	17,6±3,8	12,0	22,8	21,5
Chervneva Rannia	17,3±3,3	11,9	22,1	19,0
Dachnytsia	18,5±2,6	15,1	23,3	14,0
Prostir	15,7±4,6	10,0	22,0	29,0
Середнє значення	17,0±3,3	10,0	23,3	19,6
НІР $_{05}$	0,455	-	-	-

Таблиця Б.3

Вміст сухих речовин у плодах черешні сортів пізнього терміну достигання, % (2008 – 2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст СРР, %	min вміст СРР, %	max вміст СРР, %	Варіація за роками, Vp, %
Krupnoplidna	18,5±2,5	13,9	22,5	13,4
Karina	18,2±3,8	12,4	23,1	20,9
Regina	17,1±3,2	12,9	22,8	18,7
Mirazh′	18,2±3,5	12,8	23,0	19,3
Udivitiel'na	18,6±3,5	12,8	22,8	18,5
Zodiak	17,0±2,5	12,9	19,7	14,8
Surpryz	17,9±3,4	13,0	23,0	19,0
Kolhoznytsia	17,8±3,8	11,9	23,0	21,5
Kosmichna	17,7±2,9	12,7	21,3	16,3
Prazdnichna	16,8±2,3	11,9	19,5	13,7
Anons	17,6±3,8	10,3	21,5	21,6
Temporion	18,3±3,4	11,2	21,5	18,7
Meotyda	18,4±2,9	11,0	22,3	15,9
Середнє значення	17,9±3,2	10,3	23,1	17,7
НІР $_{05}$	0,635	-	-	-

Таблиця Б.4

Коефіцієнти парної кореляції між погодно-кліматичними факторами (x_i,) та вмістом сухих розчинних речовин (СРР) в плодах черешні раннього (r_{y1x_i}), середнього (r_{y2x_i}), пізнього (r_{y3x_i}) термінів достигання

Умовне позначення фактору (X_i,)	Фактори	Парні коефіцієнти кореляції груп сортів		
		Ранні, rY_1X_i	Середні rY_2X_i	Пізні, rY_3X_i
1	2	3	4	5
X1	Середня темпераура травня, °С*	0,965	0,958	0,615
X2	Середня температура червня, °С	0,401	0,464	0,864
X3	Абсолютна мінімальна температура травня, °С	0,746	0,811	0,683
X4	Абсолютна максимальна температура травня, °С	0,772	0,730	0,342
X5	Абсолютна максимальна температура червня, °С	0,402	0,472	0,831
X6	Середня максимальна температура квітня °С	0,568	0,656	0,531
X7	Середня максимальна температура травня, °С	0,950	0,958	0,604
X8	Середня максимальна температура червня, °С	0,504	0,560	0,823
X9	Середня мінімальна температура травня, °С	0,934	0,901	0,701
X10	Середня мінімальна температура червня, °С	0,375	0,371	0,713
X11	Сума ефективних температур більше 15 °С за рік	0,769	0,818	0,477
X12	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами квітня, °С	0,304	0,440	0,630
X13	Сума активних температур за вегетаційний період, °С	0,621	0,705	0,192
X14	Середня температура при цвітінні, °С	0,714	0,743	0,414
X15	Середня мінімальна температура при цвітінні, °С	0,507	0,492	0,225

Продовження таблиці Б.4

1	2	3	4	5
X16	Середня максимальна температура при цвітінні, °С	0,785	0,851	0,546
X17	Гідротермічний коефіцієнт при цвітінні, в.о.	-0,581	0,653	0,589
X18	Сума ефективних температур при цвітінні, °С	0,624	-0,638	-0,480
X19	Середня відносна вологість повітря травня, %	-0,507	-0,590	-0,068
X20	Середня відносна вологість повітря червня, %	-0,296	-0,366	-0,571
X21	Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря травня, %	-0,606	-0,638	-0,155
X22	Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря червня, %	-0,550	-0,555	-0,229
X23	Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря при цвітінні, %	-0,300	-0,380	-0,763
X24	Середня мінімальна відносна вологість повітря при цвітінні, %	-0,658	-0,720	-0,685
X25	Середня відносна вологість повітря при цвітінні, %	-0,588	-0,637	-0,729

* - тут і надалі вказані Temрературні показники повітря.

Таблиця Б.5

Значення відносної частки впливу (Δ_i) комплексу погодно-кліматичних факторів (Xi) на накопичення фонду СРР для групи сортів черешні раннього та середнього термінів достигання

Умовне позначення фактору, (X_i,)	Фактори	Частка впливу фактору (Δ_i) для груп сортів			
		Ранні	Ранг	Середні	Ранг
1	2	3	4	5	6
X1	Середня температура травня, °С*	14,71%	3	13,02%	2
X3	Абсолютна min температура травня, °С	5,00%	7	8,17%	6

Продовження таблиці Б.5

1	2	3	4	5	6
X4	Абсолютна max температура травня, °С	14,23%	4	0,86%	15
X6	Середня max температура квітня °С	1,26%	11	9,62%	5
X7	Середня max температура травня, °С	16,06%	1	5,45%	8
X9	Середня min температура травня, °С	15,94%	2	14,18%	1
X11	Сума ефективних температур більше 15 °С за рік	4,58%	8	12,92%	3
X13	∑ активних температур за вегетаційний період, °С	0,53%	16	3,84%	9
X14	Середня температура при цвітінні, °С	3,48%	9	0,83%	16
X15	Середня min температура при цвітінні, °С	0,87%	13	3,22%	10
X16	Середня max температура при цвітінні, °С	2,83%	10	2,18%	12
X18	Сума ефективних температур при цвітінні, °С	0,12%	17	1,07%	14
X19	Середня відносна вологість повітря травня, %	0,83%	14	0,53%	17
X21	Абсолютна min відносна вологість повітря травня, %	0,57%	15	12,16%	4
X22	Абсолютна min відносна вологість повітря червня, %	9,54%	5	2,73%	11
X24	Середня min відносна вологість повітря при цвітінні, %	6,84%	6	8,00%	7
X25	Середня відносна вологість повітря при цвітінні,%	1,15%	12	1,33%	13

* - умовні позначення фактору (Xi) за їх нумерацією в загальних розрахунках.

Таблиця Б.6

Значення відносної частки впливу (Δ_i) комплексу погодно-кліматичних факторів (X_i) на накопичення фонду СРР для групи сортів черешні пізнього терміну достигання

Умовне позначення фактору, (X_i,)	Фактори	Частка впливу (Δ_i) в групі пізніх сортов	Ранг
X1	Середня температура травня, °С*	1,87%	14
X2	Середня температура червня, °С	13,85%	2
X3	Абсолютна min температура травня, °С	2,98%	12
X5	Абсолютна max температура червня, °С	8,02%	6
X6	Середня max температура квітня °С	1,47%	15
X7	Середня max температура травня, °С	2,83%	13
X8	Середня max температура червня, °С	13,98%	1
X9	Середня min температура травня, °С	3,11%	11
X10	Середня min температура червня, °С	9,49%	5
X12	Різниця між середніми max та min температурамиквітня, °С	4,56%	9
X17	Гідротермічний коефіцієнт при цвітінні, в.о.	3,85%	10
X18	∑ ефективних температур при цвітінні, °С	0,84%	16
X20	Середня відносна вологість повітря червня, %	6,99	8
X23	Абсолютна min відносна вологість повітря при цвітінні, %	11,48	3
X24	Середня min відносна вологість повітря при цвітінні, %	7,94%	7
X25	Середня відносна вологість повітря при цвітінні, %	9,69%	4

* - умовні позначення фактору (Xi) за їх нумерацією в загальних.

Таблиця Б.7

Вміст сухих розчинних речовин (СРР) у плодах вишні, % (2007–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст СРР, %	min вміст СРР, %	max вміст СРР, %	Варіація за роками, Vp, %
Vstriecha	15,87±2,81	11,03	18,91	17,5
Ozhydaniye	16,31±2,02	10,31	18,27	12,5
Shalun'ia	15,94±2,70	11,28	19,19	17,2
Siyanets Turovtsovoi	17,02±3,53	10,23	21,49	20,6
Griot Melitopolskyy	18,63±3,31	14,06	22,36	17,7
Melitopolska purpurna	15,79±2,81	11,43	19,98	17,8
Modnytsia	17,05±2,92	12,26	20,30	16,8
Expromt	14,48±2,53	10,03	17,26	16,9
Solidarnist’	15,03±3,63	10,23	19,36	24,1
Ighrushka	16,58±2,80	10,50	18,90	17,1
Середнє значення	16,27±3,00	11,14	19,60	18,6
$НІР_{05}$	**0,587**	**–**	**–**	**–**

Таблиця Б.8

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції та показників Δ_i, % - частки впливу факторів на накопичення сухих розчинних речовин в плодах вишні

(X_i)	Фактори	Сухі розчинні речовини		
		Парні коефіцієнти кореляції ($r_{Y_j X_i}$)	Показники частки впливу факторів (Δ_i, %)	Ранг
1	2	3	4	5
1	Середньомісячна температура повітря в червні	0,7689	9,9%	1
2	Середньомісячна сума опадів в червні	-0,6955	9,6%	2

Продовження таблиці Б.8

1	2	3	4	5
3	Середня мінімальна відносна вологість повітря в березні	0,6932	2,3%	16
4	Середня мінімальна відносна вологість повітря в червні	-0,8298	7,8%	5
5	Сума опадів в період від кінця цвітіння до достигання плодів	-0,6301	7,3%	6
6	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в березні	0,8983	2,7%	15
7	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в червні	-0,8311	8,9%	3
8	Середня температура повітря в період збору плодів	0,6211	8,3%	4
9	Абсолютна максимальна температура повітря в період збору плодів	0,7401	1,1%	18
10	Різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами повітря в період збору плодів	0,5704	3,3%	12
11	Середня мінімальна температура повітря в період збору плодів	0,7279	3,1%	13
12	Середня максимальна температура повітря в період збору плодів	0,9047	5,0%	11
13	Сума опадів в період збору плодів	-0,7347	6,8%	8
14	Кількість днів з опадами більше 1 мм в період збору плодів	-0,5913	2,7%	14
15	Сума ефективних температур в період збору плодів	0,5605	0,2%	19
16	Гідротермічний коефіцієнт в період збору плодів	-0,7884	7,1%	7

Продовження таблиці Б.8

1	2	3	4	5
17	Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в період збору плодів	-0,6504	1,4%	17
18	Середня мінімальна відносна вологість повітря в період збору плодів	-0,6417	6,2%	10
19	Середня відносна вологість повітря в період збору плодів	-0,7416	6,3%	9

Таблиця Б.9

Вміст цукрів у плодах черешні сортів трьох термінів достигання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст цукрів, %	min вміст цукрів, %	max вміст цукрів, %	Варіація за роками, Vp, %
1	2	3	4	5
Ранній термін достигання				
Rubinova Rannia	12,35±3,04	8,22	15,87	24,6
Valerii Chkalov	12,55±2,96	8,56	15,94	23,6
Sweet Early	12,85±2,83	9,52	16,91	22,1
Merchant	10,55±1,64	8,21	12,56	15,6
Kazka	11,63±2,03	8,65	14,17	17,4
Biharro Burlat	11,11±1,68	8,15	13,05	15,1
Zabuta′	12,47±1,62	9,58	14,58	13,0
Середнє значення	11,93±2,39	8,15	16,91	20,0
НІР $_{05}$	0,764	–	–	–
Середній термін достигання				
Vynka	12,24±2,42	8,35	16,39	19,8
Pervystok	12,40±2,94	7,98	17,81	23,70
Temp	13,16±3,00	7,55	17,51	22,8
Liubymytsia Turovtseva	10,82±1,36	8,78	13,65	12,6
Talisman	14,59±1,59	12,61	17,91	10,9
Dilema	12,86±1,99	9,02	15,21	15,5

Продовження таблиці Б.9

1	2	3	4	5
Melitopol’s’ka chorna	11,16±2,76	9,00	16,81	24,7
Kordia	13,79±2,37	9,56	17,21	17,2
Oktavia	13,78±2,87	9,02	17,45	21,4
Orion	13,43±2,09	9,65	16,88	15,5
Chervneva Rannia	11,00±1,48	8,27	14,54	13,50
Dachnytsia	15,60±1,35	13,53	17,67	8,6
Prostir	12,67±3,36	7,98	17,84	26,6
Середнє значення	12,85±2,64	7,55	17,91	20,6
НІР $_{05}$	0,363	–	–	–
Пізній термін достигання				
Krupnoplidna	14,35±1,77	10,20	16,51	12,3
Karina	12,53±1,97	9,56	17,21	15,7
Regina	11,90±2,05	9,06	15,22	17,2
Mirazh′	13,89±2,67	9,24	17,21	19,2
Udivitiel’na	13,03±2,75	8,31	18,21	21,08
Zodiak	13,14±2,48	9,12	16,56	18,8
Surpryz	13,43±2,30	9,21	17,56	17,11
Kolhoznytsia	12,64±2,67	8,51	17,21	21,0
Kosmichna	13,55±2,81	8,11	16,98	20,72
Prazdnichna	12,73±2,45	8,15	17,05	19,3
Anons	12,36±2,62	7,86	17,42	21,2
Temporion	12,82±2,95	8,96	17,95	23,0
Meotyda	14,05±2,76	7,96	17,45	19,6
Середнє значення	13,11±2,50	7,86	18,21	19,0
НІР $_{05}$	0,532	–	–	–

Таблиця Б 10

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції між погодними факторами (X_i,) та вмістом цукрів у плодах черешні раннього (r_{y1x_i}) ,середнього (r_{y2x_i}), пізнього (r_{y3x_i}) термінів достигання

Умовне позначення фактору (X_i,)	Фактори	Парні коефіцієнти кореляції $r_{Y_jX_i}$ для груп сортів		
		Ранні r_{Y1X_i}	Середні r_{Y2X_i}	Пізні r_{Y3X_i}
1	2	3	4	5
X1	Середня температура червня, °С	-0,534*	-0,664	-0,654
X2	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами травня, °С	0,520*	0,569	0,359*
X3	Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння, %	0,965	0,958	0,615
X4	Абсолютна максимальна температура в період збору плодів, °С	0,401*	0,464*	0,864
X5	Сума опадів в період цвітіння,%	-0,649	-0,626	-0,284*
X6	Середня температура квітня, °С	0,621	0,705	0,192*
X7	Загальна кількість днів з опадами в квітні,%	0,714	0,743	0,414*
X8	Середня максимальна температура в період збору плодів, °С	0,785	0,851	0,546*
X9	Середня мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння,%	0,528*	0,637	0,512*
X10	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами в період збору плодів ,°С	0,624	0,653	0,589
X11	Середня температура за рік, °С	-0,581	-0,638	-0,480*
X12	Різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами в період збору плодів, °С	-0,300*	-0,380*	-0,763

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4	5
X13	Середня мінімальна температура в період збору плодів, °С	-0,658	-0,720	-0,685
X14	Середня температура травня, °С	-0,588	-0,637	-0,729

*-незначимі парні коефіцієнти кореляції $|r_{Y_j X_i}| \leq 0{,}55$, $i = 1..25$, $j = 1$.

Таблиця Б.11

Частки впливу погодно-кліматичних факторів Δ_i, % на накопичення цукрів в плодах черешні трьох термінів достигання.

Фактор (X_i,)	Умовне позначення фактору (X_i,)	Коефіцієнти долі впливу факторів (Δ_i) і показники рангів факторів для плодів черешні трьох груп стиглості					
		ранні		середні		пізні	
		ранг	Δ_i, %	ранг	Δ_i, %	ранг	Δ_i, %
1	2	3	4	5	6	7	8
X_1	Середня температура червня, °С	6	8,50%	6	9,47%	3	14,77%
X_2	Різниця між середніми max та min температурами травня, °С	14	0,06%	13	0,28%	13	0,60%
X_3	Абсолютна min відносна вологість повітря в період цвітіння, %	1	19,66 %	1	15,97 %	8	4,03%
X_4	Абсолютна max температура в період збору плодів, °С	11	1,95%	10	3,29%	1	30,99%
X_5	Сума опадів в період цвітіння,%	2	19,06 %	2	12,64 %	12	1,01%
X_6	Середня температура квітня, °С	7	5,28%	8	6,61%	11	1,46%
X_7	Загальна кількість днів з опадами в квітні,%	4	11,84 %	5	10,24 %	9	2,30%
X_8	Середня max температура в період збору плодів, °С	3	12,94 %	3	12,11 %	14	0,04%
X_9	Середня min відносна вологість повітря в період цвітіння,%	9	3,62%	7	6,96%	7	5,37%
X_{10}	Різниця між середніми max та min температурами в період збору плодів ,°С	5	9,86%	4	10,58 %	4	14,64%
X_{11}	Середня температура за рік, °С	12	1,04%	12	0,39%	10	1,46%

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8
X_{12}	Різниця між абсолютними max та min температурами в період збору плодів, °С	13	0,11%	14	0,13%	2	17,41%
X_{13}	Середня мінімальна температура в період збору плодів, °С	8	4,12%	9	5,05%	6	7,97%
X_{14}	Середня температура травня, °С	10	1,96%	11	3,27%	5	9,48%

Таблиця Б.12

Вміст цукрів у плодах вишні, % (2007–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст цукрів*, %	min вміст цукрів, %	max вміст цукрів, %	Варіація за роками, Vp, %
Vstriecha	10,80±1,51	7,18	13,34	14,7
Ozhydaniye	11,69±1,90	6,65	14,03	16,8
Shalun'ia	10,84±1,92	7,45	14,04	17,6
Siyanets Turovtsovoi	11,55±2,43	8,03	15,07	20,8
Griot Melitopolskyy	12,19±2,51	8,36	16,22	21,1
Мелітопольська пурпурна	11,33±2,20	7,15	14,65	19,5
Modnytsia	11,73±2,84	7,45	15,23	24,1
Expromt	10,35±1,73	6,14	12,65	16,4
Solidarnist'	10,70±2,72	6,54	14,54	25,5
Ighrushka	11,59±2,21	6,45	13,76	19,4
Середнє значення	11,28±2,20	7,14	14,50	19,9
$НІР_{05}$	0,503	–	–	–

Таблиця Б.13

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції та показників Δ_i, % - частки впливу факторів на накопичення цукрів в плодах вишні

(X_i)	Фактори	Цукри		
		Парні коефіцієнти кореляції ($r_{Y_j X_i}$)	Показники частки впливу факторів (Δ_i, %)	Ранг
1	2	3	4	5

Продовження таблиці Б.13

1	2	3	4	5
1	Середньомісячна температура повітря в червні	0,7462	7,4%	3
2	Середньомісячна сума опадів в червні	0,8961	8,5%	1
3	Середня мінімальна відносна вологість повітря в березні	0,5899	3,6%	17
4	Середня мінімальна відносна вологість повітря в червні	0,9111	8,5%	2
5	Сума опадів в період від кінця цвітіння до достигання плодів	-0,8305	7,1%	4
6	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в березні	-0,6463	3,3%	18
7	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в червні	-0,7501	6,2%	5
8	Середня температура повітря в період збору плодів	-0,7089	4,2%	15
9	Абсолютна максимальна температура повітря в період збору плодів	-0,6496	3,9%	16
10	Різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температура повітря в період збору плодів	-0,6720	4,5%	12
11	Середня мінімальна температура повітря в період збору плодів	0,6450	6,0%	8
12	Середня максимальна температура повітря в період збору плодів	0,7104	6,1%	7

Продовження таблиці Б.13

1	2	3	4	5
13	Сума опадів в період збору плодів	0,7563	5,6%	10
14	Кількість днів з опадами більше 1 мм в період збору плодів	-0,5859	3,0%	19
15	Сума ефективних температур в період збору плодів	-0,6644	5,1%	11
16	Гідротермічний коефіцієнт в період збору плодів	-0,7801	6,2%	6
17	Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в період збору плодів	0,6252	4,5%	13
18	Середня мінімальна відносна вологість повітря в період збору плодів	0,6481	4,3%	14
19	Середня відносна вологість повітря в період збору плодів	-0,7775	5,6%	9

Таблиця Б.14

Вміст титрованих кислот (ТК) та цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) у плодах черешні сортів раннього терміну достигання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст ТК, %	Вміст ТК, %		Варіація за роками, Vp, %	ЦКІ, в.о.
		min	max		
Rubinova Rannia	0,38±0,08	0,25	0,54	20,7	32,5
Valerii Chkalov	0,53±0,10	0,31	0,72	19,7	23,6
Sweet Early	0,53±0,11	0,39	0,73	21,6	24,2
Merchant	0,37±0,07	0,29	0,54	20,1	28,5
Kazka	0,49±0,10	0,29	0,66	21,4	23,7
Biharro Burlat	0,47±0,09	0,33	0,69	20,5	23,6
Zabuta′	0,53±0,11	0,34	0,67	20,3	23,5
Середнє значення	0,47±0,11	0,26	0,73	24,3	25,4
НІР $_{05}$	0,029	–	–	–	

Таблиця Б.15

Вміст титрованих кислот (ТК) та цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) у плодах черешні сортів середнього терміну достигання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст ТК, %	Вміст ТК, %		Варіація за роками, Vp, %	ЦКІ, в.о.
		min	max		
Vynka	0,67±0,13	0,50	0,89	19,7	18,3
Pervystok	0,64±0,13	0,47	0,80	20,1	19,4
Temp	0,57±0,12	0,40	0,67	21,3	23,9
Liubymytsia Turovtseva	0,70±0,15	0,44	0,90	22,0	15,5
Talisman	0,70±0,13	0,47	0,87	19,7	20,8
Dilema	0,72±0,14	0,50	0,91	20,0	17,9
Melitopol’s’ka chorna	0,63±0,13	0,41	0,81	20,6	17,7
Kordia	0,63±0,14	0,39	0,85	22,5	20,9
Oktavia	0,66±0,13	0,41	0,79	19,7	20,9
Orion	0,61±0,13	0,35	0,82	22,6	22,0
Chervneva Rannia	0,71±0,20	0,34	1,01	29,3	15,5
Dachnytsia	0,69±0,14	0,39	0,80	20,3	22,6
Prostir	0,66±0,13	0,43	0,80	19,74	19,2
Середнє значення	0,66±0,14	0,34	1,00	20,7	19,5
НІР $_{05}$	0,038	-	-	-	

Таблиця Б.16

Вміст титрованих кислот (ТК) та цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) у плодах черешні сортів пізнього терміну достигання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст ТК, %	Вміст ТК, %		Варіація за роками, Vp, %	ЦКІ, в.о.
		min	max		
1	2	3	4	5	6
Krupnoplidna	0,72±0,139	0,41	0,86	19,2	
Karina	0,65±0,116	0,39	0,79	17,7	
Regina	0,67±0,134	0,34	0,81	20,1	
Mirazh′	0,68±0,132	0,40	0,86	19,3	
Udivitiel’na	1,00±0,201	0,56	1,30	20,0	

Продовження таблиці Б.16

1	2	3	4	5	6
Zodiak	0,65±0,129	0,43	0,84	19,8	
Surpryz	0,62±0,117	0,35	0,76	18,7	
Kolhoznytsia	0,74±0,149	0,46	1,01	20,0	
Kosmichna	0,63±0,123	0,42	0,81	19,4	
Prazdnichna	0,59±0,114	0,37	0,71	19,2	
Anons	0,66±0,138	0,32	0,81	20,7	
Temporion	0,63±0,092	0,43	0,74	14,5	
Meotyda	0,70±0,149	0,39	0,92	21,2	
Середнє	0,69±0,163	0,32	1,29	23,6	
НІР $_{05}$	0,025	–	–	–	

Таблиця Б.17

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції між погодними факторами (X_i,) та вмістом титрованих кислот у плодах черешні раннього (r_{y1x_i}) ,середнього (r_{y2x_i}), пізнього (r_{y3x_i}) термінів достигання

Фактор (X_i,)	Умовні позначення фактору (X_i,)	Парні коефіцієнти кореляції $r_{Y_jX_i}$ для груп сортів								
		ранні			середні			пізні		
		r_{y1x_i}	Δ_i, %	ранг	r_{y1x_i}	Δ_i, %	ранг	r_{y1x_i}	Δ_i, %	ранг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм	0,962	34,06	1	0,856	11,52	4	0,802	23,99	1
X2	Середньомісячна відносна вологість повітря в травні,%	0,677	6,94	5	0,702	18,33	2	0,635	5,18	7
X3	Середня min відносна вологість повітря в травні, %	0,710	10,44	3	0,760	19,12	1	0,636	9,31	6

Продовження таблиці Б.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X4	Середня min відносна вологість повітря в червні, %	0,435	3,26	8	0,305	5,91	8	0,569	10,93	4
X5	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в травні,%	0,797	22,02	2	0,724	15,07	3	0,672	19,33	2
X6	Різниця між середніми max та min температурами травня, °С	-0,551	5,57	7	-0,609	0,85	10	-0,587	10,37	5
X7	Різниця між середніми max та min температурами червня, °С	-0,430	1,11	10	-0,284	5,48	9	-0,649	11,54	3
X8	Сума опадів в період після цвітіння до достигання плодів,%	0,569	6,13	6	0,524	7,15	7	0,503	3,35	9
X9	Різниця між середніми max та min температурами в період збору плодів, °С	-0,255	0,90	11	-0,571	0,75	11	-0,207	0,88	11
X10	Середня min відносна вологість повітря в період збору плодів,%	0,464	7,00	4	0,656	7,42	6	0,349	4,24	8
X11	Середня відносна вологість повітря в період збору плодів, %	0,351	2,56	9	0,620	8,40	5	0,243	0,88	10

Таблиця Б.18

Вміст титрованих кислот (ТК) у плодах вишні, %, (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст ТК, %	Вміст ТК, %		Варіація за роками, Vp, %	ЦКІ, в.о.
		min	max		
Vstriecha	1,45±0,38	0,85	1,93	26,7	7,4
Ozhydaniye	1,51±0,31	1,01	1,92	21,1	7,7
Shalun'ia	1,49±0,34	1,04	1,91	22,6	7,2
Siyanets Turovtsovoi	1,62±0,30	1,03	2,03	18,7	7,1
Griot Melitopolskyy	1,65±0,31	1,08	2,06	18,7	7,8
Melitopolska purpurna	1,26±0,31	0,92	1,82	24,5	8,9
Modnytsia	1,26±0,26	0,97	1,75	21,3	9,3
Expromt	1,40±0,22	1,05	1,72	15,7	7,3
Solidarnist'	1,79±0,26	1,51	2,08	14,9	5,9
Ighrushka	1,65±0,30	1,22	2,01	18,1	7,0
Середнє значення	1,51±0,33	1,07	1,92	22,3	7,4
НІР $_{05}$	0,265	–	–	–	

Таблиця Б.19

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції та показників Δ_i, % - частки впливу факторів на вміст титрованих кислот в плодах вишні

Умовне позначення фактору (X_i)	Фактори	Парні коефіцієнти кореляції ($r_{Y_j X_i}$)	Показники частки впливу факторів (Δ_i, %)	Ранг
1	2	3	4	5
1	Середньомісячна сума опадів в червні	0,8507	17,7%	2
2	Сума опадів в період від кінця цвітіння до достигання плодів	0,7838	15,7%	3
3	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в червні	0,8621	18,6%	1

Продовження таблиці Б.19

1	2	3	4	5
4	Різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами повітря в період збору плодів	-0,7415	11,5%	6
5	Сума опадів в період збору плодів	0,6119	8,9%	7
6	Кількість днів з опадами більше 1 мм в період збору плодів	0,7754	15,7%	4
7	Гідротермічний коефіцієнт в період збору плодів	0,6208	11,9%	5

Таблиця Б.20

Накопичення вітаміну С у плодах черешні ранньостиглих сортів, мг на 100 грам (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Вміст вітаміну С, мг/100г			Варіація за роками, Vp, %
	Середній вміст	min	max	
1	2	3	4	5
Biharro Burlat	6.84 ± 1.22	5.02	9.83	17.9
Zabuta′	7.31 ± 1.49	5.16	10.27	20.4
Kazka	7.36 ± 1.40	6.08	10.12	19.1
Merchant	6.90 ± 1.84	5.18	11.29	26.7
Rubinova Rannia	6.92 ± 1.28	5.12	9.03	18.5
Sweet Early	7.26 ± 1.68	5.17	11.00	23.1
Valerii Chkalov	7.13 ± 1.54	5.19	10.12	21.5
Середнє значення	7.10 ± 1.46	5.26	10.23	21.02
$НІР_{05}$	0.579	–	–	–

Таблиця Б.21

Вміст вітаміну С в плодах середньостиглих сортів черешні, мг 100 г$^{-1}$ (2008–2019), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Різноманітність	Вміст вітаміну С, %			Зміна в залежності від років, Vp, %
	Середній	min	max	
Chervneva Rannia	5.95 ± 1.06	4.12	7.67	17.9
Dachnytsia	6.32 ± 1.11	5.01	7.88	17.5
Dilema	10.94 ± 2.20	8.19	14.51	20.1
Kordia	10.63 ± 1.81	8.01	13.85	17.1
Oktavia	9.25 ± 2.25	5.12	12.47	24.3
Orion	10.46 ±1.83	7.51	12.82	17.8
Pervystok	9.05 ± 1.59	6.34	11.18	17.5
Prostir	7.73 ± 1.19	5.19	9.27	15.4
Talisman	10.48 ± 2.46	7.23	14.11	23.4
Temp	8.07 ± 1.49	5.89	9.85	18.5
Liubymytsia Turovtseva	9.02 ± 1.60	6.11	11.91	17.7
Vynka	8.08 ± 1.51	6.23	10.14	18.7
Melitopol’s’ka chorna	10,11±1,74	7,40	12,08	17,2
Середнє значення	8.93 ± 2.27	6.33	11.36	18.7
НІР $_{05}$	0.645	–	–	–

Таблиця Б.22

Вміст вітаміну С в плодах пізньостиглих сортів черешні, мг на 100 г$^{-1}$ (2008–2019), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n = 5

Різноманітність	Вміст вітаміну С, %			Зміна в залежності від років, Vp, %
	Середній	min	max	
1	2	3	4	5
Anons	8.20 ± 1.59	5.71	11.81	19.3
Karina	8.33 ± 1.48	5.78	10.28	17.7
Kolhoznytsia	7.85 ± 1.24	5.79	10.92	15.8
Kosmichna	8.95 ± 1.60	6.69	12.03	17.9

Продовження таблиці Б.22

1	2	3	4	5
Krupnoplidna	7.74 ± 1.16	5.79	10.23	14.9
Meotyda	8.03 ± 1.45	5.61	10.72	18.1
Mirazh′	10.67 ± 1.49	8.28	14.14	14.0
Prazdnichna	10.25 ± 2.02	7.61	13.08	19.7
Regina	7.29 ± 1.01	6.03	10.54	13.8
Surpryz	8.10 ± 1.47	5.65	11.01	18.2
Temporion	7.72 ± 1.44	5.01	9.76	18.7
Udivitiel'na	7.58 ± 1.31	5.41	9.23	17.3
Zodiak	9.60 ± 1.46	7.79	11.19	15.2
Середнє значення	8.93 ± 2.27	6.33	11.36	18.7
НІР $_{05}$	0.645	–	–	–

Таблиця Б.23

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції ($r_{Y_j X_i}$) , показників частки впливу (Δ_i) та їх рангів, які характеризують вплив факторів (X_i,) на вміст вітаміну С в плодах черешні раннього, середнього, пізнього строків достигання

Термін відносних факторів (X_i)	Фактори	Зіставлення коефіцієнтів кореляції (rYj Xi), індексів ступеня впливу факторів (Δi) та індексів рангів факторів для груп сортів								
		Ранньостиглий			Середньостиглий			Пізньостиглий		
		r_{y1x_i}	Δ_i	ранг	r_{y2x_i}	Δ_i	ранг	r_{y3x_i}	Δ_i	ранг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм	0.889	30.6	1	0.651	23.86	1	0.535	13.45	4
X2	Середньомісячна відносна вологість повітря в травні,%	0.712	6.09	7	0.575	8.22	7	0.479	14.87	2
X3	Середня min відносна вологість повітря в травні, %	0.733	9.90	4	0.579	11.38	3	0.443	14.81	3

Продовження таблиці Б.23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X4	Середня min відносна вологість повітря в червні, %	0.201	0.88	11	0.348	2.49	10	0.476	2.34	11
X5	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в травні,%	0.531	8.09	5	0.702	10.25	5	0.431	9.29	5
X6	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в червні,%	0.604	10.97	3	0.503	11.57	2	0.719	6.03	8
X7	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в липні,%	0.745	18.57	2	0.368	10.28	4	0.634	7.37	7
X8	Різниця між середніми max та min температурами травня, °C	–0.52	2.07	9	–0.29	3.35	9	–0.24	8.24	6
X9	Різниця між середніми max та min температурами червня, °C	–0.27	0.36	12	–0.27	1.35	12	–0.541	5.56	9
X10	Сума опадів в період цвітіння,%	0.498	7.37	6	0.631	10.13	6	0.528	0.16	12
X11	Середньомісячна сума опадів в червені, мм	0.159	1.90	10	0.683	5.38	8	0.563	14.92	1
X12	Гідротермічний коефіцієнт	0.480	3.15	8	0.452	1.74	11	0.661	2.97	10

Таблиця Б.24

Вміст вітаміну С у плодах вишні, мг на 100 грам (2007 – 2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст мг на 100 грам	min вміст, мг на 100 грам	max вміст, мг на 100 грам	Варіація за роками, Vp, %
Vstriecha	9,59±1,34	7,99	12,01	14,0
Ozhydaniye	8,97±1,68	6,21	11,54	18,7
Shalun'ia	10,44±2,11	8,22	13,80	20,2
Siyanets Turovtsovoi	10,10±2,29	7,84	13,87	22,6
Griot Melitopolskyy	8,23±1,28	6,39	10,09	15,6
Melitopolska purpurna	8,44±1,20	6,18	10,17	14,3
Modnytsia	9,00±1,65	7,08	11,45	18,4
Expromt	9,00±2,18	6,24	12,36	24,2
Solidarnist'	9,13±1,67	7,14	12,05	18,3
Ighrushka	8,75±1,21	7,16	10,97	13,8
Середнє значення	9,17±1,77	7,04	11,83	18,01
$НІР_{05}$	0,776	–	–	–

Таблиця Б.25

Коефіцієнти парної кореляції між погодними факторами (X_i,) і біохімічними показниками, частки впливу погодних факторів Δ_i, % на накопичення фонду АК у плодах вишні та їх ранг

Умовне позначення фактору, (X_i)	Фактори	Аскорбінова кислота		
		Парні коефіцієнти кореляції $r_{Y2}X_i$	Коефіцієнти частки впливу факторів (Δ_i, %) та показники рангу факторів	
			Ранг	Δ_i, %
1	2	3	4	5
X1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм	0,751	1	37,11
X2	Середньомісячна сума опадів в червні, мм	0,595	3	20,18

Продовження таблиці Б.25

1	2	3	4	5
X3	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	0,649	5	2,94
X4	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, дію	0,469	7	0,69
X5	Тривалість безморозного періоду впродовж року, діб	-0,518	4	8,41
X6	Сума опадів в період від цвітіння до достигання плодів, мм	0,753	2	29,72
X7	Загальна кількість днів з опадами в червні, діб	0,427	6	0,95

Таблиця Б.26

Вміст фенольних речовин у плодах черешні сортів трьох термінів достигання у перерахунку на рутин, мг на 100 г (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст фенольних речовин, мг/100г	Min вміст фенольних речовин , мг/100г	Max вміст фенольних речовин, мг/100г	Варіація за роками, Vp, %
1	2	3	4	5
Ранній термін достигання				
Rubinova Rannia	175,27±26,40	131,27	215,03	15,0
Valerii Chkalov	194,07±38,22	145,94	251,28	19,6
Sweet Early	155,63±24,16	126,09	189,75	15,5
Merchant	157,24±22,42	130,32	199,58	14,2
Kazka	203,17±38,78	149,71	272,04	19,0
Biharro Burlat	160,78±23,74	116,01	197,90	14,7
Zabuta′	196,54±45,43	151,15	274,12	23,1
Середнє значення	177,53±36,53	135,78	228,52	17,3
НІР $_{05}$	28,82	–	–	–
Середній термін достигання				
Vynka	172,51±34,35	126,69	219,15	19,9
Pervystok	171,05±20,25	139,05	210,18	11,8

Продовження таблиці Б.26

1	2	3	4	5
Temp	173,74±32,00	108,42	229,09	18,4
Liubymytsia Turovtseva	226,85±28,59	179,89	296,34	12,6
Talisman	216,60±31,56	177,23	280,02	14,5
Dilema	185,79±26,64	141,51	222,89	14,3
Melitopol’s’ka chorna	227,08±30,38	200,07	292,08	13,3
Kordia	239,47±38,93	170,14	289,85	16,2
Oktavia	203,33±31,83	167,43	261,37	15,6
Orion	210,54±28,1	161,95	251,17	13,3
Chervneva Rannia	179,57±51,62	130,17	287,67	13,50
Dachnytsia	128,70±24,09	104,41	170,79	18,7
Prostir	240,24±41,21	166,83	279,27	17,1
Середнє значення	198,11±44,95	151,80	253,06	13,7
НІР $_{05}$	27,42	–	–	–
Пізній термін достигання				
Krupnoplidna	245,79±39,36	160,09	289,05	16,0
Karina	252,17±35,42	170,09	291,19	14,0
Regina	273,11±36,82	198,03	305,52	13,4
Mirazh′	209,73±43,48	111,23	268,65	20,7
Udivitiel’na	288,55±32,16	204,41	319,23	11,1
Zodiak	272,95±30,75	207,71	310,65	11,2
Surpryz	238,34±62,44	175,65	311,01	26,2
Kolhoznytsia	238,84±39,18	175,73	291,34	16,4
Kosmichna	246,87±28,89	196,80	290,45	11,7
Prazdnichna	225,34±40,80	137,69	283,08	18,1
Anons	195,04±31,21	141,71	241,05	16,0
Temporion	202,06±32,93	141,01	246,16	16,2
Meotyda	256,49±34,55	201,81	299,01	13,4
Середнє значення	241,94±45,89	170,89	288,75	15,7
НІР $_{05}$	37,09	–	–	–

Таблиця Б.27

Коефіцієнти парної кореляції між погодними факторами (X_i,) та вмістом фенольних речовин в плодах черешні раннього (r_{YX_i}) ,середнього(r_{y2x_i}), пізнього (r_{y3x_i}) строків достигання

Умовне позначення фактору (X_i)	Фактори	Парні коефіцієнти кореляції $r_{Y_jX_i}$ для груп сортів		
		ранні	середні	пізні
		r_{Y1X_i}	r_{Y2X_i}	r_{Y3X_i}
1	2	3	4	5
X1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм	0,9623	0,7693	0,926621
X2	Середньомісячна відносна вологість в травні, мм	0,7322	0,4084 **	*
X3	Середньомісячна	*	*	0,325988*
X4	Середня мінімальна відносна вологість в травні, мм	0,7678	0,4372	*
X5	Середня мінімальна відносна вологість в червні, мм	*	*	0,347651**
X6	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, доба	0,8246	0,5631	*
X7	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, доба	*	*	0,620387
X8	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами в травні, °С	-0,5997	*	*
X9	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами в червні, °С	*	*	-0,15941
X10	Сума опадів в період цвітіння, мм	0,6124	0,4589**	*
X11	Сума опадів за вегетаційний період, мм	*	0,4696**	0,54163
X12	Середня температура повітря в період збору плодів , °С	*	0,5386	0,356956*
X13	Абсолютна максимальна температура в період збору плодів, °С	*	0,7693	0,508837

* - незначимі парні коефіцієнти кореляції $|r_{Y_jX_i}| \leq 0{,}55$, $i = 1. .25$, $j = 1. .3$ (відповідно до перевірки гіпотези про значимість коефіцієнтів кореляції по критерію Ст'юдента при рівні значимості 0,05).

** - фактори, вплив яких важливо дослідити з точки зору доцільності та логічності експерименту незважаючи на не значимість коефіцієнтів кореляції.

Таблиця Б.28

Показники частки впливу факторів Δ_i, % на накопичення фонду поліфенольних речовин в плодах черешні раннього,середнього , пізнього термінів достигання та їх ранг

Фактор (X_i,)	Умовне позначення фактору (X_i,)	Коефіцієнти частки впливу факторів (Δ_i, %) та показники рангу факторів для сортів ранньої, середньої та пізньої груп					
		Рані		Середні		Пізні	
		ранг	Δ_i, %	ранг	Δ_i, %	ранг	Δ_i, %
1	2	3	4	5	6	7	8
X1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм	1	68,63	1	43,21	1	66,23
X2	Середньомісячна відносна вологість в травні, мм	5	2,14	5	6,39	*	*
X3	Середньомісячна відносна вологість в червні, мм	*	*	*	*	4	1,90
X4	Середня мінімальна відносна вологість в травні, %	6	1,05	6	3,53	*	*
X5	Середня мінімальна відносна вологість в червні, %	*	*	*	*	5	1,51
X6	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	2	22,10	3	14,47	*	*
X7	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, діб	*	*	*	*	3	11,46
X8	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами в травні, °С	3	3,60	*	*	*	*
X9	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами в червні, °С	*	*	*	*	7	0,28
X10	Сума опадів в період цвітіння, мм	4	2,48	7	0,39	*	*
X11	Сума опадів за вегетаційний період, мм	*	*	4	9,22	6	0,82

Продовження таблиці Б.28

1	2	3	4	5	6	7	8
X12	Середня температура повітря в період збору плодів , °С	*	*	2	22,79	2	17,53
X13	Абсолютна максимальна температура в період збору плодів, °С	*	*	*	*	8	0,26

* - незначимі парні коефіцієнти кореляції $|r_{Y_j X_i}| \leq 0{,}55,\ i = 1..25, j = 1..3$ (відповідно до перевірки гіпотези про значимість коефіцієнтів кореляції по критерію Ст'юдента при рівні значимості 0,05).

Таблиця Б.29

Вміст поліфенольних речовин у плодах вишні, мг на 100 грам (2007 – 2019 рр.), $\bar{x}$ ± $s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст, мг на 100 грам	min вміст, мг на 100 грам	max вміст, мг на 100 грам	Варіація за роками, Vp, %
Vstriecha	198,725±28,801	129,168	249,835	14,4
Ozhydaniye	218,823±39,213	178,000	289,725	17,9
Shalun'ia	197,487±22,458	171,282	241,087	11,3
Siyanets Turovtsovoi	224,615±28,776	188,819	265,761	12,8
Griot Melitopolskyy	193,264±25,662	161,302	234,153	13,2
Melitopolska purpurna	243,143±45,721	189,138	305,941	18,8
Modnytsia	168,275±19,512	147,867	147,681	11,5
Expromt	164,975±20,670	136,204	211,613	12,5
Solidarnist'	196,584±24,147	158,108	236,110	12,2
Ighrushka	185,474±18,383	158,191	211,328	9,9
Середнє значення	199,137±36,016	136,507	219,321	12,5
$НІР_{05}$	1,778	–	–	–

Таблиця Б.30

Коефіцієнти парної кореляції між погодними факторами (X_i,) і біохімічними показниками, частки впливу погодних факторів Δ_i, % на накопичення фонду поліфенольних речовин у плодах вишні та їх ранг

Умовне позначення фактору, (X_i)	Фактори	Поліфенольні речовини		
		Парні коефіцієнти кореляції $r_{Y1}X_i$	Коефіцієнти частки впливу факторів (Δ_i, %) та показники рангу факторів	
			Ранг	Δ_i, %
X1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм	0,618	3	14,91
X2	Середньомісячна сума опадів в червні, мм	0,746	1	35,23
X3	Кількість днів з опадами більше 1 мм в травні, діб	0,594	5	3,36
X4	Кількість днів з опадами більше 1 мм в червні, діб	0,679	7	2,15
X5	Тривалість безморозного періоду впродовж року, діб	-0,568	4	13,15
X6	Сума опадів в період від цвітіння до достигання плодів, мм	0,808	2	28,30
X7	Загальна кількість днів з опадами в червні, діб	0,599	6	2,59

Таблиця Б.31

Маса плоду (грам) , кісточки (грам) та їх співвідношення (%) в плодах черешні сортів раннього терміну достигання *(2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5*

Помологічний сорт	Маса плоду (грам)				Маса кісточки (грам)				Відношення маси плоду до маси кісточки,%
	Середня маса, грам	min маса, грам	max маса, грам	Варіація за роками, Vp, %	Середня маса, грам	min маса, грам	max маса, грам	Варіація за роками, Vp, %	
Rubinova Rannia	7,32±0,41	5,05	9,07	19,4	0,49±0,01	0,40	0,57	11,5	6,69
Valerii Chkalov	8,35±0,29	6,46	9,43	12,2	0,72±0,02	0,61	0,85	11,9	8,62
Sweet Early	7,73±0,23	6,51	9,03	10,6	0,74±0,02	0,58	0,91	12,4	9,57
Merchant	6,25±0,40	4,46	8,34	22,5	0,61±0,03	0,49	0,81	17,5	9,76
Kazka	9,10±0,36	7,17	11,56	14,0	0,60±0,03	0,46	0,89	19,5	6,59
Biharro Burlat	6,79±0,29	5,38	8,25	14,9	0,63±0,02	0,49	0,80	13,1	9,27
Zabuta′	7,73±0,33	6,38	9,60	15,1	0,70±0,03	0,52	0,87	16,7	9,05
Середнє значення	7,61±0,33	5,91	9,32	15,5	0,64±0,02	0,50	0,81	14,6	8,40
НІР $_{05}$	0,649				0,084				

Таблиця Б.32

Маса плоду (грам) , кісточки (грам) та їх співвідношення (%) в плодах черешні сортів середнього терміну достигання *(2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5*

Помологічний сорт	Маса плоду (грам)				Маса кісточки (грам)				Відношення маси плоду до маси кісточки,%
	Середня маса, грам	Min маса, грам	Max маса, грам	Варіація за роками, Vp, %	Середня маса, грам	min маса, грам	max маса, грам	Варіація за роками, Vp, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vynka	7,46±0,25	6,34	8,89	11,8	0,62±0,02	0,49	0,72	11,4	8,31
Pervystok	8,13±0,37	6,69	10,98	15,9	0,46±0,02	0,39	0,63	19,7	5,65
Temp	8,90±0,27	7,65	10,55	10,8	0,77±0,02	0,60	0,93	12,6	8,65
Liubymytsia Turovtseva	7,47±0,48	5,11	10,09	22,5	0,53±0,01	0,41	0,62	12,2	7,09
Talisman	8,93±0,51	6,80	11,81	19,8	0,69±0,03	0,52	0,89	16,2	7,72
Dilema	9,91±0,43	7,92	12,01	15,0	0,60±0,02	0,46	0,77	17,0	6,05
Melitopol's'ka chorna	9,37±0,38	7,63	11,81	14,2	0,47±0,01	0,40	0,60	11,5	9,05
Kordia	8,54±0,65	5,51	11,75	26,6	0,64±0,02	0,50	0,74	12,6	5,01
Oktavia	8,69±0,45	6,01	10,77	18,2	0,52±0,01	0,40	0,61	11,6	6,08

Продовження таблиці Б.32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Orion	6,85±0,40	4,61	8,77	20,7	0,39±0,01	0,31	0,50	15,9	5,69
Chervneva Rannia	7,48±0,27	5,90	8,68	12,8	0,49±0,02	0,36	0,67	18,7	6,55
Dachnytsia	8,09±0,40	5,71	9,98	17,2	0,50±0,01	0,37	0,61	12,3	6,18
Prostir	9,34±0,35	7,78	11,67	13,2	0,67±0,03	0,54	0,91	16,1	7,17
Середнє значення	8,39±0,40	6,43	10,59	16,8	0,56±0,02	0,44	0,70	17,3	6,67
НІР $_{05}$	0,520				0,046				

Таблиця Б.33

Маса плоду (грам) , кісточки (грам) та їх співвідношення (%) в плодах черешні сортів пізнього терміну достигання (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Маса плоду (грам)				Маса кісточки (грам)				Відношення маси плоду до маси кісточки,%
	Середня маса, грам	min маса, грам	max маса, грам	Варіація за роками, Vp, %	Середня маса, грам	min маса, грам	max маса, грам	Варіація за роками, Vp, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Krupnoplidna	11,67±0,47	8,73	13,72	14,0	0,51±0,02	0,40	0,61	14,2	4,37
Karina	9,57±0,37	7,55	11,94	13,5	0,66±0,02	0,56	0,79	11,1	6,89
Regina	7,99±0,23	6,71	9,00	10,1	0,74±0,02	0,62	0,88	10,4	9,26

Продовження таблиці Б.33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mirazh′	7,73±0,24	6,30	8,81	11,1	0,58±0,01	0,46	0,67	11,5	7,50
Udivitiel’na	12,18±0,51	10,01	14,60	14,7	0,43±0,02	0,30	0,56	20,9	3,53
Zodiak	8,95±0,29	7,23	10,05	11,2	0,56±0,01	0,47	0,64	11,3	6,25
Surpryz	7,37±0,28	6,00	9,40	13,2	0,57±0,03	0,40	0,79	21,2	7,73
Kolhoznytsia	8,14±0,37	5,67	9,93	16,0	0,70±0,04	0,40	0,88	21,3	8,59
Kosmichna	9,91±0,41	8,05	12,21	14,6	0,76±0,02	0,56	0,91	13,4	9,44
Prazdnichna	7,27±0,27	5,71	8,76	13,2	0,71±0,02	0,52	0,82	13,5	5,16
Anons	9,84±0,37	7,96	11,77	13,2	0,60±0,02	0,50	0,69	12,4	6,09
Temporion	9,68±0,43	7,44	12,01	15,4	0,75±0,02	0,68	0,89	11,1	7,74
Meotyda	9,78±0,39	7,21	11,72	14,1	0,66±0,02	0,46	0,79	14,9	6,74
Середнє значення	9,23±0,35	7,27	11,07	13,4	0,63±0,03	0,48	0,76	14,4	6,82
НІР $_{05}$	0,538				0,039				

Таблиця Б.34

Умовне позначення погодних абіотичних факторів	
Фактор (Xi,)	Умовне позначення факторів, (Xi,)
X_1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм
X_2	Середньомісячна сума опадів в червні, мм
X_3	Середньомісячна відносна вологість повітря у травні, %
X_4	Середньомісячна відносна вологість повітря у червні, %
X_5	Середня мінімальна відносна вологість повітря в травні, %
X_6	Середня мінімальна відносна вологість повітря в червні, %
X_7	Гідротермічний коефіцієнт
X_8	Кількість днів з опадами в травні більше 1 мм, доба
X_9	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами в травні, °С
X_{10}	Сума опадів в період цвітіння, мм
X_{11}	Сума опадів в період достигання плодів, мм
X_{12}	Загальна кількість днів з опадами в період цвітіння, мм

Таблиця Б.35

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції ($r_{Y_jX_i}$), показників частки впливу (Δ_i) та рангів погодних факторів (X_i), на формування маси плодів у сортів черешні раннього, середнього і пізнього строків достигання

Фактор (X_i,)	Умовне позначення фактору (X_i,)	Парні коефіцієнти кореляції ($r_{Y_jX_i}$), коефіцієнти долі впливу факторів (Δ_i) та показники рангів факторів для сортів різних груп стиглості								
		ранні			середні			пізні		
		$r_{y_1x_i}$	Δ_i, %	ранг	$r_{y_1x_i}$	Δ_i, %	ранг	$r_{y_1x_i}$	Δ_i, %	ранг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X_1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм	0,725	12,20	2	*	–	–	*	–	–
X_2	Середньомісячна сума опадів в червні, мм	*	–	–	0,905	55,03	1	0,843	58,29	1
X_3	Середньомісячна відносна вологість повітря у травні, %	0,619	11,60	3	*	–	–	*	–	–
X_4	Середньомісячна відносна вологість повітря у червні, %	*	–	–	0,496	1,49	5	0,617	3,92	5

Продовження таблиці Б.35

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X_5	Середня мінімальна відносна вологість повітря в травні, %	0,659	2,53	6	*	–	–	*	–	–
X_6	Середня мінімальна відносна вологість повітря в червні, %	*	–	–	0,449	0,16	7	0,662	12,38	3
X_7	Гідротермічний коефіцієнт	*	–	–	0,597	0,35	6	*	–	–
X_8	Кількість днів з опадами в травні більше 1 мм, доба	0,773	14,70	1	*	–	–	*	–	–
X_9	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами в травні, °С	0,508	7,21	4	*	–	–	*	–	–
X_{10}	Сума опадів в період цвітіння, мм	0,669	2,38	7	0,613	5,05	4	0,648	14,83	2
X_{11}	Сума опадів в період достигання плодів, мм	*	–	–	0,857	32,07	2	0,622	0,05	6
X_{12}	Загальна кількість днів з опадами в період цвітіння, мм	0,721	4,93	5	0,595	5,83	3	0,611	10,51	4

* - на фоні високих та середніх значень коефіцієнтів кореляції не отримали високі значення часток участі фактору у формуванні маси плоду;

** - показники, що взяті для дослідження за рекомендацією фахових експертів з значеннями кореляцій малими та середніми, але на підставі математичних розрахунків часток участі факторів у формуванні показника маса плоду отримали високі значення Δ_i, % .

Таблиця Б.36

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції ($r_{Y_jX_i}$), показників частки впливу (Δ_i) та рангів погодних факторів (X_i), на формування маси кісточки у ранньо-, середньо- і пізньостиглих сортів черешні

Фактор (X_i,)	Умовне позначення фактору (X_i,)	Парні коефіцієнти кореляції ($r_{Y_jX_i}$), коефіцієнти долі впливу факторів (Δ_i) та показники рангів факторів для сортів різних груп стиглості								
		ранні			середні			пізні		
		$r_{y_1x_i}$	Δ_i, %	ранг	$r_{y_1x_i}$	Δ_i, %	ранг	$r_{y_1x_i}$	Δ_i, %	ранг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Продовження таблиці Б.36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X_1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм	0,833	56,37	1	0,475 **	11,32	2	0,480 **	1,27	8
X_2	Середньомісячна сума опадів в червні, мм	*	–	–	0,912	73,63	1	0,829	7,42	5
X_3	Середня максимальна температура повітря в червні, °С	*	–	–	0,344 **	0,22	8	0,361 **	8,04	4
X_4	Середньомісячна відносна вологість повітря у травні, %	0,808	15,51	3	0,344 **	2,68	5	0,291 **	5,00	6
X_5	Середньомісячна відносна вологість повітря у червні, %	*	–	–	0,530	0,88	6	0,656	14,69	3
X_6	Гідротермічний коефіцієнт	0,482	0,49	5	0,603	0,80	7	0,349 **	1,18	9
X_7	Кількість днів з опадами в травні більше 1 мм, доба	0,682	2,64	4	0,573	5,42	4	0,631	37,47	1
X_8	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами в червні, °С	*	–	–	0,346 **	0,00	9	0,567	23,60	2
X_9	Сума опадів в період цвітіння, мм	0,670	24,99	2	0,667	6,73	3	0,651	1,33	7

* - на фоні високих та середніх значень коефіцієнтів кореляції не отримали високі значення часток участі фактору у формуванні маси кісточки;

** - показники, що взяті для дослідження за рекомендацією фахових експертів зі значеннями кореляцій малими та середніми але на підставі математичних розрахунків часток участі факторів у формуванні показника маси кісточки отримали високі значення Δ_i, %.

Таблиця Б.37

Маса кісточки і плоду та їх співвідношення у плодах вишні (2008-2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Сорт	Маса плоду				Маса кісточки				Відношення маси кісточки до плоду, %
	Середня, г	min, г	max, г	Vp, %	Середня, г	min, г	max, г	Vp, %	
Vstriecha	7,87±1,48	6,07	11,19	18,82	0,38±0,03	0,34	0,42	0,08	4,82
Ozhydaniye	4,41±1,12	2,93	6,28	25,38	0,36±0,02	0,32	0,39	0,06	7,25
Shalun'ia	4,91±1,38	3,03	8,05	27,99	0,29±0,02	0,26	0,34	0,07	5,90
Siyanets Turovtsovoi	7,59±1,27	6,27	9,98	16,68	0,41±0,02	0,39	0,45	0,05	5,40
Griot Melitopolskyy	7,48±2,01	5,18	10,89	26,88	0,39±0,04	0,34	0,45	0,09	5,21
Melitopolska purpurna	5,99±0,99	3,78	7,00	16,48	0,40±0,02	0,38	0,44	0,05	6,67
Modnytsia	4,78±0,82	3,43	5,89	17,20	0,38±0,05	0,30	0,45	0,13	7,94
Expromt	4,80±0,75	3,24	5,89	15,68	0,39±0,05	0,30	0,45	0,14	8,12
Solidarnist'	4,80±0,75	3,24	5,89	15,68	0,39±0,05	0,30	0,45	0,14	8,12
Ighrushka	6,71±1,33	5,22	8,96	19,85	0,50±0,06	0,43	0,61	0,11	7,45
Середнє значення	5,93±1,19	4,24	8,00	20	0,39±0,04	0,34	0,45	0,09	5,87
НІР $_{05}$	4,47			–	0,07			–	–

Таблиця Б.38

Умовні позначення факторів

Фактор (X_i,)	Умовне позначення факторів, (X_i,)
X1	Середньомісячна сума опадів у травні, мм
X2	Середньорічна сума опадів, мм
X3	Середня мінімальна відносна вологість повітря у травні, %
X4	Кількість днів з опадами у травні більше 1 мм, доба
X5	Середньомісячна відносна вологість повітря за рік, %

Таблиця Б.39

Коефіцієнти парної кореляції ($r_{Y_jX_i}$), показники частки впливу (Δ_i) та ранги погодних факторів (X_i), що впливають на формування маси плодів та кісточки у сортах вишні

X_i	Фактори	Маса плоду			Маса кісточки		
		Парні коефіцієнти кореляції r_{Y1X_i}	Коефіцієнти частки впливу факторів (Δ_i, %)	Ранг	Парні коефіцієнти кореляції r_{Y2X_i}	Коефіцієнти частки впливу факторів (Δ_i, %)	Ранг
X1	Середньомісячна сума опадів в травні, мм	0,912	40,74	1	0,70	25,51	2
X2	Середньорічна сума опадів, мм	0,713	4,33	5	0,80	14,74	3
X3	Середня мінімальна відносна вологість повітря в травні, %	0,626	16,87	3	0,51	1,08	5
X4	Кількість днів з опадами в травні більше 1 мм, доба	0,697	7,31	4	0,55	5,39	4
X5	Середньомісячна відносна вологість повітря за рік, %	0,543	30,72	2	0,56	53,26	1

Таблиця Б.40

Скорочена сенсорна оцінка свіжих плодів сортів черешні раннього строку достигання (середнє за 2007-2019 рр.)

Сорт	Сенсорні показники, бал					
	Розмір	Зовнішній вигляд	Консистенція	Смакові якості	Загальне сприйняття	Середнє значення
Merchant	5,8	8,0	7,9	9,0	7,9	7,7
Sweet Early	7,5	8,9	8,1	8,2	8,2	8,2
Biharro Burlat	7,4	7,8	7,8	7,9	7,9	7,8
Valerii Chkalov	8,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,9
Zabuta′	7,7	7,9	7,8	8,2	7,8	7,9
Kazka	9,0	9,0	8,9	9,0	9,0	9,0
Rubinova Rannia	7,6	7,4	7,6	8,1	7,7	7,7

Таблиця Б.41

Скорочена сенсорна оцінка свіжих плодів сортів черешні середнього строку достигання (середнє за 2007-2019 рр.)

Сорт	Сенсорні показники, бал					
	Розміру	Зовнішнього вигляду	Консистенції	Смакових якостей	Загальне сприйняття	Середнє значення
1	2	3	4	5	6	7
Vynka	8,9	9,0	8,9	9,0	9,0	9,0
Dachnytsia	8,7	8,8	8,7	8,9	8,8	8,8
Dilema	9,0	8,5	8,4	8,5	8,2	8,5
Kordia	8,0	8,5	8,3	8,8	8,2	8,4
Liubymytsia Turovtseva	7,4	8,2	8,2	8,4	8,3	8,0
Melitopol's'ka chorna	9,0	8,5	8,4	8,5	8,2	8,5
Oktavia	8,5	8,9	8,6	8,6	8,7	8,7
Orion	7,9	8,8	8,5	9,0	8,6	8,6
Pervystok	8,1	8,4	8,4	8,3	8,5	8,3

Продовження таблиці Б.41

1	2	3	4	5	6	7
Prostir	9,0	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6
Talisman	9,0	9,0	8,7	8,8	8,8	8,9
Temp	8,4	8,4	8,5	8,3	8,6	8,4
Chervneva Rannia	7,5	7,9	7,6	8,0	7,7	7,7

Таблиця Б.42

Скорочена сенсорна оцінка свіжих плодів сортів черешні пізнього строку достигання (середнє за 2007-2019 рр.)

Сорт	Сенсорні показники, бал					
	Розміру	Зовнішнього вигляду	Консистенції	Смакових якостей	Загальне сприйняття	Середнє значення
1	2	3	4	5	6	7
Anons	8,5	8,5	8,4	8,4	8,5	8,5
Zodiak	8,6	8,7	8,6	8,7	8,6	8,7
Karina	8,5	8,4	8,3	8,3	8,4	8,4
Kolhoznytsia	8,0	8,1	7,9	8,2	8,0	8,0
Kosmichna	9,0	8,7	8,7	8,6	8,7	8,8
Krupnoplidna	9	9,0	8,9	9,0	9,0	9,0
Meotyda	8,8	8,8	8,7	8,8	8,8	8,8
Mirazh′	8,4	8,6	8,6	8,9	8,8	8,7
Prazdnichna	8,2	8,2	8,3	8,6	8,5	8,4
Regina	7,8	8,2	8,0	8,2	8,2	8,1
Surpryz	8,5	8,8	8,6	8,8	8,7	8,7
Temporion	8,6	8,6	8,4	8,4	8,5	8,5
Udivitiel'na	9	8,9	8,8	8,9	8,9	8,9

Таблиця Б.43

Сорт	**Сенсорні показники, бал**					
	Розмір	Зовнішній вигляд	Консистенція	Смакові якості	Загальне сприйняття	Середнє значення
Vstriecha	8,5	8,5	8,3	8,5	8,8	8,5
Ozhydaniye	8,2	8,4	8,7	8,8	8,8	8,6
Shalun'ia	8,2	8,5	8,3	8,6	8,8	8,5
Siyanets Turovtsovoi	8,5	8,5	8,4	8,7	8,7	8,5
Griot Melitopol skyy	8,3	8,6	8,8	8,9	8,8	8,7
Melitopolska purpurna	8,2	8,4	8,6	8,8	8,8	8,6
Modnytsia	8,5	8,5	8,8	8,9	8,9	8,7
Expromt	8,2	8,5	8,4	8,7	8,7	8,5
Ighrushka	8,4	8,6	8,4	8,7	8,7	8,6
Solidarnist'	8,2	8,4	8,3	8,5	8,6	8,4

Таблиця Б.44

Маса і діаметр плодів сортів раннього строку достигання (2008-2019 рр.),

$\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Сорт	Маса плоду				Діаметр плоду			
	Середня, г	min, г	max, г	Vp, %	Середня, мм	min, мм	max, мм	Vp, %
Merchant	6,25±0,40	4,46	8,34	22,5	16,13±1,76	14,20	18,05	10,90
Sweet Early	7,73±0,23	6,51	9,03	10,6	18,21±1,2	16,51	19,70	6,60
Biharro Burlat	6,79±0,29	5,38	8,25	14,9	16,42±2,21	13,79	18,91	13,45
Valerii Chkalov	8,35±0,29	6,46	9,43	12,2	22,49±1,63	20,34	24,64	7,24
Zabuta′	7,73±0,33	6,38	9,60	15,1	18,93±2,14	16,36	21,44	11,33
Kazka	9,10±0,36	7,17	11,56	14,0	25,72±1,6	23,94	27,54	6,20
Rubinova Rannia	7,33±0,41	5,05	9,07	19,4	18,13±1	16,85	19,36	5,53
Середнє значення	7,61±0,33	5,91	9,32	15,5	19,43±1,55	17,48	21,37	7,95
НІР $_{05}$	0,649				0,57			

Таблиця Б.45

Маса і діаметр плодів сортів середнього строку достигання (2008-2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Сорт	Маса плоду				Діаметр плоду			
	Середня, г	min, г	max, г	Vp, %	Середня, мм	min, мм	max, мм	Vp, %
Vynka	7,46±0,25	6,34	8,89	11,8	17,99±1,56	15,45	19,97	8,68
Dachnytsia	8,09±0,40	5,71	9,98	17,2	20,35±1,25	18,63	22,05	6,14
Dilema	9,91±0,43	7,92	12,01	15,0	31,35±1,63	28,78	33,48	5,21
Kordia	8,54±0,65	5,51	11,75	26,6	23,13±1,21	21,21	25,00	5,24
Liubymytsia Turovtseva	7,47±0,48	5,11	10,09	22,5	17,99±1,57	15,74	20,11	8,71
Melitopol's'ka chorna	9,37±0,38	7,63	11,81	14,2	25,72±1,93	22,85	27,94	7,50
Oktavia	8,69±0,45	6,01	10,77	18,2	24,28±1,4	21,78	26,01	5,77
Orion	6,85±0,40	4,61	8,77	20,7	16,12±0,63	15,00	16,71	3,91
Pervystok	8,13±0,37	6,69	10,98	15,9	20,66±1,39	18,71	22,59	6,74
Prostir	9,34±0,35	7,78	11,67	13,2	25,19±1,43	23,08	27,02	5,68
Talisman	8,93±0,51	6,80	11,81	19,8	25,41±2,13	22,28	28,20	8,39
Temp	8,90±0,27	7,65	10,55	10,8	25,35±1,17	23,65	26,93	4,62
Chervneva Rannia	7,48±0,27	5,90	8,68	12,8	17,52±1,78	15,10	19,91	10,14
Середнє значення	8,39±0,40	6,43	10,59	16,8	22,39±1,38	20,35	24,29	6,18
$НІР_{05}$	0,520				0,74			

Таблиця Б.46

Маса і діаметр плодів сортів пізнього строку достигання (2008-2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Сорт	Маса плоду				Діаметр плоду			
	Середня, г	min, г	max, г	Vp, %	Середня, мм	min, мм	max, мм	Vp, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anons	9,84±0,37	7,96	11,77	13,2	31,22±1,15	29,73	32,71	3,69
Zodiak	8,95±0,29	7,23	10,05	11,2	25,36±1,26	23,73	27,00	4,98

Продовження таблиці Б.46

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Karina	9,57±0,37	7,55	11,94	13,5	26,79±1,48	24,93	28,64	5,52
Kolhoznytsia	8,14±0,37	5,67	9,93	16,0	20,81±2,54	17,72	23,90	12,21
Kosmichna	9,91±0,41	8,05	12,21	14,6	32,19±1,08	30,85	33,81	3,36
Krupnoplidna	11,67±0,47	8,73	13,72	14,0	33,11±1,84	29,85	35,11	5,55
Meotyda	9,78±0,39	7,21	11,72	14,1	30,53±1,92	28,01	33,04	6,29
Mirazh′	7,73±0,24	6,30	8,81	11,1	20,16±1,47	18,29	22,01	7,27
Prazdnichna	7,27±0,27	5,71	8,76	13,2	16,92±1,61	14,87	18,94	9,52
Regina	7,99±0,23	6,71	9,00	10,1	20,45±1,52	18,44	22,47	7,42
Surpryz	7,37±0,28	6,00	9,40	13,2	18,26±0,82	17,19	19,34	4,47
Temporion	9,68±0,43	7,44	12,01	15,4	29,14±1,21	27,47	30,79	4,16
Udivitiel'na	12,18±0,51	10,01	14,60	14,7	34,09±1,49	32,07	36,11	4,36
Середнє значення	9,23±0,35	7,27	11,07	13,4	26,08±1,45	24,19	27,99	5,56
$НІР_{05}$	0,538				0,68			

Таблиця Б.47

Комерційна характеристика плодів черешні раннього строку достигання І і ІІ класів, нестандартної продукції (2008-2019 рр.)

Сорт	Розмір плодів за найбільшим поперечним діаметром, мм не менше ніж:										Всього І і ІІ клас, %	Нестандартна продукція, % за показником розміру плодів
	І клас, %					ІІ клас, %						
	Плоди розміром (20 мм і більше)	Розтріс-нуті плоди до 2%	Плоди з рубцями до 4%	Плоди з побурінням шкірочки, до 4%	Всього, %	Плоди розміром (17 мм і менше)	Розтріс-нуті плоди, 2-4%	Плоди з рубцями, до 10%	Плоди з побурінням шкірочки, до 8%	Всього, %		
Rubinova Rannia	83,5	0,8	1,0	0,8	86,1	3,9	2,4	1,1	0,4	7,8	93,9	6,1
Merchant	82,5	0,7	0,4	0,3	83,9	7,3	2,0	0,0	0,8	10,1	94,0	6,0
Valerii Chkalov	86,5	0,5	0,4	0,2	87,6	2,4	2,1	2,0	0,0	6,5	94,1	5,9
Sweet Early	82,9	0,5	0,3	0,2	83,9	2,4	2,4	4,1	0,0	8,9	92,8	7,2
Kazka	88,4	0,6	0,3	0,1	89,4	3,3	2,0	0,0	0,1	5,4	94,8	5,2
Biharro Burlat	86,8	0,6	0,5	0,3	88,2	0,0	4,0	0,0	1,1	5,1	93,3	6,7
Zabuta′	88,2	0,6	0,4	0,2	89,4	2,9	2,0	0,0	0,0	4,9	94,3	5,7
Середнє значення	85,5	0,6	0,5	0,3	86,9	3,2	2,4	1,0	0,3	7,0	93,9	6,1

Таблиця Б.48

Комерційна характеристика плодів черешні середнього строку достигання І і ІІ класів, нестандартної продукції (2008–2019 рр.)

Сорт	Розмір плодів за найбільшим поперечним діаметром, мм не менше ніж:										Всього І і ІІ клас, %	Нестандартна продукція, за показником розміру плодів
	І клас, %					ІІ клас, %						
	Плоди розміром (20 мм і більше)	Розтріс-нуті плоди до 2%	Плоди з рубцями до 4%	Плоди з побурінням шкірочки, до 4%	Всього, %	Плоди розміром (17 мм і менше)	Розтріс-нуті плоди, 2-4%	Плоди з рубцями, до 10%	Плоди з побурінням шкірочки, до 8%	Всього, %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Vynka	88,4	0,5	0,4	0,1	89,4	4,4	0,0	0,0	0,3	4,7	94,1	5,9
Pervystok	87,3	0,4	0,6	0,7	89,0	4,6	0,0	0,0	0,6	5,2	94,2	5,8
Temp	89,6	0,3	0,2	0,4	90,5	3,5	0,0	0,0	0,4	3,9	94,4	5,6
Liubymytsia Turovtseva	88,8	0,4	0,3	0,3	89,8	2,0	2,1	0,0	0,2	4,3	94,1	5,9
Talisman	87,1	0,3	0,4	0,2	88,0	1,9	0,0	4,0	0,0	5,9	93,9	6,1
Dilema	87,7	0,5	0,3	0,2	88,3	5,2	0,0	0,0	0,1	5,3	94,0	6,0

Продовження таблиці Б.48

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Melitopol's'k a chorna	87,5	0,3	0,1	0,1	88,0	6,1	0,0	0,0	0,0	6,1	94,1	5,9
Kordia	82,9	0,6	0,3	0,6	84,4	8,6	0,0	0,0	0,5	9,1	93,5	6,5
Oktavia	85,8	0,4	0,2	0,2	86,6	5,4	0,0	2,1	0,0	7,5	94,1	5,9
Orion	88,4	0,3	0,3	0,4	89,4	4,8	0,0	0,0	0,1	4,9	94,3	5,7
Chervneva Rannia	86,1	0,7	0,4	0,7	87,9	5,3	0,0	0,0	0,8	6,1	94,0	6,0
Dachnytsia	88,1	0,6	0,3	0,3	87,5		4,0	0,8	0,2	6,8	94,3	5,7
Prostir	87,9	0,5	0,4	0,3	89,1	3,4	2,0	0,0	0,0	5,4	94,5	5,5
Середнє значення	**87,4**	**0,4**	**0,3**	**0,3**	**88,3**	**4,2**	**0,6**	**0,5**	**0,2**	**5,8**	**94,1**	**5,9**

Таблиця Б.49

Комерційна характеристика плодів черешні пізнього строку достигання І і ІІ класів, нестандартної продукції (2008–2019 рр.)

Сорт	Розмір плодів за найбільшим поперечним діаметром, мм не менше ніж:										Всього І і ІІ клас, %	Нестандартна продукція, % за показником розміру плодів
	І клас, %					ІІ клас, %						
	Плоди розміром (20 мм і більше)	Розтріс-нуті плоди до 2%	Плоди з рубцями, до 4%	Плоди з побурінням шкірочки, до 4%	Всього, %	Плоди розміром (17 мм і менше)	Розтріс-нуті плоди, 2-4%	Плоди з рубцями, до 10%	Плоди з побурінням шкірочки, до 8%	Всього, %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Krupnoplidna	91,3	0,3	0,1	0,2	91,9	1,9	2,0	0,0	0,0	3,9	95,8	4,2
Karina	85,9	0,4	0,3	0,2	86,8	7,2	0,0	0,0	0,1	7,3	94,1	5,9
Regina	87,7	0,2	0,2	0,2	88,3	5,5	0,0	0,7	0,0	6,2	94,5	5,5
Mirazh′	90,3	0,2	0,3	0,2	91,0	4,1	0,0	0,0	0,1	4,2	95,2	4,8
Udivitiel’na	90,4	0,4	0,2	0,1	91,1	3,8	0,0	0,0	0,2	4,0	95,1	4,9
	90,9	0,5	0,3	0,2	91,9	3,3	0,0	0,5	0,0	3,8	95,7	4,3
Surpryz	89,4	0,4	0,3	0,8	90,9	4,4	0,0	0,0	0,6	5,0	95,9	4,1
Kolhoznytsia	89,9	0,4	0,2	0,7	91,2	4,1	0,0	0,0	0,7	4,8	96,0	4,0
Kosmichna	89,7	0,3	0,2	0,8	91,0	4,3	0,0	0,0	0,6	4,9	95,9	4,1
Prazdnichna	90,7	0,4	0,3	0,1	91,5	4,1	0,0	0,4	0,0	4,5	96,0	4,0
Anons	92,4	0,2	0,2	0,2	93,0	3,2	0,0	0,0	0,0	3,2	96,2	3,8
Temporion	92,0	0,2	0,3	0,1	92,6	3,2	0,0	0,3	0,0	3,5	96,1	3,9
Meotyda	90,7	0,4	0,4	0,1	91,6	3,7	0,0	0,0	0,0	3,7	95,3	4,7
Середнє значення	**90,1**	**0,3**	**0,3**	**0,3**	**91,0**	**4,1**	**0,2**	**0,1**	**0,2**	**4,5**	**95,5**	**4,5**

Таблиця Б.50

Маса (грам) та діаметр (мм) плодів вишні (середнє за 2007 – 2019 рр.),

$\bar{x} \pm s\bar{x}$

Помологічний сорт	Маса плоду (грам)				Діаметр (мм)			
	Середня маса, грам	min маса, грам	max маса , грам	Варіація за роками, Vp, %	Середній діаметр, мм	min діаметр, мм	max діаметр, мм	Варіація за роками, Vp, %
Vstriecha	7,87±1,48	6,07	11,19	18,82	23,75±2,65	16,05	25,30	11,15
Ozhydaniye	4,41±1,12	2,93	6,28	25,38	18,58±2,86	14,60	22,80	15,38
Shalun'ia	4,91±1,38	3,03	8,05	27,99	19,95±2,41	14,30	21,90	12,10
Siyanets Turovtsovoi	7,59±1,27	6,27	9,98	16,68	22,44±2,34	18,00	25,00	10,43
Griot Melitopolskyy	7,48±2,01	5,18	10,89	26,88	21,23±3,68	12,80	24,90	17,32
Melitopolska purpurna	5,99±0,99	3,78	7,00	16,48	21±1,82	15,20	22,00	8,65
Modnytsia	4,78±0,82	3,43	5,89	17,20	19,28±3,15	13,90	22,80	16,36
Expromt	4,80±0,75	3,24	5,89	15,68	19,02±3,24	14,30	24,90	17,03
Solidarnist'	4,80±0,75	3,24	5,89	15,68	19,45±3,19	14,20	24,10	16,42
Ighrushka	6,71±1,33	5,22	8,96	19,85	20,55±3,73	14,90	25,40	18,18
Середнє значення	5,93±1,19	4,24	8,00	20,00	20,94±1,8	16,97	23,61	8,59
$НІР_{05}$	**0,74**				**1,93**			

Таблиця Б.51

Комерційна характеристика свіжих плодів вишень І і ІІ класів, нестандартної продукції (середнє за 2007-2019 рр.)

Сорт	Комерційна продукція, % Розмір плодів за найбільшим поперечним діаметром, мм не менше ніж:								Всього	Нестандартна продукція, % за показником розміру плодів
	1 клас, %				2 клас, %					
	Плоди розміром (16 мм і більше)	Розтріс-нуті плоди до 2%	Плоди з рубцями, до 4 %	Плоди з побурінням шкірочки, до 4%	Плоди розміром (13 мм і менше)	Розтріс-нуті плоди, 2-4%	Плоди з рубцями, до 10%	Плоди з побурінням шкірочки, до 8%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vstriecha	81,2	0,7	0,2	0,5	6,0	0	4,1	0	92,7	7,3
Ozhydaniye	82,0	0,5	0,1	0,9	8,2	0	0	0	91,7	8,3
Shalun’ia	70,1	0,9	0,2	1,8	11,0	2,2	0	6,0	92,2	7,8
Siyanets Turovtsovoi	71,7	1,0	0,2	2,1	7,5	0	4,2	5,6	92,3	7,7
Griot Melitopolskyy	66,8	1,2	0,4	0,7	10,8	2,1	4,1	5,1	91,2	8,8
Melitopolska purpurna	82,6	0,8	0,1	0,9	7,4	0	0	0	91,8	8,2

Продовження таблиці Б.51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Modnytsia	81,7	0,4	0,5	2,3	6,7	0	0	0	91,6	8,4
Expromt	81,8	0,6	0,4	2,2	5,8	0	0	0	90,8	9,2
Solidarnist’	83,6	0,5	0,6	1,3	6,1	0	0	0	92,1	7,9
Ighrushka	67,2	0,8	0,9	1,1	11,6	2,3	0	7,1	91	9,0
Середнє	76,6	0,6	0,4	1,1	8,4	0,7	1,2	2,4	91,4	8,6

ДОДАТОК В

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

Таблиця В.1

Втрати від мікробіологічних захворювань та фізіологічних розладів при зберіганні плодів черешні сорту Valerii Chkalov за обробки розчинами кислот різної концентрації

Втрати (%) після 40 діб зберігання за відповідних концентрацій складових композиції										
МК/ОК	0***	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,0	2,25
0***	13,242	12,075	10,745	9,780	9,025	8,278	8,056	7,515	7,582	8,186
0,25	10,905	9,936	9,093	8,070	7,687	7,232	7,238	6,562	7,014	7,356
0,50	10,715	8,215	7,421	7,011	6,050	5,745	5,322	4,920	6,010	6,395
0,75	8,190	7,015	6,141	5,491	4,717	4,359	3,973	3,412	4,437	4,829
1,00	6,923	5,763	4,758	4,060	3,857	3,006	2,463	2,174	3,094	3,925
1,25	5,853	4,810	3,907	3,383	2,631	2,015	2,061	2,005	2,203	2,564
1,50	5,127	3,901	3,220	2,463	2,314	1,596	1,187	1,065	1,154	1,156
1,75	4,514	3,089	2,474	1,848	1,735	1,144	1,115	1,070	1,077	1,014
2,00	4,444	2,798	2,342	1,862	1,434	1,145	1,068	1,011	1,064	1,040
2,25	4,749	3,526	2,786	2,401	2,007	1,883	1,151	1,059	1,027	1,042

МК – 0,126 %; ОК – 0,126 %

Таблиця В.2

Втрати маси при зберіганні плодів черешні сорту Valerii Chkalov за обробки розчинами кислот різної концентрації

Втрати (%) після 40 діб зберігання за відповідних концентрацій складових композиції										
МК/ОК	0,00**	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,00	2,648	2,725	2,643	2,620	2,581	2,522	2,504	2,485	2,458	2,414
0,25	2,777	2,664	2,667	2,650	2,553	2,408	2,362	2,358	2,346	2,324
0,50	2,642	2,625	2,579	2,549	2,430	2,375	2,358	2,320	2,230	2,205
0,75	2,650	2,642	2,579	2,540	2,483	2,401	2,387	2,348	2,243	2,211
1,00	2,637	2,597	2,562	2,540	2,423	2,394	2,337	2,226	2,226	2,195
1,25	2,427	2,350	2,333	2,177	2,169	2,145	1,899	1,835	1,837	1,836

Продовження таблиці В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,50	2,353	2,179	2,060	2,017	1,886	1,804	1,733	1,695	1,686	1,684
1,75	2,286	2,191	2,126	2,112	2,065	2,016	1,685	1,690	1,683	1,746
2,00	2,196	2,122	2,058	2,018	1,966	1,775	1,692	1,709	1,696	1,720
2,25	2,091	2,034	2,014	1,959	1,913	1,757	1,689	1,701	1,733	1,758

МК – 0.060%; ОК – 0.060%

Таблиця В.3

Середній рівень щодобових втрат при зберіганні плодів черешні сорту Valerii Chkalov з використанням захисної композиції

Щоденні втрати (%), при відповідних концентраціях складових композиції										
МК/ ОЦК	0,00**	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25
0,00**	0,397	0,370	0,334	0,310	0,290	0,270	0,264	0,250	0,251	0,265
0,25	0,342	0,315	0,294	0,268	0,256	0,241	0,240	0,223	0,234	0,242
0,50	0,333	0,271	0,250	0,239	0,212	0,203	0,192	0,181	0,206	0,215
0,75	0,271	0,241	0,218	0,201	0,180	0,169	0,159	0,144	0,167	0,176
1,00	0,239	0,209	0,183	0,165	0,157	0,135	0,120	0,110	0,133	0,153
1,25	0,207	0,179	0,156	0,139	0,120	0,104	0,099	0,096	0,101	0,110
1,5	0,187	0,152	0,132	0,112	0,105	0,085	0,073	0,069	0,071	0,071
1,75	0,170	0,132	0,115	0,099	0,095	0,079	0,070	0,069	0,069	0,069
2,0	0,166	0,123	0,110	0,097	0,085	0,073	0,069	0,068	0,069	0,069
2,25	0,171	0,139	0,120	0,109	0,098	0,091	0,071	0,069	0,069	0,070

Таблиця В.4

Втрати від мікробіологічних захворювань та фізіологічних розладів при зберіганні плодів вишні Vstriecha після обробки органічною композицією в різних концентраціях

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,5	13,989	12,825	11,479	9,866	8,349	6,539	5,517	5,402	5,728	6,277
0,75	13,022	11,489	9,760	8,247	7,078	5,842	4,411	3,915	4,060	4,430
1,0	12,389	11,259	8,764	5,768	4,730	3,018	2,642	2,271	2,433	2,514
1,25	11,612	9,389	7,880	5,664	4,362	3,260	2,674	2,668	2,682	2,847
1,5	11,436	9,881	7,429	5,304	4,258	2,661	2,638	2,680	2,673	2,729

Продовження таблиці В.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,75	11,913	10,753	8,359	5,459	4,509	2,673	2,668	2,688	2,538	5,587
2,0	11,965	10,864	8,622	5,841	4,954	2,605	2,601	2,670	5,572	5,591
2,25	12,121	11,028	9,048	6,042	5,326	2,670	2,677	2,660	5,598	5,587

МК – 0,131%; ОК – 0,131%

Таблиця В.5

Втрати маси при зберіганні плодів вишні Vstriecha після обробки органічною композицією в різних концентраціях

Втрати (%) після 40 діб зберігання за відповідних концентрацій складових композиції										
МК/ ОЦК	0**	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25
0	3,180	3,144	3,133	3,097	2,975	2,986	2,989	2,971	2,981	2,937
0,25	3,111	3,175	3,141	3,127	3,007	2,984	2,961	2,940	2,928	2,906
0,5	3,091	3,095	3,081	3,054	3,051	3,021	3,003	2,958	2,952	2,883
0,75	3,098	3,071	3,040	2,993	2,922	2,958	2,909	2,885	2,830	2,810
1,0	3,051	3,021	3,036	3,032	3,030	3,022	2,878	2,769	2,767	2,766
1,25	2,988	2,851	2,800	2,696	2,598	2,300	2,006	2,012	1,998	1,993
1,5	2,844	2,839	2,771	2,656	2,582	2,099	2,002	2,000	2,007	1,991
1,75	2,807	2,807	2,761	2,581	2,371	2,007	2,012	1,992	2,065	2,013
2,0	2,795	2,776	2,778	2,519	2,206	2,075	2,079	2,010	2,028	2,009
2,25	2,719	2,652	2,632	2,438	2,034	2,010	2,003	2,020	2,002	2,013

МК – 0,072%; ОК – 0,072%

Таблиця В.6

Середній рівень щодобових втрат при зберіганні плодів вишні Vstriecha після обробки органічною композицією в різних концентраціях

Втрати (%) після 40 діб зберігання за відповідних концентрацій складових композиції										
МК/ ОЦК	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,451	0,427	0,412	0,400	0,382	0,369	0,361	0,359	0,364	0,369
0,25	0,439	0,409	0,385	0,359	0,332	0,294	0,279	0,275	0,283	0,289
0,5	0,427	0,398	0,364	0,323	0,285	0,239	0,213	0,209	0,217	0,229
0,75	0,403	0,364	0,320	0,281	0,250	0,211	0,183	0,170	0,173	0,181

Продовження таблиці В.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,386	0,357	0,295	0,220	0,194	0,151	0,138	0,126	0,130	0,132
1,25	0,365	0,306	0,267	0,209	0,174	0,139	0,117	0,117	0,117	0,121
1,5	0,357	0,318	0,255	0,199	0,171	0,119	0,117	0,117	0,117	0,118
1,75	0,367	0,339	0,278	0,201	0,172	0,117	0,117	0,117	0,119	0,119
2	0,369	0,341	0,285	0,209	0,179	0,117	0,117	0,117	0,119	0,119
2,25	0,371	0,342	0,292	0,212	0,184	0,117	0,117	0,117	0,119	0,119

ДОДАТОК Г

ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ПЛОДОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ «ПЛОСКОГО ФАКТОРНОГО ПОЛЯ»

Таблиця Г.1

Параметри якості плодів черешні та вишні після попереднього охолодження для процесу повільного охолодження

Сорт	Перед зберіганням	Після охолодження		Після 30 діб зберігання		Примітки
	Негативні параметри					
	Втрати маси (зниження маси в %)					
	Початкова маса зразка, г	Зменшення маси				Нормативні показники
		маса, г	% втрат	маса, г	% втрат	
1	2	3	4	5	6	7
Valerii Chkalov	0,551	0,545	1,089	0,5303	3,810	За перші 3 доби – 1%, за кожну наступну по 0.1% тобто 3,7%
Melitopol’s’ka chorna	0,4755	0,472	0,736	0,4589	3,5375	
Krupnoplidna	0,422	0,419	0,711	0,4072	3,5539	
Vstriecha (вишня)	0,491	0,488	0,611	0,4725	3,8214	
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год						
Valerii Chkalov	88,384	49,917		53,456		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	96,697	54,825		58,124		
Krupnoplidna	81,665	46,152		47,568		
Vstriecha (вишня)	91,214	46,812		56,789		
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С						
Valerii Chkalov	944,825	533,613		571,4446		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	1033,691	586,079		621,3456		
Krupnoplidna	872,999	493,365		508,5019		
Vstriecha (вишня)	975,078	500,42		607,0744		
Бактерії $x10^3$, КУО/г						
Valerii Chkalov	21,235	19,254		32,546		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	22,259	18,568		33,458		
Krupnoplidna	20,894	19,254		30,256		
Vstriecha (вишня)	18,547	17,584		27,651		

Продовження таблиці Г.1

Сорт	Перед зберіганням	Після охолодження		Після 30 діб зберігання			Примітки
	Негативні параметри						
	Втрати маси (зниження маси в %)						
	Початкова маса зразка, г	Зменшення маси					Нормативні показники
		маса, г	% втрат	маса, г	% втрат		
1	2	3	4	5	6		7
Гриби х10^3, КУО/г							
Valerii Chkalov	6,845	5,924		15,065			Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	6,125	5,722		14,652			
Krupnoplidna	6,058	5,985		16,456			
Vstriecha (вишня)	5,784	5,122		12,547			
Позитивні параметри							
Вміст сухих розчинних речовин,%							
Valerii Chkalov	17,117	16,971		14,485			Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	18,355	18,252		14,548			
Krupnoplidna	18,712	18,253		14,859			
Vstriecha (вишня)	18,412	18,091		13,625			
Вміст цукрів,%							
Valerii Chkalov	12,375	12,369		10,195			Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	9,242	9,24		7,564			
Krupnoplidna	15,029	15,022		13,254			
Vstriecha (вишня)	14,864	14,864		12,001			
Вміст титрованих кислот,%							
Valerii Chkalov	0,715	0,711		0,381			Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,916	0,91		0,505			
Krupnoplidna	0,873	0,87		0,422			
Vstriecha (вишня)	1,425	1,421		0,751			

Продовження таблиці Г.1

Сорт	Перед зберіганням	Після охолодження		Після 30 діб зберігання		Примітки
	Негативні параметри					
	Втрати маси (зниження маси в %)					
	Початкова маса зразка, г	Зменшення маси				Нормативні показники
		маса, г	% втрат	маса, г	% втрат	
1	2	3	4	5	6	7
Вміст аскорбінової кислоти,мг на 100г						
Valerii Chkalov	9,111	8,887		4,952		Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	11,025	10,879		6,845		
Krupnoplidna	7,482	7,228		3,215		
Vstriecha (вишня)	12,032	11,875		7,415		
Вміст фенольних речовин, мг на 100г						
Valerii Chkalov	200,108	200,05		135,65		Порівнюємо з початковим значенням
Melitopol’s’ka chorna	257,612	256,25		164,789		
Krupnoplidna	279,125	278,56		216,245		Зростання показника не бажане, бо свідчить про побуріння м’якоті
Vstriecha (вишня)	206,125	205,9		145,568		
Негативні						
Активність поліфенолоксидази , мкмоль/г за хв.						
Valerii Chkalov	7,355	7,215		10,865		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	10,156	10,051		13,896		
Krupnoplidna	6,025	5,958		10,256		
Vstriecha (вишня)	8,125	8,002		12,025		

Продовження таблиці Г.1

Сорт	Перед зберіганням	Після охолодження		Після 30 діб зберігання		Примітки
	Негативні параметри					
	Втрати маси (зниження маси в %)					
	Початкова маса зразка, г	Зменшення маси				Нормативні показники
		маса, г	% втрат	маса, г	% втрат	
1	2	3	4	5	6	7
Активність пероксидази мкмоль/г за хв.						
Valerii Chkalov	30,125	45,125		39,456		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	35,654	42,125		28,254		
Krupnoplidna	24,256	35,125		32,125		
Vstriecha (вишня)	38,452	48,152		45,654		
ФР/ПФО						
Valerii Chkalov	0,03675515	0,03607		0,08009583		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,03942363	0,03922		0,08432602		
Krupnoplidna	0,02158531	0,02139		0,04742769		
Vstriecha (вишня)	0,03941783	0,03886		0,08260744		
ЦКІ						
Valerii Chkalov	17,3076923	17,3966		26,7585		15 – 30 в.о.
Melitopol’s’ka chorna	10,0895197	10,1538		14,9782		
Krupnoplidna	17,2153494	17,2667		31,4076		
Vstriecha (вишня)	10,4308772	10,4602		15,98		
Твердість м’якоті плодів кг/см^2						
Valerii Chkalov	0,75	0,66		0,55		Порівнюємо з початковою. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,99	0,90		0,62		
Krupnoplidna	1,12	1,03		0,79		
Vstriecha (вишня)	0,69	0,60		0,30		

Таблиця Г.2

Параметри якості плодів черешні та вишні після попереднього охолодження для процесу інтенсивного охолодження

Сорт	Перед зберіганням	Після охолодження		Після 30 діб зберігання		Примітки
	Негативні параметри					
	Втрати маси (зниження маси в %)					
	Початкова маса зразка, г	Зменшення маси				Нормативний відсоток (стандарти)
		маса, г	% втрат	маса, г	% втрат	
1	2	3	4	5	6	7
Valerii Chkalov	0,5479	0,538	1,807	0,5248	4,281	За перші 3 доби – 1%, за кожну наступну по 0.1% тобто 3,7%
Melitopol’s’ka chorna	0,399	0,392	1,757	0,3821	4,301	
Krupnoplidna	0,664	0,651	1,958	0,6347	4,4829	
Vstriecha (вишня)	0,505	0,496	1,782	0,482	4,6317	
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год						
Valerii Chkalov	88,384	40,123		40,251		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	96,697	48,513		45,685		
Krupnoplidna	81,665	37,855		26,145		
Vstriecha (вишня)	91,214	32,401		35,125		
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С						
Valerii Chkalov	944,825	428,915		430,2832		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	1033,691	518,604		488,3727		
Krupnoplidna	872,999	404,669		279,4901		
Vstriecha (вишня)	975,078	346,367		375,4863		
Бактерії x10^3, КУО/г						
Valerii Chkalov	21,235	17,589		31,245		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	22,259	16,126		33,085		
Krupnoplidna	20,894	16,254		29,254		
Vstriecha (вишня)	18,547	15,002		16,253		
Гриби x10^3, КУО/г						
Valerii Chkalov	6,845	5,863		16,253		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	6,125	5,554		15,245		
Krupnoplidna	6,058	5,312		17,258		
Vstriecha (вишня)	5,784	5,111		11,495		
Позитивні параметри						
Вміст сухих розчинних речовин,%						

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5
Valerii Chkalov	17,117	17,081	15,485	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	18,355	18,301	16,548	
Krupnoplidna	18,712	18,522	16,859	
Vstriecha (вишня)	18,412	18,251	16,125	
Вміст цукрів,%				
Valerii Chkalov	12,375	12,375	11,124	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	9,242	9,24	7,895	
Krupnoplidna	15,029	15	13,845	
Vstriecha (вишня)	14,864	14,862	13,002	
Вміст титрованих кислот,%				
Valerii Chkalov	0,715	0,713	0,425	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,916	0,916	0,612	
Krupnoplidna	0,873	0,872	0,545	
Vstriecha (вишня)	1,425	1,422	0,864	
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100г				
Valerii Chkalov	9,111	8,987	5,765	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	11,025	10,979	6,845	
Krupnoplidna	7,482	7,328	4,312	
Vstriecha (вишня)	12,032	11,975	7,547	
Вміст фенольних речовин, мг на 100г				
Valerii Chkalov	200,108	200,067	128,156	Порівнюємо з початковим значенням. Зростання показника не бажане, бо свідчить про побуріння м’якоті
Melitopol’s’ka chorna	257,612	256,25	175,456	
Krupnoplidna	279,125	278,865	195,265	
Vstriecha (вишня)	206,125	205,951	132,025	
Негативні параметри				
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.				
Valerii Chkalov	7,355	6,966	9,956	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	10,156	9,865	13,125	
Krupnoplidna	6,025	4,954	8,856	
Vstriecha (вишня)	8,125	8,098	11,156	
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.				

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5
Valerii Chkalov	30,125	50,023	30,012	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	35,654	48,154	24,056	
Krupnoplidna	24,256	40,125	28,014	
Vstriecha (вишня)	38,452	52,365	37,895	
		ФР/ПФО		
Valerii Chkalov	0,03675515	0,03482	0,07768657	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,03942363	0,0385	0,07480508	
Krupnoplidna	0,02158531	0,01776	0,04535375	
Vstriecha (вишня)	0,03941783	0,03932	0,08449915	
		ЦКІ		
Valerii Chkalov	17,3076923	17,3562	26,1741	15 – 30 в.о.
Melitopol’s’ka chorna	10,0895197	10,0873	12,9003	
Krupnoplidna	17,2153494	17,2018	25,4037	
Vstriecha (вишня)	10,4308772	10,4515	15,0486	
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2				
Valerii Chkalov	0,75	0,69	0,48	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,99	0,92	0,66	
Krupnoplidna	1,12	1,08	0,85	
Vstriecha (вишня)	0,69	0,61	0,42	

Таблиця Г.3

Параметри якості плодів черешні та вишні після попереднього охолодження для процесу гідроохолодження

Сорт	Перед зберіганням	Після охолодження		Після 30 діб зберігання		Примітки
	Негативні параметри					
	Втрати маси (зниження маси в %)					
	Початкова маса зразка, г	Зменшення маси				
		маса, г	% втрат	маса, г	% втрат	
1	2	3	4	5	6	7
Valerii Chkalov	0,564	0,564	0	0,5567	1,299	За перші 3 доби – 1%, за кожну наступну по 0.1% тобто 3,7%
Melitopol’s’ka chorna	0,5785	0,5785	0	0,5718	1,1626	
Krupnoplidna	0,5658	0,5658	0	0,5589	1,2245	
Vstriecha (вишня)	0,5891	0,5891	0	0,5806	1,4499	

Продовження таблиці Г.3

1	2	3	4	5
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год				
Valerii Chkalov	88,384	30,125	35,148	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	96,697	31,851	34,256	
Krupnoplidna	81,665	24,361	30,456	
Vstriecha (вишня)	91,214	25,452	38,569	
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С				
Valerii Chkalov	944,825	322,036	375,7321	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	1033,691	340,487	366,1966	
Krupnoplidna	872,999	260,419	325,5746	
Vstriecha (вишня)	975,078	272,082	412,3026	
Бактерії x10^3, КУО/г				
Valerii Chkalov	21,235	10,254	48,958	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	22,259	10,897	51,025	
Krupnoplidna	20,894	9,245	50,358	
Vstriecha (вишня)	18,547	9,025	43,587	
Гриби x10^3, КУО/г				
Valerii Chkalov	6,845	2,224	20,589	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	6,125	2,587	21,354	
Krupnoplidna	6,058	3,025	22,547	
Vstriecha (вишня)	5,784	2,015	22,587	
Позитивні параметри				
Вміст сухих розчинних речовин,%				
Valerii Chkalov	17,117	17,111	16,285	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	18,355	18,351	17,548	
Krupnoplidna	18,712	18,621	17,959	
Vstriecha (вишня)	18,412	18,312	17,121	

Продовження таблиці Г.3

Вміст цукрів,%				
Valerii Chkalov	12,375	12,374	11,564	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol's'ka chorna	9,242	9,241	8,156	
Krupnoplidna	15,029	15,011	13,561	
Vstriecha (вишня)	14,864	14,864	13,564	
Вміст титрованих кислот,%				
1	2	3	4	5
Valerii Chkalov	0,715	0,715	0,604	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol's'ka chorna	0,916	0,915	0,745	
Krupnoplidna	0,873	0,872	0,713	
Vstriecha (вишня)	1,425	1,424	1,151	
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100г				
Valerii Chkalov	9,111	9,001	7,001	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol's'ka chorna	11,025	10,979	8,954	
Krupnoplidna	7,482	7,328	5,254	
Vstriecha (вишня)	12,032	11,975	9,125	
Вміст фенольних речовин, мг на 100г				
Valerii Chkalov	200,108	200,1	156,125	Порівнюємо з початковим значенням. Зростання показника не бажане, бо свідчить про побуріння м'якоті
Melitopol's'ka chorna	257,16	256,98	208,125	
Krupnoplidna	279,125	279,025	234,456	
Vstriecha (вишня)	206,125	206,056	165,254	
Негативні параметри				
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.				
Valerii Chkalov	7,355	6,754	8,567	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol's'ka chorna	10,156	9,458	11,758	
Krupnoplidna	6,025	4,256	6,654	
Vstriecha (вишня)	8,125	7,885	9,865	

Продовження таблиці Г.3

1	2	3	4	5
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.				
Valerii Chkalov	30,125	32,012	11,125	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	35,654	37,125	8,012	
Krupnoplidna	24,256	28,111	7,025	
Vstriecha (вишня)	38,452	40,256	16,564	
		ФР/ПФО		
Valerii Chkalov	0,03675515	0,03375	0,0548727	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,03949292	0,0368	0,05649489	
Krupnoplidna	0,02158531	0,01525	0,02838059	
Vstriecha (вишня)	0,03941783	0,03827	0,05969598	

Продовження таблиці Г.3

1	2	3	4	5
ЦКІ				
Valerii Chkalov	17,3076923	17,3063	19,1457	15 – 30 в.о.
Melitopol’s’ka chorna	10,0895197	10,0995	10,9477	
Krupnoplidna	17,2153494	17,2144	19,0196	
Vstriecha (вишня)	10,4308772	10,4382	11,7845	
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2				
Valerii Chkalov	0,75	0,70	0,59	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,99	0,94	0,78	
Krupnoplidna	1,12	1,09	1,0	
Vstriecha (вишня)	0,69	0,65	0,55	

Таблиця Г.4

Параметри якості плодів черешні та вишні після попереднього охолодження для процесу комбінованого охолодження

Сорт	Перед зберіганням	Після охолодження		Після 30 діб зберігання		Примітки
	Негативні параметри					
	Втрати маси (зниження маси в %)					
	Початкова маса зразка, г	Зменшення маси				
		маса, г	% втрат	маса, г	% втрат	
1	2	3	4	5	6	7
Valerii Chkalov	0,5615	0,561	0,089	0,5541	1,324	За перші 3 доби – 1%, за кожну наступну по 0.1% тобто 3,7%. Максимально припустимі втрати маси черешні, вишні, від 5 до 6 %
Melitopol’s’ka chorna	0,4213	0,421	0,071	0,4168	1,0722	
Krupnoplidna	0,5124	0,512	0,078	0,5064	1,1758	
Vstriecha (вишня)	0,6145	0,614	0,081	0,606	1,3899	
Інтенсивність дихання, мг CO_2/кг·год						
Valerii Chkalov	88,384	30,896		27,265		Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	96,697	32,056		28,269		
Krupnoplidna	81,665	25,125		23,562		
Vstriecha (вишня)	91,214	27,641		28,145		

Продовження таблиці Г.4

1	2	3	4	5
Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг·°С				
Valerii Chkalov	944,825	330,278	291,4629	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	1033,691	342,679	302,1956	
Krupnoplidna	872,999	268,586	251,8778	
Vstriecha (вишня)	975,078	295,482	300,8701	
Бактерії $x10^3$, КУО/г				
Valerii Chkalov	21,235	10,025	20,354	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	22,259	9,879	19,254	
Krupnoplidna	20,894	9,337	21,558	
Vstriecha (вишня)	18,547	8,598	15,645	
Гриби $x10^3$, КУО/г				
Valerii Chkalov	6,845	1,654	4,253	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	6,125	1,456	4,528	
Krupnoplidna	6,058	1,411	5,485	
Vstriecha (вишня)	5,784	1,001	3,658	
Позитивні параметри				
Вміст сухих розчинних речовин,%				
Valerii Chkalov	17,117	17,053	15,985	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	18,355	18,322	17,625	
Krupnoplidna	18,712	18,553	18,125	
Vstriecha (вишня)	18,412	18,291	17,714	
Вміст цукрів,%				
Valerii Chkalov	12,375	12,375	12,11	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	9,242	9,241	9,012	
Krupnoplidna	15,029	15,02	14,524	
Vstriecha (вишня)	14,864	14,863	14,258	
Вміст титрованих кислот,%				
Valerii Chkalov	0,715	0,714	0,644	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,916	0,916	0,801	
Krupnoplidna	0,873	0,873	0,791	
Vstriecha (вишня)	1,425	1,423	1,244	
Вміст аскорбінової кислоти, мг на 100г				

Продовження таблиці Г.4

1	2	3	4	5
Valerii Chkalov	9,111	9,009	7,225	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	11,025	10,999	9,014	
Krupnoplidna	7,482	7,388	6,145	
Vstriecha (вишня)	12,032	12,002	9,458	
Вміст фенольних речовин, мг на 100г				
Valerii Chkalov	200,108	200,098	175,245	Порівнюємо з початковим значенням. Зростання показника не бажане, бо свідчить про побуріння м’якоті
Melitopol’s’ka chorna	257,16	257,1	218,652	
Krupnoplidna	279,125	279,111	241,256	
Vstriecha (вишня)	206,125	206,1	172,256	
Негативні параметри				
Активність поліфенолоксидази, мкмоль/г за хв.				
Valerii Chkalov	7,355	6,612	8,025	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	10,156	9,256	11,125	
Krupnoplidna	6,025	4,012	5,612	
Vstriecha (вишня)	8,125	7,802	9,364	
Активність пероксидази, мкмоль/г за хв.				
Valerii Chkalov	30,125	35,569	8,452	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	35,654	40,235	10,115	
Krupnoplidna	24,256	31,256	7	
Vstriecha (вишня)	38,452	43,178	14,111	
		ФР/ПФО		
Valerii Chkalov	0,03675515	0,03304	0,04579303	Порівнюємо з початковим значенням. Чим нижче показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,03949292	0,036	0,05087994	
Krupnoplidna	0,02158531	0,01437	0,0232616	
Vstriecha (вишня)	0,03941783	0,03786	0,05436095	
		ЦКІ		
Valerii Chkalov	17,3076923	17,3319	19,9117	15 – 30 в.о.
Melitopol’s’ka chorna	10,0895197	10,0884	12,1075	
Krupnoplidna	17,2153494	17,205	19,3928	
Vstriecha (вишня)	10,4308772	10,4448	12,5376	
Твердість м’якоті плодів, кг/см^2				

Продовження таблиці Г.4

1	2	3	4	5
Valerii Chkalov	0,75	0,71	0,65	Порівнюємо з початковим значенням. Чим вище показник, тим краще
Melitopol’s’ka chorna	0,99	0,96	0,84	
Krupnoplidna	1,12	1,1	1,05	
Vstriecha (вишня)	0,69	0,66	0,59	

Таблиця Г 5

Параметри якості плодів черешні та вишні після попереднього охолодження

№ п/п	Процес	Факторна площа		Характеристики якості плодів			
		$S_н$, ум. од^2	$S_п$, ум. од	$k_{яз}$	$k_{вн}$	$\varphi_{яз}$,%	$\varphi_{яс}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Сорт черешні «Valerii Chkalov»							
1	Повільне охолодження	2,36	2,34	0,98	0,8	1,68	20,08
2	Після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження	4,52	1,13	0,47	1,53	111,1	53,2
3	Інтенсивне охолодження	2,59	2,36	0,99	0,88	0,83	12,03
4	Після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження	3,91	1,29	0,54	1,32	84,64	32,46
5	Гідроохолодження	1,63	2,36	0,99	0,55	0,62	44,89
6	Після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження	3,52	1,74	0,73	1,19	36,37	19,25
7	Комбіноване охолодження	1,49	2,36	0,99	0,51	0,71	49,45
8	Після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження	1,33	1,91	0,80	0,45	24,3	55,08
Сорт черешні «Melitopol’s’ka chorna»							
1	Повільне охолодження	2,04	2,35	0,99	0,69	1,31	30,8
2	Після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження	3,81	1,12	0,47	1,29	113,3	29,2
3	Інтенсивне охолодження	2,46	2,36	0,99	0,83	0,56	16,63

Продовження таблиці Г.5

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження	3,36	1,33	0,56	1,14	79,07	13,8
5	Гідроохолодження	1,65	2,37	1,00	0,56	0,38	44,2
6	Після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження	3,62	1,74	0,73	1,23	37,05	22,79
7	Комбіноване охолодження	1,30	2,37	1	0,44	0,3	56,03
8	Після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження	1,34	1,91	0,80	0,46	24,63	54,49
Сорт черешні «Krupnoplidna»							
1	Повільне охолодження	2,24	2,36	0,99	0,76	0,76	24,1
2	Після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження	4,96	1,08	0,46	1,68	119,3	67,99
3	Інтенсивне охолодження	2,52	2,34	0,99	0,85	1,48	14,52
4	Після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження	4,18	1,33	0,56	1,42	78,84	41,82
5	Гідроохолодження	1,48	2,35	0,99	0,50	1,19	49,73
6	Після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження	4,00	1,70	0,71	1,36	40,06	35,66
7	Комбіноване охолодження	0,58	2,36	0,99	0,20	0,95	80,47
8	Після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження	1,34	1,95	0,82	0,46	21,93	54,45
Сорт вишні «Vstriecha»							
1	Повільне охолодження	2,73	2,35	0,99	0,93	1,39	7,36
2	Після 30 діб зберігання для процесу повільного охолодження	4,06	1,10	0,46	1,38	117	37,7

Продовження таблиці Г.5

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Інтенсивне охолодження	2,34	2,36	0,99	0,79	0,75	20,63
4	Після 30 діб зберігання для процесу інтенсивного охолодження	3,22	1,26	0,53	1,09	89,48	9,13
5	Гідроохолодження	1,64	2,37	0,99	0,56	0,5	44,48
6	Після 30 діб зберігання для процесу гідроохолодження	4,31	1,69	0,71	1,46	40,82	46,14
7	Комбіноване охолодження	0,87	2,37	1,00	0,29	0,46	70,59
8	Після 30 діб зберігання для процесу комбінованого охолодження	1,46	1,86	0,78	0,49	27,99	50,57

$S_н$ – факторна площа, що оцінювалась за негативними параметрами; $S_п$ – факторна площа, що оцінювалась за позитивними параметрами

ДОДАТОК Д
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

Таблиця Д.1

Результати визначень значень цільових функцій φ(x_1)…φ(x_7) сортів черешні раннього строку достигання

Xi	Сорт	Критерії, Aj																									
		Сухі розчинні речовини (V,%), A_1		Сухі розчинні речовини (%), A_2		Цукри, (V,%), A_3		Цукри, (%), A_4		Титровані кислоти, (V,%), A_5		Титровані кислоти, (%),A_6		Фенольні речовини, (V,%), A_7		Фенольні речовини, (мг на 100 г), A_8		Вітамін С,(V,%), A_9		Вітамін С, (мг на 100 г),A_{10}		Співвідно-шення маси плоду до маси кісточки, (%),A_{11}		Сенсорна оцінка, (бал), A_{12}		ϕ (x i)	Ранг
		$f1$	$f1$	$f2$	$f2$	$f3$	$f3$	$f4$	$f4$	$f5$	$f5$	$f6$	$f6$	$f7$	$f7$	F8	$f9$	$f8$	$f9$	$f10$	$f10$	$f11$	$f11$	$f12$	$f12$		
X_1	Rubinova Rannia	23,30	0,08	16,81	0,88	24,60	0,04	12,35	0,70	20,70	0,48	0,38	0,23	15,00	0,87	175,27	0,43	18,50	0,88	6,92	0,38	6,69	0,88	7,70	0,28	5,87	4
X_2	Valerii Chkalov	22,70	0,19	16,53	0,82	23,60	0,12	12,55	0,76	19,70	0,83	0,53	0,81	19,60	0,40	194,07	0,75	21,50	0,53	7,13	0,52	8,62	0,40	8,90	0,94	4,92	3
X_3	Sweet Early	20,40	0,58	16,20	0,74	22,10	0,24	12,85	0,85	21,60	0,17	0,53	0,81	15,50	0,82	155,63	0,09	23,10	0,35	7,26	0,61	9,57	0,17	8,20	0,56	6,03	6
X_4	Merchant	19,30	0,76	14,00	0,23	15,60	0,75	10,55	0,15	20,10	0,69	0,37	0,19	14,20	0,95	157,24	0,11	26,70	-0,06	6,90	0,61	9,76	0,12	7,70	0,28	7,21	7
X_5	Kazka	22,80	0,17	14,82	0,42	17,40	0,61	11,63	0,48	21,40	0,24	0,49	0,65	19,00	0,46	203,17	0,91	19,10	0,81	7,36	0,67	6,59	0,90	9,00	1,00	4,67	1
X_6	Biharro Burlat	19,60	0,71	13,51	0,12	15,10	0,79	11,11	0,32	20,50	0,55	0,47	0,58	14,70	0,90	160,78	0,18	17,90	0,94	6,84	0,33	9,27	0,24	7,80	0,33	6,00	5
X_7	Zabuta′	18,40	0,92	14,92	0,44	13,00	0,96	12,47	0,73	20,30	0,62	0,53	0,81	23,10	0,05	196,54	0,80	20,40	0,66	7,31	0,64	9,05	0,30	7,90	0,39	4,69	2
	f_j^-	17,90		13,01		12,50		10,05		19,20		0,32		13,70		150,63		17,40		6,34		6,19		7,20			
	f_j^+	23,80		17,31		25,10		13,35		22,10		0,58		23,60		208,17		26,20		7,86		10,26		9,00			
	$f_j(x^u)$		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	fj(xi) =0	
	$f_j^{опт}$	18,9 (min)		17,31 (max)		12,5 (min)		13,35 (max)		19,2 min		0,58 (max)		13.70 (min)		208,17 (max)		17,4 (мін)		7,86 (max)		6,19 (min)		9 (max)			

Таблиця Д.2

Результати визначень цільових функцій φ(x₁)…φ(x₁₃) для черешні середнього строку достигання

Xi	Сорт	Критерії, Aj																									
		Сухі розчинні речовини (V,%), A_1		Сухі розчинні речовини (%), A_2		Цукри, (V,%), A_3		Цукри, (%), A_4		Титровані кислоти, (V,%), A_5		Титровані кислоти, (%),A_6		Фенольні речовини, (V,%), A_7		Фенольні речовини, (мг на 100 г), A_8		Вітамін С,(V,%), A_9		Вітамін С,(мг на 100 г),A_{10}		Співвідно-шення маси лоду до мас кісточки, (%),A_{11}		Сенсорна оцінка, (бал), A_{12}		ф (x i)	Ранг
		$f1$	$f1$	$f2$	$f2$	$f3$	$f3$	$f4$	$f4$	$f5$	$f5$	$f6$	$f6$	$f7$	$f7$	$f8$	$f8$	$f9$	$f9$	$f10$	$f10$	$f11$	$f11$	$f12$	$f12$		
X_1	Vynka	20,00	0,59	16,81	0,57	19,80	0,49	12,24	0,40	19,70	0,95	0,67	0,60	19,90	0,05	172,51	0,40	18,70	0,62	8,08	0,43	8,31	0,25	9,00	1,00	5,65	10
X_2	Pervystok	21,10	0,53	16,73	0,54	23,70	0,23	12,40	0,44	20,10	0,92	0,64	0,48	11,80	0,95	171,05	0,39	17,50	0,74	9,05	0,62	5,65	0,77	8,30	0,61	4,80	6
X_3	Temp	17,60	0,74	17,40	0,78	22,80	0,29	13,16	0,60	21,30	0,81	0,57	0,20	18,40	0,22	173,74	0,41	18,50	0,64	8,07	0,43	8,65	0,18	8,40	0,67	6,05	13
X_4	Liubymytsia Turovtseva	19,90	0,60	15,34	0,04	12,60	0,97	10,82	0,10	22,00	0,75	0,70	0,72	12,60	0,86	226,85	0,85	17,70	0,72	9,02	0,62	7,09	0,49	8,00	0,44	4,85	7
X_5	Talisman	16,10	0,84	18,51	1,17	10,90	1,08	14,59	0,90	19,70	0,95	0,70	0,72	14,50	0,65	216,60	0,76	23,40	0,14	10,48	0,90	7,72	0,36	8,90	0,94	2,58	1
X_6	Dilema	18,30	0,70	17,83	0,93	15,50	1,08	12,86	0,53	20,00	0,93	0,72	0,80	14,30	0,67	185,79	0,51	20,10	0,47	10,94	0,99	6,05	0,69	8,50	0,72	2,97	2
X_7	Melitopol’s’k a chorna	21,40	0,51	17,21	0,71	24,70	0,16	11,16	0,18	20,60	0,87	0,63	0,44	13,30	0,78	227,08	0,85	17,20	0,77	10,11	0,83	9,05	0,10	8,50	0,72	5,09	9
X_8	Kordia	15,90	0,85	16,61	0,49	17,20	0,66	13,79	0,73	22,50	0,70	0,63	0,44	16,20	0,46	239,47	0,95	17,10	0,78	10,63	0,93	5,01	0,90	8,40	0,67	3,44	4
X_9	Oktavia	19,50	0,63	16,34	0,40	21,40	0,38	13,78	0,73	19,70	0,95	0,66	0,56	15,60	0,53	203,33	0,66	24,30	0,05	9,25	0,66	6,08	0,69	8,70	0,83	4,94	8
X_{10}	Orion	21,50	0,50	17,63	0,86	15,50	0,77	13,43	0,65	22,60	0,69	0,61	0,36	13,30	0,78	210,54	0,71	17,80	0,71	10,46	0,90	5,69	0,77	8,60	0,78	3,52	5
X_{11}	Chervneva Rannia	19,00	0,66	17,31	0,74	13,50	0,91	11,00	0,14	29,30	0,08	0,71	0,76	13,50	0,76	179,57	0,46	17,90	0,70	5,95	0,02	6,55	0,60	7,70	0,28	5,91	12
X_{12}	Dachnytsia	14,00	0,97	18,53	1,18	8,60	1,23	15,60	1,11	20,30	0,90	0,69	0,68	18,70	0,19	128,70	0,04	17,50	0,74	6,32	0,09	6,18	0,67	8,80	0,89	3,32	3
X_{13}	Prostir	29,00	0,03	15,72	0,18	26,60	0,03	12,67	0,49	19,74	0,95	0,66	0,56	17,10	0,36	240,24	0,96	15,40	0,95	7,73	0,36	7,17	0,47	8,60	0,78	5,87	11
	f_j^-	13,50		15,22		12,10		10,32		19,20		0,52		11,30		123,7		14,90		5,87		4,51		7,20			
	f_j^+	29,50		18,03		27,10		15,09		30,20		0,77		20,40		245,2		24,80		10,99		9,55		9,00			
	$f_j(x^k)$				1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	fj(xi) =0	
	$f_j^{опт}$	13,50 (min)		18,03 (max)		12,1 (min)		15,09 (max)		19,2 (min)		0,77 (max)		11,3 (min)		245,2 (max)		14,9 (min)		10,99 (max)		4,51 (min)		9 (max)			

Таблиця Д.3

Результати визначень цільових функцій φ(x₁)…φ(x₁₃) для черешні пізнього строку достигання

Xi	Сорт	Критерії, Aj																									
		Сухі розчинні речовини (V,%), A_1		Сухі розчинні речовини (%), A_2		Цукри, (V,%), A_3		Цукри, (%), A_4		Титровані кислоти, (V,%), A_5		Титровані кислоти, (%),A_6		Фенольні речовини, (V,%), A_7		Фенольні речовини, (мг на 100 г), A_8		Вітамін С,(V,%), A_9		Вітамін С, (мг на 100 г),A_{10}		Співвідно-шення маси плоду до маси кісточки, (%),A_{11}		Сенсорна оцінка, (бал), A_{12}		ф(x i)	Ранг
		$f1$	$f1$	$f2$	$f2$	$f3$	$f3$	$f4$	$f4$	$f5$	$f5$	$f6$	$f6$	$f7$	$f7$	$f8$	$f8$	$f9$	$f9$	$f10$	$f10$	$f11$	$f11$	$f12$	$f12$		
X_1	Krupnoplidna	13,40	0,95	18,50	0,78	12,30	0,96	14,35	0,86	19,20	0,56	0,72	0,35	16,00	0,66	245,79	0,54	14,90	0,77	7,74	0,23	4,37	0,92	9,00	1,00	3,43	1
X_2	Karina	20,90	0,13	18,21	0,67	15,70	0,67	12,53	0,33	17,70	0,89	0,65	0,22	14,00	0,79	252,17	0,60	17,70	0,36	8,33	0,37	6,89	0,50	8,40	0,60	5,88	6
X_3	Regina	18,70	0,37	17,14	0,29	17,20	0,54	11,90	0,14	20,10	0,36	0,67	0,25	13,40	0,83	273,11	0,80	13,80	0,93	7,29	0,13	9,26	0,11	8,10	0,40	6,84	10
X_4	Mirazh′	19,30	0,30	18,21	0,67	19,20	0,37	13,89	0,72	19,30	0,53	0,68	0,27	20,70	0,37	209,73	0,19	14,00	0,90	10,67	0,89	7,50	0,40	8,40	0,60	5,77	5
X_5	Udivitiel’na	18,50	0,39	18,63	0,82	21,08	0,21	13,03	0,47	20,00	0,38	1,00	0,90	11,10	0,97	288,55	0,95	17,30	0,42	7,58	0,20	3,53	1,06	8,90	0,93	4,30	2
X_6	Zodiak	14,80	0,79	17,00	0,24	18,80	0,40	13,14	0,50	19,80	0,42	0,65	0,22	11,20	0,96	272,95	0,80	15,20	0,72	9,60	0,65	6,25	0,61	8,70	0,80	4,88	3
X_7	Surpryz	19,00	0,34	17,91	0,57	17,11	0,55	13,43	0,59	18,70	0,67	0,62	0,16	26,20	0,03	238,34	0,47	18,20	0,29	8,10	0,31	7,73	0,36	8,70	0,80	6,87	11
X_8	Kolhoznytsia	21,50	0,07	17,82	0,53	21,00	0,21	12,64	0,36	20,00	0,38	0,74	0,39	16,40	0,64	238,84	0,47	15,80	0,64	7,85	0,26	8,59	0,22	8,00	0,33	7,49	12
X_9	Kosmichna	16,30	0,63	17,70	0,49	20,72	0,24	13,55	0,62	19,40	0,51	0,63	0,18	11,70	0,93	246,87	0,55	17,90	0,33	8,95	0,50	9,44	0,08	8,80	0,87	6,06	7
X_{10}	Prazdnichna	13,70	0,91	16,82	0,18	19,30	0,36	12,73	0,39	19,20	0,56	0,59	0,10	18,10	0,53	225,34	0,34	19,70	0,07	10,25	0,79	5,16	0,79	8,40	0,60	6,38	8
X_{11}	Anons	21,60	0,05	17,62	0,46	21,20	0,20	12,36	0,28	20,70	0,22	0,66	0,24	16,00	0,66	195,04	0,05	19,30	0,13	8,20	0,34	6,09	0,63	8,50	0,67	8,07	13
X_{12}	Temporion	18,70	0,37	18,33	0,72	23,00	0,04	12,82	0,41	14,50	1,60	0,63	0,18	16,20	0,65	202,06	0,12	18,70	0,22	7,72	0,23	7,74	0,36	8,50	0,67	6,44	9
X_{13}	Meotyda	15,90	0,67	18,41	0,74	19,60	0,33	14,05	0,77	21,20	0,11	0,70	0,31	13,40	0,83	256,49	0,64	18,10	0,30	8,03	0,30	6,74	0,53	8,80	0,87	5,59	4
	f_j^-	12,90		16,32		11,80		11,40		17,20		0,54		10,60		190,00		13,30		6,69		3,87		7,50			
	f_j^+	22,10		19,13		23,50		14,85		21,70		1,05		26,70		293,60		20,20		11,17		9,94		9,00			
	$f_j(x^v)$				1		1		1		1		1		1		1	1			1		1		1	fj(xi)= 0	
	$f_j^{опт}$	12,9 (min)		19,13 (max)		11,8 (min)		14,85 (max)		17,2 (min)		1,05 (max)		10,6 (min)		293,6 (max)		13,3 (min)		11,17 (max)		3,87 (min)		9 (max)			

Таблиця Д.4

Результати визначень цільових функцій φ(x₁)…φ(x₇) для плодів вишні

Xi	Сорт	Критерії, Aj																								ϕ (x i)	Ранг
		Сухі розчинні речовини (V,%), A_1		Сухі розчинні речовини (%), A_2		Цукри, (V,%), A_3		Цукри, (%), A_4		Титровані кислоти, (V,%), A_5		Титровані кислоти, (%),A_6		Фенольні речовини, (V,%), A_7		Фенольні речовини, (мг на 100 г), A_8		Вітамін С,(V,%),A_9		Вітамін С,(мг на 100 г),A_{10}		Співвідно-шення маси плоду до маси кісточки (%), A_{11}		Сенсорна оцінка, (бал), A_{12}			
		$f1$	$f1$	$f2$	$f2$	$f3$	$f3$	$f4$	$f4$	$f5$	$f5$	$f6$	$f6$	$f7$	$f7$	$f8$	$f8$	$f9$	$f9$	$f10$	$f10$	$f11$	$f11$	$f12$	$f12$		
X_1	Vstriecha	17,50	0,59	15,87	0,37	14,70	0,95	10,8	0,36	26,70	0,04	1,45	0,42	14,40	0,49	198,72	0,44	14,00	0,93	9,59	0,58	4,82	0,88	8,50	0,50	5,45	4
X_2	Ozhydaniye	12,50	1,00	16,31	0,45	16,80	0,75	11,69	0,66	21,10	0,48	1,51	0,46	17,90	0,14	218,82	0,67	18,70	0,52	8,97	0,39	7,25	0,32	8,60	0,60	5,56	6
X_3	Shalun'ia	17,20	0,61	15,94	0,38	17,60	0,67	10,84	0,37	22,60	0,36	1,49	0,45	11,30	0,81	197,48	0,43	20,20	0,39	10,44	0,84	5,9	0,63	8,50	0,50	5,55	5
X_4	Siyanets Turovtsovoi	20,60	0,33	17,02	0,59	20,80	0,37	11,55	0,61	18,70	0,66	1,62	0,53	12,80	0,66	224,61	0,73	22,60	0,18	10,1	0,74	5,4	0,75	8,50	0,50	5,35	3
X_5	Griot Melitopolskyy	17,70	0,57	18,63	0,90	21,10	0,34	12,19	0,83	18,70	0,66	1,65	0,55	13,20	0,62	193,26	0,38	15,60	0,79	8,23	0,16	5,21	0,79	8,70	0,70	4,72	1
X_6	Melitopolska purpurna	17,80	0,56	15,79	0,35	19,50	0,49	11,33	0,54	24,50	0,21	1,26	0,31	18,80	0,05	243,1	0,94	14,30	0,90	8,44	0,22	6,67	0,45	8,60	0,60	6,37	7
X_7	Modnytsia	16,80	0,64	17,05	0,60	24,10	0,05	11,73	0,67	21,30	0,46	1,26	0,31	11,50	0,79	168,2	0,09	18,40	0,55	9	0,40	7,94	0,16	8,70	0,70	6,59	8
	f_j^-	12,50		13,98		14,20		9,75		14,40		0,76		9,40		159,90		13,20		7,73		4,32		8,00			
	f_j^+	24,60		19,13		24,60		12,69		27,20		2,39		19,30		248,10		24,70		10,94		8,62		9,00			
	$f_j(x^u)$				1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	fj(xi) =0	
	f_j^{omm}	12,5 (min)		19,13 (max)		14.Лют (min)		12,69 (max)		14,4 (min)		2,39 (max)		9,4 (min)		248,1 (max)		13,2 (min)		10,94 (max)		4,32 (min)		9 (max)			

Таблиця Д. 5

Динаміка вмісту цукрів у плодах під час осмотичної дегідратації

Т розчину, °С	С розчину, %	Показник	Тривалість дегідратації, год														
			0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
Сорт Kazka																	
20	30	$М_Ц$, %	13,61	16,95	18,21	20,56	23,11	24,05	25,02	25,82	26,01	26,11	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	3,34	4,60	6,95	9,50	10,44	11,41	12,21	12,40	12,50	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	1,11	0,77	0,77	0,79	0,70	0,63	0,58	0,52	0,46	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	13,61	19,26	23,95	25,45	27,65	28,98	30,05	32,05	34,55	35,62	36,15	36,25	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	5,65	10,34	11,84	14,04	15,37	16,44	18,44	20,94	22,01	22,54	22,64	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	1,88	1,72	1,32	1,17	1,03	0,91	0,88	0,87	0,82	0,75	0,69	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	13,61	20,13	24,58	26,17	28,56	30,25	32,12	34,58	36,42	38,75	41,25	41,25	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	6,52	10,97	12,56	14,95	16,64	18,51	20,97	22,81	25,14	27,64	27,64	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	2,17	1,83	1,40	1,25	1,11	1,03	1,00	0,95	0,93	0,92	0,84	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	13,61	22,01	24,88	27,17	30,56	33,25	36,55	39,87	42,85	45,32	48,25	50,12	52,01	52,03	-
		$НМ_Ц$, %	0	8,40	11,27	13,56	16,95	19,64	22,94	26,26	29,24	31,71	34,64	36,51	38,40	38,42	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	2,80	1,88	1,51	1,41	1,31	1,27	1,25	1,22	1,17	1,15	1,11	1,07	0,99	-
	70	$М_Ц$, %	13,61	21,98	25,45	29,86	33,11	37,57	42,52	46,11	48,02	50,11	52,68	55,02	56,95	58,01	59,65
		$НМ_Ц$, %	0	8,37	11,84	16,25	19,50	23,96	28,91	32,50	34,41	36,50	39,07	41,41	43,34	44,40	46,04
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	2,79	1,97	1,81	1,63	1,60	1,61	1,55	1,43	1,35	1,30	1,25	1,20	1,14	1,10
40	30	$М_Ц$, %	13,61	18,15	21,21	23,15	24,85	25,32	25,97	26,08	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	4,54	7,60	9,54	11,24	11,71	12,36	12,47	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	1,51	1,27	1,06	0,94	0,78	0,69	0,59	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	13,61	20,02	24,56	26,45	28,05	29,11	30,48	32,25	34,12	35,98	36,02	36,01	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	6,41	10,95	12,84	14,44	15,50	16,87	18,64	20,51	22,37	22,41	22,4	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	2,14	1,83	1,43	1,20	1,03	0,94	0,89	0,85	0,83	0,75	0,68	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	13,61	21,05	24,62	27,15	29,52	31,48	33,69	35,12	39,86	41,35	41,35	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	7,44	11,01	13,54	15,91	17,87	20,08	21,51	26,25	27,74	27,74	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	2,48	1,84	1,50	1,33	1,19	1,12	1,02	1,09	1,03	0,92	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	13,61	23,56	26,36	30,12	33,22	36,45	40,15	43,65	46,85	48,65	50,04	52,0	52,05	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	9,95	12,75	16,51	19,61	22,84	26,54	30,04	33,24	35,04	36,43	38,39	38,44	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	3,32	2,13	1,83	1,63	1,52	1,47	1,43	1,39	1,30	1,21	1,16	1,07	-	-
	70	$М_Ц$, %	13,61	23,58	27,89	32,15	37,56	42,11	46,35	50,05	53,12	55,62	57,45	59,37	59,38	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	9,97	14,28	18,54	23,95	28,5	32,74	36,44	39,51	42,01	43,84	45,76	45,77	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	3,32	2,38	2,06	1,99	1,90	1,82	1,74	1,65	1,56	1,46	1,39	1,27	-	-
60	30	$М_Ц$, %	13,61	19,56	24,15	25,03	25,58	25,92	26,01	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	5,95	10,54	11,42	11,97	12,31	12,40	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	1,98	1,76	1,27	1,00	0,82	0,69	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	13,61	21,45	26,45	30,22	34,43	36,16	36,20	36,20	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 5

		НМ$_{Ц}$, %	0	7,84	12,84	16,61	20,82	22,55	22,59	22,59	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	2,61	2,14	1,85	1,74	1,50	1,26	1,08	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	13,61	23,05	27,85	31,86	34,98	37,54	40,02	41,11	41,11	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	9,44	14,24	18,25	21,37	23,93	26,41	27,5	27,5	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	3,15	2,37	2,03	1,78	1,60	1,47	1,31	1,15	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	13,61	24,55	30,65	35,12	39,56	43,98	47,88	50,33	50,36	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	10,94	17,04	21,51	25,95	30,37	34,27	36,72	36,75	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	3,65	2,84	2,39	2,16	2,03	1,91	1,75	1,53	-	-	-	-	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	13,61	28,66	33,12	42,69	47,58	51,48	54,01	56,55	58,05	58,05	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	15,05	19,51	29,08	33,97	37,87	40,4	42,94	44,44	44,44	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	5,02	3,25	3,23	2,83	2,53	2,24	2,05	1,85	1,65	-	-	-	-	-
80	30	М$_{Ц}$, %	13,61	20,33	23,36	25,68	26,75	27,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	6,62	9,75	12,07	13,14	14,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	2,21	1,63	1,34	1,10	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	13,61	22,36	27,51	32,55	36,02	36,56	36,57	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	8,75	13,90	18,94	22,41	22,95	22,96	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	2,92	2,32	2,10	1,87	1,53	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	13,61	25,33	31,05	38,06	40,02	40,06	40,07	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	11,72	17,44	24,45	26,41	26,45	26,46	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	3,91	2,91	2,72	2,20	1,76	1,47	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	13,61	27,15	34,56	40,25	46,52	50,11	50,13	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	13,54	20,95	26,64	32,91	36,50	36,52	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	4,51	3,49	2,96	2,74	2,43	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	13,61	30,12	40,35	46,58	51,36	54,22	56,56	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	16,51	26,74	32,97	37,75	40,61	42,95	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	5,50	4,46	3,66	3,15	2,71	2,39	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	М$_{Ц}$, %	13,61	22,56	25,65	27,56	28,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	8,95	12,04	13,95	15,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	2,98	2,01	1,55	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	13,61	24,86	28,95	33,72	37,47	37,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	11,25	15,34	20,11	23,86	23,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	3,75	2,56	2,23	1,99	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	13,61	24,86	28,95	33,72	39,12	39,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	11,25	15,34	20,11	25,51	25,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0	3,75	2,56	2,23	2,13	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	13,61	28,15	38,56	48,33	48,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0	14,54	24,95	34,92	34,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 5

		υ $НМ_Ц$, %/год	0	4,85	4,16	3,86	2,89	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	13,61	30,15	42,65	52,14	52,15	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	16,54	29,04	38,53	38,54	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	5,51	4,84	4,28	3,21	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
Сорт Talisman																			
20	30	$М_Ц$, %	12,11	15,57	17,28	19,86	22,75	23,98	24,67	25,78	26,83			26,85	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	3,46	5,17	7,75	10,64	11,87	12,56	13,67	14,72			14,74	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	1,15	0,86	0,86	0,89	0,79	0,70	0,65	0,61			0,55	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,11	18,33	22,87	24,73	26,58	27,98	29,58	31,88	33,45			35,21	36,08	36,15	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	6,22	10,76	12,62	14,47	15,87	17,47	19,77	21,34			23,1	23,97	24,04	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	2,07	1,79	1,40	1,21	1,06	0,97	0,94	0,89			0,86	0,80	0,73	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,11	19,85	24,22	27,45	29,86	31,25	33,45	35,55	37,52			39,11	41,1	41,11	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	7,74	12,11	15,34	17,75	19,14	21,34	23,44	25,41			27,00	28,99	29,00	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	2,58	2,02	1,70	1,48	1,28	1,19	1,12	1,06			1,00	0,97	0,88	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	12,11	21,55	24,95	28,56	31,44	34,58	37,85	40,12	43,85			46,92	49,88	51,45	52,13	52,14	-
		$НМ_Ц$, %	0	9,44	12,84	16,45	19,33	22,47	25,74	28,01	31,74			34,81	37,77	39,34	40,02	40,03	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	3,15	2,14	1,83	1,61	1,50	1,43	1,33	1,32			1,29	1,26	1,19	1,11	1,03	-
	70	$М_Ц$, %	12,11	21,22	25,14	29,65	33,58	38,26	42,23	45,32	48,11			50,08	52,23	54,23	56,75	59,11	59,12
		$НМ_Ц$, %	0	9,11	13,03	17,54	21,47	26,15	30,12	33,21	36,00			37,97	40,12	42,12	44,64	47,00	47,01
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	3,04	2,17	1,95	1,79	1,74	1,67	1,58	1,50			1,41	1,34	1,28	1,24	1,21	1,12
40	30	$М_Ц$, %	12,11	17,65	20,98	22,35	23,94	25,42	26,74	26,75	-			-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	5,54	8,87	10,24	11,83	13,31	14,63	14,64	-			-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	1,85	1,48	1,14	0,99	0,89	0,81	0,70	-			-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,11	18,98	23,75	25,15	27,85	29,01	30,11	31,25	33,85			35,25	36,11	36,11	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	6,87	11,64	13,04	15,74	16,90	18,00	19,14	21,74			23,14	24,00	24,00	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	2,29	1,94	1,45	1,31	1,13	1,00	0,91	0,91			0,86	0,80	0,73	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,11	20,48	25,28	27,45	29,44	31,26	33,33	35,25	39,42			41,20	41,22	41,22	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,0	8,37	13,17	15,34	17,33	19,15	21,22	23,14	27,31			29,09	29,11	29,11	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,0	2,79	2,20	1,70	1,44	1,28	1,18	1,10	1,14			1,08	0,97	0,88	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	12,11	21,54	26,78	31,45	34,58	37,88	40,65	43,88	46,52			48,22	51,13	52,13	52,15	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,0	9,43	14,67	19,34	22,47	25,77	28,54	31,77	34,41			36,11	39,02	40,02	40,04	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,0	3,14	2,45	2,15	1,87	1,72	1,59	1,51	1,43			1,34	1,30	1,21	1,11	-	-
	70	$М_Ц$, %	12,11	22,33	25,66	31,22	36,25	41,22	45,89	50,25	53,65			56,32	58,12	59,21	59,22	-	-
		$НМ_Ц$, %	0	10,22	13,55	19,11	24,14	29,11	33,78	38,14	41,54			44,21	46,01	47,10	47,11	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0	3,41	2,26	2,12	2,01	1,94	1,88	1,82	1,73			1,64	1,53	1,43	1,31	-	-
60	30	$М_Ц$, %	12,11	18,55	23,05	24,88	25,91	26,82	26,82	-	-			-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,0	6,44	10,94	12,77	13,80	14,71	14,71	-	-			-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 5

		υ $НМ_Ц$, %/год	0,0	2,15	1,82	1,42	1,15	0,98	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,11	20,54	25,62	30,12	34,61	35,54	36,30	36,31	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,0	8,43	13,51	18,01	22,50	23,43	24,19	24,20	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,0	2,81	2,25	2,00	1,88	1,56	1,34	1,15	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,11	22,54	26,95	31,22	36,55	38,15	39,88	41,05	41,08	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,0	10,43	14,84	19,11	24,44	26,04	27,77	28,94	28,97	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,48	2,47	2,12	2,04	1,74	1,54	1,38	1,21	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	12,11	24,12	30,25	37,01	40,33	44,11	48,55	50,68	50,69	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	12,10	18,14	24,90	28,22	32,00	36,44	38,57	38,58	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,00	3,02	2,77	2,35	2,13	0,02	1,84	1,61	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	12,11	28,11	32,65	42,36	47,55	51,02	54,22	56,32	58,14	58,15	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	16,00	20,54	30,25	35,44	38,91	42,11	44,21	46,03	46,04	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,33	3,42	3,36	2,95	2,59	2,34	2,11	1,92	1,71	-	-	-	-	-
80	30	$М_Ц$, %	12,11	19,58	22,89	25,04	27,55	28,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	7,47	10,78	12,93	15,44	15,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,49	1,79	1,44	1,29	1,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,11	21,55	27,05	32,04	35,88	36,55	36,55	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	9,44	14,94	19,93	23,77	24,44	24,44	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,15	2,49	2,21	1,98	1,63	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,11	24,97	31,25	36,48	38,98	40,02	40,02	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	12,86	19,14	24,37	26,87	27,91	27,91	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,29	3,19	2,71	2,24	1,86	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	12,11	26,54	35,45	41,25	46,88	50,21	50,21	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	14,43	23,34	29,14	34,77	38,10	38,10	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,81	3,89	3,24	2,89	2,54	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	12,11	32,12	41,22	45,12	50,23	56,65	56,68	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	20,01	29,11	33,01	38,12	44,54	44,57	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	6,67	4,85	3,67	3,18	2,97	2,48	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_Ц$, %	12,11	21,14	24,55	28,94	28,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	9,03	12,44	16,83	16,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,01	2,07	1,87	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,11	23,11	26,98	32,51	36,93	36,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	11,00	14,87	20,40	24,82	24,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,67	2,48	2,27	2,07	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,11	23,68	29,86	34,55	39,04	39,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	11,57	17,75	22,44	26,93	26,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,86	2,96	2,49	2,24	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 5

	60	$М_Ц$, %	12,11	29,52	39,65	49,12	49,12	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	17,41	27,54	37,01	37,01	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,80	4,59	4,11	3,08	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	12,11	32,54	42,36	52,20	52,21	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	20,43	30,25	40,09	40,10	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	6,81	5,04	4,45	3,34	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	Сорт Krupnoplidna																	
20	30	$М_Ц$, %	16,88	21,45	22,35	23,15	24,02	24,98	25,65	25,82	26,93		26,95	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	4,57	5,47	6,27	7,14	8,10	8,77	8,94	10,05		10,07	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	1,52	0,91	0,70	0,60	0,54	0,49	0,43	0,42		0,37	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	16,88	22,36	24,55	26,44	28,54	29,65	31,52	33,12	34,22		35,42	36,26	36,28	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	5,48	7,67	9,56	11,66	12,77	14,64	16,24	17,34		18,54	19,38	19,40	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	1,83	1,28	1,06	0,97	0,85	0,81	0,77	0,72		0,69	0,65	0,59	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	16,88	23,54	26,44	28,56	30,66	32,15	34,74	36,55	38,56		40,25	41,34	41,35	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	6,66	9,56	11,68	13,78	15,27	17,86	19,67	21,68		23,37	24,46	24,47	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,22	1,59	1,30	1,15	1,02	0,99	0,94	0,90		0,87	0,82	0,74	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	16,88	21,56	25,44	28,15	31,25	35,45	38,52	41,87	44,12		46,23	48,12	50,11	52,55	52,57	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	4,68	8,56	11,27	14,37	18,57	21,64	24,99	27,24		29,35	31,24	33,23	35,67	35,69	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	1,56	1,43	1,25	1,20	1,24	1,20	1,19	1,14		1,09	1,04	1,01	0,99	0,92	-
	70	$М_Ц$, %	16,88	25,41	28,95	31,22	34,58	39,56	44,36	48,12	52,12		56,45	57,84	58,94	59,75	59,87	59,88
		$НМ_Ц$, %	0,00	8,53	12,07	14,34	17,70	22,68	27,48	31,24	35,24		39,57	40,96	42,06	42,87	42,99	43,00
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,84	2,01	1,59	1,48	1,51	1,53	1,49	1,47		1,47	1,37	1,27	1,19	1,10	1,02
40	30	$М_Ц$, %	16,88	19,65	22,25	23,11	24,33	25,32	26,74	26,75	-		-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	2,77	5,37	6,23	7,45	8,44	9,86	9,87	-		-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	0,92	0,90	0,69	0,62	0,56	0,55	0,47	-		-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	16,88	21,22	23,64	25,45	27,98	29,21	30,12	33,01	34,02		35,12	36,31	36,32	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	4,34	6,76	8,57	11,10	12,33	13,24	16,13	17,14		18,24	19,43	19,44	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	1,45	1,13	0,95	0,93	0,82	0,74	0,77	0,71		0,68	0,65	0,59	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	16,88	23,15	26,64	28,95	30,12	32,55	35,85	38,56	40,56		41,30	41,33	41,44	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	6,27	9,76	12,07	13,24	15,67	18,97	21,68	23,68		24,42	24,45	24,56	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,09	1,63	1,34	1,10	1,04	1,05	1,03	0,99		0,90	0,82	0,74	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	16,88	24,55	28,45	32,15	36,12	39,45	42,33	45,58	48,65		50,45	51,13	52,27	52,28	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	7,67	11,57	15,27	19,24	22,57	25,45	28,70	31,77		33,57	34,25	35,39	35,40	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,56	1,93	1,70	1,60	1,50	1,41	1,37	1,32		1,24	1,14	1,07	0,98	-	-
	70	$М_Ц$, %	16,88	24,58	30,45	35,12	40,25	44,56	48,25	52,12	55,45		57,02	58,12	59,65	59,65	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	7,70	13,57	18,24	23,37	27,68	31,37	35,24	38,57		40,17	41,24	42,77	42,77	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,57	2,26	2,03	1,95	1,85	1,74	1,68	1,61		1,49	1,38	1,30	1,19	-	-

Продовження таблиці Д 5

60	30	$М_Ц$, %	16,88	20,36	23,55	25,05	25,83	26,21	26,22	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	3,48	6,67	8,17	8,95	9,33	9,34	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	1,16	1,11	0,91	0,75	0,62	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	16,88	26,55	30,25	32,56	34,12	35,98	36,42	36,44	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	9,67	13,37	15,68	17,24	19,10	19,54	19,56	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,22	2,23	1,74	1,44	1,27	1,09	0,93	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	16,88	25,45	30,25	33,12	35,45	37,45	39,56	41,30	41,32	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	8,57	13,37	16,24	18,57	20,57	22,68	24,42	24,44	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,86	2,23	1,80	1,55	1,37	1,26	1,16	1,02	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	16,88	27,58	37,55	41,35	45,25	47,88	49,14	50,67	50,68	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	10,70	20,67	24,47	28,37	31,00	32,26	33,79	33,80	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,57	3,45	2,72	2,36	2,07	1,79	1,61	1,41	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	16,88	30,25	40,58	46,85	50,65	53,14	55,69	57,08	58,35	58,37	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	13,37	23,70	29,97	33,77	36,26	38,81	40,20	41,47	41,49	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,46	3,95	3,33	2,81	2,42	2,16	1,91	1,73	1,54	-	-	-	-	-
80	30	$М_Ц$, %	16,88	20,01	23,22	25,44	26,35	27,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	3,13	6,34	8,56	9,47	10,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	1,04	1,06	0,95	0,79	0,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	16,88	26,45	30,25	33,26	35,45	36,87	36,88	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	9,57	13,37	16,38	18,57	19,99	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,19	2,23	1,82	1,55	1,33	1,11	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	16,88	26,84	33,54	37,47	39,87	40,36	40,37	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	9,96	16,66	20,59	22,99	23,48	23,49	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,32	2,78	2,29	1,92	1,57	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	16,88	29,85	36,45	43,54	48,69	50,25	50,25	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	12,97	19,57	26,66	31,81	33,37	33,37	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,32	3,26	2,96	2,65	2,23	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	16,88	31,55	41,35	48,12	54,22	56,48	56,48	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	14,67	24,47	31,24	37,34	39,60	39,60	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,89	4,08	3,47	3,11	2,64	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_Ц$, %	16,88	23,65	26,55	27,61	28,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	6,77	9,67	10,73	11,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,26	1,61	1,19	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	16,88	25,48	30,25	35,45	37,54	37,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	8,60	13,37	18,57	20,66	20,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,87	2,23	2,06	1,72	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	16,88	23,21	28,65	34,52	39,41	39,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 5

		НМ$_{Ц}$, %	0,00	6,33	11,77	17,64	22,53	22,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,11	1,96	1,96	1,88	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	16,88	28,54	37,98	48,65	48,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	11,66	21,10	31,77	31,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,89	3,52	3,53	2,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	16,88	31,25	43,65	52,30	52,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	14,37	26,77	35,42	35,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	4,79	4,46	3,94	2,953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вишня сорт Griot Melitopolskyy																	
20	30	М$_{Ц}$, %	14,41	17,56	19,65	21,55	23,65	24,85	25,95	26,35	26,54	26,55	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	3,15	5,24	7,14	9,24	10,44	11,54	11,94	12,13	12,14	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	1,05	0,87	0,79	0,77	0,70	0,64	0,57	0,51	0,45	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	14,41	19,65	21,45	23,15	25,88	28,45	30,08	32,05	34,02	35,89	37,00	37,10	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	5,24	7,04	8,74	11,47	14,04	15,67	17,64	19,61	21,48	22,59	22,69	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	1,75	1,17	0,97	0,96	0,94	0,87	0,84	0,82	0,79	0,75	0,69	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	14,41	21,12	24,55	27,14	30,65	33,51	35,12	37,63	39,56	40,25	41,65	41,66	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	6,71	10,14	12,73	16,24	19,10	20,71	23,22	25,15	25,84	27,24	27,25	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,24	1,69	1,41	1,35	1,27	1,15	1,11	1,05	0,96	0,91	0,83	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	14,41	25,45	30,52	33,84	36,55	38,41	40,58	42,84	44,35	46,25	48,56	51,56	53,10	53,11	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	11,04	16,11	19,43	22,14	24,00	26,17	28,43	29,94	31,84	34,15	37,15	38,69	38,70	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,68	2,69	2,16	1,85	1,60	1,45	1,35	1,25	1,18	1,14	1,13	1,07	0,99	-
	70	М$_{Ц}$, %	14,41	21,84	27,32	31,48	35,48	39,55	43,66	46,02	49,86	52,47	55,48	57,88	59,45	60,10	60,12
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	7,43	12,91	17,07	21,07	25,14	29,25	31,61	35,45	38,06	41,07	43,47	45,04	45,69	45,71
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,48	2,15	1,90	1,76	1,68	1,63	1,51	1,48	1,41	1,37	1,32	1,25	1,17	1,09
40	30	М$_{Ц}$, %	14,41	19,65	21,85	23,10	24,10	25,11	26,35	26,35	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	5,24	7,44	8,69	9,69	10,7	11,94	11,94	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	1,75	1,24	0,97	0,81	0,71	0,66	0,57	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	14,41	20,21	22,45	24,12	26,45	28,66	30,21	32,12	33,89	35,86	36,55	36,56	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	5,80	8,04	9,71	12,04	14,25	15,80	17,71	19,48	21,45	22,14	22,15	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	1,93	1,34	1,08	1,00	0,95	0,88	0,84	0,81	0,79	0,74	0,67	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	14,41	21,56	24,52	27,44	30,12	33,25	36,45	38,56	40,25	41,56	41,78	41,78	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	7,15	10,11	13,03	15,71	18,84	22,04	24,15	25,84	27,15	27,37	27,37	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,38	1,69	1,45	1,31	1,26	1,22	1,15	1,08	1,01	0,91	0,83	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	14,41	24,15	28,56	32,45	36,48	40,85	43,25	46,35	49,56	51,48	52,25	53,02	53,02	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	9,74	14,15	18,04	22,07	26,44	28,84	31,94	35,15	37,07	37,84	38,61	38,64	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,25	2,36	2,00	1,84	1,76	1,60	1,52	1,46	1,37	1,26	1,17	1,07	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	14,41	23,58	29,65	37,85	42,58	46,84	50,45	53,74	55,65	57,44	58,45	59,88	59,89	-	-

Продовження таблиці Д 5

		НМ$_{Ц}$, %	0,00	9,17	15,24	23,44	28,17	32,43	36,04	39,33	41,24	43,03	44,04	45,47	45,48	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,06	2,54	2,60	2,35	2,16	2,00	1,87	1,72	1,59	1,47	1,38	1,26	-	-
60	30	М$_{Ц}$, %	14,41	22,51	24,54	25,31	25,82	26,10	26,15	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	8,10	10,13	10,90	11,41	11,69	11,74	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,70	1,69	1,21	0,95	0,78	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	14,41	24,55	28,95	32,15	35,00	36,05	36,43	36,44	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	10,14	14,54	17,74	20,59	21,64	22,02	22,03	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,38	2,42	1,97	1,72	1,44	1,22	1,05	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	14,41	25,85	31,41	34,25	36,54	38,65	40,25	41,97	41,98	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	11,44	17,00	19,84	22,13	24,24	25,84	27,56	27,57	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,81	2,83	2,20	1,84	1,62	1,44	1,31	1,15	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	14,41	25,48	31,25	37,86	42,58	47,55	50,56	51,24	51,24	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	11,07	16,84	23,45	28,17	33,14	36,15	36,83	36,83	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,69	2,81	2,61	2,35	2,21	2,01	1,75	1,54	-	-	-	-	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	14,41	30,48	40,85	46,58	50,12	53,67	56,85	58,12	59,10	59,11	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	16,07	26,44	32,17	35,71	39,26	42,44	43,71	44,69	44,70	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	5,36	4,41	3,57	2,98	2,62	2,36	2,08	1,86	1,66	-	-	-	-	-
80	30	М$_{Ц}$, %	14,41	21,22	23,74	25,22	26,31	27,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	6,81	9,33	10,81	11,90	13,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,27	1,56	1,20	0,99	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	14,41	25,64	30,54	34,65	35,77	36,87	36,88	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	11,23	16,13	20,24	21,36	22,46	22,47	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,74	2,69	2,25	1,78	1,50	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	14,41	28,15	36,56	39,12	40,11	40,87	40,88	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	13,74	22,15	24,71	25,70	26,46	26,47	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	4,58	3,69	2,75	2,14	1,76	1,47	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	14,41	28,48	39,65	45,87	48,66	50,97	50,98	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	14,07	25,24	31,46	34,25	36,56	36,57	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	4,69	4,21	3,49	2,85	2,44	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	14,41	31,58	42,55	47,55	52,65	54,18	56,98	56,98	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	17,17	28,17	33,14	38,24	39,77	42,57	42,57	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	5,72	4,69	3,68	3,19	2,65	2,37	2,03	-	-	-	-	-	-	-
100	30	М$_{Ц}$, %	14,41	22,13	24,65	27,21	28,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	7,72	10,24	12,80	14,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,57	1,71	1,42	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	14,41	22,86	28,86	34,51	37,58	37,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	8,45	14,45	20,10	23,17	23,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 5

		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,82	2,41	2,23	1,93	1,55	-	-	-	-	-		-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	14,41	24,86	30,25	35,45	39,86	39,88	-	-	-	-	-		-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	10,45	15,84	21,04	25,45	25,47	-	-	-	-	-		-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,48	2,64	2,34	2,12	1,70	-	-	-	-	-		-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	14,41	29,88	39,75	49,13	49,15	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	15,47	25,34	34,72	34,74	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,16	4,22	3,86	2,89	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	14,41	32,45	43,88	53,05	53,05	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	18,04	29,47	38,64	38,64	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	6,01	4,91	4,29	3,22	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

Таблиця Д 6

Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у плодах під час осмотичної дегідратації

Т розчину, °С	С розчину, %	Показник	Тривалість дегідратації, год														
			0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
Сорт Kazka																	
20	30	$М_{СРР}$, %	17,62	21,06	22,36	24,51	26,58	28,45	28,85	30,12	30,35	30,36	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	3,44	4,74	6,89	8,96	10,83	11,23	12,5	12,73	12,74	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,15	0,79	0,77	0,75	0,72	0,62	0,60	0,53	0,47	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,62	23,22	27,85	29,68	31,99	33,25	34,15	35,76	37,81	39,22	40,02	40,02	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	5,6	10,23	12,06	14,37	15,63	16,53	18,14	20,19	21,6	22,4	22,4	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,867	1,705	1,340	1,198	1,042	0,918	0,864	0,841	0,800	0,747	0,679	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,62	24,22	28,45	30,25	32,56	33,98	35,45	38,11	40,25	42,56	44,15	44,15	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	6,6	10,83	12,63	14,94	16,36	17,83	20,49	22,63	24,94	26,53	26,53	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,20	1,81	1,40	1,25	1,09	0,99	0,98	0,94	0,92	0,88	0,80	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,62	26,05	29,15	32,56	35,65	37,85	40,56	42,95	46,87	48,98	51,55	53,95	55,59	55,88	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,43	11,53	14,94	18,03	20,23	22,94	25,33	29,25	31,36	33,93	36,33	38,27	38,26	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,81	1,92	1,66	1,50	1,35	1,27	1,21	1,22	1,16	1,13	1,10	1,06	0,98	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,62	26,23	29,56	33,89	37,68	41,56	46,09	49,89	51,65	53,65	55,98	58,79	61,45	64,06	64,04
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,61	11,94	16,27	20,06	23,94	28,47	32,27	34,03	36,03	38,36	41,17	43,88	46,44	46,42
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,87	1,99	1,81	1,67	1,60	1,58	1,54	1,42	1,33	1,28	1,25	1,22	1,19	1,11
40	30	$М_{СРР}$, %	17,62	22,13	24,96	26,85	28,9	29,56	30,11	30,21	30,22	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	4,51	7,34	9,23	11,28	11,94	12,49	12,59	12,6	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,50	1,22	1,03	0,94	0,80	0,69	0,60	0,53	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,62	24,06	28,44	30,25	32,56	33,25	34,05	35,81	36,96	38,55	39,65	39,65	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	6,44	10,82	12,63	14,94	15,63	16,43	18,19	19,34	20,93	22,03	22,03	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,15	1,80	1,40	1,25	1,04	0,91	0,87	0,81	0,78	0,73	0,67	-	-	-

Продовження таблиці Д 6

	50	$М_{СРР}$, %	17,62	25,07	28,69	30,85	33,05	35,69	37,56	39,45	41,45	42,56	43,96	43,96	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	7,45	11,07	13,23	15,43	18,07	19,94	21,83	23,83	29,94	26,34	26,34	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,48	1,85	1,47	1,29	1,20	1,11	1,04	0,99	0,92	0,88	0,80	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,62	28,05	31,04	34,54	36,96	39,98	43,66	47,59	49,85	52,63	54,89	56,64	56,63	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	10,43	13,42	16,92	19,34	22,36	26,04	29,97	32,23	35,01	37,27	39,02	39,01	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,48	2,24	1,88	1,61	1,49	1,45	1,43	1,34	1,30	1,24	1,18	1,08	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,62	27,76	32,56	36,36	42,05	45,65	50,65	54,45	57,89	60,36	62,56	63,09	63,07	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	10,14	14,94	18,74	24,43	28,03	33,03	36,83	40,27	42,74	44,94	45,47	45,45	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,380	2,490	2,082	2,036	1,869	1,835	1,754	1,678	1,583	1,498	1,378	1,263	-	-
60	30	$М_{СРР}$, %	17,62	23,12	28,23	29,12	30,12	30,79	30,79	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	5,5	10,61	11,5	12,5	13,17	13,17	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,833	1,768	1,278	1,042	0,878	0,732	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,62	25,65	29,98	33,75	38,45	41,49	41,5	41,5	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,03	12,36	16,13	20,83	23,87	23,88	23,88	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,677	2,060	1,792	1,736	1,591	1,327	1,137	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,62	27,09	32,65	35,65	38,91	40,25	42,95	45,11	45,11	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	9,47	15,03	18,03	21,29	22,63	25,33	27,49	27,49	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,157	2,505	2,003	1,774	1,509	1,407	1,309	1,145	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,62	28,98	34,56	38,95	43,25	48,56	52,05	54,25	54,25	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,36	16,94	21,33	25,63	30,94	34,43	36,63	36,63	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,787	2,823	2,370	2,136	2,063	1,913	1,744	1,526	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,62	32,89	36,89	46,41	51,45	55,54	58,94	61,56	62,15	62,15	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	15,27	19,27	28,79	33,83	37,92	41,32	43,94	44,53	44,53	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,090	3,212	3,199	2,819	2,528	2,296	2,092	1,855	1,649	-	-	-	-	-
80	30	$М_{СРР}$, %	17,62	24,26	27,45	29,87	30,12	30,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	6,64	9,83	12,25	12,5	12,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,213	1,638	1,361	1,042	0,835	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,62	26,48	31,15	35,69	38,95	41,12	41,11	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,86	13,53	18,07	21,33	23,5	23,49	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,953	2,255	2,008	1,778	1,567	1,305	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,62	29,44	35,05	41,58	44,65	46,09	46,09	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,82	17,43	23,96	27,03	28,47	28,47	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,940	2,905	2,662	2,253	1,898	1,582	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,62	31,12	37,85	43,95	50,65	53,86	53,85	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	13,5	20,23	26,33	33,03	36,24	36,23	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,500	3,372	2,926	2,753	2,416	2,013	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,62	34,51	44,52	50,12	55,64	58,15	58,14	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 6

		$НМ_{СРР}$, %	0,00	16,89	26,9	32,5	38,02	40,53	40,52	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,630	4,483	3,611	3,168	2,702	2,251	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_{СРР}$, %	17,62	26,35	30,12	31,89	32,45	32,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,73	12,5	14,27	14,83	14,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,910	2,083	1,586	1,236	0,988	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,62	28,45	32,96	37,81	41,56	41,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	10,83	15,34	20,19	23,94	23,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,610	2,557	2,243	1,995	1,596	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,62	28,95	33,56	37,95	43,22	43,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,33	15,94	20,33	25,6	25,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,777	2,657	2,259	2,133	1,707	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,62	31,96	42,56	51,88	51,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	14,34	24,94	34,26	34,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,780	4,157	3,807	2,854	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,62	34,56	46,56	55,56	55,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	16,94	28,94	37,84	27,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,647	4,823	4,204	3,153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Talisman																	
20	30	$М_{СРР}$, %	17,53	21,06	22,95	25,46	27,85	29,86	30,45	31,56	31,89	31,9	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	3,53	5,42	7,93	10,32	12,33	12,92	14,03	14,36	14,37	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	1,18	0,90	0,88	0,86	0,82	0,72	0,67	0,60	0,53	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,53	23,89	28,03	31,25	33,56	34,21	35,46	36,98	37,99	39,98	41,56	41,56	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	6,36	10,50	13,72	16,03	16,68	17,93	19,45	20,46	22,45	24,03	24,03	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	2,120	1,750	1,524	1,336	1,112	0,996	0,926	0,853	0,831	0,801	0,728	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,53	25,15	29,69	33,65	36,56	37,89	38,95	39,85	41,65	43,35	45,68	46,68	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	7,62	12,16	16,12	19,03	20,36	21,42	22,32	24,12	25,82	28,15	28,15	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,54	2,03	1,79	1,59	1,36	1,19	1,06	1,01	0,96	0,94	0,85	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,53	27,01	30,56	34,25	36,56	39,86	43,55	46,35	49,45	52,88	55,41	57,44	58,95	58,96	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	9,48	13,03	16,72	19,03	22,33	26,02	28,82	31,92	35,35	37,88	39,91	41,42	41,43	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,16	2,17	1,86	1,59	1,49	1,45	1,37	1,33	1,31	1,26	1,21	1,15	1,06	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,53	26,55	30,44	35,45	38,66	43,77	47,55	50,66	53,66	55,95	56,84	59,65	63,56	64,22	64,23
		$НМ_{СРР}$, %	0	9,02	12,91	17,92	21,13	26,24	30,02	33,13	36,13	38,42	39,31	42,12	46,03	46,69	46,70
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,01	2,15	1,99	1,76	1,75	1,67	1,58	1,51	1,42	1,31	1,28	1,28	1,20	1,11
40	30	$М_{СРР}$, %	17,53	23,01	26,54	28,44	29,87	30,68	31,54	31,54	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	5,48	9,01	10,91	12,34	13,15	14,01	14,01	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,83	1,50	1,21	1,03	0,88	0,78	0,67	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,53	24,15	28,96	31,56	33,65	35,87	37,12	38,42	39,45	40,56	41,66	41,66	-	-	-

Продовження таблиці Д 6

		$НМ_{СРР}$, %	0	6,62	11,43	14,03	16,12	18,34	19,59	20,89	21,92	23,03	24,13	24,13	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,21	1,91	1,56	1,34	1,22	1,09	0,99	0,91	0,85	0,80	0,73	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,53	25,64	30,56	34,62	36,01	38,05	39,05	41,65	43,99	45,22	47,23	47,24	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	8,11	13,03	17,09	18,48	20,52	21,52	24,12	26,46	27,69	29,70	29,71	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,70	2,17	1,90	1,54	1,37	1,20	1,15	1,10	1,03	0,99	0,90	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,53	27,05	32,56	36,52	39,55	43,25	46,56	48,77	51,55	54,65	56,55	58,44	58,44	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	9,52	15,03	18,99	22,02	25,72	29,03	31,24	34,02	37,12	39,02	40,91	40,91	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,17	2,51	2,11	1,84	1,71	1,61	1,49	1,42	1,37	1,30	1,24	1,14	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,53	27,95	32,55	36,45	41,66	46,22	51,44	55,89	58,64	61,21	63,54	64,55	64,55	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	10,42	15,02	18,92	24,13	28,69	33,91	38,36	41,11	43,68	46,01	47,02	47,02	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,473	2,503	2,102	2,011	1,913	1,884	1,827	1,713	1,618	1,534	1,425	1,306	-	-
60	30	$М_{СРР}$, %	17,53	24,01	28,34	30,56	32,05	32,35	32,35	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	6,48	10,81	13,03	14,52	14,82	14,82	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	2,160	1,802	1,448	1,210	0,988	0,823	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,53	26,02	30,99	35,98	39,86	42,54	42,34	42,35	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	8,49	13,46	18,45	22,33	25,01	24,81	24,82	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,830	2,243	2,050	1,861	1,667	1,378	1,182	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,53	27,88	32,56	36,85	42,56	44,03	45,62	46,21	46,21	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	10,35	15,03	19,32	25,03	26,50	28,09	28,68	28,68	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,450	2,505	2,147	2,086	1,767	1,561	1,366	1,195	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,53	29,66	36,55	42,56	46,55	49,56	53,88	56,22	56,22	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	12,13	19,02	25,03	29,02	32,03	36,35	38,69	38,69	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,043	3,170	2,781	2,418	2,135	2,019	1,842	1,612	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,53	33,65	38,95	47,54	52,33	56,45	60,25	61,75	63,56	63,56	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	16,12	21,42	30,01	34,80	38,92	42,72	44,22	46,03	46,03	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,373	3,570	3,334	2,900	2,595	2,373	2,106	1,918	1,705	-	-	-	-	-
80	30	$М_{СРР}$, %	17,53	25,03	28,45	30,56	32,54	32,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	7,5	10,92	13,03	15,01	15,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	2,500	1,820	1,448	1,251	1,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,53	27,01	31,89	37,55	40,62	42,65	42,65	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	9,48	14,36	20,02	23,09	25,12	25,12	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,160	2,393	2,224	1,924	1,675	1,396	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,53	30,56	36,52	42,05	44,56	45,88	45,88	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	13,03	18,99	24,52	27,03	28,35	28,35	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,343	3,165	2,724	2,253	1,890	1,575	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,53	31,64	40,55	46,55	53,45	55,84	55,85	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	14,11	23,02	29,02	35,92	38,31	38,32	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 6

		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,703	3,837	3,224	2,993	2,554	2,129	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,53	37,12	46,88	50,32	55,41	61,25	61,25	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	19,59	29,35	32,79	37,88	43,72	43,72	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	6,530	4,892	3,643	3,157	2,915	2,429	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_{СРР}$, %	17,53	26,66	29,87	33,56	33,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	9,13	12,34	16,03	16,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,043	2,057	1,781	1,337	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,53	28,56	32,56	37,65	42,52	42,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,03	15,03	20,12	24,99	24,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,677	2,505	2,236	2,083	1,666	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,53	29,02	35,65	40,65	44,35	44,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,49	18,12	23,12	26,82	26,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,830	3,020	2,569	2,235	1,788	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,53	34,88	43,96	54,83	54,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	17,35	26,43	37,3	37,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	5,783	4,405	4,144	3,108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,53	37,85	48,65	55,96	55,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	20,32	31,12	38,43	38,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,773	5,187	4,270	3,203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Krupnoplidna																	
20	30	$М_{СРР}$, %	18,65	22,45	23,56	24,44	25,32	26,65	27,66	28,36	29,55	29,56	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	3,8	4,91	5,79	6,67	8	9,01	9,71	10,9	10,91	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,27	0,82	0,64	0,56	0,53	0,50	0,46	0,45	0,40	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	18,65	22,56	26,06	28,11	30,21	31,99	33,65	35,12	37,25	38,02	38,15	38,15	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	3,91	7,41	9,46	11,56	13,34	15	16,47	18,6	19,37	19,5	19,5	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,303	1,235	1,051	0,963	0,889	0,833	0,784	0,775	0,717	0,650	0,591	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	18,65	25,28	28,15	30,55	32,45	34,52	36,56	38,45	40,12	42,52	43,66	43,66	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	6,63	9,5	11,9	13,8	15,87	17,91	19,8	21,47	23,87	25,01	25,01	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,21	1,58	1,32	1,15	1,06	1,00	0,94	0,89	0,88	0,83	0,76	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	18,65	23,62	27,35	30,06	33,56	36,95	40,36	43,55	45,98	47,56	49,65	51,64	53,61	53,61	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	4,97	8,6	11,41	14,91	18,3	21,71	24,9	27,33	28,91	31	32,99	34,96	34,96	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,66	1,43	1,27	1,24	1,22	1,21	1,19	1,14	1,07	1,03	1,00	0,97	0,90	-
	70	$М_{СРР}$, %	18,65	24,65	30,56	32,65	36,12	42,31	46,85	50,62	52,45	54,91	55,89	57,00	58,02	59,81	59,81
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	6,00	11,91	14,00	17,47	23,66	28,20	31,97	33,80	36,26	37,24	38,35	39,37	41,16	41,16
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,00	1,99	1,56	1,46	1,58	1,57	1,52	1,41	1,34	1,24	1,16	1,09	1,06	0,98
40	30	$М_{СРР}$, %	18,65	21,55	24,05	25,02	26,01	27,11	28,23	28,23	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	2,9	5,4	6,37	7,36	8,46	9,58	9,58	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 6

		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	0,97	0,90	0,71	0,61	0,56	0,53	0,46	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	18,65	22,87	25,66	27,88	29,65	31,25	32,99	34,65	35,12	36,82	38,44	38,44	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	4,22	7,01	9,23	11	12,6	14,34	16	16,47	18,17	19,79	19,79	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,41	1,17	1,03	0,92	0,84	0,80	0,76	0,69	0,67	0,66	0,60	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	18,65	24,88	28,66	30,88	32,48	34,66	37,12	39,55	42,28	43,12	44,25	44,25	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	6,23	10,01	12,23	13,83	16,01	18,47	20,9	23,63	24,47	25,6	25,6	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,08	1,67	1,36	1,15	1,07	1,03	1,00	0,98	0,91	0,85	0,78	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	18,65	26,42	30,25	34,16	38,12	41,66	44,52	46,99	49,88	52,63	54,29	55,04	55,04	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	7,77	11,6	15,51	19,47	23,01	25,87	28,34	32,23	33,98	35,64	36,39	36,39	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,59	1,93	1,72	1,62	1,53	1,44	1,35	1,30	1,26	1,19	1,10	1,01	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	18,65	27,12	32,51	39,65	42,56	46,52	50,32	54,52	56,35	58,96	60,89	61,32	61,32	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,47	13,86	21,00	23,91	27,87	31,67	35,87	37,70	40,31	42,24	42,67	42,67	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,82	2,31	2,33	1,99	1,86	1,76	1,71	1,57	1,49	1,41	1,29	1,19-	-	-
60	30	$М_{СРР}$, %	18,65	22,56	25,25	27,88	28,01	29,03	29,03			-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	3,91	6,6	9,23	9,36	10,38	10,38			-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,303	1,100	1,026	0,780	0,692	0,577			-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	18,65	28,15	33,45	35,16	36,48	37,86	38,05	38,05		-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	9,5	14,8	16,51	17,83	19,21	19,4	19,4		-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,167	2,467	1,834	1,486	1,281	1,078	0,924		-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	18,65	27,25	32,12	35,02	37,56	39,68	42,52	43,12	43,12	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,6	13,47	16,37	18,91	21,03	23,87	24,47	24,47	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,867	2,245	1,819	1,576	1,402	1,326	1,165	1,020	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	18,65	29,55	39,65	43,08	47,06	49,65	52,11	52,32	52,32	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	10,9	21	24,43	28,41	31	33,46	33,67	33,67	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,633	3,500	2,714	2,368	2,067	1,859	1,603	1,403	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	18,65	38,95	42,52	47,56	52,62	55,32	57,85	59,95	63,54	63,54	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	20,30	23,87	28,91	33,97	36,67	39,20	41,30	44,89	44,89	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,77	3,98	3,21	2,83	2,44	2,18	1,97	1,87	1,66	-	-	-	-	-
80	30	$М_{СРР}$, %	18,65	21,85	25,15	27,65	28,66	28,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	3,2	6,5	9	10,01	10,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	1,067	1,083	1,000	0,834	0,667	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	18,65	28,22	32,44	35,65	37,85	38,45	38,45	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	9,57	13,79	17	19,2	19,8	19,8	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,190	2,298	1,889	1,600	1,320	1,100	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	18,65	28,76	35,45	39,12	43,22	43,55	43,55	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	10,11	16,8	20,47	24,57	24,9	24,9	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,370	2,800	2,274	2,048	1,660	1,383	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 6

	60	$М_{СРР}$, %	18,65	31,66	38,95	45,62	50,36	53,21	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	13,01	20,3	26,97	31,71	34,56	34,56	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,337	3,383	2,997	2,643	2,304	1,920	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	18,65	34,65	43,85	52,62	56,85	58,46	59,65	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	16,00	25,20	33,97	38,20	39,81	41,00	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,33	4,20	3,77	3,18	2,65	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_{СРР}$, %	18,65	25,65	28,05	29,44	29,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	7	9,4	10,79	10,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,333	1,567	1,199	0,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	18,65	27,22	32,15	36,84	40,12	40,12		-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,57	13,5	18,19	21,47	21,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,857	2,250	2,021	1,789	1,431	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	18,65	27,55	30,25	36,56	41,55	41,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,9	11,6	17,91	22,9	22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,967	1,933	1,990	1,908	1,527	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	18,65	30,22	39,55	50,66	53,66	53,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,57	20,9	32,01	35,01	35,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,857	3,483	3,557	2,918	2,334	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	18,65	35,05	46,62	53,95	55,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	16,40	27,97	35,30	37,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,47	4,66	3,92	3,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вишня сорт Griot Melitopolskyy																	
20	30	$М_{СРР}$, %	22,36	25,65	27,45	29,54	31,22	33,01	34,52	35,01	35,75	35,75	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	3,29	5,09	7,18	8,86	10,65	12,16	12,65	13,39	13,39	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	1,10	0,85	0,80	0,74	0,71	0,68	0,60	0,56	0,50	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	22,36	27,65	29,44	31,25	33,89	36,55	38,56	40,02	41,88	43,22	44,65	44,65	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	5,29	7,08	8,89	11,53	14,19	16,20	17,66	19,52	20,86	22,29	22,29	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	1,763	1,180	0,988	0,961	0,946	0,900	0,841	0,813	0,773	0,743	0,675	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	22,36	29,05	32,56	35,65	38,65	41,25	43,65	45,65	47,26	49,02	49,65	49,65	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	6,69	10,20	13,29	16,29	18,89	21,29	23,29	24,90	26,66	27,29	27,29	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,23	1,70	1,48	1,36	1,26	1,18	1,11	1,04	0,99	0,91	0,83	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	22,36	33,25	38,95	42,36	45,65	46,36	47,95	48,66	51,25	53,55	55,68	59,02	60,36	60,36	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	10,89	16,59	20,00	23,29	24,00	25,59	26,30	28,89	31,19	33,32	36,66	38,00	38,00	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,63	2,77	2,22	1,94	1,60	1,42	1,25	1,20	1,16	1,11	1,11	1,06	0,97	-
	70	$М_{СРР}$, %	22,36	29,65	35,25	39,65	43,25	47,85	51,36	54,65	57,85	60,32	63,52	66,25	68,75	68,56	68,56
		$НМ_{СРР}$, %	0	7,29	12,89	17,29	20,89	25,49	29,00	32,29	35,49	37,96	41,16	43,89	46,39	46,20	46,20
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,43	2,15	1,92	1,74	1,70	1,61	1,54	1,48	1,41	1,37	1,33	1,29	1,18	1,10

Продовження таблиці Д 6

40	30	$М_{СРР}$, %	22,36	27,85	29,44	31,54	32,65	33,21	34,54	34,54	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	5,49	7,08	9,18	10,29	10,85	12,18	12,18	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	1,83	1,18	1,02	0,86	0,72	0,68	0,58	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	22,36	28,15	30,25	32,12	34,55	36,98	38,45	40,12	42,03	44,01	44,63	44,63	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	5,79	7,89	9,76	12,19	14,62	16,09	17,76	19,67	21,65	22,27	22,27	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	1,93	1,32	1,08	1,02	0,97	0,89	0,85	0,82	0,80	0,74	0,67	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	22,36	29,65	32,05	35,16	38,66	41,55	43,95	46,12	47,65	49,32	50,65	50,65	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	7,29	9,69	12,80	16,30	19,19	21,59	23,76	25,29	26,96	28,29	28,29	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,43	1,62	1,42	1,36	1,28	1,20	1,13	1,05	1,00	0,94	0,86	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	22,36	31,95	36,55	40,56	44,52	48,25	51,86	54,65	57,65	59,55	61,23	61,44	61,45	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	9,59	14,19	18,20	22,16	25,89	29,50	32,29	35,29	37,19	38,87	39,08	39,09	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,20	2,37	2,02	1,85	1,73	1,64	1,54	1,47	1,38	1,30	1,18	1,09	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	22,36	31,56	37,85	45,23	50,65	54,65	58,95	61,54	64,65	65,02	67,56	68,02	68,02	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	9,2	15,49	22,87	28,29	32,29	36,59	39,18	42,29	42,66	45,20	45,66	45,66	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	3,067	2.582	2,541	2,358	2,153	2,033	1,866	1,762	1,580	1,507	1,384	1,268	-	-
60	30	$М_{СРР}$, %	22,36	30,85	32,45	34,15	34,05	34,33	34,33	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	8,49	10,09	11,79	11,69	11,97	11,97	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	2,830	1,682	1,310	0,974	0,798	0,665	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	22,36	32,66	36,56	40,25	43,25	44,25	44,34	44,35	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	10,3	14,2	17,89	20,89	21,89	21,98	21,99	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	3,433	2,367	1,988	1,741	1,459	1,221	1,047	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	22,36	33,87	39,65	42,35	47,68	48,24	50,02	50,03		-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	11,51	17,29	19,99	22,69	25,32	25,88	27,66	27,67	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	3,837	2,882	2,221	1,891	1,688	1,438	1,317	1,153	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	22,36	33,45	39,05	46,36	50,32	55,13	58,65	59,24	59,25	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	11,09	16,69	24,00	27,96	32,77	36,29	36,88	36,89	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	3,697	2,782	2,667	2,330	2,185	2,016	1,756	1,537	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	22,36	38,65	48,95	53,62	58,65	62,54	65,25	67,22	67,22		-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %											-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	5,430	4,432	3,473	3,024	2,679	2,383	2,090	1,896	1,661	-	-	-	-	-
80	30	$М_{СРР}$, %	2,36	29,21	31,88	33,44	34,02	34,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	6,85	9,52	11,08	11,66	11,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	2,283	1,587	1,231	0,972	0,777	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	22,36	33,98	38,56	43,25	43,25	44,65	44,65	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	11,62	16,20	20,89	20,89	22,29	22,29	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	3,873	2,700	2,321	1,741	1,486	1,238	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	22,36	36,05	43,87	46,88	49,03	50,60	50,06	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 6

		$НМ_{СРР}$, %	0	13,69	21,51	24,52	26,67	28,24	27,70	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	4,563	3,585	2,724	2,223	1,883	1,539	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	22,36	36,45	47,62	52,32	56,75	59,36	59,36	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	14,09	25,26	29,96	34,39	37	37	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	4,697	4,210	3,329	2,866	2,467	2,056	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	22,36	39,56	50,23	55,25	60,58	62,52	64,52		-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	17,20	27,87	32,89	38,22	40,16	42,16		-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	5,733	4,645	3,654	3,185	2,677	2,342		-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_{СРР}$, %	22,36	29,98	32,56	35,85	36,52	36,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	7,62	10,20	13,49	14,16	14,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	2,540	1,700	1,499	1,180	0,944	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	22,36	31,02	36,88	42,15	45,66	45,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	8,66	14,52	19,79	23,30	23,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	2,887	2,420	2,199	1,942	1,553	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	22,36	32,56	39,02	43,55	48,65	48,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	10,2	16,66	21,19	26,29	26,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	3,400	2,777	2,354	2,191	1,753	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	22,36	37,85	47,86	57,12	57,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	15,49	25,50	34,76	34,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	5,163	4,250	3,862	2,897	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	22,36	40,65	51,25	61,25	61,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0	18,29	28,89	38,89	38,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0	6,097	4,815	4,321	3,241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця Д.7

Динаміка вмісту вологи у плодах під час осмотичної дегідратації

Т розчину, °С	С розчину, %	Показник	Тривалість дегідратації, год														
			0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
Сорт Kazka																	
20	30	$М_В$, %	80,53	71,84	69,98	69,02	68,42	68,12	67,55	67,23	67,15	66,99	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	8,69	10,55	11,51	12,11	12,41	12,98	13,30	13,38	13,54	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,90	1,76	1,28	1,01	0,83	0,72	0,63	0,56	0,50	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,53	70,82	69,78	69,02	68,45	67,98	67,55	67,21	66,98	66,72	66,50	66,48	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	9,71	10,75	11,51	12,08	12,55	12,98	13,32	13,55	13,81	14,03	14,05	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,24	1,79	1,28	1,01	0,84	0,72	0,63	0,57	0,51	0,47	0,43	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,53	69,45	66,36	64,25	63,56	63,05	62,68	62,43	62,03	61,68	61,05	60,48	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	11,08	14,17	16,28	16,97	17,48	17,85	18,10	18,50	18,85	19,48	20,05	-	-	-

Продовження таблиці Д 7

		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,69	2,36	1,81	1,41	1,17	0,99	0,86	0,77	0,70	0,65	0,61	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,53	68,45	65,02	64,23	63,12	62,32	61,32	60,12	59,03	58,11	57,22	56,25	55,45	54,13	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	12,08	15,51	16,30	17,41	18,21	19,21	20,41	21,50	22,42	23,31	24,28	25,08	26,40	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,03	2,59	1,81	1,45	1,21	1,07	0,97	0,90	0,83	0,78	0,74	0,70	0,68	-
	70	$М_В$, %	80,53	67,52	64,52	62,65	60,32	58,65	56,55	55,25	54,78	54,02	53,32	52,65	51,98	51,05	50,38
		$ЗМ_В$, %	0,00	13,01	16,01	17,88	20,21	21,88	23,98	25,28	25,75	26,51	27,21	27,88	28,55	29,48	30,15
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,34	2,67	1,99	1,68	1,46	1,33	1,20	1,07	0,98	0,91	0,84	0,79	0,76	0,72
40	30	$М_В$, %	80,53	70,32	68,56	66,56	65,82	65,21	64,87	64,69	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,21	11,97	13,97	14,71	15,32	15,66	15,84	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,40	2,00	1,55	1,23	1,02	0,87	0,75	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,53	69,65	67,84	66,54	65,89	65,25	64,98	64,55	64,16	63,95	63,84	63,70	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,88	12,69	13,99	14,64	15,28	15,55	15,98	16,37	16,58	16,69	16,83	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,63	2,12	1,55	1,22	1,02	0,86	0,76	0,68	0,61	0,56	0,51	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,53	66,84	64,52	62,15	60,35	59,12	58,65	58,15	57,65	57,23	57,15	57,05	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	13,69	16,01	18,38	20,18	21,41	21,88	22,38	22,88	23,30	23,38	23,48	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,56	2,67	2,04	1,68	1,43	1,22	1,07	0,95	0,86	0,78	0,71	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,53	62,35	60,15	58,45	56,32	55,45	54,86	54,02	53,37	52,84	52,03	51,11	50,05	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	18,18	20,38	22,08	24,21	25,08	25,67	26,51	27,16	27,69	28,50	29,42	30,48	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,06	3,40	2,45	2,02	1,67	1,43	1,26	1,13	1,03	0,95	0,89	0,85	-	-
	70	$М_В$, %	80,53	60,56	58,65	56,55	54,23	52,31	50,12	48,59	46,25	44,52	42,85	41,98	41,18	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	19,97	21,88	23,98	26,30	28,22	30,41	31,94	34,28	36,01	37,68	38,55	39,35	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,66	3,65	2,66	2,19	1,88	1,69	1,52	1,43	1,33	1,26	1,17	1,09	-	-
60	30	$М_В$, %	80,53	67,12	64,25	62,56	60,55	59,98	59,78	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	13,41	16,28	17,97	19,98	20,55	20,75	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,47	2,71	2,00	1,67	1,37	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,53	66,86	64,02	61,32	60,02	58,95	58,45	57,95	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	13,67	16,51	19,21	20,51	21,58	22,08	22,58	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,56	2,75	2,13	1,71	1,44	1,23	1,08	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,53	61,23	60,12	58,32	57,45	56,23	55,45	54,02	53,01	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	19,30	20,41	22,21	23,08	24,30	25,08	26,51	27,52	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,43	3,40	2,47	1,92	1,62	1,39	1,26	1,15	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,53	55,24	53,23	51,11	49,89	48,78	47,92	47,02	46,38	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	25,29	27,30	29,42	30,64	31,75	32,61	33,51	35,15	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	8,43	4,55	3,27	2,55	2,12	1,81	1,59	1,42	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	80,53	50,45	47,52	44,68	41,56	39,86	37,58	35,45	34,68	33,91	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	30,08	33,01	35,85	38,97	40,67	42,95	45,08	45,85	46,62	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	10,03	5,50	3,98	3,25	2,71	2,39	2,15	1,91	1,73	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 7

80	30	$М_В$, %	80,53	63,25	62,52	59,54	57,45	56,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	17,28	18,01	20,99	23,08	24,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,76	3,00	2,33	1,92	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,53	62,54	60,23	58,54	57,98	57,12	56,37	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	17,99	20,30	21,99	22,55	23,41	24,16	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,00	3,38	2,44	1,88	1,56	1,34	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,53	55,45	52,36	51,32	50,12	49,45	48,38	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	25,08	28,17	29,21	30,41	31,08	32,15	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	8,36	4,70	3,25	2,53	2,07	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,53	50,32	48,12	46,55	44,59	42,89	41,07	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	30,21	32,41	33,98	35,94	37,64	39,46	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	10,07	5,40	3,78	2,99	2,51	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	80,53	42,56	35,65	33,56	30,25	28,45	24,51	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	37,97	44,88	46,97	50,28	52,08	53,02	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	12,66	7,48	5,22	4,19	3,47	2,95	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_В$, %	80,53	60,12	58,15	56,54	55,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	20,41	22,38	23,99	25,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,80	3,73	2,67	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,53	58,45	56,54	55,12	54,65	53,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	22,08	23,99	25,41	25,88	26,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	7,36	4,00	2,82	2,16	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,53	50,36	46,52	44,25	43,12	42,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	30,17	34,01	36,28	37,41	37,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	10,06	5,67	4,03	3,12	2,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,53	45,12	41,23	38,56	36,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	35,41	39,30	41,97	44,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	11,80	6,55	4,66	3,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	80,53	38,96	30,56	25,64	21,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	41,57	49,97	54,89	58,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	13,86	8,33	6,10	4,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Talisman																	
20	30	$М_В$, %	80,19	73,56	72,12	71,23	70,03	69,25	68,76	68,25	67,75	67,37	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	6,63	8,07	8,96	10,16	10,94	11,43	11,94	12,44	12,82	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,21	1,35	1,00	0,85	0,73	0,64	0,57	0,52	0,47	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,19	72,56	71,67	71,02	70,56	70,13	69,65	69,12	68,54	68,15	67,45	67,01	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	7,63	8,52	9,17	9,63	10,06	10,54	11,07	11,65	12,04	12,74	13,18	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,54	1,42	1,02	0,80	0,67	0,59	0,53	0,49	0,45	0,42	0,40	-	-	-

Продовження таблиці Д 7

	50	$М_В$, %	80,19	71,56	69,89	69,02	68,25	67,13	66,50	65,45	64,35	63,64	62,55	61,48	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	8,63	10,30	11,17	11,94	13,06	13,69	14,74	15,84	16,55	17,64	18,71	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,88	1,72	1,24	1,00	0,87	0,76	0,70	0,66	0,61	0,59	0,57	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,19	70,12	67,56	65,85	64,45	63,52	62,45	61,36	60,23	59,44	58,46	57,45	56,56	56,08	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,07	12,63	14,34	15,74	16,67	17,74	18,83	19,96	20,75	21,73	22,74	23,63	24,11	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,36	2,11	1,59	1,31	1,11	0,99	0,90	0,83	0,77	0,72	0,69	0,66	0,62	-
	70	$М_В$, %	80,19	69,56	67,56	65,48	64,56	63,89	56,45	55,28	55,06	54,46	53,99	52,95	51,84	51,06	52,04
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,63	12,63	14,71	15,63	16,30	23,74	24,91	25,13	25,73	26,20	27,24	28,35	29,13	28,15
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,54	2,11	1,63	1,30	1,09	1,32	1,19	1,05	0,95	0,87	0,83	0,79	0,75	0,67
40	30	$М_В$, %	80,19	71,56	70,12	69,32	68,12	67,02	66,35	65,22	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	8,63	10,07	10,87	12,07	13,17	13,84	14,97	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2.88	1.68	1.21	1.01	0.88	0.77	0.71	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,19	70,56	69,45	68,22	67,45	67,02	66,56	66,13	65,89	65,44	64,89	64,76	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	9,63	10,74	11,97	12,74	13,17	13,63	14,06	14,30	14,75	15,30	15,43	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,21	1,79	1,33	1,06	0,88	0,76	0,67	0,60	0,55	0,51	0,47	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,19	69,89	67,88	65,45	64,54	63,34	62,86	61,56	60,23	59,45	58,44	59,71	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,3	12,31	14,74	15,65	16,85	17,33	18,63	19,96	20,74	21,75	20,48	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,43	2,05	1,64	1,30	1,12	0,96	0,89	0,83	0,77	0,73	0,62	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,19	64,58	62,56	60,32	58,45	56,44	55,65	54,56	53,65	52,62	52,01	51,79	50,44	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	15,61	17,63	19,87	21,74	23,75	24,54	25,63	26,54	27,57	28,18	28,40	29,75	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,20	2,94	2,21	1,81	1,58	1,36	1,22	1,11	1,02	0,94	0,86	0,83	-	-
	70	$М_В$, %	80,19	62,35	60,23	58,78	56,36	54,56	52,31	50,62	48,65	46,36	44,85	43,65	42,14	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	17,84	19,96	21,41	23,83	25,63	27,88	29,57	31,54	33,83	35,34	36,54	38,05	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,95	3,33	2,38	1,99	1,71	1,55	1,41	1,31	1,25	1,18	1,11	1,06	-	-
60	30	$М_В$, %	80,19	69,56	67,12	65,65	63,25	62,68	61,77	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,63	13,07	14,54	16,94	17,51	18,42	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,54	2,18	1,62	1,41	1,17	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,19	68,56	66,56	64,98	63,85	62,45	61,21	60,52	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	11,63	13,63	15,21	16,34	17,74	18,98	19,67	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,88	2,27	1,69	1,36	1,18	1,05	0,94	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,19	67,85	65,85	63,44	60,56	58,67	57,45	56,36	55,04	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	12,34	14,34	16,75	19,63	21,52	22,74	23,83	25,15	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,11	2,39	1,86	1,64	1,43	1,26	1,13	1,05	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,19	57,45	55,64	53,65	51,24	50,65	49,98	49,02	48,14	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	22,74	24,55	26,54	28,95	29,54	30,21	31,17	32,05	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	7,58	4,09	2,95	2,41	1,97	1,68	1,48	1,34	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	80,19	53,62	51,63	48,56	46,66	44,12	42,13	40,36	38,12	35,62	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 7

		ЗМ$_В$, %	0,00	26,57	28,56	31,63	33,53	36,07	38,06	39,83	42,07	44,57	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	8,86	4,76	3,51	2,79	2,41	2,11	1,89	1,75	1,65	-	-	-	-	-
80	30	М$_В$, %	80,19	65,54	63,52	61,48	59,12	58,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	14,65	16,67	18,71	21,07	22,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	4,88	2,78	2,08	1,76	1,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	80,19	65,45	63,98	61,45	59,89	58,45	57,12	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	14,74	16,21	18,74	20,30	21,74	23,07	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	4,91	2,70	2,08	1,69	1,45	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	80,19	60,32	57,86	55,36	52,32	50,12	49,69	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	19,87	22,33	24,83	27,87	30,07	30,50	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	6,62	3,72	2,76	2,32	2,00	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	80,19	54,64	51,26	47,45	45,65	43,55	41,71	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	25,55	28,93	32,74	34,54	36,64	38,48	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	8,52	4,82	3,64	2,88	2,44	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	80,19	45,62	41,56	36,56	32,44	30,25	28,78	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	34,57	38,63	43,63	47,75	49,94	51,41	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	11,52	6,44	4,85	3,98	3,33	2,86	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	М$_В$, %	80,19	63,85	60,56	58,45	56,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	16,34	19,63	21,74	23,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	5,45	3,27	2,42	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	80,19	62,56	60,31	58,12	56,55	55,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	17,63	19,88	22,07	23,64	25,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	5,88	3,31	2,45	1,97	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	80,19	52,62	47,85	46,85	45,26	44,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	27,57	32,34	33,34	34,93	35,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	9,19	5,39	3,70	2,91	2,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	80,19	48,12	43,66	40,56	37,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	32,07	36,53	39,63	42,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	10,69	6,09	4,40	3,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	80,19	42,56	32,56	28,65	23,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	37,63	47,63	51,54	57,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	12,54	7,94	5,73	4,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Krupnoplidna																	
20	30	М$_В$, %	78,11	73,02	72,56	71,44	70,23	69,52	68,56	68,12	67,97	67,66	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	5,09	5,55	6,67	7,88	8,59	9,55	9,99	10,14	10,45	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	1,70	0,92	0,74	0,66	0,57	0,53	0,48	0,42	0,39	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	78,11	72,13	71,56	71,35	70,65	70,02	69,54	69,08	68,67	68,21	67,56	66,90	-	-	-

Продовження таблиці Д 7

		$ЗМ_В$, %	0,00	5,98	6,55	6,76	7,46	8,09	8,57	9,03	9,44	9,90	10,55	11,21	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	1,99	1,09	0,75	0,62	0,54	0,48	0,43	0,39	0,37	0,35	0,34	-	-	-
	50	$М_В$, %	78,11	72,03	70,23	69,86	68,56	67,53	66,85	65,78	64,56	63,85	62,56	62,45	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	6,08	7,88	8,25	9,55	10,58	11,26	12,33	13,55	14,26	15,55	15,66	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,03	1,31	0,92	0,80	0,71	0,63	0,59	0,56	0,53	0,52	0,47	-	-	-
	60	$М_В$, %	78,11	71,65	68,95	66,36	65,45	64,63	63,56	62,56	61,23	60,32	59,86	58,46	57,45	56,06	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	6,46	9,16	11,75	12,66	13,48	14,55	15,55	16,88	17,79	18,25	19,65	20,66	22,05	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,15	1,53	1,31	1,06	0,90	0,81	0,74	0,70	0,66	0,61	0,60	0,57	0,57	-
	70	$М_В$, %	78,11	70,36	68,56	66,56	65,45	64,63	63,23	62,12	61,36	60,23	58,12	56,95	55,23	53,98	52,96
		$ЗМ_В$, %	0,00	7,75	9,55	11,55	12,66	13,48	14,88	15,99	16,75	17,88	19,99	21,16	22,88	24,13	25,15
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,58	1,59	1,28	1,06	0,90	0,83	0,76	0,70	0,66	0,67	0,64	0,64	0,62	0,60
40	30	$М_В$, %	78,11	72,89	70,98	69,78	68,65	67,89	66,85	66,53	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	5,22	7,13	8,33	9,46	10,22	11,26	11,58	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	1,74	1,19	0,93	0,79	0,68	0,63	0,55	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	78,11	71,98	70,65	69,63	68,25	67,56	66,78	66,05	65,78	65,21	64,62	65,87	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	6,13	7,46	8,48	9,86	10,55	11,33	12,06	12,33	12,90	13,49	12,24	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,04	1,24	0,94	0,82	0,70	0,63	0,57	0,51	0,48	0,45	0,37	-	-	-
	50	$М_В$, %	78,11	70,23	68,56	67,89	67,00	66,21	65,45	64,32	63,56	62,35	61,58	60,63	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	7,88	9,55	10,22	11,11	11,90	12,66	13,79	14,55	15,76	16,53	17,48	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,63	1,59	1,14	0,93	0,79	0,70	0,66	0,61	0,58	0,55	0,53	-	-	-
	60	$М_В$, %	78,11	66,65	64,02	63,56	61,32	59,02	58,12	56,98	55,21	53,65	52,32	51,12	52,00	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	11,46	14,09	14,55	16,79	19,09	19,99	21,13	22,90	24,46	25,79	26,99	26,11	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,82	2,35	1,62	1,40	1,27	1,11	1,01	0,95	0,91	0,86	0,82	0,73	-	-
	70	$М_В$, %	78,11	63,65	62,36	59,65	56,65	53,65	50,32	48,56	46,98	44,56	42,95	41,36	40,63	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	14,46	15,75	18,46	21,46	24,46	27,79	29,55	31,13	33,55	35,16	36,75	37,48	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,82	2,63	2,05	1,79	1,63	1,54	1,41	1,29	1,24	1,17	1,11	1,04	-	-
60	30	$М_В$, %	78,11	70,36	68,56	66,36	64,52	62,84	61,59	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	7,75	9,55	11,75	13,59	15,27	16,52	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,58	1,59	1,31	1,13	1,02	0,92	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	78,11	69,32	67,85	65,63	64,56	63,56	62,45	61,63	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	8,79	10,26	12,48	13,55	14,55	15,66	16,48	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,93	1,71	1,39	1,13	0,97	0,87	0,78	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	78,11	68,95	65,56	64,75	62,36	60,35	58,65	57,56	56,63	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	9,16	12,55	13,36	15,75	17,76	19,46	20,55	21,48	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,05	2,09	1,48	1,31	1,18	1,08	0,98	0,90	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	78,11	60,45	57,62	54,85	51,23	50,02	49,45	49,00	48,04	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	17,66	20,49	23,26	26,88	28,09	28,66	29,11	30,07	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 7

		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	5,89	3,42	2,58	2,24	1,87	1,59	1,39	1,25	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	78,11	55,62	52,65	48,56	45,62	42,36	40,66	38,56	36,45	35,99	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	22,49	25,46	29,55	32,49	35,75	37,45	39,55	41,66	42,12	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	7,50	4,24	3,28	2,71	2,38	2,08	1,88	1,74	1,56	-	-	-	-	-
80	30	М$_В$, %	78,11	68,45	64,23	62,31	59,23	58,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	9,66	13,88	15,80	18,88	19,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	3,22	2,31	1,76	1,57	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	78,11	67,45	63,54	61,23	60,32	58,36	57,96	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	10,66	14,57	16,88	17,79	19,75	20,15	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	3,55	2,43	1,88	1,48	1,32	1,12	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	78,11	63,56	60,32	57,56	55,62	53,62	52,63	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	14,55	17,79	20,55	22,49	24,49	25,48	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	4,85	2,97	2,28	1,87	1,63	1,42	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	78,11	56,65	52,32	48,65	46,42	44,26	42,63	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	21,46	25,79	29,46	31,69	33,85	35,48	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	7,15	4,29	3,27	2,64	2,26	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	78,11	48,65	42,36	37,89	33,26	30,56	28,67	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	29,46	35,75	40,22	44,85	47,55	49,44	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	9,82	5,96	4,47	3,74	3,17	2,75	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	М$_В$, %	78,11	64,66	60,89	58,65	56,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	13,45	17,22	19,46	21,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	4,48	2,87	2,16	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	78,11	63,56	61,23	59,23	57,45	55,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	14,55	16,88	18,88	20,66	22,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	4,85	2,81	2,10	1,72	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	78,11	55,62	51,65	48,95	46,85	45,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	22,49	26,46	29,16	31,26	32,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	7,50	4,41	3,24	2,61	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	78,11	52,62	46,63	41,56	38,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	25,49	31,48	36,55	40,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	8,50	5,25	4,06	3,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	78,11	45,65	35,65	28,99	23,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	32,46	42,46	49,12	55,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	10,82	7,08	5,46	4,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вишня сорт Griot Melitopolskyy																	
20	30	М$_В$, %	73,54	68,56	68,02	67,35	66,89	66,54	66,32	66,01	65,56	65,03	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0,00	4,98	5,52	6,19	6,65	7,00	7,22	7,53	7,98	8,51	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 7

		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	1,66	0,92	0,69	0,55	0,47	0,40	0,36	0,33	0,32	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	73,54	68,02	67,52	67,11	66,89	66,52	66,21	66,03	65,85	65,32	65,12	64,06	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	5,52	6,02	6,43	6,65	7,02	7,33	7,51	7,69	8,22	8,42	9,48	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	1,84	1,00	0,71	0,55	0,47	0,41	0,36	0,32	0,30	0,28	0,29	-	-	-
	50	$М_В$, %	73,54	67,25	66,35	65,45	64,95	64,23	63,85	63,12	62,95	62,56	61,02	61,67	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	6,29	7,19	8,09	8,59	9,31	9,69	10,42	10,59	10,98	12,52	11,87	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,10	1,20	0,90	0,72	0,62	0,54	0,50	0,44	0,41	0,42	0,36	-	-	-
	60	$М_В$, %	73,54	66,32	65,32	64,56	63,25	62,85	61,43	60,36	59,86	58,62	57,62	56,32	55,86	55,06	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	7,22	8,22	8,98	10,29	10,69	12,11	13,18	13,68	14,92	15,92	17,22	17,68	18,48	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,41	1,37	1,00	0,86	0,71	0,67	0,63	0,57	0,55	0,53	0,52	0,49	0,47	-
	70	$М_В$, %	73,54	65,45	63,23	62,36	61,53	60,45	59,26	58,45	57,85	56,85	55,45	54,62	53,45	52,36	51,12
		$ЗМ_В$, %	0,00	8,09	10,31	11,18	12,01	13,09	14,28	15,09	15,69	16,69	18,09	18,92	20,09	21,18	22,42
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,70	1,72	1,24	1,00	0,87	0,79	0,72	0,65	0,62	0,60	0,57	0,56	0,54	0,53
40	30	$М_В$, %	73,54	67,98	67,03	66,45	66,01	65,65	65,16	64,39	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	5,56	6,51	7,09	7,53	7,89	8,38	9,15	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	1,85	1,09	0,79	0,63	0,53	0,47	0,44	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	73,54	66,89	66,02	65,62	65,11	64,81	64,60	64,38	64,15	63,95	63,78	63,59	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	6,65	7,52	7,92	8,43	8,73	8,94	9,16	9,39	9,59	9,76	9,95	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,22	1,25	0,88	0,70	0,58	0,50	0,44	0,39	0,36	0,33	0,30	-	-	-
	50	$М_В$, %	73,54	65,45	64,89	64,12	63,75	63,45	63,12	62,78	62,56	62,19	61,72	61,49	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	8,09	8,65	9,42	9,79	10,09	10,42	10,76	10,98	11,35	11,82	12,05	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,70	1,44	1,05	0,82	0,67	0,58	0,51	0,46	0,42	0,39	0,37	-	-	-
	60	$М_В$, %	73,54	64,12	62,95	61,58	60,32	58,99	57,95	56,89	55,64	54,65	53,12	51,98	52,70	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	9,42	10,59	11,96	13,22	14,55	15,59	16,65	17,90	18,89	20,42	21,56	20,84	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,14	1,77	1,33	1,10	0,97	0,87	0,79	0,75	0,70	0,68	0,65	0,58	-	-
	70	$М_В$, %	73,54	63,23	60,36	57,89	55,62	53,62	50,36	48,63	46,78	44,36	45,12	46,05	47,06	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,31	13,18	15,65	17,92	19,92	23,18	24,91	26,76	29,18	28,42	27,49	26,48	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,44	2,20	1,74	1,49	1,33	1,29	1,19	1,12	1,08	0,95	0,83	0,74	-	-
60	30	$М_В$, %	73,54	66,45	65,32	64,32	63,23	62,31	61,32	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	7,09	8,22	9,22	10,31	11,23	12,22	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,36	1,37	1,02	0,86	0,75	0,68	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	73,54	64,23	63,48	62,85	62,12	61,62	61,09	60,26	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	9,31	10,06	10,69	11,42	11,92	12,45	13,28	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,10	1,68	1,19	0,95	0,79	0,69	0,63	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	73,54	63,23	62,23	61,45	60,35	59,23	58,73	58,46	58,12	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,31	11,31	12,09	13,19	14,31	14,81	15,08	15,42	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,44	1,89	1,34	1,10	0,95	0,82	0,72	0,64	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 7

	60	$М_В$, %	73,54	62,56	58,12	55,41	52,95	50,23	49,12	48,56	48,06	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,98	15,42	18,13	20,59	23,31	24,42	24,98	25,48	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,66	2,57	2,01	1,72	1,55	1,36	1,19	1,06	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	73,54	58,95	56,63	54,12	52,12	50,36	47,95	45,85	43,62	41,13	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	14,59	16,91	19,42	21,42	23,18	25,59	27,69	29,92	32,41	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,86	2,82	2,16	1,79	1,55	1,42	1,32	1,25	1,20	-	-	-	-	-
80	30	$М_В$, %	73,54	63,25	62,45	61,32	60,12	59,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	10,29	11,09	12,22	13,42	14,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,43	1,85	1,36	1,12	0,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	73,54	61,32	60,76	59,61	58,87	57,02	57,92	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	12,22	12,78	13,93	14,67	16,52	15,62	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,07	2,13	1,55	1,22	1,10	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	73,54	60,45	59,56	58,45	57,62	56,43	55,86	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	13,09	13,98	15,09	15,92	17,11	17,68	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,36	2,33	1,68	1,33	1,14	0,98	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	73,54	58,65	54,23	50,36	47,56	45,62	43,13	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	14,89	19,31	23,18	25,98	27,92	30,41	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,96	3,22	2,58	2,17	1,86	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	73,54	52,36	45,65	38,62	34,56	32,45	31,39		-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	21,18	27,89	34,92	38,98	41,09	42,15		-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	7,06	4,65	3,88	3,25	2,74	2,34		-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_В$, %	73,54	61,02	59,03	57,35	56,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	12,52	14,51	16,19	17,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,17	2,42	1,80	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	73,54	59,65	58,45	57,32	56,12	55,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	13,89	15,09	16,22	17,42	17,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,63	2,52	1,80	1,45	1,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	73,54	57,45	54,32	51,45	49,43	47,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	16,09	19,22	22,09	24,11	26,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,36	3,20	2,45	2,01	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	73,54	55,62	48,62	42,36	38,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	17,92	24,92	31,18	35,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,97	4,15	3,46	2,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	73,54	48,62	38,62	30,99	23,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0,00	24,92	34,92	42,55	50,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	8,31	5,82	4,73	4,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця Д.8

Значення осмотичних коефіцієнтів при дегідратації плодів черешні та вишні

Т розчину, °С	С розчину, %	Сорт Kazka		Сорт Talisman		Сорт Krupnoplidna		Сорт Griot Melitopolskyy	
		$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$
20	30	1,51	9,65	1,21	7,35	1,59	5,11	1,09	8,49
	40	0,83	4,51	0,74	3,39	0,83	4,07	0,61	3,76
	50	0,98	4,00	0,88	2,74	0,93	3,08	0,66	2,83
	60	1,04	3,05	0,85	2,34	0,91	5,40	0,72	1,63
	70	1,02	3,20	0,94	2,52	0,97	2,47	0,82	2,79
40	30	2,98	6,33	2,33	4,18	3,68	5,54	2,35	3,77
	40	1,55	4,05	1,35	3,36	1,58	6,01	1,17	3,53
	50	1,49	3,82	1,28	2,73	1,45	3,77	0,89	2,93
	60	1,44	3,22	1,35	3,03	1,46	3,48	1,12	2,16
	70	1,40	3,42	1,32	3,01	1,48	3,97	1,07	2,44
60	30	4,08	5,04	3,09	3,84	4,97	5,24	3,31	2,35
	40	2,05	3,57	1,73	2,90	2,12	2,24	1,65	2,05
	50	1,98	3,56	1,74	2,34	2,03	2,66	1,41	1,88
	60	1,63	3,63	1,47	2,97	1,68	2,98	1,32	2,02
	70	1,63	2,88	1,50	2,42	1,65	2,71	1,24	1,57
80	30	3,71	5,04	2,99	3,85	3,26	4,62	3,06	3,54
	40	2,09	3,72	1,87	2,92	2,29	2,51	1,65	2,12
	50	2,27	3,33	2,03	2,50	2,34	2,87	1,58	1,75
	60	1,80	3,26	1,67	2,63	1,89	2,72	1,48	1,85
	70	1,93	3,13	1,72	2,33	1,95	2,98	1,55	1,89
100	30	3,56	3,95	2,89	3,29	4,97	4,52	3,09	3,38
	40	2,12	3,19	1,93	2,75	2,34	3,45	1,70	3,22
	50	2,63	4,02	2,34	3,57	2,83	7,00	2,05	2,74
	60	2,04	3,40	1,84	2,55	2,16	3,49	1,73	1,88
	70	2,24	3,36	2,08	2,44	2,39	3,29	1,97	2,01

$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ – осмотичний коефіцієнт за весь період дегідратації плодів черешні та вишні,
$k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$ – осмотичний коефіцієнт за перші три години дегідратації плодів черешні та вишні.

Таблиця Д.9

Результати сенсорної оцінки цукатів

Концентрація сиропу, %	Температура сиропу, °С	Сорт плодів	Середня оцінка, бал	Наявні відхилення виявлених ознак
1	2	3	4	5
30	20	Kazka	4,95	Зморщені, деформовані плоди; смак - не гармонійний, не солодкий, не рівномірно дегідратовані плоди, консистенція – суха, жорстка
		Talisman	5,49	
		Krupnoplidna	5,60	
		Griot Melitopolskyy	5,31	
	40	Kazka	5,13	
		Talisman	5,69	
		Krupnoplidna	5,67	
		Griot Melitopolskyy	5,76	
	60	Kazka	5,49	
		Talisman	5,76	
		Krupnoplidna	5,67	
		Griot Melitopolskyy	6,08	
	80	Kazka	5,76	
		Talisman	6,57	
		Krupnoplidna	5,89	
		Griot Melitopolskyy	6,95	
	100	Kazka	5,78	
		Talisman	6,62	
		Krupnoplidna	6,03	
		Griot Melitopolskyy	6,98	
40	20	Kazka	7,47	Ммак - не гармонійний, не достатньо солодкий, не рівномірно дегідратовані плоди
		Talisman	7,60	
		Krupnoplidna	7,65	
		Griot Melitopolskyy	7,65	
	40	Kazka	7,51	
		Talisman	7,63	
		Krupnoplidna	7,65	
		Griot Melitopolskyy	7,70	
	60	Kazka	7,52	
		Talisman	7,65	
		Krupnoplidna	7,60	
		Griot Melitopolskyy	7,83	
	80	Kazka	7,85	
		Talisman	8,08	
		Krupnoplidna	8,06	
		Griot Melitopolskyy	8,01	

Продовження таблиці Д.9

1	2	3	4	5
	100	Kazka	7,83	
		Talisman	8,06	
		Krupnoplidna	8,01	
		Griot Melitopolskyy	8,06	
50	20	Kazka	7,40	Смак - не гармонійний, не достатньо солодкий, не рівномірно дегідратовані плоди
		Talisman	7,52	
		Krupnoplidna	7,47	
		Griot Melitopolskyy	7,56	
	40	Kazka	7,51	
		Talisman	7,65	
		Krupnoplidna	7,61	
		Griot Melitopolskyy	8,02	
	60	Kazka	7,56	
		Talisman	7,65	
		Krupnoplidna	7,65	
		Griot Melitopolskyy	7,70	
	80	Kazka	7,83	
		Talisman	8,01	
		Krupnoplidna	8,01	
		Griot Melitopolskyy	8,01	
	100	Kazka	7,83	
		Talisman	8,01	
		Krupnoplidna	8,01	
		Griot Melitopolskyy	8,06	
60	20	Kazka	5,44	Наявні зморщені, деформовані, не рівномірно дегідратовані плоди, консистенція – суха, жорстка
		Talisman	5,62	
		Krupnoplidna	5,67	
		Griot Melitopolskyy	5,67	
	40	Kazka	5,60	
		Talisman	5,67	
		Krupnoplidna	5,67	
		Griot Melitopolskyy	5,76	
	60	Kazka	5,65	
		Talisman	5,67	
		Krupnoplidna	5,76	
		Griot Melitopolskyy	5,76	
	80	Kazka	7,24	
		Talisman	7,29	
		Krupnoplidna	7,47	
		Griot Melitopolskyy	7,52	

Продовження таблиці Д.9

1	2	3	4	5
	100	Kazka	7,38	
		Talisman	7,47	
		Krupnoplidna	7,56	
		Griot Melitopolskyy	7,56	
70	20	Kazka	4,23	Зморщені, деформовані, не рівномірно дегідратовані плоди, консистенція – суха, жорстка, крихка; смак – не гармонійний
		Talisman	4,19	
		Krupnoplidna	4,32	
		Griot Melitopolskyy	4,41	
	40	Kazka	4,14	
		Talisman	4,32	
		Krupnoplidna	4,23	
		Griot Melitopolskyy	4,35	
	60	Kazka	3,80	
		Talisman	3,82	
		Krupnoplidna	3,96	
		Griot Melitopolskyy	3,96	
	80	Kazka	3,51	Зморщені, деформовані, не рівномірно дегідратовані плоди, консистенція – суха, жорстка, крихка; смак – не гармонійний, занадто солодкий, присутній виражений запах осмотичного агенту, наявні ознаки термічного пошкодження пігментів, колір темно-бордовий, інколи коричневий
		Talisman	3,71	
		Krupnoplidna	3,69	
		Griot Melitopolskyy	3,60	
	100	Kazka	3,42	
		Talisman	3,51	
		Krupnoplidna	3,42	
		Griot Melitopolskyy	3,51	

Таблиця Д 10

Результати сенсорної оцінки цукатів із свіжих плодів черешні та вишні після багатостадійної дегідратації

Варіант досліду	Сорт сировини	Дегустаційні оцінки, бали					Сумарна оцінка, бал	Середня оцінка, бал
		Зовнішній вигляд	смак	запах	колір	консистенція		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Варіант 1	Kazka	8,05	6,74	8,58	8,15	7,2	38,72	7,74
	Talisman	8	6,78	8,59	8	7,18	38,55	7,71

Продовження таблиці Д.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Krupnoplidna	8,2	6,83	8,61	8,1	7,21	38,95	7,79
	Griot Melitopolskyy	8,15	6,85	8,62	8,15	7,21	38,98	7,80
	Середня оцінка	8,1	6,8	8,6	8,1	7,2	38,8	7,76
Варіант 2	Kazka	5,8	6,1	8	8,1	6	34	6,80
	Talisman	5,7	5,8	8	8	5,8	33,3	6,66
	Krupnoplidna	5,8	5,8	8,2	8,1	5,8	33,7	6,74
	Griot Melitopolskyy	5,9	5,9	8,2	8,2	6	34,2	6,84
	Середня оцінка	5,8	5,9	8,1	8,1	5,9	33,8	6,76
Варіант 3	Kazka	8,3	8,2	8,2	8,5	8,1	41,3	8,26
	Talisman	8,2	8	8	8,5	8	40,7	8,14
	Krupnoplidna	8,4	8,2	8	8,7	8,1	41,4	8,28
	Griot Melitopolskyy	8,3	8	8,2	8,7	8,2	41,4	8,28
	Середня оцінка	8,3	8,1	8,1	8,6	8,1	41,2	8,24
Варіант 4	Kazka	9	9	8,6	8,6	9	44,2	8,84
	Talisman	9	9	8,5	8,5	9	44	8,80
	Krupnoplidna	9	9	8,7	8,7	9	44,4	8,88
	Griot Melitopolskyy	9	9	8,6	8,6	9	44,2	8,84
	Середня оцінка	9,0	9,0	8,6	8,6	9,0	44,2	8,84

Таблиця Д.11

Величина втрати соку при дефростації заморожених плодів черешні раннього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр

Сорт	Термін зберігання			$НІР_{05}$
	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Rubinova Rannia	15,5±0,19	16,1±0,26	16,6 ±0,19	0,56
Valerii Chkalov	15,9±0,33	16,5±0,17	16,9±0,36	0,55
Sweet Early	16,1±0,33	18,0±0,33	18,3 ±0,4	0,64
Merchant	19,7±0,25	20,9±0,36	21,8±0,38	1,32
Kazka	15,4±0,24	16,9±0,39	17,5±0,19	0,73
Biharro Burlat	19,1±0,28	20,6±0,43	21,1±0,23	1,48
Zabuta′	16,0±0,37	17,4±0,27	17,9±0,29	0,87
Середнє значення	16,8±0,3	18,1±0,33	18,6±0,34	0,96
$НІР_{05}$				

Таблиця Д.12

Величина втрати соку при дефростації заморожених плодів черешні середнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр

Сорт	Термін зберігання			$НІР_{05}$
	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5
Vynka	15,±0,21	16,7±0,33	17,0±0,18	0,85
Pervystok	16,9±0,23	17,6±0,23	19,8±0,22	0,56
Temp	15,0±0,27	15,9±0,32	16,5±0,19	0,48
Liubymytsia Turovtseva	19,2±0,28	20,0±0,26	20,3±0,33	0,33
Talisman	13,2±0,26	14,0±0,25	14,5±0,27	0,42
Dilema	14,7±0,28	15,2±0,15	15,9±0,37	1,05
Melitopol’s’ka chorna	14,5±0,21	14,9±0,31	15,0±0,25	0,50
Kordia	10,7±0,25	13,3±0,21	14,6±0,22	0,27
Oktavia	15,9±0,3	16,8±0,27	16,9±0,34	0,91
Orion	13,4±0,27	13,8±0,29	14,2±0,6	0,71
Chervneva Rannia	18,2±0,27	18,5±0,19	19,0±0,27	0,26
Dachnytsia	16,7±0,3	16,9±0,35	17,3±0,18	0,66
Prostir	16,9±0,34	17,2±0,42	17,4±0,33	0,81
Середнє значення	15,4±0,28	16,2±0,24	16,8±0,25	0,63
$НІР_{05}$				

Таблиця Д.13

Величина втрати соку при дефростації заморожених плодів черешні пізнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр

Сорт	Термін зберігання			$НІР_{05}$
	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5
Krupnoplidna	11,6±0,24	12,1±0,15	12,7±0,15	0,72
Karina	12,2±0,16	13,0±0,19	13,4±0,14	0,39
Regina	13,9±0,21	14,4±0,17	14,7 ±0,1	0,45
Mirazh′	11,5±0,18	11,9±0,25	12,3±0,19	0,54
Udivitiel’na	11,6±0,16	11,9±0,26	12,5± 0,16	0,62
Zodiak	13,2±0,2	13,8±0,13	14,5±0,18	0,58
Surpryz	14,7±0,25	15,6±0,14	15,9±0,23	0,73
Kolhoznytsia	13,5±0,19	13,9±0,28	14,3±0,14	0,62
Kosmichna	15,10±0,22	16.1±0,27	16,3± 0,19	0,81
Prazdnichna	12,40±0,27	13,1±0,27	13,1± 0,19	0,72
Anons	13,90±0,34	14,3±0,31	14,4±0,37	0,89

Продовження таблиці Д.13

1	2	3	4	5
Temporion	11,40±0,28	12,1±0,32	12,3±0,28	1,08
Meotyda	11,0±0,27	12,0±0,33	12,4± 0,14	0,94
Середнє значення	12,8±0,17	13,4±0,18	13,8±0,17	0,83
$НІР_{05}$				

Таблиця Д.14

Величина втрати соку при дефростації заморожених плодів вишні (%), середнє за 2008-2019 рр

Сорт	Термін зберігання			$НІР_{05}$
	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Vstriecha	7,10±0,11	7,8±0,12	8,1±0,15	0,46
Ozhydaniye	6,20±0,07	7,0±0,13	7,4±0,07	0,22
Shalun'ia	5,70±0,12	5,9±0,11	6,2±0,19	0,54
Siyanets Turovtsovoi	5,90±0,09	6,3±0,11	6,5±0,17	0,46
Griot Melitopolskyy	4,20±0,19	5,1±0,1	5,8±0,15	0,53
Melitopolska purpurna	4,10±0,09	4,3±0,1	4,3±0,15	0,18
Modnytsia	4,60±0,15	5,1±0,16	5,3±0,16	0,33
Expromt	6,20±0,09	6,9±0,15	7,2 ±0,18	0,54
Solidarnist'	6,80±0,19	7,4±0,25	8,0±0,19	0,70
Ighrushka	6,10±0,21	6,9±0,18	7,4±0,19	0,77
Середнє значення	5,7±0,18	6,3±0,16	6,6±0,17	0,75
НІР $_{05}$	0,36	0,39	0,41	

Таблиця Д.15

Динаміка сухих речовин у заморожених плодах черешні раннього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Rubinova Rannia	18,81±3,92	15,52±0,15	15,25±0,18	15,04±0,18	0,43
Valerii Chkalov	18,53±3,74	15,96±0,19	16,12±0,15	16,03±0,16	0,49
Sweet Early	18,25±3,33	15,02±0,09	14,84±0,20	14,52±0,16	0,40

Продовження таблиці Д.15

1	2	3	4	5	6
Merchant	16,01±2,75	11,71±0,21	11,51±0,17	11,56±0,41	0,54
Kazka	16,84±3,47	14,93±0,14	14,22±0,18	14,15±0,17	0,43
Biharro Burlat	15,52±2,71	12,13±0,11	12,04±0,10	12,02±0,07	0,14
Zabuta′	16,90±2,73	14,14±0,19	14,12±0,09	14,04±0,10	0,47
Середнє значення	17,32±3,35	14,21±0,27	14,04±0,27	13,91±0,26	
$НІР_{05}$	0,41	0,38	0,42	0,50	

Таблиця Д.16

Динаміка сухих речовин у заморожених плодах черешні середнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Vynka	18,82±3,42	15,61±0,18	15,13±0,27	15,22±0,14	0,56
Pervystok	18,74±3,51	15,12±0,23	15,04±0,18	15,13±0,17	0,66
Temp	19,44±3,11	16,34±0,19	16,05±0,21	16,01±0,29	0,41
Liubymytsia Turovtseva	17,32±3,02	14,12±0,19	14,01±0,15	14,03±0,15	0,51
Talisman	20,55±2,95	19,55±0,11	19,44±0,19	19,32±0,15	0,24
Dilema	19,86±3,33	17,13±0,27	17,32±0,14	17,21±0,16	0,56
Melitopol’s’ka chorna	19,27±3,82	17,32±0,14	17,06±0,13	16,93±0,13	0,46
Kordia	18,63±2,64	15,11±0,09	15,07±0,06	14,85±0,06	0,28
Oktavia	18,32±3,25	16,43±0,14	16,02±0,11	16.07±0,10	0,42
Orion	19,65±3,84	17,22±0,10	17,23±0,11	17,03±0,33	0,53
Chervneva Rannia	19,31±3,32	15,81±0,07	15,54±0,10	15,22±0,11	0,27
Dachnytsia	20,56±2,63	17,33±0,10	17,05±0,07	17,13±0,11	0,23
Prostir	17,76±4,64	15,56±0,07	15,36±0,07	15,17±0,06	0,31
Середнє значення	19,03±3,36	16,37±0,17	16,11±0,17	16,18±0,17	
$НІР_{05}$	0,46	0,39	0,36	0,45	

Таблиця Д.17

Динаміка сухих речовин у заморожених плодах черешні пізнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				НІР$_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Krupnoplidna	20,51±2,52	19,62±0,19	19,56±0,10	19,43±0,21	0,66
Karina	20,21±3,84	17,86±0,19	17,22±0,13	17,12±0,28	0,58
Regina	19,13±3,24	17,42±0,15	17,31±0,13	17,31±0,19	0,52
Mirazh′	20,21±3,55	19,32±0,17	19,02±0,25	19,06±0,11	0,38
Udivitiel’na	20,63±3,52	19,87±0,19	19,57±0,10	19,45±0,15	0,39
Zodiak	19,07±2,53	17,33±0,23	17,02±0,26	17,13±0,11	0,56
Surpryz	19,91±3,45	17,14±0,13	17,15±0,09	17,02±0,11	0,29
Kolhoznytsia	19,81±3,88	17,91±0,22	17,53±0,16	17,35±0,19	0,41
Kosmichna	19,72±2,94	17,85±0,11	17,58±0,16	17,16±0,15	0,23
Prazdnichna	18,81±2,53	18,13±0,14	18,09±0,20	18,13±0,13	0,65
Anons	19,63±3,88	18,75±0,23	18,22±0,22	18,08±0,24	0,43
Temporion	20,34±3,41	19,51±0,19	19,21±0,15	19,08±0,19	0,28
Meotyda	20,43±2,92	19,54±0,16	19,48±0,19	19,43±0,25	0,19
Середнє значення	19,91±3,23	18,42±0,13	18,24±0,13	18,13±0,13	
НІР$_{05}$	0,64	0,49	0,49	0,53	

Таблиця Д.18

Динаміка сухих речовин у заморожених плодах вишні (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				НІР$_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Vstriecha	17,87±2,81	13,21±0,55	13,06±0,40	12,87±0,38	1,58
Ozhydaniye	18,31±2,02	16,54±0,20	16,13±0,13	16,02±0,18	0,48
Shalun’ia	17,94±2,70	16,83±0,30	16,87±0,18	16,68±0,29	0,42

Продовження таблиці Д.18

1	2	3	4	5	6
Siyanets Turovtsovoi	19,02±3,53	17,75±0,21	17,45±0,11	17,23±0,07	0,31
Griot Melitopolskyy	20,63±3,31	19,37±0,08	19,14±0,13	19,09±0,11	0,32
Melitopolska purpurna	17,79±2,81	16,88±0,05	17,08±0,08	17,02±0,07	0,15
Modnytsia	19,05±2,92	17,83±0,09	17,54±0,05	17,24±0,15	0,19
Expromt	16,48±2,53	15,92±0,05	15,02±0,30	15,21±0,11	0,52
Solidarnist’	17,03±3,63	15,08±0,11	15,28±0,11	15,37±0,10	0,37
Ighrushka	18,58±2,80	15,13±0,08	15,13±0,09	15,04±0,11	0,35
Середнє значення	18,27±3,00	16,45±0,24	16,26±0,24	16,18±0,23	
НІР $_{05}$	0,59	0,67	0,52	0,53	

Таблиця Д.19

Динаміка цукрів у заморожених плодах черешні раннього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				НІР$_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Rubinova Rannia	12,35±3,04	11,0±0,16	11,2±0,10	11,5±0,19	0,53
Valerii Chkalov	12,55±2,96	10,1±0,15	10,5±0,09	10,0±0,21	0,42
Sweet Early	12,85±2,83	10,5±0,17	10,1±0,25	10,0±0,18	0,53
Merchant	10,55±1,64	7,8±0,48	7,6±0,19	7,6±0,25	0,51
Kazka	11,63±2,03	10,3±0,17	10,0±0,16	10,3±0,17	0,33
Biharro Burlat	11,11±1,68	8,1±0,2	7,9±0,21	7,5±0,15	0,43
Zabuta′	12,47±1,62	11,5±0,11	11,3±0,23	11,5±0,15	0,48
Середнє значення	11,93±2,39	9,9±0,19	9,8±0,18	9,8±0,24	
НІР$_{05}$	0,76	0,59	0,56	0,42	-

Таблиця Д.20

Динаміка цукрів у заморожених плодах черешні середнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Vynka	12,24±2,42	9,8±0,14	10,0±0,18	9,6±0,10	0,28
Pervystok	12,40±2,94	10,1±0,19	10,2±0,17	10,4±0,22	0,65
Temp	13,16±3,00	11,4±0,20	11,0±0,20	11,1±0,24	0,41
Liubymytsia Turovtseva	10,82±1,36	7,8±0,13	7,5±0,14	7,5±0,17	0,39
Talisman	14,59±1,59	13,1±0,11	12,8±0,26	13,2±0,15	0,53
Dilema	12,86±1,99	10,7±0,19	10,6±0,19	11,0±0,11	0,33
Melitopol’s’ka chorna	11,16±2,76	9,1±0,10	8,8±0,13	9,2±0,26	0,52
Kordia	13,79±2,37	12,2±0,07	12,1±0,11	12,0±0,09	0,16
Oktavia	13,78±2,87	12,5±0,14	12,3±0,13	12,3±0,09	0,35
Orion	13,43±2,09	12,5±0,15	12,3±0,21	12,4±0,14	0,45
Chervneva Rannia	11,00±1,48	7,9±0,07	7,7±0,06	7,7±0,16	0,17
Dachnytsia	15,60±1,35	14,3±0,16	14,0±0,13	14,0±0,06	0,43
Prostir	12,67±3,36	10,7±0,13	10,2±0,10	10,4±0,06	0,32
Середнє значення	12,85±2,64	10,9±0,24	10,7±0,24	10,8±0,25	
$НІР_{05}$	0,36	0,38	0,44	0,39	

Таблиця Д.21

Динаміка цукрів у заморожених плодах черешні пізнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Krupnoplidna	14,35±1,77	13,6±0,17	13.2±0,22	13,7±0,31	0,71

Продовження таблиці Д.21

1	2	4	5	6	7
Karina	12,53±1,97	11,8±0,13	11,9±0,45	12,0±0,19	0,83
Regina	11,90±2,05	10,1±0,10	10,4±0,10	10,5±0,17	0,48
Mirazh′	13,89±2,67	13,0±0,07	13.2±0,10	13,2±0,41	0,88
Udivitiel’na	13,03±2,75	11.8±0,13	11,5±0,10	11.9±0,13	0,58
Zodiak	13,14±2,48	12,3±0,13	12,0±0,08	12.4±0,20	0,44
Surpryz	13,43±2,30	10,8±0,08	10,7±0,07	10,9±0,13	0,34
Kolhoznytsia	12,64±2,67	11,4±0,13	11,2±0,21	11,5±0,20	1,06
Kosmichna	13,55±2,81	12,0±0,22	11.9±0,14	12.0±0,19	0,19
Prazdnichna	12,73±2,45	11,3±0,14	11,2±0,10	11,3±0,14	0,49
Anons	12,36±2,62	11,0±0,13	11,0±0,17	11,2±0,18	0,43
Temporion	12,82±2,95	11,5±0,15	11,4±0,18	11,6±0,39	0,28
Meotyda	14,05±2,76	12,9±0,34	12,5±0,15	13,0±0,20	0,54
Середнє значення	13,11±2,50	11,8±0,12	11,7±0,11	11,9±0,12	
$НІР_{05}$	0,532	0,48	0,55	0,71	

Таблиця Д.22

Динаміка цукрів у заморожених плодах вишні (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Vstriecha	10,80±1,51	8,4±0,53	8,1±0,24	8,0±0,15	1,03
Ozhydaniye	11,69±1,90	10,2±0,16	10,1±0,11	10,1±0,17	0,45
Shalun’ia	10,84±1,92	9,1±0,13	8,9±0,14	8,8±0,14	0,41
Siyanets Turovtsovoi	11,55±2,43	10,3±0,10	10,6±0,09	10,2±0,19	0,39
Griot Melitopolskyy	12,19±2,51	11,0±0,37	10,9±0,48	10,9±0,13	0,99
Melitopolska purpurna	11,33±2,20	10,4±0,06	10,1±0,09	10,0±0,07	0,26
Modnytsia	11,73±2,84	10,8±0,08	10,5±0,07	10,4±0,09	0,17

Продовження таблиці Д.22

1	2	3	4	5	6
Expromt	10,35±1,73	9,3±0,05	9,2±0,06	9,2±0,09	0,29
Solidarnist’	10,70±2,72	7,9±0,13	7,8±0,07	7,8±0,10	0,42
Ighrushka	11,59±2,21	10,2±0,07	10,0±0,10	10,0±0,09	0,27
Середнє значення	11,28±2,20	9,9±0,15	9,6±0,16	9,5±0,15	
НІР $_{05}$	0,50	0,65	0,55	0,39	

Таблиця Д.23

Динаміка титрованих кислот у заморожених плодах черешні раннього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				НІР$_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Rubinova Rannia	0,38±0,08	0,36±0,01	0,37±0,02	0,36±0,01	0,05
Valerii Chkalov	0,53±0,10	0,50±0,01	0,51±0,01	0,50±0,01	0,04
Sweet Early	0,53±0,11	0,51±0,02	0,51±0,01	0,50±0,01	0,03
Merchant	0,37±0,07	0,34±0,02	0,35±0,003	0,33±0,02	0,04
Kazka	0,49±0,10	0,43±0,01	0,44±0,02	0,42±0,02	0,02
1	2	3	4	5	6
Biharro Burlat	0,47±0,09	0,41±0,02	0,41±0,01	0,40±0,01	0,02
Zabuta′	0,53±0,11	0,50±0,01	0,50±0,01	0,49±0,02	0,04
Середнє значення	0,47±0,11	0,44±0,01	0,44±0,01	0,43±0,01	
НІР$_{05}$	0,02	0,04	0,04	0,03	

Таблиця Д.24

Динаміка титрованих кислот у заморожених плодах черешні середнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Vynka	0,67±0,13	0,67±0,01	0,67±0,01	0,66±0,02	0,02
Pervystok	0,64±0,13	0,64±0,03	0,63±0,01	0,63±0,02	0,03
Temp	0,57±0,12	0,68±0,03	0,66±0,02	0,67±0,02	0,03
Liubymytsia Turovtseva	0,70±0,15	0,67±0,04	0,65±0,02	0,65±0,02	0,09
Talisman	0,70±0,13	0,98±0,02	0,97±0,01	0,99±0,02	0,09
Dilema	0,72±0,14	0,64±0,01	0,67±0,02	0,65±0,01	0,01
Melitopol’s’ka chorna	0,63±0,13	0,59±0,01	0,59±0,02	0,60±0,01	0,04
Kordia	0,63±0,14	0,73±0,01	0,72±0,01	0,74±0,02	0,02
Oktavia	0,66±0,13	0,60±0,01	0,62±0,01	0,62±0,02	0,04
Orion	0,61±0,13	0,58±0,01	0,58±0,01	0,58±0,01	0,03
Chervneva Rannia	0,71±0,20	0,64±0,01	0,61±0,01	0,67±0,01	0,02
Dachnytsia	0,69±0,14	0,59±0,01	0,60±0,01	0,62±0,01	0,02
Prostir	0,66±0,13	0,70±0,04	0,70±0,05	0,70±0,07	0,17
Середнє значення	0,66±0,14	0,67±0,01	0,67±0,01	0,68±0,01	
$НІР_{05}$	0,03	0,05	0,05	0,07	

Таблиця Д.25

Динаміка титрованих кислот у заморожених плодах черешні пізнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Krupnoplidna	0,72±0,13	0,66±0,012	0,68±0,02	0,66±0,017	0,04
Karina	0,65±0,11	0,64±0,009	0,64±0,01	0,64±0,01	0,04
Regina	0,67±0,13	0,55±0,013	0,57±0,01	0,57±0,009	0,02

Продовження таблиці Д.25

1	2	3	4	5	6
Mirazh′	0,68±0,13	0,67±0,007	0,68±0,01	0,69±0,007	0,03
Udivitiel'na	1,00±0,20	0,69±0,012	0,69±0,01	0,69±0,015	0,02
Zodiak	0,65±0,12	0,68±0,014	0,67±0,02	0,70±0,021	0,07
Surpryz	0,62±0,11	0,62±0,013	0,63±0,01	0,63±0,013	0,04
Kolhoznytsia	0,74±0,14	0,60±0,028	0,60±0,01	0,61±0,017	0,06
Kosmichna	0,63±0,12	0,66±0,015	0,66±0,015	0,67±0,023	0,03
Prazdnichna	0,59±0,11	0,55±0,014	0,56±0,016	0,56±0,013	0,02
Anons	0,66±0,13	0,69±0,02	0,71±0,015	0,71±0,021	0,05
Temporion	0,63±0,09	0,65±0,019	0,67±0,025	0,67±0,013	0,04
Meotyda	0,70±0,14	0,65±0,025	0,66±0,014	0,67±0,02	0,04
Середнє значення	0,69±0,16	0,64±0,01	0,65±0,007	0,65±0,01	
$НІР_{05}$	0,02	0,05	0,04	0,04	

Таблиця Д.26

Динаміка титрованих кислот у заморожених плодах вишні (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Vstriecha	1,45±0,38	1,27±0,019	1,25±0,01	1,25±0,01	0,07
Ozhydaniye	1,51±0,31	1,39±0,013	1,35±0,01	1,33±0,01	0,02
Shalun'ia	1,49±0,34	1,40±0,032	1,40±0,07	1,39±0,01	0,13
Siyanets Turovtsovoi	1,62±0,30	1,57±0,007	1,55±0,01	1,53±0,01	0,04
Griot Melitopolskyy	1,65±0,31	1,61±0,01	1,62±0,01	1,61±0,01	0,03
Melitopolska purpurna	1,26±0,31	1,19±0,01	1,17±0,01	1,19±0,01	0,02
Modnytsia	1,26±0,26	1,21±0,01	1,20±0,03	1,20±0,03	0,07
Expromt	1,40±0,22	1,29±0,01	1.27±0,06	1.30±0,01	0,19

Продовження таблиці Д.26

1	2	3	4	5	6
Solidarnist’	1,79±0,26	1,65±0,01	1,62±0,01	1,70±0,07	0,12
Ighrushka	1,65±0,30	1,60±0,07	1,60±0,03	1,60±0,05	0,14
Середнє значення	1,51±0,33	1,42±0,02	1,41±0,02	1,41±0,02	
НІР $_{05}$	0,26	0,08	0,10	0,11	

Таблиця Д.27

Динаміка аскорбінової кислоти у заморожених плодах черешні раннього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				НІР$_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Rubinova Rannia	6.84 ± 1.22	1,76±0,03	1,71±0,05	1,71±0,03	0,046
Valerii Chkalov	7.31 ± 1.49	2,30±0,02	2,11±0,04	2,11±0,05	0,034
Sweet Early	7.36 ± 1.40	2,04±0,03	2,00±0,05	2,18±0,03	0,049
Merchant	6.90 ± 1.84	1,89±0,03	1,57±0,04	1,58±0,03	0,039
Kazka	6.92 ± 1.28	2,25±0,03	2,21±0,02	2,32±0,03	0,055
Biharro Burlat	7.26 ± 1.68	2,20±0,02	2,19±0,03	2,26±0,04	0,046
Zabuta′	7.13 ± 1.54	2,39±0,05	2,22±0,05	2,34±0,03	0,033
Середнє значення	7.10 ± 1.46	2,12±0,04	2,00±0,04	2,07±0,05	
НІР$_{05}$	0,57	0,09	0,11	0,10	

Таблиця Д.28

Динаміка аскорбінової кислоти у заморожених плодах черешні середнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				НІР$_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Vynka	8.08 ± 1.51	2,95±0,05	2,89±0,05	2,98±0,05	0,07
Pervystok	9.05 ± 1.59	3,56±0,03	3,21±0,03	3,32±0,02	0,10
Temp	8.07 ± 1.49	2,67±0,04	2,53±0,04	2,65±0,03	0,09

Продовження таблиці Д.28

1	2	3	4	5	6
Liubymytsia Turovtseva	9.02 ± 1.60	3,03±0,07	3,00±0,05	2,89±0,04	0,08
Talisman	10.48 ± 2.46	3,48±0,07	3,40±0,02	4.03±0,02	0,09
Dilema	10.94 ± 2.20	3,57±0,04	3,51±0,04	3,98±0,03	0,07
Melitopol's'ka chorna	10.11 ± 1.74	4,89±0,06	4,76±0,07	4,65±0,03	0,10
Kordia	10.63 ± 1.81	4,32±0,05	4,21±0,04	4,20±0,03	0,09
Oktavia	9.25 ± 2.25	3,14±0,03	3,09±0,06	2,76±0,04	0,12
Orion	10.46 ±1.83	5,03±0,04	4,79±0,09	4.98±0,04	0,30
Chervneva Rannia	5.95 ± 1.06	1,76±0,06	1,53±0,05	1,51±0,04	0,19
Dachnytsia	6.32 ± 1.11	2,87±0,06	2,61±0,04	2,54±0,06	0,10
Prostir	7.73 ± 1.19	2,78±0,06	2,59±0,06	2,41±0,04	0,14
Середнє значення	8.93 ± 2.27	3,39±0,15	3,24±0,11	3,30±0,12	
$НІР_{05}$	0.64	0,12	0,13	0,09	

Таблиця Д.29

Динаміка аскорбінової кислоти у заморожених плодах черешні пізнього терміну достигання (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Krupnoplidna	7.74 ± 1.16	1,98±0,02	1,92±1,9	2,00±0,01	0,05
Karina	8.33 ± 1.48	3,49±0,003	3,36±0,02	3,00±0,01	0,05
Regina	7.29 ± 1.01	2,01±0,02	2,00±0,03	2,10±0,05	0,10
Mirazh′	10.67 ± 1.49	3,41±0,01	3,32±0,02	3,51±0,02	0,1
Udivitiel'na	7.58 ± 1.31	2,32±0,03	2,30±0,02	2,40±0,02	0,07
Zodiak	9.60 ± 1.46	2,78±0,07	2,61±0,04	2,60±0,03	0,09
Surpryz	8.10 ± 1.47	2,15±0,04	2,07±0,03	2,10±0,04	0,09
Kolhoznytsia	7.85 ± 1.24	1,99±0,06	1,99±0,02	2,10±0,05	0,11

Продовження таблиці Д.29

1	2	3	4	5	6
Kosmichna	8.95 ± 1.60	2,79±0,07	2,67±0,05	2,65±0,03	0,11
Prazdnichna	10.25 ± 2.02	3,89±0,06	3,75±0,04	3,90±0,05	0,12
Anons	8.20 ± 1.59	3,78±0,05	3,65±0,05	3,80±0,02	0,08
Temporion	7.72 ± 1.44	2,29±0,1	2,24±0,05	2,01±0,08	0,16
Meotyda	8.03 ± 1.45	2,47±0,05	2,32±0,03	2,51±0,02	0,12
Середнє значення	8.93 ± 2.27	2,72±0,09	2,63±0,08	22,67±0,03	
$НІР_{05}$	0.64	0,12	0,07	0,10	

Таблиця Д.30

Динаміка аскорбінової кислоти у заморожених плодах вишні (%), середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Vstriecha	9,59±1,34	2,89±0,023	2,82±0,01	2,84±0,01	0,02
Ozhydaniye	8,97±1,68	2,34±0,01	2,14±0,01	2,20±0,01	0,03
Shalun'ia	10,44±2,11	3,56±0,014	3,43±0,01	3,48±0,01	0,04
Siyanets Turovtsovoi	10,10±2,29	3,67±0,02	3,61±0,01	3,61±0,01	0,05
Griot Melitopolskyy	8,23±1,28	2,45±0,01	2,43±0,01	2,44±0,012	0,03
Melitopolska purpurna	8,44±1,20	3,01±0,01	3,00±0,01	3,00±0,01	0,04
Modnytsia	9,00±1,65	3,02±0,02	2,91±0,21	2,99±0,01	0,34
Expromt	9,00±2,18	2,65±0,01	2,61±0,01	2,59±0,01	0,02
Solidarnist'	9,13±1,67	4,01±0,03	3,89±0,04	3,90±0,05	0,04
Ighrushka	8,75±1,21	2,18±0,0	2,16±0,01	2,17±0,01	0,03
Середнє значення	9,17±1,77	2,99±0,08	2,90±0,09	2,92±0,08	
$НІР_{05}$	0,77	0,06	0,21	0,06	

Таблиця Д.31

Динаміка суми фенольних сполук (мг/100г) у заморожених плодах черешні раннього терміну достигання , середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Rubinova Rannia	175,27±26,40	79,36±0,04	71,54±0,06	69,89±0,06	0,27
Valerii Chkalov	194,07±38,22	86,39±0,08	82,97±0,08	80,54±0,06	0,11
Sweet Early	155,63±24,16	69,51±0,03	65,29±0,05	61,32±0,03	0,022
Merchant	157,24±22,42	62,15±0,06	61,87±0,06	60,36±0,04	0,256
Kazka	203,17±38,78	141,36±0,09	140,89±0,06	120,51±0,07	0,093
Biharro Burlat	160,78±23,74	79,72±0,03	73,69±0,06	75,36±0,05	0,03
Zabuta′	196,54±45,43	112,67±0,05	110,78±0,06	98,02±0,06	0,041
Середнє значення	177,53±36,53	90,17±4,39	86,72±4,59	80,86±3,44	
$НІР_{05}$	28,82	0,130	0,103	0,115	

Таблиця Д.32

Динаміка суми фенольних сполук (мг/100г) у заморожених плодах черешні середнього терміну достигання , середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Vynka	172,51±34,35	80,01±0,08	76,47±0,06	71,92±0,05	0,509
Pervystok	171,05±20,25	85,13±0,09	81,02±0,07	79,39±0,09	0,513
Temp	173,74±32,00	89,76±0,08	71,34±0,03	85,61±0,05	0,11
Liubymytsia Turovtseva	226,85±28,59	107,09±0,07	101,98±0,05	113,89±0,05	0,674
Talisman	216,60±31,56	178,54±0,03	154,26±0,07	139,87±0,1	0,149
Dilema	185,79±26,64	128,97±0,06	118,34±0,11	141,56±0,05	0,17
Melitopol’s’ka chorna	227,08±30,38	118,59±0,06	112,97±0,07	127,63±0,1	0,211
Kordia	239,47±38,93	98,97±0,29	90,54±0,03	87,01±0,07	0,455

Продовження таблиці Д.32

1	2	3	4	5	6
Oktavia	203,33±31,83	106,32±0,06	96,01±0,06	95,14±0,06	0,188
Orion	210,54±28,1	100,01±0,05	91,78±0,05	90,43±0,04	0,109
Chervneva Rannia	179,57±51,62	79,15±0,08	72,87±0,07	71,65±0,06	0,176
Dachnytsia	128,70±24,09	59,45±0,06	52,14±0,06	51,15±0,06	0,163
Prostir	240,24±41,21	92,76±0,06	90,15±0,07	103,91±0,07	0,144
Середнє значення	198,11±44,95	101,90±3,51	93,07±3,07	96,86±3,3	
$НІР_{05}$	27,42	0,286	0,157	0,175	

Таблиця Д.33

Динаміка суми фенольних сполук (мг/100г) у заморожених плодах черешні пізнього терміну достигання, середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Krupnoplidna	245,79±39,36	141,15±0,01	140,12±0,02	145,29±0,02	0,059
Karina	252,17±35,42	113,67±0,02	110,01±0,01	114,14±0,02	0,043
Regina	273,11±36,82	128,34±0,01	127,15±0,02	130,01±0,02	0,076
Mirazh′	209,73±43,48	121,14±0,03	115,34±0,02	116,89±0,04	0,071
Udivitiel’na	288,55±32,16	175,15±0,06	170,78±0,06	172,19±0,06	0,193
Zodiak	272,95±30,75	130,01±0,04	123,17±0,06	129,19±0,06	0,145
Surpryz	238,34±62,44	123,67±0,05	121,78±0,04	120,12±0,06	0,114
Kolhoznytsia	238,84±39,18	115,34±0,04	114,78±0,05	114,98±0,05	0,244
Kosmichna	246,87±28,89	114,39±0,07	112,67±0,06	111,87±0,07	0,089
Prazdnichna	225,34±40,80	147,29±0,05	145,15±0,06	150,10±0,11	0,22
Anons	195,04±31,21	71,78±0,07	69,36±0,05	82,15±0,08	0,192
Temporion	202,06±32,93	112,78±0,05	110,76±0,03	123,15±0,05	0,49
Meotyda	256,49±34,55	190,37±0,07	179,56±0,05	178,15±0,05	0,067

Продовження таблиці Д.33

1	2	3	4	5	6
Середнє значення	241,94±45,89	129,62±3,58	126,20±3,37	129,86±3,13	
$НІР_{05}$	37,09	0,123	0,110	0,127	

Таблиця Д.34

Динаміка суми фенольних сполук (мг/100г) у заморожених плодах вишні середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Vstriecha	198,725±28,801	78,36±0,046	72,81±0,011	72,80±0,014	0,076
Ozhydaniye	218,823±39,213	85,17±0,019	81,23±0,015	82,67±0,039	0,069
Shalun'ia	197,487±22,458	89,24±0,018	82,15±0,019	86,14±0,014	0,235
Siyanets Turovtsovoi	224,615±28,776	95,15±0,019	90,36±0,024	94,81±0,018	0,055
Griot Melitopolskyy	193,264±25,662	81,13±0,005	80,99±0,006	81,01±0,14	0,086
Melitopolska purpurna	243,143±45,721	89,76±0,023	84,12±0,033	83,99±0,048	0,083
Modnytsia	168,275±19,512	83,43±0,013	82,15±0,013	82,29±0,015	0,068
Expromt	164,975±20,670	65,17±0,024	60,35±0,013	60,00±0,148	0,227
Solidarnist'	196,584±24,147	70,65±0,012	70,29±0,019	71,01±0,034	0,116
Ighrushka	185,474±18,383	80,89±0,036	80,6±0,01	81,02±0,037	0,091
Середнє значення	199,137±36,016	81,90±1,21	78,512±1,15	79,57±1,29	
$НІР_{05}$	1,778	0,063	0,048	0,215	

Таблиця Д.35

Сенсорна оцінка (бал) заморожених плодів черешні раннього терміну достигання , середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Rubinova Rannia	7,7±0,03	7,1±0,03	7,1±0,03	7,1±0,03	**0,05**
Valerii Chkalov	8,9±0,05	8,4±0,03	8,4±0,03	8,4±0,03	**0,048**

Продовження таблиці Д.35

1	2	3	4	5	6
Sweet Early	8,2±0,03	7,6±0,03	7,6±0,03	7,6±0,03	**0,022**
Merchant	7,7±0,03	7,0±0	7,0±0	7,0±0	**0,022**
Kazka	9,0±0	8,4±0,03	8,4±0,03	8,4±0,03	**0,032**
Biharro Burlat	7,8±0,03	7,3±0,03	7,3±0,03	7,3±0,03	**0,041**
Zabuta′	7,9±0,05	7,5±0,03	7,4±0,03	7,4±0,03	**0,056**
Середнє значення	8,2±0,03	7,6±0,09	7,6±0,08	7,6±0,08	
$НІР_{05}$	**0,089**	**0,068**	**0,083**	**0,077**	

Таблиця Д.36

Сенсорна оцінка (бал) заморожених плодів черешні середнього терміну достигання , середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Vynka	9,0±0	8,4±0,03	8,4±0,03	8,4±0,03	0,093
Pervystok	8,3±0,03	7,6±0,03	7,5±0,03	7,6±0,03	0,093
Temp	8,4±0,04	7,7±0,03	7,6±0,03	7,6±0,03	0,113
Liubymytsia Turovtseva	8,0±0,03	7,1±0,03	7,1±0,03	7,1±0,03	0,103
Talisman	8,9±0,04	8,5±0,03	8,5±0,03	8,5±0,03	0,084
Dilema	8,5±0,08	8,1±0,04	8,1±0,03	8,1±0,03	0,162
Melitopol’s’ka chorna	8,5±0,03	8,1±0,03	8,0±0,03	8,0±0,05	0,126
Kordia	8,4±0,04	7,8±0,04	7,8±0,03	7,7±0,03	0,113
Oktavia	8,7±0,105	8,0±0,03	8,0±0,03	8,0±0,03	0,105
Orion	8,6±0,03	7,9±0,03	7,9±0,03	7,8±0,03	0
Chervneva Rannia	7,7±0,03	7,0±0,03	7,0±0,03	7,0±0,03	0,109
Dachnytsia	8,8±0,03	7,8±0,03	7,8±0,03	7,8±0,03	0,084
Prostir	8,6±0,03	8,0±0,03	8,0±0,03	7,9±0,03	0,074
Середнє значення	8,5±0,04	7,8±0,05	7,8±0,05	7,8±0,05	
$НІР_{05}$	0,089	0,096	0,091	0,090	

Таблиця Д.37

Сенсорна оцінка (бал) заморожених плодів черешні пізнього терміну достигання , середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
Krupnoplidna	9,0±0	8,0±0,04	8,0±0,03	7,9±0,03	0,089
Karina	8,4±0,03	7,5±0,05	7,5±0,03	7,4±0,03	0,119
Regina	8,1±0,08	7,5±0,03	7,5±0,03	7,4±0,03	0,157
Mirazh′	8,4±0,05	8,0±0,03	8,0±0,03	8,0±0,04	0,146
Udivitiel'na	8,9±0,04	8,1±0,04	8,1±0,04	8,0±0,03	0,135
Zodiak	8,7±0,03	8,1±0,03	8,1±0,03	8,0±0,03	0,105
Surpryz	8,7±0,03	7,9±0,03	7,9±0,03	7,9±0,03	0,07
Kolhoznytsia	8,0±0,03	7,6±0,03	7,6±0,03	7,6±0,03	0,049
Kosmichna	8,8±0,04	8,2±0,03	8,2±0,03	8,2±0,03	0,063
Prazdnichna	8,4±0,03	7,9±0,08	7,9±0,05	7,8±0,05	0,101
Anons	8,5±0,05	8,2±0,03	8,2±0,03	8,1±0,03	0,123
Temporion	8,5±0,03	8,1±0,05	8,1±0,03	8,0±0,03	0,093
Meotyda	8,8±0,03	8,0±0,03	8,0±0,03	8,0±0,03	0,063
Середнє значення	8,6±0,04	7,9±0,03	7,9±0,03	7,8±0,03	
$НІР_{05}$	0,083	0,189	0,097	0,099	

Таблиця Д.38

Сенсорна оцінка заморожених плодів вишні середнє за 2008-2019 рр.

Сорт	Етапи контролю				$НІР_{05}$
	Свіжі плоди	Після заморожування	30 діб зберігання	90 діб зберігання	
1	2	3	4	5	6
Vstriecha	8,5±0,05	8,1±0,07	8,1±0,04	8,1±0,03	0,171
Ozhydaniye	8,6±0,05	8,0±0,03	8,0±0,03	8,0±0,05	0,135
Shalun'ia	8,5±0,04	8,2±0,06	8,2±0,07	7,9±0,03	0,129
Siyanets Turovtsovoi	8,5±0,03	7,9±0,1	7,9±0,03	7,8±0,04	0,186
Griot Melitopolskyy	8,7±0,06	8,0±0,03	8,0±0,04	8,0±0,03	0,178
Melitopolska purpurna	8,6±0,03	7,9±0,1	7,9±0,03	7,9±0,05	0,176
Modnytsia	8,7±0,03	7,8±0,05	7,8±0,04	7,8±0,05	0,101

Продовження таблиці Д.38

1	2	3	4	5	6
Expromt	8,5±0,03	7,7±0,05	7,7±0,03	7,7±0,05	0,101
Solidarnist’	8,4±0,04	8,0±0,03	8,0±0,03	7,9±0,03	0,097
Ighrushka	8,6±0,03	8,1±0,03	8,1±0,04	8,1±0,08	0,146
Середнє значення	8,6±0,04	8,0±0,03	7,9±0,02	7,92±0,02	
$НІР_{05}$	0,104	0,182	0,126	0,134	

Таблиця Д.39

Результати визначень цільових функцій φ(x₁)…φ(x₇) при виборі оптимального сорту заморожених плодів черешні раннього терміну достигання

Xi	Сорт	Критерії, Aj														ϕ(x i)	Ранг
		Величина втрати соку (%), A_1		Сухі розчинні речовини (%), A_2		Цукри, (V,%), A_3		Титровані кислоти,(%), A_4		Фенольні речовини, (мг на 100 г), A_5		Вітамін С, (мг на 100 г), A_6		Сенсорна оцінка,(балл) A_7			
		$f1$	$f1$	$f2$	$f2$	$f3$	$f3$	$f4$	$f4$	$f5$	$f5$	$f6$	$f6$	$f7$	$f7$		
X_1	Rubinova Rannia	15,50	0,89	16,80	0,88	12,30	0,96	0,38	0,23	175,27	0,40	6,92	0,38	7,70	0,28	2,99	5
X_2	Valerii Chkalov	15,90	0,81	16,50	0,81	12,60	1,09	0,53	0,81	194,07	0,80	7,13	0,52	8,90	0,94	1,22	1
X_3	Sweet Early	16,10	0,77	16,20	0,74	12,90	1,22	0,53	0,81	155,63	-0,02	7,26	0,61	8,20	0,56	2,32	4
X_4	Merchant	19,70	0,09	14,00	0,23	10,60	0,22	0,37	0,19	157,24	0,01	6,90	0,37	7,70	0,28	5,60	7
X_5	Kazka	15,40	0,91	14,80	0,42	11,60	0,65	0,49	0,65	203,17	0,99	7,36	0,67	9,00	1,00	1,71	2
X_6	Biharro Burlat	19,10	0,21	13,50	0,12	11,10	0,43	0,47	0,58	160,78	0,09	6,84	0,33	7,80	0,33	4,91	6
X_7	Zabuta′	16,00	0,79	14,90	0,44	12,50	1,04	0,53	0,81	196,54	0,85	7,31	0,64	7,90	0,39	2,04	3
	f_j^-	14,90		13,00		10,10		0,32		156,66		6,34		7,20			
	f_j^+	20,20		17,30		12,40		0,58		203,67		7,86		9,00			
	$f_j(x^y)$		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	fj(xi)=0	
	$f_j^{опт}$	19,7 (max)		17,3 (max)		12,4 (max)		0,58 (max)		203,67 (max)		7,86 (max)		9 (max)			

Таблиця Д.40

Результати визначень цільових функцій φ(X_1)…φ(X_{13}) при виборі оптимального сорту заморожених плодів черешні середнього терміну достигання

Xi	Сорт	Критерії, Aj														ϕ(x i)	Ранг
		Величина втрати соку (%), A_1		Сухі розчинні речовини (%), A_2		Цукри, (V,%), A_3		Титровані кислоти,(%),A_4		Фенольні речовини, (мг на 100 г), A_5		Вітамін С,(мг на 100 г),A_6		Сенсорна оцінка,(балл), A_7			
		$f1$	$f1$	$f2$	$f2$	$f3$	$f3$	$f4$	$f4$	$f5$	$f5$	$f6$	$f6$	$f7$	$f7$		
X_1	Vynka	15,40	0,39	16,80	0,42	12,20	0,33	0,72	0,79	172,51	0,39	8,08	0,43	9,00	1,00	2,25	7
X_2	Pervystok	16,90	0,21	16,70	0,39	12,40	0,36	0,65	0,50	171,05	0,38	9,05	0,61	8,30	0,61	2,93	11
X_3	Temp	15,00	0,44	17,40	0,58	13,20	0,50	0,67	0,58	173,74	0,40	8,07	0,42	8,40	0,67	2,41	9
X_4	Liubymytsia Turovtseva	19,20	-0,06	15,30	0,03	10,80	0,09	0,68	0,63	226,85	0,88	9,02	0,60	8,00	0,44	3,40	12
X_5	Talisman	13,20	0,65	18,50	0,87	14,60	0,74	1,00	1,96	216,60	0,79	10,48	0,88	8,90	0,94	0,82	2
X_6	Dilema	14,70	0,47	17,80	0,68	12,90	0,45	0,65	0,50	185,79	0,51	10,94	0,96	8,50	0,72	1,70	4
X_7	Melitopol’s’ka chorna	14,50	0,49	17,20	0,53	11,20	0,16	0,62	0,38	227,08	0,88	10,11	0,81	8,50	0,72	2,04	5
X_8	Kordia	10,70	0,94	16,60	0,37	13,80	0,60	0,74	0,88	239,47	0,99	10,63	0,91	8,40	0,67	0,65	1
X_9	Oktavia	15,90	0,33	16,30	0,29	13,80	0,60	0,63	0,42	203,33	0,67	9,25	0,65	8,70	0,83	2,21	6
X_{10}	Orion	13,40	0,62	17,60	0,63	13,40	0,53	0,59	0,25	210,54	0,73	10,46	0,87	8,60	0,78	1,58	3
X_{11}	Chervneva Rannia	18,20	0,06	17,30	0,55	11,00	0,12	0,66	0,54	179,57	0,46	5,95	0,02	7,70	0,28	3,97	13
X_{12}	Dachnytsia	16,70	0,24	18,50	0,87	15,60	0,91	0,63	0,42	128,70	0,00	6,32	0,09	8,80	0,89	2,58	10
X_{13}	Prostir	16,90	0,21	15,70	0,13	12,70	0,41	0,70	0,71	240,24	1,00	7,73	0,36	8,60	0,78	2,40	8
	f_j^-	10,20		15,20		10,30		0,53		128,20		5,82		7,20			
	f_j^+	18,70		19,00		16,10		0,77		240,74		11,13		9,00			
	$f_j(x^u)$		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	fj(xi)=0	
	$f_j^{опт}$	19,2 (max)		19 (max)		16,1 (max)		0,77 (max)		240,74 (max)		11,13 (max)		9 (min)			

Таблиця Д.41

Результати визначень цільових функцій φ(x₁)…φ(x₁₃) при виборі оптимального сорту заморожених плодів черешні пізнього терміну достигання

Xi	Сорт	Критерії, Aj														ϕ(x i)	Ранг
		Величина втрати соку (%), A_1		Сухі розчинні речовини (%), A_2		Цукри, (V,%), A_3		Титровані кислоти,(%), A_4		Фенольні речовини, (мг на 100 г), A_5		Вітамін С,(мг на 100 г),A_6		Сенсорна оцінка,(балл) A_7			
		$f1$	$f1$	$f2$	$f2$	$f3$	$f3$	$f4$	$f4$	$f5$	$f5$	$f6$	$f6$	$f7$	$f7$		
X_1	Krupnoplidna	11,60	0,78	18,50	0,79	14,40	0,86	0,67	0,60	245,79	0,54	7,74	0,26	9,00	1,00	1,17	2
X_2	Karina	12,20	0,67	18,20	0,68	12,50	0,31	0,64	0,48	252,17	0,61	8,33	0,40	8,40	0,57	2,28	7
X_3	Regina	13,90	0,33	17,10	0,29	11,90	0,14	0,57	0,20	273,11	0,83	7,29	0,15	8,10	0,36	3,70	13
X_4	Mirazh′	11,50	0,80	18,20	0,68	13,90	0,71	0,70	0,72	209,73	0,16	10,67	0,98	8,40	0,57	1,37	4
X_5	Udivitiel’na	11,60	0,78	18,60	0,82	13,00	0,46	0,70	0,72	288,55	0,99	7,58	0,22	8,90	0,93	1,07	1
X_6	Zodiak	13,20	0,47	17,00	0,25	13,10	0,49	0,72	0,80	272,95	0,83	9,60	0,72	8,70	0,79	1,66	5
X_7	Surpryz	14,70	0,18	17,90	0,57	13,40	0,57	0,63	0,44	238,34	0,46	8,10	0,35	8,70	0,79	2,64	9
X_8	Kolhoznytsia	13,50	0,41	17,80	0,54	12,60	0,34	0,63	0,44	238,84	0,47	7,85	0,29	8,00	0,29	3,23	12
X_9	Kosmichna	15,10	0,10	17,70	0,50	13,60	0,63	0,66	0,56	246,87	0,55	8,95	0,56	8,80	0,86	2,25	6
X_{10}	Prazdnichna	12,40	0,63	16,80	0,18	12,70	0,37	0,61	0,36	225,34	0,33	10,25	0,88	8,40	0,57	2,69	10
X_{11}	Anons	13,90	0,33	17,60	0,46	12,40	0,29	0,71	0,76	195,04	0,01	8,20	0,37	8,50	0,64	3,14	11
X_{12}	Temporion	11,40	0,82	18,30	0,71	12,80	0,40	0,69	0,68	202,06	0,08	7,72	0,25	8,50	0,64	2,41	8
X_{13}	Meotyda	11,00	0,90	18,40	0,75	14,10	0,77	0,66	0,56	256,49	0,66	8,03	0,33	8,80	0,86	1,17	3
	f_j^-	10,50		16,30		11,40		0,52		194,54		6,69		7,60			
	f_j^+	15,60		19,10		14,90		0,77		289,05		10,75		9,00			
	$f_j(x^u)$		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	fj(xi)=0	
	$f_j^{опт}$	14,7 (max)		19,1 (max)		14,9 (max)		0,77 (max)		289,05 (max)		10,75 (max)		9 (min)			

Таблиця Д.42

Результати визначень цільових функцій φ(x_1)…φ(x_{10}) при виборі оптимального сорту заморожених плодів вишні

Альтернативи, Xi	Сорт	Критерії, Aj														ϕ(x i)	Ранг
		Величина втрати соку (%), A_1		Сухі розчинні речовини (%), A_2		Цукри, (V,%), A_3		Титровані кислоти,(%),A_4		Фенольні речовини, (мг на 100 г), A_5		Вітамін С,(мг на 100 г),A_6		Сенсорна оцінка,(балл), A_7			
		$f1$	$f1$	$f2$	$f2$	$f3$	$f3$	$f4$	$f4$	$f5$	$f5$	$f6$	$f6$	$f7$	$f7$		
X_1	Vstriecha	7,1	0,13	15,9	0,30	10,8	0,32	1,45	0,38	198,725	0,43	9,59	0,58	8,5	0,55	3,30	9
X_2	Ozhydaniye	6,2	0,37	16,3	0,39	11,7	0,64	1,51	0,48	218,82	0,69	8,97	0,39	8,6	0,64	2,41	4
X_3	Shalun'ia	5,7	0,50	15,9	0,30	10,8	0,32	1,49	0,44	197,487	0,42	10,44	0,84	8,5	0,55	2,62	5
X_4	Siyanets Turovtsovoi	5,9	0,45	17	0,54	11,6	0,61	1,62	0,65	224,615	0,76	10,1	0,74	8,5	0,55	1,71	2
X_5	Griot Melitopolskyy	4,2	0,89	18,6	0,89	12,2	0,82	1,65	0,70	193,264	0,36	8,23	0,16	8,7	0,73	1,45	1
X_6	Melitopolska purpurna	4,1	0,92	15,8	0,28	11,3	0,50	1,26	0,08	243,143	0,99	8,44	0,22	8,6	0,64	2,37	3
X_7	Modnytsia	4,6	0,79	17,1	0,57	11,7	0,64	1,26	0,08	168,275	0,05	9	0,40	8,7	0,73	2,75	7
X_8	Expromt	6,2	0,37	14,5	0,00	10,4	0,18	1,4	0,30	164,975	0,01	9	0,40	8,5	0,55	4,20	10
X_9	Solidarnist'	6,8	0,21	15	0,11	10,7	0,29	1,79	0,92	196,584	0,41	9,13	0,44	8,4	0,45	3,18	8
X_{10}	Ighrushka	6,1	0,39	16,6	0,46	11,6	0,61	1,65	0,70	185,474	0,27	8,75	0,32	8,6	0,64	2,62	6
	f_j^-	3,8		14,50		9,90		1,21		164,48		7,73		7,90			
	f_j^+	7,6		19,10		12,70		1,84		243,64		10,94		9,00			
	$f_j(x^{kl})$		1,00		1		1		1		1		1		1	fj(xi)=0	
	$f_j^{опт}$	7,1 (max)		19,1 (max)		12,7 (max)		1,84 (max)		243,64 (max)		10,94 (max)		9 (min)			

Таблиця Д.43

Динаміка вмісту цукрів у заморожених плодах під час осмотичної дегідратації

Т розчину, °С	С розчину, %	Показник	Тривалість дегідратації, год														
			0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
Сорт Kazka																	
20	30	$М_Ц$, %	12,23	20,05	23,54	25,01	26,35	27,55	28,68	28,69	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	7,82	11,31	12,78	14,12	15,32	16,45	16,46	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,61	1,89	1,42	1,18	1,02	0,91	0,78	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,23	23,54	27,56	30,05	33,68	35,65	38,56	38,56	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	11,31	15,33	17,82	21,45	23,42	26,33	26,33	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,770	2,555	1,980	1,788	1,561	1,463	1,254	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,23	23,54	27,56	30,05	33,68	35,65	38,56	44,58	44,58	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	11,31	15,33	17,82	21,45	23,42	26,33	32,35	32,35	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,77	2,56	1,98	1,79	1,56	1,46	1,54	1,35	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	12,23	26,78	34,56	42,56	48,54	52,88	56,57	56,57	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	14,55	22,33	30,33	36,31	40,65	44,34	44,34	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,85	3,72	3,37	3,03	2,71	2,46	2,11	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	12,23	28,65	35,45	44,65	53,36	63,52	67,8	67,81	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	16,42	23,22	32,42	41,13	51,29	55,57	55,58	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,47	3,87	3,60	3,43	3,42	3,09	2,65	-	-	-	-	-	-	-
40	30	$М_Ц$, %	12,23	22,15	25,15	27,11	28,55	28,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	9,92	12,92	14,88	16,32	16,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,31	2,15	1,65	1,36	1,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,23	25,65	31,45	35,84	38,43	38,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	13,42	19,22	23,61	26,2	26,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,47	3,20	2,62	2,18	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,23	27,56	37,95	41,52	45,02	45,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	15,33	25,72	29,29	32,79	32,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,11	4,29	3,25	2,73	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	12,23	32,56	41,23	48,69	56,48	56,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	20,33	29	36,46	44,25	44,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	6,78	4,83	4,05	3,69	2,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	12,23	33,65	48,95	58,68	66,98	66,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	21,42	36,72	46,45	54,75	54,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	7,140	6,120	5,161	4,563	3,651	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_Ц$, %	12,23	24,65	27,66	28,96	28,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	12,42	15,43	16,73	16,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 43

		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,14	2,57	1,86	1,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,23	27,56	35,45	38,69	38,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	15,33	23,22	26,46	26,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,11	3,87	2,94	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,23	31,25	38,44	45,35	45,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	19,02	26,21	33,12	33,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	6,34	4,37	3,68	2,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	12,23	33,58	46,51	56,88	56,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	21,35	34,28	44,65	44,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	7,117	5,713	4,961	3,722	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	12,23	44,56	59,11	67,89	67,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	32,33	46,88	55,66	55,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	10,78	7,813	6,184	4,639	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_Ц$, %	12,23	26,35	29,12	29,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	14,12	16,89	16,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,71	2,82	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,23	29,65	38,96	38,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	17,42	26,73	26,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,81	4,46	2,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,23	37,33	46,31	46,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	25,1	34,08	34,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	8,37	5,68	3,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	12,23	46,52	57,45	57,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	34,29	45,22	45,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	11,43	7,537	5,026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	12,23	56,45	68,1	68,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	44,22	55,87	55,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	14,74	9,31	6,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_Ц$, %	12,23	26,89	29,22	29,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	14,66	16,99	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,89	2,83	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	12,23	32,05	39,06	39,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	19,82	26,83	26,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	6,61	4,47	2,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	12,23	46,25	46,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	34,02	34,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 43

		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	34,03	5,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	12,23	58,55	58,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	46,32	46,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	15,44	7,720	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	12,23	67,95	67,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	55,72	55,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	18,57	9,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Talisman																	
20	30	$М_Ц$, %	10,71	18,32	21,53	24,12	25,98	27,15	28,11	28,12	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	7,61	10,82	13,41	15,27	16,44	17,4	17,41	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,54	1,80	1,49	1,27	1,10	0,97	0,83	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	10,71	20,56	25,36	30,25	34,05	36,15	37,59	37,59	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	9,85	14,65	19,54	23,34	25,44	26,88	26,88	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,283	2,442	2,171	1,945	1,696	1,493	1,280	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	10,71	21,45	26,58	31,56	34,55	38,45	43,22	46,33	46,34	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	10,74	15,87	20,85	23,84	27,74	32,51	35,62	35,63	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,58	2,65	2,32	1,99	1,85	1,81	1,70	1,48	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	10,71	24,36	33,56	42,15	48,32	52,05	57,88	57,89	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	13,65	22,85	31,44	37,61	41,34	47,17	47,18	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,55	3,81	3,49	3,13	2,76	2,62	2,25	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	10,71	25,15	35,15	43,48	56,48	66,15	68,21	68,22	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	14,44	24,44	32,77	45,77	55,44	57,5	57,51	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,81	4,07	3,64	3,81	3,70	3,19	2,74	-	-	-	-	-	-	-
40	30	$М_Ц$, %	10,71	18,98	22,36	25,14	27,28	27,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	8,27	11,65	14,43	16,57	16,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,76	1,94	1,60	1,38	1,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	10,71	24,35	32,45	35,77	37,85	37,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	13,64	21,74	25,06	27,14	27,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,55	3,62	2,78	2,26	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	10,71	25,68	38,89	42,36	46,75	46,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	14,97	28,18	31,65	36,04	36,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,99	4,70	3,52	3,00	2,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	10,71	29,65	38,56	49,65	57,99	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	18,94	27,85	38,94	47,28	47,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	6,31	4,64	4,33	3,94	3,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	10,71	31,48	46,88	58,48	68,58	68,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 43

		НМ$_{Ц}$, %	0,00	20,77	36,17	47,77	57,87	57,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	6,923	6,028	5,308	4,823	3,858	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	М$_{Ц}$, %	10,71	23,03	26,55	28,15	28,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	12,32	15,84	17,44	17,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	4,107	2,640	1,938	1,454	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	10,71	25,45	35,45	38,22	38,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	14,74	24,74	27,51	27,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	4,913	4,123	3,067	2,293	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	10,71	30,28	37,66	47,05	47,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	19,57	26,95	36,34	36,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	6,523	4,492	4,038	3,028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	10,71	32,05	48,69	58,13	58,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	21,34	37,98	47,42	47,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	7,113	6,330	5,269	3,952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	10,71	42,15	60,12	68,95	68,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	31,44	49,41	58,24	58,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	10,48	8,235	6,471	4,853	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	М$_{Ц}$, %	10,71	25,42	28,56	28,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	14,71	17,85	17,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	4,903	2,975	1,984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	10,71	27,44	38,44	38,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	16,73	27,73	27,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	5,577	4,622	3,081	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	10,71	36,89	47,55	47,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	26,18	36,84	36,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	8,727	6,140	4,093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	10,71	42,56	58,22	58,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	31,85	47,51	47,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	10,62	7,918	5,280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	10,71	55,48	68,95	68,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	44,77	58,24	58,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	14,92	9,707	6,472	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	М$_{Ц}$, %	10,71	27,88	28,89	28,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	17,17	18,18	18,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	5,723	3,030	2,020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	10,71	32,58	38,95	38,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 43

		НМ$_{Ц}$, %	0,00	21,87	28,24	28,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	7,290	4,707	3,138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	10,71	47,15	47,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	36,44	36,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	12,15	6,073	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	10,71	58,64	58,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	47,93	47,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	15,98	7,988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	10,71	69,00	69,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	58,29	58,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	19,43	9,715	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Krupnoplidna																	
20	30	М$_{Ц}$, %	15,43	23,52	24,56	25,31	26,24	27,45	28,87	28,87	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	8,09	9,13	9,88	10,81	12,02	13,44	13,44	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,70	1,52	1,10	0,90	0,80	0,75	0,64	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	15,43	23,68	23,56	32,56	35,48	37,42	38,12	38,13	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	8,25	13,22	17,13	20,05	21,99	22,69	22,7	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,750	2,203	1,903	1,671	1,466	1,261	1,081	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	15,43	23,12	27,23	32,56	35.12	39,61	43,88	46,55	46,56	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	7,69	11,8	17,13	19,69	24,18	28,45	31,12	31,13	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,56	1,97	1,90	1,64	1,61	1,58	1,48	1,30	-	-	-	-	-	-
	60	М$_{Ц}$, %	15,43	24,24	35,58	43,12	48,25	52,54	57,41	57,42	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	8,81	20,15	27,69	32,82	37,11	41,98	41,99	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,94	3,36	3,08	2,74	2,47	2,33	2,00	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_{Ц}$, %	15,43	25,22	35,05	44,25	53,65	63,12	67,85	67,85	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	9,79	19,62	28,82	38,22	47,69	52,42	52,42	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,26	3,27	3,20	3,19	3,18	2,91	2,50	-	-	-	-	-	-	-
40	30	М$_{Ц}$, %	15,43	23,88	25,14	27,42	28,85	28,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	8,45	9,71	11,99	13,42	13,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	2,82	1,62	1,33	1,12	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_{Ц}$, %	15,43	27,54	33,12	36,52	38,32	38,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	12,11	17,69	21,09	22,8	22,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	4,04	2,95	2,34	1,90	1,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_{Ц}$, %	15,43	25,99	37,56	43,11	46,68	46,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		НМ$_{Ц}$, %	0,00	10,56	22,13	27,68	31,25	31,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ НМ$_{Ц}$, %/год	0,00	3,52	3,69	3,08	2,60	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 43

	60	$М_Ц$, %	15,43	30,25	40,12	49,69	57,53	57,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	14,82	24,69	34,26	42,1	42,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,94	4,12	3,81	3,51	2,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	15,43	32,55	48,66	58,68	67,9	67,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	17,12	33,23	43,25	52,47	52,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,707	5,538	4,806	4,373	3,499	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_Ц$, %	15,43	25,65	27,45	28,91	28,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	10,22	12,02	13,48	13,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,407	2,003	1,498	1,123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	15,43	28,14	36,45	38,41	38,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	12,71	21,02	22,98	22,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,237	3,503	2,553	1,916	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	15,43	31,25	37,12	47,22	47,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	15,82	21,69	31,79	31,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,273	3,615	3,532	2,649	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	15,43	35,12	49,68	57,88	57,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	19,69	34,25	42,45	42,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	6,563	5,708	4,717	3,538	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	15,43	43,35	60,45	68,33	68,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	27,92	45,02	52,9	52,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	9,307	7,503	5,878	4,408	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_Ц$, %	15,43	26,45	28,95	28,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	11,02	13,52	13,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,673	2,253	1,502	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	15,43	30,12	38,62	38,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	14,69	23,19	23,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,897	3,865	2,578	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	15,43	37,69	47,63	47,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	22,26	32,2	32,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	7,420	5,367	3,579	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	15,43	45,28	58,11	58,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	29,85	42,68	42,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	9,950	7,113	4,742	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	15,43	58,45	68,47	68,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	43,02	53,04	53,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	14,34	8,840	5,893	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 43

100	30	$М_Ц$, %	15,43	27,33	28,95	28,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	11,9	13,52	13,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,967	2,253	1,502	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	15,43	33,05	38,97	38,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	17,62	23,54	23,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,873	3,923	2,616	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	15,43	47,81	47,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	32,38	32,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	10,79	5,397	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	15,43	58,72	58,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	43,29	43,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	14,43	7,215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	15,43	68,57	68,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	53,14	53,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	17,71	8,857	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вишня сорт Griot Melitopolskyy																	
20	30	$М_Ц$, %	13,11	20,22	22,65	24,22	25,78	26,88	28,12	28,12	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	7,11	9,54	11,11	12,67	13,77	15,01	15,01	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,37	1,59	1,23	1,06	0,92	0,83	0,71	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	13,11	21,36	26,14	31,05	34,98	36,56	37,66	37,66	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	8,25	13,03	17,94	21,87	23,45	24,55	24,55	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,750	2,172	1,993	1,823	1,563	1,364	1,169	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	13,11	21,01	26,05	31,45	36,12	40,58	44,58	46,44	46,44	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	7,9	12,94	18,34	23,01	27,47	31,47	33,33	33,33	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,63	2,16	2,04	1,92	1,83	1,75	1,59	1,39	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	13,11	24,86	34,55	43,25	48,56	53,45	57,85	57,85	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	11,75	21,44	30,14	35,45	40,34	44,74	44,74	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,92	3,57	3,35	2,95	2,69	2,49	2,13	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	13,11	25,58	36,25	49,56	60,25	67,52	68,45	68,45	-	-		-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	12,47	23,14	36,45	47,14	54,41	55,34	55,34	-	-		-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,16	3,86	4,05	3,93	3,63	3,07	2,64	-	-		-	-	-	-
40	30	$М_Ц$, %	13,11	21,55	25,01	27,02	28,23	28,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	8,44	11,9	13,91	15,12	15,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,81	1,98	1,55	1,26	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	13,11	24,12	30,14	35,62	37,71	37,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	11,01	17,03	22,51	24,6	24,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 43

		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	3,67	2,84	2,50	2,05	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	13,11	26,15	38,85	43,05	46,52	46,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	13,04	25,74	29,94	33,41	33,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,35	4,29	3,33	2,78	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	13,11	29,88	39,65	50,35	57,88	57,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	16,77	26,54	37,24	44,77	44,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,59	4,42	4,14	3,73	2,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	13,11	34,56	47,85	60,35	68,55	68,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	21,45	34,74	47,24	55,44	55,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	7,150	5,790	5,249	4,620	3,696	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_Ц$, %	13,11	22,05	26,12	28,58	28,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	8,94	13,01	15,47	15,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	2,980	2,168	1,719	1,289	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	13,11	26,54	32,14	37,88	37,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	13,43	19,03	24,77	24,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,477	3,172	2,752	2,064	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	13,11	30,05	39,15	47,35	47,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	16,94	26,04	34,24	34,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,647	4,340	3,804	2,853	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	13,11	35,48	5,36	58,05	58,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	22,37	37,25	44,94	44,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	7,457	6,208	4,993	3,745	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_Ц$, %	13,11	45,85	61,35	68,72	68,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	32,74	48,24	55,61	55,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	10,91	8,040	6,179	4,634	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_Ц$, %	13,11	26,13	28,63	28,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	13,02	15,52	15,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	4,340	2,587	1,726	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_Ц$, %	13,11	29,65	38,15	38,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	16,54	25,04	25,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	5,513	4,173	2,782	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_Ц$, %	13,11	37,04	47,52	47,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	23,93	34,41	34,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_Ц$, %/год	0,00	7,977	5,735	3,824	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_Ц$, %	13,11	48,95	58,25	58,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_Ц$, %	0,00	35,84	45,14	45,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 43

		υ $НМ_{Ц}$, %/год	0,00	11,95	7,523	5,016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{Ц}$, %	13,11	54,57	68,83	68,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{Ц}$, %	0,00	41,46	55,72	55,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{Ц}$, %/год	0,00	13,82	9,287	6,191	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_{Ц}$, %	13,11	26,85	28,91	28,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{Ц}$, %	0,00	13,74	15,8	15,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{Ц}$, %/год	0,00	4,580	2,633	1,756	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{Ц}$, %	13,11	33,02	38,77	38,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{Ц}$, %	0,00	19,91	25,66	25,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{Ц}$, %/год	0,00	6,637	4,277	2,851			-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{Ц}$, %	13,11	47,88	47,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{Ц}$, %	0,00	34,77	34,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{Ц}$, %/год	0,00	11,59	5,795	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{Ц}$, %	13,11	58,87	58,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{Ц}$, %	0,00	45,76	45,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{Ц}$, %/год	0,00	15,25	7,628	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{Ц}$, %	13,11	68,95	68,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{Ц}$, %	0,00	55,84	55,84	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{Ц}$, %/год	0,00	18,61	9,307	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця Д.44

Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у заморожених плодах під час осмотичної дегідратації

Т розчину, °С	С розчину, %	Показник	Тривалість дегідратації, год														
			0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
Сорт Kazka																	
20	30	$М_{СРР}$, %	12,9	20,86	24,56	25,88	26,98	27,88	29,15	29,15	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	7,96	11,66	12,98	14,08	14,98	16,25	16,25	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,65	1,94	1,44	1,17	1,00	0,90	0,77	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	12,9	24,11	28,05	30,88	34,32	36,54	39,26	39,26	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,21	15,15	17,98	21,42	23,64	26,36	26,36	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,737	2,525	1,998	1,785	1,576	1,464	1,255	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	12,9	24,25	28,45	31,12	33,91	36,56	39,12	44,65	44,65	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,35	15,55	18,22	21,02	23,66	26,22	31,75	31,75	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,78	2,59	2,02	1,75	1,58	1,46	1,51	1,32	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	12,9	27,45	35,25	43,12	48,95	53,36	57,45	57,45	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	14,55	22,35	30,22	36,05	40,46	44,55	44,55	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 44

		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,85	3,73	3,36	3,00	2,70	2,48	2,12	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	12,9	29,65	33,56	44,65	53,12	63,52	67,45	67,45	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	16,75	20,66	31,75	40,22	50,62	54,55	54,55	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,58	3,44	3,53	3,35	3,37	3,03	2,60	-	-	-	-	-	-	-
40	30	$М_{СРР}$, %	12,9	23,01	26,15	28,01	29,32	29,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	10,11	13,25	15,11	16,42	16,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,37	2,21	1,68	1,37	1,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	12,9	26,12	32,21	36,55	39,11	39,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	13,22	19,31	23,65	26,21	26,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,41	3,22	2,63	2,18	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	12,9	28,22	38,05	42,12	45,65	45,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	15,32	25,15	29,22	32,75	32,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,11	4,19	3,25	2,73	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	12,9	33,02	39,56	49,12	56,36	56,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	20,12	26,66	36,22	43,46	43,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,71	4,44	4,02	3,62	2,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	12,9	34,56	49,23	59,65	66,36	66,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	21,66	36,33	46,75	53,46	53,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	7,220	6,055	5,194	4,455	3,564	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_{СРР}$, %	12,9	25,44	28,44	29,55	29,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	12,54	15,54	16,65	16,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,180	2,590	1,850	1,388	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	12,9	28,45	35,95	39,45	39,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	15,55	23,05	26,55	26,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,183	3,842	2,950	2,213	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	12,9	32,01	38,56	45,89	45,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	19,11	25,66	32,99	32,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,370	4,277	3,666	2,749	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	12,9	34,37	47,15	55,12	55,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	21,47	32,25	42,22	42,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	7,157	5,708	4,691	3,518	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	12,9	44,23	57,86	68,23	68,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	31,33	44,96	55,33	55,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	10,44	7,493	6,148	4,611	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_{СРР}$, %	12,9	26,99	29,88	29,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	14,09	16,98	16,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 44

		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,697	2,830	1,887	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	12,9	30,44	39,66	39,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	17,54	26,76	26,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,847	4,460	2,951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	12,9	38,01	46,55	46,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	25,11	33,65	33,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	8,370	5,608	3,740	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	12,9	46,88	57,86	57,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	33,98	44,96	44,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	11,33	7,493	4,996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	12,9	55,35	68,15	68,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	42,45	55,25	55,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	14,15	9,208	6,139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_{СРР}$, %	12,9	27,55	29,88	29,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	14,65	16,98	16,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,883	2,830	1,887	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	12,9	32,86	39,65	39,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	19,96	26,75	26,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,653	4,458	2,972	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	12,9	46,84	46,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	33,94	33,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	11,31	5,657	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	12,9	59,12	59,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	46,22	46,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	15,41	7,703	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	12,9	67,21	67,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	54,31	54,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	18,10	9,052	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Talisman																	
20	30	$М_{СРР}$, %	17,5	25,12	28,32	30,96	32,52	34,12	35,21	35,21	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	7,62	10,82	13,46	15,02	16,62	17,71	17,71	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,54	1,80	1,50	1,25	1,11	0,98	0,84	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,5	27,14	31,88	36,23	40,36	42,52	44,52	44,52	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	9,64	14,38	18,73	22,86	25,02	27,02	27,02	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,213	2,397	2,081	1,905	1,668	1,501	1,287	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,5	28,11	33,21	38,23	40,32	45,02	49,65	52,13	52,14	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 44

		$НМ_{СРР}$, %	0,00	10,61	15,71	20,73	22,82	27,52	32,15	34,63	34,64	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,54	2,62	2,30	1,90	1,83	1,79	1,65	1,44	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,5	30,88	39,25	48,35	54,01	59,21	65,25	65,25	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	13,38	21,75	30,85	36,51	41,71	47,75	47,75	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,46	3,63	3,43	3,04	2,78	2,65	2,27	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,5	31,98	42,06	49,69	62,56	71,53	74,65	74,66	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	14,48	24,56	32,19	45,06	54,03	57,15	57,16	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,83	4,09	3,58	3,76	3,60	3,18	2,72	-	-	-	-	-	-	-
40	30	$М_{СРР}$, %	17,5	25,63	28,56	32,02	34,01	34,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,13	11,06	14,52	16,51	16,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,71	1,84	1,61	1,38	1,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,5	31,25	38,25	42,36	44,25	44,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	13,75	20,75	24,86	26,75	26,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,58	3,46	2,76	2,23	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,5	32,05	45,12	50,23	54,53	54,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	14,55	27,62	32,73	37,03	37,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,85	4,60	3,64	3,09	2,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,5	36,56	45,62	55,98	63,23	63,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	19,06	28,12	38,48	45,73	45,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,35	4,69	4,28	3,81	3,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,5	37,86	54,01	62,56	73,23	73,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	20,36	36,51	45,06	55,73	55,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,787	6,085	5,007	4,644	3,715	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_{СРР}$, %	17,5	29,88	33,62	34,87	34,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	12,38	16,12	17,37	17,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,127	2,687	1,930	1,448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,5	32,02	42,65	44,65	44,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	14,52	25,15	27,15	27,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,840	4,192	3,017	2,263	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,5	37,05	44,56	54,23	54,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	19,55	27,06	36,73	36,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,517	4,510	4,081	3,062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,5	38,95	54,21	64,89	64,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	21,45	36,71	47,39	47,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	7,150	6,118	5,266	3,950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,5	48,96	66,36	74,25	74,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 44

		$НМ_{СРР}$, %	0,00	31,46	48,86	56,75	56,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	10,48	8,143	6,306	4,730	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_{СРР}$, %	17,5	32,55	34,52	34,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	15,05	17,02	17,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,017	2,837	1,891	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,5	33,65	44,56	44,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	16,15	27,06	27,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,383	4,510	3,007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,5	43,21	54,56	54,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	25,71	37,06	37,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	8,570	6,177	4,118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,5	50,32	65,01	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	32,82	47,51	47,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	10,94	7,918	5,278	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,5	60,12	74,21	74,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	42,62	56,71	56,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	14,21	9,452	6,301	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_{СРР}$, %	17,5	34,56	35,86	35,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	17,06	18,36	18,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,687	3,060	2,040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,5	39,21	45,12	45,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	21,71	27,62	27,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	7,24	4,603	3,069	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,5	54,02	54,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	36,52	36,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	12,173	6,087	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,5	65,22	65,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	47,72	47,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	15,91	7,955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,5	74,23	74,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	56,73	56,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	18,91	9,452	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Krupnoplidna																	
20	30	$М_{СРР}$, %	17,6	25,63	26,77	27,89	28,12	29,66	31,12	31,12	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,03	9,17	10,29	10,52	12,06	13,52	13,52	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 44

		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,68	1,53	1,14	0,88	0,80	0,75	0,64	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,6	25,89	30,26	35,02	37,56	39,65	40,52	40,52	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,29	12,66	17,42	19,96	22,05	22,92	22,92	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,763	2,110	1,936	1,663	1,470	1,273	1,091	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,6	25,28	29,56	34,65	36,95	41,65	44,86	47,86	47,86	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	7,68	11,96	17,05	19,35	24,05	27,26	30,26	30,26	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,56	1,99	1,89	1,61	1,60	1,51	1,44	1,26	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,6	29,56	36,56	40,36	43,25	46,36	48,95	48,65	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,96	18,96	22,76	25,65	28,76	31,35	31,35	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,99	3,16	2,53	2,14	1,92	1,74	1,49	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,6	27,22	36,91	46,56	56,12	65,65	69,98	69,98	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	9,62	19,31	28,96	38,52	48,05	52,38	52,38	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,21	3,22	3,22	3,21	3,20	2,91	2,49	-	-	-	-	-	-	-
40	30	$М_{СРР}$, %	17,6	26,02	27,55	29,33	31,25	31,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,42	9,95	11,73	13,65	13,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,81	1,66	1,30	1,14	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,6	29,55	34,99	38,54	40,23	40,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,95	17,39	20,94	22,63	22,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,98	2,90	2,33	1,89	1,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,6	28,02	38,65	45,65	48,96	48,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	10,42	21,05	28,05	31,36	31,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,47	3,51	3,12	2,61	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,6	31,45	42,56	47,86	53,65	53,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	13,85	24,96	30,26	36,05	36,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,62	4,16	3,36	3,00	2,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,6	34,65	49,96	60,36	69,98	69,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	17,05	32,36	42,76	52,38	52,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,683	5,393	4,571	4,365	3,493	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_{СРР}$, %	17,6	28,03	29,65	31,12	31,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	10,43	12,05	13,52	13,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,477	2,008	1,502	1,127	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,6	30,65	38,65	40,62	40,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	13,05	21,05	23,02	23,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,350	3,508	2,558	1,918	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,6	33,65	39,12	49,23	49,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	16,05	21,52	31,63	31,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 44

		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,350	3,587	3,514	2,636	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,6	36,85	50,95	56,2	56,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	19,25	33,35	38,6	38,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,417	5,558	4,289	3,218	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,6	45,21	61,66	70,62	70,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	27,61	44,06	53,02	53,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	9,203	7,343	5,891	4,418	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_{СРР}$, %	17,6	28,65	31,25	31,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,05	13,65	13,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,683	2,275	1,518	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,6	31,86	40,86	40,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	14,26	23,26	23,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,753	3,877	2,584	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,6	39,86	49,35	49,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	22,26	31,75	31,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	7,420	4,292	3,528	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,6	46,63	57,23	57,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	29,03	39,63	39,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	9,677	6,605	4,403	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,6	60,36	70,12	70,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	42,76	52,52	52,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	14,25	8,753	5,836	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_{СРР}$, %	17,6	29,35	31,25	31,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,75	13,65	13,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,917	2,275	1,518	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,6	34,65	41,32	41,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	17,05	23,72	23,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,683	3,953	2,636	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,6	49,51	49,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	31,91	31,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	10,64	5,320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,6	58,65	58,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	41,05	41,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	13,68	6,842	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,6	69,36	69,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	51,76	51,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 44

		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	17,25	8,627	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вишня сорт Griot Melitopolskyy																	
20	30	$М_{СРР}$, %	17,3	24,35	26,56	28,12	30,12	31,21	32,12	32,12	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	7,05	9,26	10,82	12,82	13,91	14,82	14,82	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,35	1,54	1,20	1,07	0,93	0,82	0,71	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,3	25,25	30,32	35,65	39,23	41,23	41,65	41,65	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	7,95	13,02	18,35	21,93	23,93	24,35	24,35	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,650	2,170	2,039	1,828	1,595	1,353	1,160	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,3	25,36	30,21	35,65	40,56	45,23	48,52	50,32	50,32	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,06	12,91	18,35	23,26	27,93	31,22	33,02	33,02	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,69	2,15	2,04	1,94	1,86	1,73	1,57	1,38	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,3	29,02	38,45	47,85	53,65	56,85	61,35	61,35	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,72	21,15	30,55	36,35	39,55	44,05	44,05	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,91	3,53	3,39	3,03	2,64	2,45	2,10	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,3	29,98	40,23	53,65	64,02	72,52	72,85	72,85	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	12,68	22,93	36,35	46,72	55,22	55,55	55,55	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,23	3,82	4,04	3,89	3,68	3,09	2,65	-	-	-	-	-	-	-
40	30	$М_{СРР}$, %	17,3	25,88	29,03	31,22	32,55	32,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,58	11,73	13,92	15,25	15,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,86	1,96	1,55	1,27	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,3	28,56	34,12	39,65	41,52	41,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	11,26	16,82	22,35	24,22	24,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	3,75	2,80	2,48	2,02	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,3	30,21	43,02	47,89	50,36	50,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	12,91	25,72	30,59	33,06	33,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,30	4,29	3,40	2,76	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,3	34,02	44,12	55,02	62,12	62,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	16,72	26,82	37,72	44,82	44,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,57	4,47	4,19	3,74	2,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,3	38,35	51,62	64,52	72,8	72,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	21,05	34,32	47,22	55,5	55,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	7,017	5,720	5,247	4,625	3,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_{СРР}$, %	17,3	25,98	30,25	32,78	32,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	8,68	12,95	15,48	15,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	2,893	2,158	1,720	1,290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,3	30,86	35,95	42,21	42,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 44

		$НМ_{СРР}$, %	0,00	13,56	18,65	24,91	24,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,520	3,108	2,768	2,076	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,3	34,35	43,32	51,56	51,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	17,05	26,02	34,26	34,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,683	4,337	3,807	2,855	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,3	39,23	55,45	62,23	62,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	21,93	38,15	44,93	44,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	7,310	6,358	4,992	3,744	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,3	48,96	65,65	72,86	72,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	31,66	48,35	55,56	55,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	10,55	8,058	6,173	4,630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_{СРР}$, %	17,3	30,25	32,65	32,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	12,95	15,35	15,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,317	2,558	1,706	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,3	33,88	42,23	42,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	16,58	24,93	29,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	5,527	4,155	2,771	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,3	40,65	52,12	52,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	23,35	34,82	34,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	7,783	5,803	3,869	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,3	52,62	62,36	62,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	35,32	45,06	45,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	11,77	7,510	5,007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,3	58,65	72,86	77,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	41,35	55,56	55,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	13,78	9,260	6,173	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_{СРР}$, %	17,3	31,02	33,25	33,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	13,72	15,95	15,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	4,573	2,658	1,772	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_{СРР}$, %	17,3	36,56	43,12	43,12			-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	19,26	25,82	25,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	6,420	4,303	2,869	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_{СРР}$, %	17,3	51,85	51,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	34,55	34,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	11,52	5,758	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_{СРР}$, %	17,3	62,45	62,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 44

		$НМ_{СРР}$, %	0,00	45,15	45,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	15,05	7,525	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_{СРР}$, %	17,3	72,78	72,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$НМ_{СРР}$, %	0,00	55,48	55,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $НМ_{СРР}$, %/год	0,00	18,49	9,250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця Д.45

Динаміка вмісту вологи у заморожених плодах під час осмотичної дегідратації

Т розчину, °С	С розчину, %	Показник	Тривалість дегідратації, год														
			0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
Сорт Kazka																	
20	30	$М_В$, %	85,67	71,23	70,95	70,63	70,32	70,12	70,02	69,89	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	14,44	14,72	15,04	15,35	15,55	15,65	15,78	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0	4,81	2,45	1,67	1,28	1,04	0,87	0,75	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	85,67	70,32	70,02	69,65	69,21	68,92	68,43	68,19	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	15,35	15,65	16,02	16,46	16,75	17,24	17,48	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,12	2,61	1,78	1,37	1,12	0,96	0,83	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	85,67	69,12	68,23	67,56	66,41	65,23	64,98	64,03	63,24	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	16,55	17,44	18,11	19,26	20,44	20,69	21,64	22,43	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,52	2,91	2,01	1,61	1,36	1,15	1,03	0,93	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	85,67	67,35	65,23	63,25	61,54	59,65	58,12	57,17	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	18,32	20,44	22,42	24,13	26,02	27,55	28,5	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,11	3,41	2,49	2,01	1,73	1,53	1,36	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	85,67	64,62	61,22	59,65	57,89	56,56	55,12	54,7	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	21,05	24,45	26,02	27,78	29,11	30,55	30,97	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	7,02	4,08	2,89	2,32	1,94	1,70	1,47	-	-	-	-	-	-	-
40	30	$М_В$, %	85,67	71,03	69,56	69,07	68,95	68,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	14,64	16,11	16,6	16,72	16,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,88	2,69	1,84	1,39	1,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	85,67	69,32	68,22	67,56	66,85	66,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	16,35	17,45	18,11	18,82	18,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,45	2,91	2,01	1,57	1,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	85,67	68,52	66,32	64,25	62,53	60,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	17,15	19,35	21,42	23,14	25,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,72	3,23	2,38	1,93	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	85,67	64,35	61,32	58,45	56,21	54,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 45

		ЗМ$_В$, %	0	21,32	24,35	27,22	29,46	31,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	7,11	4,06	3,02	2,46	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	85,67	60,32	52,32	48,62	46,32	45,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	25,35	33,35	37,05	39,35	40,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0	8,450	5,558	4,117	3,279	2,696	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	М$_В$, %	85,67	70,3	65,42	64,23	63,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	15,37	20,25	21,44	22,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	5,12	3,38	2,38	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	85,67	67,21	64,36	63,21	62,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	18,46	21,31	22,46	23,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	6,15	3,55	2,50	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	85,67	64,32	60,22	58,45	56,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	21,35	25,45	27,22	29,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	7,12	4,24	3,02	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	85,67	60,32	55,32	52,12	50,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	25,35	30,35	33,55	35,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0	8,450	5,058	3,728	2,968	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	85,67	52,12	44,61	49,12	38,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	33,55	41,06	36,55	47,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0	11,183	6,843	4,061	3,960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	М$_В$, %	85,67	66,53	62,85	60,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	19,14	22,82	24,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	6,38	3,80	2,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	85,67	65,56	62,32	60,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	20,11	23,35	25,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	6,70	3,89	2,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	85,67	60,32	55,2	50,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	25,35	30,47	35,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	8,45	5,08	3,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	85,67	53,62	45,23	42,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	32,05	40,44	42,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0	10,683	6,740	4,757	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	85,67	46,52	36,21	30,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	39,15	49,46	55,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 45

		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	13,05	8,24	6,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	М$_В$, %	85,67	65,23	56,53	59,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	20,44	29,14	25,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	6,81	4,86	2,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	85,67	61,32	59,01	57,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	24,35	26,66	27,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	8,12	4,44	3,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	85,67	58,12	47,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	27,55	38,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	9,18	6,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	85,67	45,62	40,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	40,05	45,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0	13,350	7,612	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	85,67	36,45	26,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	49,22	59,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	16,41	9,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Talisman																	
20	30	М$_В$, %	80,23	72,32	70,13	69,06	68,03	67,25	66,62	66,26	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	7,91	10,1	11,17	12,2	12,98	13,61	13,97	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0	2,64	1,68	1,24	1,02	0,87	0,76	0,67	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	80,23	71,03	69,11	68,26	67,56	66,98	65,92	65,24	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	9,2	11,12	11,97	12,67	13,25	14,31	14,99	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	3,07	1,85	1,33	1,06	0,88	0,80	0,71	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	80,23	69,56	67,53	65,36	64,25	63,23	62,18	61,02	60,18	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	10,67	12,7	14,87	15,98	17	18,05	19,21	20,05	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	3,56	2,12	1,65	1,33	1,13	1,00	0,91	0,84	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	80,23	64,32	62,11	60,32	58,69	56,85	55,36	54,36	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	15,91	18,12	19,91	21,54	23,38	24,87	25,87	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	5,30	3,02	2,21	1,80	1,56	1,38	1,23	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	80,23	61,54	58,56	56,36	54,97	53,98	52,65	51,2	-	-	-	-	-	-	
		ЗМ$_В$, %	0	18,69	21,67	23,87	25,26	26,25	27,58	29,03	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	6,23	3,61	2,65	2,11	1,75	1,53	1,38	-	-	-	-	-	-	-
40	30	М$_В$, %	80,23	70,32	67,02	65,32	64,85	64,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	9,91	13,21	14,91	15,38	16,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	3,30	2,20	1,66	1,28	1,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 45

	40	$М_В$, %	80,23	69,23	67,32	65,25	64,35	63,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	11	12,91	14,98	15,88	17,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,67	2,15	1,66	1,32	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,23	64,56	62,32	60,12	59,65	58,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	15,67	17,91	20,11	20,58	21,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,22	2,99	2,23	1,72	1,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,23	61,32	56,22	53,62	51,95	50,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	18,91	24,01	26,61	28,28	30,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,30	4,00	2,96	2,36	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	80,23	53,62	48,56	45,62	42,65	41,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	26,61	31,67	34,61	37,58	38,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0	8,870	5,278	3,846	3,132	2,575	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_В$, %	80,23	68,56	64,35	62,31	60,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	11,67	15,88	17,92	19,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,89	2,65	1,99	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,23	67,56	63,56	60,32	59,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	12,67	16,67	19,91	21,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,22	2,78	2,21	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,23	60,23	57,25	55,12	53,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	20	22,98	25,11	26,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,67	3,83	2,79	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	80,23	54,52	50,32	48,65	46,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	25,71	29,91	31,58	33,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	8,57	4,99	3,51	2,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	80,23	48,96	42,36	38,65	35,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	31,27	37,87	41,58	45,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0	10,42 3	6,312	4,620	3,752	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_В$, %	80,23	65,23	59,62	55,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	15	20,61	24,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,00	3,44	2,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	80,23	63,32	58,45	55,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	16,91	21,78	24,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,64	3,63	2,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	80,23	56,36	51,32	48,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	23,87	28,91	31,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 45

		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	7,96	4,82	3,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	80,23	50,32	54,23	40,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	29,91	26	40,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0	9,970	4,333	4,453	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	80,23	44,23	32,62	28,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	36	47,61	51,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	12,00	7,94	5,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	М$_В$, %	80,23	60,32	56,36	54,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	19,91	23,87	25,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	6,64	3,98	2,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	80,23	59,65	55,54	53,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	20,58	24,69	26,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	6,86	4,12	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	80,23	50,32	43,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	29,91	37,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	9,97	6,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	80,23	42,11	36,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	38,12	43,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0	12,707	7,328	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	М$_В$, %	80,23	32,56	22,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	47,67	57,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	15,89	9,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сорт Krupnoplidna																	
20	30	М$_В$, %	79,34	72,32	70,32	69,02	68,56	68,12	67,88	67,72	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	7,02	9,02	10,32	10,78	11,22	11,46	11,62	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0	2,34	1,50	1,15	0,90	0,75	0,64	0,55	-	-	-	-	-	-	-
	40	М$_В$, %	79,34	71,45	70,53	69,85	68,87	68,02	67,52	67,37	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	7,89	8,81	9,49	10,47	11,32	11,82	11,97	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	2,63	1,47	1,05	0,87	0,75	0,66	0,57	-	-	-	-	-	-	-
	50	М$_В$, %	79,34	70,32	68,23	66,34	65,56	64,65	63,85	62,99	62,46	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	9,02	11,11	13	13,78	14,69	15,49	16,35	16,88	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	3,01	1,85	1,44	1,15	0,98	0,86	0,78	0,70	-	-	-	-	-	-
	60	М$_В$, %	79,34	69,92	66,84	64,23	62,02	59,86	57,83	55,8	-	-	-	-	-	-	-
		ЗМ$_В$, %	0	9,42	12,5	15,11	17,32	19,48	21,51	23,54	-	-	-	-	-	-	-
		υ ЗМ$_В$, %/год	0,00	3,14	2,08	1,68	1,44	1,30	1,20	1,12	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 45

	70	$М_В$, %	79,34	62,32	60,12	58,23	56,36	54,95	53,95	53,43	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	17,02	19,22	21,11	22,98	24,39	25,39	25,91	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,67	3,20	2,35	1,92	1,63	1,41	1,23	-	-	-	-	-	-	-
40	30	$М_В$, %	79,34	70,32	69,03	68,12	67,25	66,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	9,02	10,31	11,22	12,09	12,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,01	1,72	1,25	1,01	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	79,34	69,12	68,23	67,33	66,45	66,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	10,22	11,11	12,01	12,89	13,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,41	1,85	1,33	1,07	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	79,34	65,32	63,23	62,12	61,02	60,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	14,02	16,11	17,22	18,32	18,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,67	2,69	1,91	1,53	1,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	79,34	63,23	59,12	56,32	53,65	51,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	16,11	20,22	23,02	25,69	28,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,37	3,37	2,56	2,14	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	79,34	56,63	50,32	44,56	42,32	41,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	22,71	29,02	34,78	37,02	38,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	7,57	4,84	3,86	3,09	2,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_В$, %	79,34	68,56	65,12	63,32	61,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	10,78	14,22	16,02	18,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,59	2,37	1,78	1,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	79,34	66,36	63,56	62,45	61,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	12,98	15,78	16,89	17,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,33	2,63	1,88	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	79,34	62,32	59,89	58,45	57,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	17,02	19,45	20,89	22,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,67	3,24	2,32	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	79,34	59,32	53,12	49,62	47,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	20,02	26,22	29,72	31,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,67	4,37	3,30	2,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	79,34	50,32	42,36	38,52	36,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	29,02	36,98	40,82	42,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	9,67	6,16	4,54	3,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_В$, %	79,34	64,53	60,32	58,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	14,81	19,02	21,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,94	3,17	2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 45

	40	$М_В$, %	79,34	60,32	58,12	57,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	19,02	21,22	21,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,34	3,54	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	79,34	58,36	55,21	53,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	20,98	24,13	26,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,99	4,02	2,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	79,34	54,12	45,12	42,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	25,22	34,22	36,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0	8,407	5,703	4,047	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	79,34	44,23	34,56	29,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	35,11	44,78	50,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	11,70	7,46	5,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_В$, %	79,34	60,32	58,23	56,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	19,02	21,11	23,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,34	3,52	2,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	79,34	58,65	56,45	55,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	20,69	22,89	23,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,90	3,82	2,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	78,11	53,01	46,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	25,1	31,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	8,37	5,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	79,34	45,62	37,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	33,72	42,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0	11,240	7,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	79,34	38,65	23,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	40,69	55,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	13,56	9,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вишня сорт Griot Melitopolskyy																	
20	30	$М_В$, %	78,51	72,31	71,45	70,68	70,33	70,03	69,65	69,54	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	6,2	7,06	7,83	8,18	8,48	8,86	8,97	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0	2,07	1,18	0,87	0,68	0,57	0,49	0,43	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	78,51	70,98	70,22	69,81	69,41	69,02	68,69	68,39	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	7,53	8,29	8,7	9,1	9,49	9,82	10,12	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,51	1,38	0,97	0,76	0,63	0,55	0,48	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	78,51	69,45	68,85	68,21	67,75	67,32	66,94	66,62	66,43	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 45

		$ЗМ_В$, %	0	9,06	9,66	10,3	10,76	11,19	11,57	11,89	12,08	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,02	1,61	1,14	0,90	0,75	0,64	0,57	0,50	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	78,51	68,45	66,12	64,12	62,35	61,23	60,23	59,29	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	10,06	12,39	14,39	16,16	17,28	18,28	19,22	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,35	2,07	1,60	1,35	1,15	1,02	0,92	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	78,51	66,36	64,23	62,11	60,03	58,01	56,35	55,38	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	12,15	14,28	16,4	18,48	20,5	22,16	23,13	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,05	2,38	1,82	1,54	1,37	1,23	1,10	-	-	-	-	-	-	-
40	30	$М_В$, %	78,51	71,23	70,42	69,88	69,16	68,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	7,28	8,09	8,63	9,35	9,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,43	1,35	0,96	0,78	0,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	78,51	69,68	68,98	68,44	67,91	67,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	8,83	9,53	10,07	10,6	11,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,94	1,59	1,12	0,88	0,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	78,51	68,02	67,12	66,44	65,85	65,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	10,49	11,39	12,07	12,66	12,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,50	1,90	1,34	1,06	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	78,51	65,63	62,11	60,02	58,45	56,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	12,88	16,4	18,49	20,06	21,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,29	2,73	2,05	1,67	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	78,51	61,53	56,32	54,02	52,45	51,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	16,98	22,19	24,49	26,06	27,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,66	3,70	2,72	2,17	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	$М_В$, %	78,51	69,56	68,02	66,45	65,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	8,95	10,49	12,06	12,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	2,98	1,75	1,34	1,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	78,51	67,55	66,12	65,02	64,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	10,96	12,39	13,49	14,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	3,65	2,07	1,50	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	78,51	65,36	64,23	63,25	62,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	13,15	14,28	15,26	16,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,38	2,38	1,70	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	78,51	60,32	56,12	53,65	52,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	18,19	22,39	24,86	25,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	6,06	3,73	2,76	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	78,51	55,62	50,12	47,69	45,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці Д 45

		$ЗМ_В$, %	0	22,89	28,39	30,82	32,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0	7,630	4,732	3,424	2,748	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	30	$М_В$, %	78,51	66,45	64,23	63,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	12,06	14,28	15,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,02	2,38	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	78,51	64,89	63,45	62,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	13,62	15,06	16,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,54	2,51	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	78,51	63,86	61,54	60,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	14,65	16,97	18,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,88	2,83	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	78,51	56,32	50,32	47,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	22,19	28,19	31,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0	7,397	4,698	3,480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	78,51	50,32	41,52	35,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	28,19	36,99	42,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	9,40	6,17	4,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	30	$М_В$, %	78,51	64,45	61,78	60,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	14,06	16,73	18,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	4,69	2,79	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	$М_В$, %	78,51	62,56	60,45	59,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	15,95	18,06	18,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	5,32	3,01	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	$М_В$, %	78,51	56,32	51,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	22,19	27,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	7,40	4,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	$М_В$, %	78,51	51,46	42,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	27,05	36,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0	9,017	6,038	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70	$М_В$, %	78,51	42,32	27,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$ЗМ_В$, %	0	36,19	51,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		υ $ЗМ_В$, %/год	0,00	12,06	8,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця Д.46

Значення осмотичних коефіцієнтів при дегідратації заморожених плодів черешні та вишні

Т розчину, °С	С розчину, %	Сорт Kazka		Сорт Talisman		Сорт Krupnoplidna		Сорт Griot Melitopolskyy	
		$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$	$k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$
20	30	1,28	3,71	1,08	2,62	1,25	2,48	0,91	2,64
	40	0,86	1,00	0,73	2,09	0,74	2,56	0,60	2,39
	50	0,92	0,84	0,75	2,05	0,76	2,98	0,56	2,76
	60	0,88	0,65	0,76	1,99	0,80	2,57	0,65	1,82
	70	0,86	0,56	0,78	2,08	0,80	3,20	0,70	1,90
40	30	2,26	1,61	2,06	2,66	2,51	2,65	1,85	2,29
	40	1,42	1,04	1,24	1,60	1,35	1,83	1,12	1,84
	50	1,31	0,85	1,06	1,78	1,15	2,58	0,86	1,66
	60	1,28	0,72	1,13	1,57	1,25	1,90	0,99	1,41
	70	1,25	0,65	1,06	1,81	1,19	2,05	0,90	1,29
60	30	2,91	1,62	2,49	1,85	3,53	2,30	2,40	2,36
	40	1,78	1,11	1,54	1,59	1,78	1,98	1,43	1,64
	50	1,69	0,97	1,39	1,57	1,50	1,83	1,16	1,41
	60	1,37	0,81	1,20	1,72	1,34	1,60	1,09	1,29
	70	1,31	0,79	1,17	2,32	1,28	1,44	1,01	1,01
80	30	3,08	1,84	2,74	1,77	3,81	2,54	2,56	1,80
	40	1,85	1,17	1,67	1,66	1,97	2,15	1,52	1,48
	50	1,84	1,07	1,52	1,31	1,62	1,45	1,21	1,04
	60	1,52	0,95	1,34	1,27	1,45	1,21	1,22	0,90
	70	1,45	0,89	1,30	1,03	1,42	1,06	1,19	0,92
100	30	3,11	1,92	2,75	1,80	3,99	2,73	2,73	1,85
	40	1,93	1,33	1,72	1,43	2,04	1,86	1,57	1,34
	50	1,93	1,13	1,70	1,10	1,86	1,15	1,48	0,93
	60	1,55	1,10	1,41	1,01	1,57	1,02	1,31	0,81
	70	1,53	1,08	1,40	0,99	1,54	0,96	1,34	0,83

$k_{\text{ОСМ}}^{\text{ЗАГ}}$ – осмотичний коефіцієнт за весь період дегідратації, $k_{\text{ОСМ}}^{\text{З}}$ – осмотичний коефіцієнт за перші три години дегідратації

Таблиця Д.47

Результати сенсорної оцінки цукатів із заморожених плодів

Концентрація сиропу, %	Температура сиропу, °С	Сорт плодів	Середня оцінка, бал	Наявні відхилення виявлених ознак
30	20	Kazka	4,05	Наявні деформовані плоди, порушеної форми, зморщені; смак – не гармонійний, не достатньо солодкий; аромат – не ярко виражений, майже відсутній, наявні не рівномірно дегідратовані плоди, консистенція – суха, жорстка, шкірочка занадто виражена, суха
		Talisman	4,12	
		Krupnoplidna	4,65	
		Griot Melitopolskyy	5,05	
	40	Kazka	4,11	
		Talisman	4,12	
		Krupnoplidna	4,78	
		Griot Melitopolskyy	5,15	
	60	Kazka	5,12	
		Talisman	5,23	
		Krupnoplidna	5,98	
		Griot Melitopolskyy	6,18	
	80	Kazka	5,23	
		Talisman	5,25	
		Krupnoplidna	6,05	
		Griot Melitopolskyy	6,25	
	100	Kazka	5,38	
		Talisman	5,45	
		Krupnoplidna	6,15	
		Griot Melitopolskyy	6,95	
40	20	Kazka	7,89	Плоди не рівномірно гідратовані, смак - не гармонійний, не достатньо солодкий, аромат – не ярко виражений, майже відсутній
		Talisman	7,90	
		Krupnoplidna	7,88	
		Griot Melitopolskyy	7,95	
	40	Kazka	7,98	
		Talisman	8,03	
		Krupnoplidna	8,11	
		Griot Melitopolskyy	8,15	
	60	Kazka	7,98	
		Talisman	8,00	
		Krupnoplidna	8,05	

Продовження таблиці Д.47

Концентрація сиропу, %	Температура сиропу, °С	Сорт плодів	Середня оцінка, бал	Наявні відхилення виявлених ознак
		Griot Melitopolskyy	8,15	
	80	Kazka	8,32	
		Talisman	8,45	
		Krupnoplidna	8,58	
		Griot Melitopolskyy	8,64	
	100	Kazka	8,30	
		Talisman	8,50	
		Krupnoplidna	8,50	
		Griot Melitopolskyy	8,70	
50	20	Kazka	7,92	Смак - не гармонійний, не достатньо солодкий
		Talisman	7,90	
		Krupnoplidna	7,85	
		Griot Melitopolskyy	7,95	
	40	Kazka	7,80	
		Talisman	8,12	
		Krupnoplidna	8,15	
		Griot Melitopolskyy	8,15	
	60	Kazka	8,05	
		Talisman	8,00	
		Krupnoplidna	8,05	
		Griot Melitopolskyy	8,20	
	80	Kazka	8,35	
		Talisman	8,45	
		Krupnoplidna	8,55	
		Griot Melitopolskyy	8,65	
	100	Kazka	8,32	
		Talisman	8,55	
		Krupnoplidna	8,50	
		Griot Melitopolskyy	8,72	

Продовження таблиці Д.47

Концентрація сиропу, %	Температура сиропу, °С	Сорт плодів	Середня оцінка, бал	Наявні відхилення виявлених ознак
60	20	Kazka	7,75	Наявні зморщені, деформовані, не рівномірно дегідратовані плоди, з'являються екземпляри з сухою та жорсткою консистенцією
		Talisman	7,85	
		Krupnoplidna	7,85	
		Griot Melitopolskyy	7,90	
	40	Kazka	7,90	
		Talisman	8,00	
		Krupnoplidna	8,15	
		Griot Melitopolskyy	8,15	
	60	Kazka	8,00	
		Talisman	8,00	
		Krupnoplidna	8,00	
		Griot Melitopolskyy	8,15	
	80	Kazka	8,30	
		Talisman	8,30	
		Krupnoplidna	8,60	
		Griot Melitopolskyy	8,60	
	100	Kazka	8,25	
		Talisman	8,45	
		Krupnoplidna	8,50	
		Griot Melitopolskyy	8,65	

Продовження таблиці Д.47

Концентрація сиропу, %	Температура сиропу, °С	Сорт плодів	Середня оцінка, бал	Наявні відхилення виявлених ознак
70	20	Kazka	4,13	Зморщені, деформовані, не рівномірно дегідратовані плоди, консистенція – суха, жорстка, крихка; смак – не гармонійний занадто солодкий, присутній виражений запах осмотичного агенту, природній аромат відсутній, за високих Temperatur колір темно-бордовий, інколи коричневий
		Talisman	4,20	
		Krupnoplidna	4,28	
		Griot Melitopolskyy	4,52	
	40	Kazka	4,15	
		Talisman	4,35	
		Krupnoplidna	4,25	
		Griot Melitopolskyy	4,73	
	60	Kazka	4,05	
		Talisman	4,15	
		Krupnoplidna	4,44	
		Griot Melitopolskyy	4,62	
	80	Kazka	3,95	
		Talisman	3,82	
		Krupnoplidna	3,98	
		Griot Melitopolskyy	4,12	
	100	Kazka	3,65	
		Talisman	3,77	
		Krupnoplidna	3,79	
		Griot Melitopolskyy	3,82	

Таблиця Д.48

Результати сенсорної оцінки цукатів із заморожених плодів черешні та вишні після багатостадійної дегідратації

Варіант досліду	Сорт сировини	Дегустаційні оцінки, бали					Сумарна оцінка, бал	Середня оцінка, бал
		Зовнішній вигляд	смак	запах	колір	консистенція		
Варіант 1	Kazka	8,1	7,5	8,4	8,2	8	40,2	8,04
	Talisman	8,1	7,4	8,4	8	8	39,9	7,98
	Krupnoplidna	8	7,5	8,6	8	8	40,1	8,02
	Griot Melitopolskyy	8,2	7,6	8,6	8,2	8	40,6	8,12
	Середня оцінка	8,1	7,5	8,5	8,1	8,0	40,2	8,04
Варіант 2	Kazka	9	9	8,5	9	9	44,5	8,9
	Talisman	9	9	8,4	9	9	44,4	8,88
	Krupnoplidna	9	9	8,6	9	9	44,6	8,92
	Griot Melitopolskyy	9	9	8,5	9	9	44,5	8,9
	Середня оцінка	9,0	9,0	8,5	9,0	9,0	44,5	8,9
Варіант 3	Kazka	8,2	7,1	7,3	7,5	8	38,1	7,62
	Talisman	8,1	7	7,1	7,4	8	37,6	7,52
	Krupnoplidna	8,3	7,2	7,2	7,6	8	38,3	7,66
	Griot Melitopolskyy	8,2	7,1	7,2	7,5	8	38	7,6
	Середня оцінка	8,2	7,1	7,2	7,5	8,0	38	7,6

ДОДАТОК Е
ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ

Таблиця Е.1

Динаміка споживання плодово-ягідної продукції населенням України

Вид продукції	НОНС, кг/рік на душу	1990	2000	2005	2010	2020	2022	2023	Індикатор достатності споживання у 2023 р,%
Плоди, ягоди і виноград	90	47,2	29,3	37,1	48,8	50,9	56,5	47,5	52,77
Калорійність раціону, ккал	3600	3597	2661	2916	2933	2674	2677	2662	73,94

Таблиця Е.2

Перелік основного обладнання, що використовується під час охолодження та зберігання плодів при застосування різних технологій

Найменування обладнання	Технології охолодження			
	повільного	інтенсивного	гідроохолодження	інтенсивного гідроохолодження (проектна)
Камера інтенсивного охолодження	-	+	-	+
Камера зберігання	+	+	+	+
Гідрокулер	-	-	+	+

Таблиця Е.3

Вихідні дані щодо розрахунку продуктивності обладнання при застосуванні різних способів охолодження

Найменування обладнання	Спосіб охолодження			
	ППС	ПІС	ГО	КС (проектний)
Камера інтенсивного охолодження	-	110 хв	-	30 хв
Камера зберігання (для охолодження)	250 хв.	-	-	-
Гідрокулер	-	-	10хв	10 хв
Термін зберігання , діб	30діб	40	40	40

Таблиця Е.4

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при застосуванні технології повільного способу охолодження, грн./т Контрольна технологія (за даними підприємства)

Інгредієнти	Од.вим	Оптова ціна, грн/кг	Норматив витрати сировини,	Вартість грн/т
Для черешні				
Черешня	т	60 000	1	60 000
Разом, грн./т				60 000
Для вишні				
Вишня	т	60 000	1	60 000
Разом, грн./т				60 00

Таблиця Е.5

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при застосуванні технології комбінованого способу охолодження (проектний), грн./т

Інгредієнти	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини, кг	Вартість сировини, грн/кг
Для черешні				
Черешня	т	60 000	1	60 000
Кислота оцтова крижана 99,9% (харчова)	л	79	34,1	2 693,9
Молочна кислота 80% (харчова)	л	123	54,24	6 671,52
Вода	$м^3$	16,0	2,0	32,0
Разом, грн./т				69 397,42
Для вишні				
Вишня	т	60 000	1	60 000
Кислота оцтова крижана 99,9% (харчова)	л	79	39,32	3 106,28
Молочна кислота 80% (харчова)	л	123	55,42л	6 816,66
Вода	$м^3$	16,0	2,0	32,0
Разом, грн./т				69 954,94

Таблиця Е.6

Розрахунок витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні потреби» при застосуванні технології повільного способу охолодження, грн./т, контрольна технологія (за даними підприємства)

Вид енергоресурсу	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини,	Вартість грн/т
Для черешні				
Електроенергія	кВт	5,0	22,24	111,2
Разом, грн./т				111,2
Для вишні				
Електроенергія	кВт	5,0	22,24	111,2
Разом, грн./т				111,2

Таблиця Е.7

Розрахунок витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні потреби» при застосуванні технології комбінованого способу охолодження (проектний), грн./т

Вид енергоресурсу	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини,	Вартість грн/т
Для черешні				
Електроенергія	кВт	5,0	5,8	29,0
Разом, грн./т				29,0
Для вишні				
Електроенергія	кВт	5,0	5,8	29,0
Разом, грн./т				29,0

Таблиця Е.8

Розрахунок витрат за статтею «Зворотні відходи» при застосуванні повільного способу охолодження, грн./т
Контрольна технологія (за даними підприємства)

Показник	Од.вим	Оптова ціна, грн	Відходи	Вартість грн/т
Для черешні				
Відходи під час зберігання	кг	60 000	62	3 720
Разом, грн./т				3 720
Для вишні				
Відходи під час зберігання	кг	60 000	113,8	6 828,0
Разом, грн./т				6 828,0

Таблиця Е.9

Розрахунок витрат за статтею «Зворотні відходи» при застосуванні технології комбінованим способом охолодження (проектний), грн./т

Показник	Од.вим	Оптова ціна, грн	Відходи	Вартість грн/т
Для черешні				
Відходи під час зберігання	кг	60 000	29	1 740,0
Разом, грн./т				
Для вишні				
Відходи під час зберігання	кг	60 000	56	3 360,0
Разом, грн./т				

Таблиця Е.10

Розрахунок витрат за статтею «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання та устаткування» при застосуванні різних способів охолодження, грн./т

Показник	Од. вим	ППС	КС	Різниця %
Для черешні				
Разом, грн./т		22,0	11,0	-11,0
Для вишні				
Разом, грн./т		22,0	12,8	-9,2

Таблиця Е.11

Розрахунок витрат за статтею «Загальновиробничі витрати» при застосуванні різних способів охолодження, грн./т

Показник	Од. вим	ППС	КС	Різниця %
Для черешні				
Разом, грн./т		93,8	47,0	-46,8
Для вишні				
Разом, грн./т		88,62	45,0	-46,62

Таблиця Е.12

Розрахунок витрат за статтею «Адміністративні витрати» при застосуванні різних способів охолодження, грн./т

Показник	Од. вим	ППС	КС	Різниця %
Для черешні				
Разом, грн./т		112,8	64,46	- 48,34
Для вишні				
Разом, грн./т		116,2	62,3	-53,9

Таблиця Е.13.

Розрахунок зміни поточних витрат на обробку та зберігання черешні, грн/т

Статті, за якими змінюються витрати	Розмір витрат при технології , грн		Різниця – (економія) + (зростання)
	ППС	КС	
Сировина та основні матеріали	60 032	69 954,42	+9 954,42
Паливо й енергія на технологічні потреби	111,2	29,0	- 82,2
Зворотні відходи (вираховуються)	3 720,0	1740,0	– 1 980,0
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання та устаткування	22,0	11,0	– 11,0
Загальновиробничі витрати	1385,0	900,2	-484,75
Виробнича собівартість	83 101,44	90 935,86	+ 7 396,47
Адміністративні витрати	1 662,02	997,21	- 664,79
Повна собівартість	87 760	94 491,68	+ 6 731,68

Таблиця Е.14.

Розрахунок зміни поточних витрат на зберігання вишні, грн/т

Статті, за якими змінюються витрати	Розмір витрат , грн		Різниця – (економія) + (зростання)
	ППС	КС	
Сировина та основні матеріали	60 032	69 954,94	+9 922,94
Паливо й енергія на технологічні потреби	111,2	29,0	- 82,2
Зворотні відходи (вираховуються)	6 828,0	3 360,0	– 3 468,0
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання та устаткування	22,0	12,8	-9,2
Загальновиробничі витрати	1385,0	941,8	-443,2
Виробнича собівартість	86209,44	92 526,36	+ 5920,34
Адміністративні витрати	1 662,02	1013,67	-648,35
Повна собівартість	88 881,93	94 153,92	+ 5271,99

Таблиця Е.15

Показники виходу стандартної продукції після зберігання з застосуванням різних технологій обробки та зберігання,%:

Найменування обладнання	Технологія охолодження			
	ППС	ІПС	ГО	КС (проектний)
Термін зберігання (діб)	30	40	40	40
Черешня				
1 сорт	79,03%	87,66%	90,58%	96,98%
2 сорт	6,31%	4,68%	3,22%	0,92%
Вишня				
1 сорт	73,00%	78,44%	83,02%	88,29%
2 сорт	6,97%	6,53%	5,60%	3,96%

Таблиця Е.16

Ринкова ціна реалізації черешні та вишні у 2024 р по сортах, грн/кг

Вид та категорія продукції	Ціна реалізації, грн/кг		
	У свіжому вигляді	Після зберігання в свіжому вигляді 40 діб	Різниця
Черешня			
1 сорт	98	175	77,0
2 сорт	80	155	75,0
Вишня			
1 сорт	98	175	77,0
2 сорт	80	155	75,0

Таблиця Е.17

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при виробництві 1 т цукатів із свіжих плодів черешні грн./т

Інгредієнти	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини, кг	Вартість сировини, грн/кг
Черешня	кг	60	3 143	188 580
Цукор	кг	28	5430	152 040
Лимон	кг	65	517,4	33 630
Вода	$м^3$	16,0	500	210
Разом, грн./т				375 460

Таблиця Е.18

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при Виробництві 1 т цукатів із свіжих плодів вишні грн./т

Інгредієнти	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини, кг	Вартість сировини, грн/кг
Вишня	кг	60	3 143	188 580
Цукор	кг	28	5430	152 040
Лимон	кг	65	517,4	33 630
Вода	$м^3$	16,0	500	210
Разом, грн./т				375 460

Таблиця Е. 19

Розрахунок витрат за статтею «Допоміжні і таропакувальні матеріали» при виробництві 1 т цукатів із свіжих плодів черешні та вишні грн./т

Інгредієнти	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини, кг	Вартість сировини, грн/кг
Пакет пакувальний прозорий поліетиленовий 15*15,щільність 32мкм	шт	0,47	5000	2 360
Гофрокороб 400*350*285	шт	32	100	3 200
Етикетка для гофрокороба	шт	1,3	100	130
Стрічка для обандеролювання	п.м.	0,1	50	5,0
Миючи та дезінфікуючи засоби				50
Разом, грн./т				5 745

Таблиця Е.20

Розрахунок витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні потреби» при виробництві 1 т цукатів із свіжих плодів черешні та вишні, грн./т

Вид енергоресурсу	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини,	Вартість грн/т
Для черешні та вишні				
Електроенергія	кВт	5,0	56	280,0
Разом, грн./т				280,0

Таблиця Е.21

Розрахунок витрат за статтею «Зворотні відходи» при виробництві 1 т цукатів із свіжих плодів черешні та вишні , *грн./т*

Показник	Од.вим	Оптова ціна, грн	Відходи	Вартість грн/т
плодоніжка та кісточки з плодів	кг	100	314	31400
Разом, грн./т				31400

Таблиця Е.22

Розрахунок повної собівартості виробництва 1 т цукатів із свіжих плодів черешні та вишні

№ П.п	Статті витрат	Витрати на 1 т цукатів з черешні, тис. грн	Витрати на 1 т цукатів з вишні, тис. грн
1	Сировина та основні матеріали	375 460	375 460
2	Допоміжні і таропакувальні матеріали	5 745	5 745
3	Паливо й енергія на технологічні цілі	280,0	280,0
4	Зворотні відходи (вираховуються)	0	0
5	Основна заробітна плата робітників	2 680	2 680
6	Додаткова заробітна плата	870	870
7	Відрахування на обов'язкове соціальне страхування	958	958
8	Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції	270	270
9	Витрати на утримання та експлуатацію машин та обладнання	3 360	3 360
10	Загальновиробничі витрати	6 040	6 040
11	**Виробнича собівартість**	395 663	395 663
12	Адміністративні витрати	8 350	8 350
13	Попутна продукція (вираховується)	- 182 000	-196 000
14	Витрати. на збут.	5 930	5 930
15	Інші витрати	1 970	1 970
16	**Повна собівартість**	216 334	215 913

Таблиця Е.23

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при виробництві 1 т цукатів з заморожених плодів черешні (2сорт), грн./т

Інгредієнти	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини, кг	Вартість сировини, грн/кг
Черешня	кг	155	3 143	487 165
Цукор	кг	28	5430	152 040
Лимон	кг	65	517,4	33 630
Вода	$м^3$	16,0	500	210
Разом, грн./т				673 045

Таблиця Е.24

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при Виробництві 1 т цукатів з заморожених плодів вишні (2сорт), грн./т

Інгредієнти	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини, кг	Вартість сировини, грн/кг
Вишня	кг	155	3 143	487 165
Цукор	кг	28	5430	152 040
Лимон	кг	65	517,4	33 630
Вода	$м^3$	16,0	500	210
Разом, грн./т				673 045

Таблиця Е.25

Розрахунок витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні потреби» при виробництві 1 т цукатів з заморожених плодів черешні та вишні, грн./т

Вид енергоресурсу	Од.вим	Оптова ціна, грн	Норматив витрати сировини,	Вартість грн/т
Електроенергія	кВт	5,0	36	180,0
Разом, грн./т				180,0

Таблиця Е.26

Розрахунок повної собівартості виробництва 1 т цукатів із заморожених плодів черешні та вишні

№ П.п	Статті витрат	Витрати на 1 т цукатів з черешні, тис. грн	Витрати на 1 т цукатів з вишні, тис. грн
1	Сировина та основні матеріали	673045	673045
2	Допоміжні і таропакувальні матеріали	5 745	5 745
3	Паливо й енергія на технологічні цілі	180,0	180,0
4	Зворотні відходи (вираховуються)	0	0
5	Основна заробітна плата робітників	2 680	2 680
6	Додаткова заробітна плата	870	870
7	Відрахування на обов'язкове соціальне страхування	958	958
8	Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції	270	270
9	Витрати на утримання та експлуатацію машин та обладнання	3 360	3 360
10	Загальновиробничі витрати	6 040	6 040
11	**Виробнича собівартість**	783 148	783 148
12	Адміністративні витрати	8 350	8 350
13	Попутна продукція (вираховується)	- 280 000	- 294 000
14	Витрати. на збут.	5 930	5 930
15	Інші витрати	1 970	1 970
16	**Повна собівартість**	519 398	505 398

ДОДАТОК Ж

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ У ВИРОБНИЦТВО

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
д.т.н., проф.
_____ Надикто В. Т.
«2» 03 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ МЖК «Південний»
(найменування організації)
Куценко Є. М.
(ПІБ керівника організації)
«2» 03 2020 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ТОВ МЖК «Південний»
(найменування організації)

Куценко Є.М.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрах харочових технологій та готельно-ресторанної справи , плодоовочівництва, виноградарства та біохімії

вартістю без оплати
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені ТОВ МЖК «Південний»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів охолодження,зберігання та переробки плодів черешні та вишні

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

5. Дослідно-промислова перевірка: 30.05.2020-01.09.2020

6. Впроваджені: в промислове виробництво довготривалого зберігання плодів черешні та вишні методом заморожування

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

10. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено зберігання плодів черешні та вишні методом заморожуванняз подальшою переробкою плодів на цукати. Запровадження даного способу зберігання плодів черешні та вишні дозволяє продовжити термін зберігання плодів черешні та вишні до шести місяців з максимальним збереженням функціонально-технологічних та сенсорних характеристик плодів, чим дозволяє вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісними плодами черешні та вишні з подальшою її переробкою та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Використання способу переробки плодів шляхом заморожування сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання дослідної продукції високої харчової цінності. Реалізація способу переробки плодів черешні та вишні не потребує залучення до технологічного процесу зберігання спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ТОВ МЖК «Південний»
(найменування підприємства)
Директор _____
(Підпис)
Куценко Є.М.
(ПІБ посадової особи)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:
(найменування установи)
д.т.н., зав. каф. ХТГРС
_____ Присс О.П.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.г.н., зав. каф. плодоовочівництва, виноградарства та біохімії
_____ Колесніков М.О.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.-г.н., доц. каф. плодоовочівництва, виноградарства та біохімії
_____ Іванова І.Є.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
д.т.н., проф.
_____Надикто В.Т.
«30» ____ 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ МЖК «Південний»
(найменування організації)
_____Куценко Є. М.
(ПІБ керівника організації)
«30» ____ 2020 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ____ТОВ МЖК «Південний»_____
(найменування організації)

Куценко Є.М.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрах харочових технологій та готельно-ресторанної справи , плодоовочівництва, виноградарства та біохімії

вартістю ___без оплати_____
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені _____ТОВ МЖК «Південний»_____
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів охолодження, зберігання та переробки плодової сировини при зберіганні та переробці

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

5. Дослідно-промислова перевірка: 01.06.2020-30.12.2020

6. Впроваджені: в промислове виробництво цукатів з заморожених плодів черешні та вишні

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

8. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено технологію виробництва цукатів з заморожених плодів черешні та вишні. Запровадження даної технології дозволяє продовжити термін споживання плодів черешні та вишні у вигляді цукатів до 11 місяців з максимальним збереженням якісних характеристик. Це дозволяє вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісною продукцією та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Використання розробленої технології сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання продукції високої харчової цінності з доданою вартістю. Реалізація нової технології не потребує залучення до технологічного процесу зберігання та переробки спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ТОВ МЖК «Південний»
(найменування підприємства)
Директор _____
(Підпис)
Куценко Є.М.
(ПІБ посадової особи)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:
(найменування установи)
д.т.н., зав. каф. ХТГРС
_____ Присс О.П.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.г.н., зав. каф. плодоовочівництва, виноградарства та біохімії
_____ Колесніков М.О.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.-г.н., доц. каф. плодоовочівництва, виноградарства та біохімії
_____ Іванова І.Є.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
д.т.н., проф.
_____Надикто В. Т.
«2» 02 _____ 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ МЖК «Південний»
Куценко Є. М.
«2» 02 _____ 2020 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ____ТОВ МЖК «Південний»_____
(найменування організації)

Куценко Є.М.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрах харочових технологій та готельно-ресторанної справи , плодоовочівництва, виноградарства та біохімії

вартістю ___без оплати_____
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені _____ТОВ МЖК «Південний»_____
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів зберігання та переробки плодів черешні та вишні

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові_____

5. Дослідно-промислова перевірка: 30.05.2020-01.02.2021_____

6. Впроваджені: в промислове виробництво технологія зберігання плодів черешні та вишні з обробкою органічною композицією комбінованим способом

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

8. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено технологію зберігання плодів черешні та вишні комбінованим способом з обробкою органічною композицією оцтової та молочної кислот. Запровадження даної технології дозволяє продовжити термін зберігання плодів черешні та вишні до 30...40 діб з максимальним збереженням якісних характеристик, забезпечує зменшення кількісних втрат внаслідок скорочення природних втрат маси та втрат від фізіологічних розладів і мікробіологічних захворювань, чим дозволяє вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісною продукцією та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Використання розробленої технології сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання продукції високої харчової цінності. Реалізація нової технології не потребує залучення до технологічного процесу зберігання спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ТОВ МЖК «Південний»
(найменування підприємства)
Директор _____
(Підпис)
Куценко Є.М.
(ПІБ посадової особи)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:
(найменування установи)
д.т.н., зав. каф. ХТГРС
_____ Присс О.П.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)
к.с.г.н., зав. каф. плодоовочівництва, виноградарства та біохімії
_____ Колесніков М.О.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)
к.с.-г.н., доц. каф. плодоовочівництва, виноградарства та біохімії
_____ Іванова І.Є.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Таврійського державного
агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
д.т.н., професор
_____ Панченко А.І.
«25» 05 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор Таврійського державного
агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
(найменування організації)
д.т.н., професор
_____ Кюрчев С.В.
(ПІБ керівника організації)
«25» 05 2024 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Результатів науково-дослідної роботи у навчальний процес вищих навчальних закладів

Замовник Таврійський державний агротехнологічний університет
(найменування організації)

д.т.н., проф. Кюрчев С.В.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати наукових досліджень за тематикою «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
які виконано на кафедрах харочових технологій та готельно-ресторанної справи , рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
вартістю без оплати
(цифрами та прописом)
яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час
впроваджені у навчальний процес факультету агротехнологій та екології
(найменування структурного підрозділу, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів НМКД «Технологія зберігання плодів та овочів», «Технологія сушіння плодів та овочів», «Технологія консервування плодів та овочів» , «Процеси та апарати харчових виробництв», «Основи наукових досліджень в плодівництві та виноградарстві», «Сільськогосподарська мікробіологія», «Науково-дослідна робота студентів» , «Мето-

дологія та організація наукових досліджень з оновами інтелектуальної власності», «Статистичні методи аналізу та математичне моделювання у харчових технологіях, «Інноваційні технології галузі».

2. Форма впровадження лекційний курс, практичні роботи, курсові роботи, НДРС

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

10. Соціальний і науково-технічний ефект полягає в ознайомленні майбутніх фахівців з основними результатами наукових досліджень щодо сучасних технологій зберігання плодової продукції (черешні та вишні) з використанням органічних композицій та інноваційних технологій виготовлення продуктів з плодової сировини (черешні та вишні) методом осмотичної дегідратації; формування навичок науково – дослідної роботи студентів, стимулюванні творчої активності студентів; підготовці студентів до виконання аналітичних досліджень, аналізу та узагальненню отриманих результатів. Впровадженя результатів досліджень сприятиме підвищенню науково-методичного рівня викладання перелічених дисциплін.

Відповідальний виконавець
Завідувач кафедрою харчових технологій та готельно-ресторанної справи д.т.н.,проф.
_____ О. П. Прісс
(Підпис)
«25» 08 _____2024 р.

Завідувач кафедрою рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
_____ М. М. Колесніков
(Підпис)
«25» 08 _____2024 р

Голова методичної ради
факультету АТЕ
к.б.н., доцент
_____ Е. М. Аюбова
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Відповідальний за впровадження
к.с.-г.н., доц. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
_____ Іванова І.Є.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Підпис завіряю
Начальник відділу кадрів Гапчук — Н.О. Гапчук

ВІДДІЛ КАДРІВ

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
д.с.г.н., проф.
_____Єременко О. А.
«3» 09 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ МЖК «Південний»
_____Куценко Є. М.
(підпис) (ПІБ керівника організації)
№ від «2» 09 20 р. 2021 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник МЖК «Південний»
(найменування організації)

Куценко Є.М.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрі харочових технологій та готельно-ресторанної справи , плодоовочівництва, виноградарства та біохімії

вартістю без оплати
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені ТОВ_МЖК «Південний»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів охолодження, зберігання та переробка плодів черешні та вишні

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

5. Дослідно-промислова перевірка: 01.06.2021-01.09.2021

5. Дослідно-промислова перевірка: 28.05.2024-02.09.2024

6. Впроваджені: в промислове виробництво технологія зберігання плодів черешні та вишні з обробкою органічною композицією комбінованим способом

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

8. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено технологію зберігання плодів черешні та вишні комбінованим способом з обробкою комплексною органічною композицією оцтової та молочної кислот. Запровадження технології дозволяє продовжити термін зберігання плодів черешні та вишні до 30...40 діб з оптимальним збереженням біохімічних,товарних характеристик, забезпечує зменшення кількісних втрат внаслідок скорочення природних втрат маси та втрат від фізіологічних розладів і мікробіологічних захворювань. Останне дозволить вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісною плодовою продукцією та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Розроблена технологія сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання продукції високої харчової цінності. Реалізація нової технології не потребує залучення до технологічного процесу зберігання спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування підприємства)
Голова Правління
Чілик О.В.
(ПІБ посадової особи)
(Підпис)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:
(найменування установи)
д.т.н., зав. каф. ХТГРС
Присс О.П.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)
к.с.г.н., зав. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Колесніков М.О.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)
к.с.-г.н., доц. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Іванова І.Є.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Підписи завірено
Начальник відділу кадрів

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи

д.т.н., проф. _____ Панченко А.І.

«06» 02 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»

(найменування організації)

_____ Дровосік П.П.

(Підпис) (ПІБ керівника організації)

«07» 03 2024 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»

(найменування організації)

ДРОВОСІК П.П.

(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»

(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрах харочових технологій та готельно-ресторанної справи , рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

вартістю без оплати –

(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»

(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів зберігання та переробки плодів черешні та вишні

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія

(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

5. Дослідно-промислова перевірка: 27.05.2024-01.09.2024

6. Впроваджені: в промислове виробництво технологія зберігання плодів черешні та вишні з обробкою органічною композицією комбінованим способом

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

8. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено технологію зберігання плодів черешні та вишні комбінованим способом з обробкою комплексною органічною композицією оцтової та молочної кислот. Запровадження технології дозволяє продовжити термін зберігання плодів черешні та вишні до 30...40 діб з оптимальним збереженням біохімічних,товарних характеристик, забезпечує зменшення кількісних втрат внаслідок скорочення природних втрат маси та втрат від фізіологічних розладів і мікробіологічних захворювань. Останне дозволить вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісною плодовою продукцією та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Розроблена технологія сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання продукції високої харчової цінності. Реалізація нової технології не потребує залучення до технологічного процесу зберігання спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»
(найменування підприємства)
Директор
Дровосік П.П.
(ПІБ посадової особи)
(Підпис)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:
(найменування установи)
д.т.н., зав. каф. ХТГРС
Присс О.П.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)
к.с.г.н., зав. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Колесніков М.О.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)
к.с.-г.н., доц. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Іванова І.Є.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Підписи засвідчую.
Начальник відділу кадрів

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи

д.т.н., проф.

_____Панченко А. І.

«_2_» _____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»

(найменування організації)

Дровосік П.П.

(підпис) (ПІБ керівника організації)

«_3_» _09_ 2024 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»

(найменування організації)

Дровосік П.П.

(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»

(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрі харочових технологій та готельно-ресторанної справи , рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

вартістю без оплати

(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»

(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів охолодження, зберігання та переробка плодів черешні та вишні

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія

(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

5. Дослідно-промислова перевірка: 03.06.2024-28.12.2024

6. Впроваджені: в промислове виробництво довготривалого зберігання плодів черешні та вишні методом заморожування

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

10. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено зберігання плодів черешні та вишні методом заморожуванняз подальшою переробкою плодів на цукати. Запровадження даного способу зберігання плодів черешні та вишні дозволяє продовжити термін зберігання плодів черешні та вишні до шести місяців з максимальним збереженням функціонально-технологічних та сенсорних характеристик плодів, чим дозволяє вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісними плодами черешні та вишні з подальшою її переробкою та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Використання способу переробки плодів шляхом заморожування сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання дослідної продукції високої харчової цінності. Реалізація способу переробки плодів черешні та вишні не потребує залучення до технологічного процесу зберігання спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ТОВ «МАШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»

(найменування підприємства)

Голова Правління

Дровосік П.П.

(ПІБ посадової особи)

(Підпис)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:

(найменування установи)

д.т.н., зав. каф. ХТГРС

Присс О.П.

(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.г.н., зав. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

Колесніков М.О.

(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.-г.н., доц. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

Іванова І.Є.

(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Підписи засвідчую
Начальник відділу кадрів

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
д.т.н., проф.
_____ Панченко А.І.
«28» _____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»
(найменування організації)
Дровосік П.П.
(Підпис) (ПІБ керівника організації)
«28» _____ 2024 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»
(найменування організації)

Дровосік П.П.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
(найменування теми, № держ. реєстрації)
яку виконано на кафедрах харочових технологій та готельно-ресторанної справи , рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

вартістю без оплати –
(цифрами та прописом)
яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час
впроваджені ТОВ «МОШУРІВСЬКИЙ КОНСЕРВНИЙ ЗАВОД»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів охолодження, зберігання та переробки плодової сировини при зберіганні та переробці

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

6. Впроваджені: в промислове виробництво технологія виробництва цукатів з свіжих плодів черешні та вишні

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

8. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено технологію виробництва цукатів з свіжих плодів черешні та вишні. Запровадження даної технології дозволяє продовжити термін споживання плодів черешні та вишні у вигляді цукатів до 9 місяців з максимальним збереженням якісних характеристик. Це дозволяє вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісною продукцією та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Використання розробленої технології сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання продукції високої харчової цінності з доданою вартістю. Реалізація нової технології не потребує залучення до технологічного процесу зберігання та переробки спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ТОВ МЖК «Південний»
(найменування підприємства)
Директор _____
(Підпис)
Куценко Є.М.
(ПІБ посадової особи)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:
(найменування установи)
д.т.н., зав. каф. ХТГРС
_____ Присс О.П.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)
к.с.г.н., зав. каф. плодоовочівництва, виноградарства та біохімії
_____ Колесніков М.О.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.-г.н., доц. каф. плодоовочівництва, виноградарства та біохімії
_____ Іванова І.С.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
д.т.н., проф.
_____ Панченко А.І.
« 30 » 12 2024 р.

Голова Правління ПрАТ
«Київський Маргариновий Завод»
(найменування організації)
Тилик О.В.
_____
(ПІБ керівника організації)
« 10 » 12 2024 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування організації)

Тилик О.В.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрах харочових технологій та готельно-ресторанної справи , рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

вартістю без оплати –
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів зберігання та переробки плодів черешні та вишні

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

5. Дослідно-промислова перевірка: 28.05.2024-29.01.2025

6. Впроваджені: в промислове виробництво цукатів з заморожених плодів черешні та вишні

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

8. Соціальний і науково-технічний ефект проведене впровадження технології виробництва цукатів з заморожених плодів черешні та вишні. Запровадження зазначеної технології дозволяє продовжити термін споживання плодів черешні та вишні у вигляді цукатів до 10 місяців з збереженням якісних характеристик плодової продукції. Це дозволяє вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісною продукцією та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Використання розробленої технології сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання продукції високої харчової цінності з доданою вартістю. Реалізація нової технології не потребує залучення до технологічного процесу зберігання та переробки спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування підприємства)
Голова Правління
Тилик О.В.
(ПІБ посадової особи)
(Підпис)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:
(найменування установи)
д.т.н., зав. каф. ХТГРС
Присс О.П.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.г.н., зав. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Колесніков М.О.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.-г.н., доц. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Іванова І.Є.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Підписи завіряю
Начальник відділу кадрів

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
д.т.н., проф.
_____ Панченко А.І.
«19» ____12____ 2024 р.

Голова Правління ПрАТ
«Київський Маргариновий Завод»
(найменування організації)
Тилик О.В.
_____
(ПІБ керівника організації)
«19» ____12____ 2024 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування організації)

Тилик О.В.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрах харочових технологій та готельно-ресторанної справи , рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

вартістю без оплати
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів охолодження, зберігання та переробки плодової сировини при зберіганні та переробці

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

5. Дослідно-промислова перевірка: 04.06.2024-29.12.2024

6. Впроваджені: в промислове виробництво довготривалого зберігання плодів черешні та вишні методом заморожування

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

10. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено зберігання плодів черешні та вишні методом заморожуванняз подальшою переробкою плодів на цукати. Запровадження даного способу зберігання плодів черешні та вишні дозволяє продовжити термін зберігання плодів черешні та вишні до шести місяців з максимальним збереженням функціонально-технологічних та сенсорних характеристик плодів, чим дозволяє вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісними плодами черешні та вишні з подальшою її переробкою та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Використання способу переробки плодів шляхом заморожування сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання дослідної продукції високої харчової цінності. Реалізація способу переробки плодів черешні та вишні не потребує залучення до технологічного процесу зберігання спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування підприємства)
Голова Правління
Тилик О.В.
(ПІБ посадової особи)
(Підпис)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:
(найменування установи)
д.т.н., зав. каф. ХТГРС
Присс О.П.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.г.н., зав. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Колесніков М.О.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.-г.н., доц. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Іванова І.Є.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Підписи завіряю.
Начальник відділу кадрів

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
д.т.н., проф.
_____ Панченко А.І.
«_1_» _____ 2024 р.

Голова Правління _ПрАТ
«Київський Маргариновий Завод»
(найменування організації)
Тилик О.В.
_____
(ПІБ керівника організації)
«_1_» _08_____ 2024 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування організації)

Тилик О.В.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрах харочових технологій та готельно-ресторанної справи , рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

вартістю без оплати –
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів охолодження,зберігання та переробки плодів черешні та вишні

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

5. Дослідно-промислова перевірка: 28.05.2024-01.09.2024

6. Впроваджені: в промислове виробництво технологія виробництва цукатів з свіжих плодів черешні та вишні

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

8. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено технологію виробництва цукатів з свіжих плодів черешні та вишні. Запровадження даної технології дозволяє продовжити термін споживання плодів черешні та вишні у вигляді цукатів до 9 місяців з максимальним збереженням якісних характеристик. Це дозволяє вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісною продукцією та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Використання розробленої технології сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання продукції високої харчової цінності з доданою вартістю. Реалізація нової технології не потребує залучення до технологічного процесу зберігання та переробки спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»

(найменування підприємства)

Голова Правління

Тилик О.В.

(ПІБ посадової особи)

(Підпис)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:

(найменування установи)

д.т.н., зав. каф. ХТГРС

Присс О.П.

(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.г.н., зав. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

Колесніков М.О.

(Підпис) (ПІБ посадової особи)

к.с.-г.н., доц. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

Іванова І.Є.

(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Підписи завіряю
Начальник відділу кадрів

Міністерство освіти і науки України

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
д.т.н., проф.
_____Панченко А. І.
«_3_» _09_____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова Правління ПрАТ
«Київський Маргариновий Завод»
(найменування організації)
Тилик О.В.
(ПІБ керівника організації)
«_3_» _09_____ 2024 р.

АКТ

ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування організації)

Тилик О.В.
(ПІБ керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати «Наукові основи процесів охолодження плодової сировини при зберіганні та переробці»
(найменування теми, № держ. реєстрації)

яку виконано на кафедрі харочових технологій та готельно-ресторанної справи , рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки

вартістю без оплати
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2007 по теперішній час

впроваджені ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів охолодження, зберігання та переробка плодів черешні та вишні

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

3. Форма впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

5. Дослідно-промислова перевірка: 28.05.2024-02.09.2024

6. Впроваджені: в промислове виробництво технологія зберігання плодів черешні та вишні з обробкою органічною композицією комбінованим способом

(участок, цех (и), процес,технологія)

7. Обсяг впровадження: плоди черешні -10 т., плоди вишні-5 т.

8. Соціальний і науково-технічний ефект впроваджено технологію зберігання плодів черешні та вишні комбінованим способом з обробкою комплексною органічною композицією оцтової та молочної кислот. Запровадження технології дозволяє продовжити термін зберігання плодів черешні та вишні до 30...40 діб з оптимальним збереженням біохімічних,товарних характеристик, забезпечує зменшення кількісних втрат внаслідок скорочення природних втрат маси та втрат від фізіологічних розладів і мікробіологічних захворювань. Останне дозволить вирішити проблему забезпечення споживачів високоякісною плодовою продукцією та подовжити період споживання фруктів у безвідходному ланцюзі використання плодів черешні та вишні. Розроблена технологія сприяє максимальній реалізації харчового потенціалу плодів черешні та вишні та одержанню після зберігання продукції високої харчової цінності. Реалізація нової технології не потребує залучення до технологічного процесу зберігання спеціалізованого технологічного устаткування.

Від ПрАТ «Київський Маргариновий Завод»
(найменування підприємства)
Голова Правління
Гінник О.В.
(Підпис)

Від Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного:
(найменування установи)
д.т.н., зав. каф. ХТГРС
Присс О.П.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)
к.с.г.н., зав. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Колесніков М.О.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)
к.с.-г.н., доц. каф. рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
Іванова І.Є.
(Підпис) (ПІБ посадової особи)

Підписи завірено
Начальник відділу кадрів

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 154285

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ЗАМОРОЖЕНОЇ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей **01.11.2023.**

Директор
Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»

О.П. Орлюк

УКРНОІВІ

УКРАЇНА (19) UA (11) 154285 (13) U
(51) МПК (2023.01)
A23L 21/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2023 01124
(22) Дата подання заявки: 17.03.2023
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 02.11.2023
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 01.11.2023, Бюл.№ 44

(72) Винахідник(и):
Іванова Ірина Євгеніївна (UA),
Сердюк Марина Єгорівна (UA),
Загорко Надія Петрівна (UA),
Прісс Олеся Петрівна (UA)

(73) Володілець (володільці):
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО,
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 (UA)

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ЗАМОРОЖЕНОЇ ЧЕРЕШНІ ТА ВИШНІ

(57) Реферат:

Спосіб виробництва цукатів з черешні та вишні темнозабарвлених сортів включає інспекцію, сортування, миття, видалення плодоніжки та кісточки. Підготовлені плоди заморожують у швидкоморозильному апараті за температури -40 °С до температури у центрі плоду -18 °С. Заморожені плоди зберігають за температури -18 °С протягом 3-6 місяців. Перед виробництвом цукатів плоди розморожують. Клітинний сік, який виділяється під час розморожування, використовують для приготування цукрового сиропу, замінюючи ним відповідну частину води. До підготовлених плодів додають лимон, який подрібнений на скибочки товщиною 2 мм. Готують цукровий сироп, нагрівають його до 100 °С. Заливають ним підготовлені плоди. Витримують плоди у сиропі протягом 1-2 діб. Після чого сироп зливають, додають до нього цукор, нагрівають до 100 °С та знову заливають плоди. Таким чином повторюють 2-3 рази, до повного насичення цукатів цукром. Після закінчення процесу цукати стають напівпрозорими на вигляд. Оброблені цукати розміщують на решетах для стікання сиропу, дегідратують у закритих сушильних шафах за температури 60-70 °С до вмісту залишкової вологи 15-20 %, обсипають цукровою пудрою (або дрібним цукром), фасують.

UA 154285 U

(11) **154285**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 2724311023 необхідно:

1. Перейти за посиланням https://sis.nipo.gov.ua.

2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.

3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ І.Є. Матусевич

01.11.2023

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 155636

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ЗАМОРОЖЕНОЇ ВИШНІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей **20.03.2024.**

Директор
Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»

О.П. Орлюк

УКРНОІВІ

(11) **155636**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A23L 21/12 (2016.01)

(21) Номер заявки: **u 2023 03845**

(22) Дата подання заявки: **11.08.2023**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **21.03.2024**

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **20.03.2024, Бюл. № 12**

(72) Винахідники:
Іванова Ірина Євгеніївна, UA,
Сердюк Марина Єгорівна, UA,
Загорко Надія Петрівна, UA,
Прісс Олеся Петрівна, UA

(73) Володілець:
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО,
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ЗАМОРОЖЕНОЇ ВИШНІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб виробництва цукатів з вишні, що включає інспекцію, сортування, миття, видалення плодоніжки та кісточки, насичення плодів цукром у цукровому сиропі, обсипання цукровою пудрою та фасування, який **відрізняється** тим, що плоди вишні зі щільною м'якоттю середнього і пізнього термінів дозрівання для виробництва цукатів додатково звільняють від вологи, підготовлені плоди заморожують у швидкоморозильному апараті за температури -40 °С до досягнення температури у центрі плоду -18 °С, заморожені плоди зберігають за температури -18 °С протягом 3-6 місяців, перед виробництвом цукатів плоди розморожують, клітинний сік, який виділяється під час розморожування, використовують для приготування цукрового сиропу, замінюючи ним відповідну частину води, до підготовлених плодів додають лимон, який подрібнений на скибочки товщиною 2 мм, цукровий сироп нагрівають до 100 °С, заливають ним підготовлені плоди, витримують плоди у сиропі протягом 1-2 діб, після чого сироп зливають, додають у нього цукор, нагрівають до 100 °С та знову заливають плоди, таким чином повторюють 2-3 рази, до повного насичення плодів цукром, оброблені цукати розміщують на решета для стікання сиропу, дегідратують у закритих сушильних шафах за температури 60-70 °С до вмісту залишкової вологи 15-20 %.

(11) 155636

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 2652190324 необхідно:

1. Перейти за посиланням https://sis.nipo.gov.ua.

2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.

3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ І.Є. Матусевич

20.03.2024

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 154284

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ З ЧЕРЕШНІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей **01.11.2023.**

Директор
Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»

О.П. Орлюк

УКРНОІВІ

(11) **154284**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A23L 21/12 (2016.01)

(21) Номер заявки: **u 2023 01121**

(22) Дата подання заявки: **17.03.2023**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **02.11.2023**

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **01.11.2023, Бюл. № 44**

(72) Винахідники:
Іванова Ірина Євгеніївна, UA,
Сердюк Марина Єгорівна, UA,
Загорко Надія Петрівна, UA,
Прісс Олеся Петрівна, UA

(73) Володілець:
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО,
просп. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ З ЧЕРЕШНІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб виробництва цукатів з черешні, що включає інспекцію, сортування, миття і видалення плодоніжки та кісточки з плодів, насичення цукатів у цукровому сиропі, стікання сиропу, висушування, обсипку цукровою пудрою, розфасовку, який **відрізняється** тим, що після інспекції, сортування, миття та видалення плодоніжки та кісточки до підготовлених плодів додають лимон, подрібнений на скибочки товщиною 2 мм, готують цукровий сироп, нагріваючи його до температури 100 °С, заливають ним підготовлені плоди з лимоном, витримують плоди у сиропі протягом 1-2 діб, після чого сироп зливають, додають у нього цукор, знову нагрівають до температури 100 °С та заливають плоди, таким чином повторюють 3-4 рази, до повного насичення цукатів цукром, коли вони стають напівпрозорими на вигляд, набувають яскравого аромату, підготовлені цукати розміщують на решета для стікання сиропу, дегідратують у закритих сушильних шафах за температури 60…70 °С до залишкової вологи 15…20 %, обсипають цукровою пудрою, фасують.

(11) 154284

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 2723311023 необхідно:

1. Перейти за посиланням https://sis.nipo.gov.ua.

2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.

3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ І.Є. Матусевич

01.11.2023

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 154525

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ СВІТЛИХ СОРТІВ ЧЕРЕШНІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 22.11.2023.

Директор
Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»

О.П. Орлюк

УКРНОІВІ

(11) **154525**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A23L 21/12 (2016.01)

(21) Номер заявки: **u 2023 01125**

(22) Дата подання заявки: **17.03.2023**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **23.11.2023**

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **22.11.2023, Бюл. № 47**

(72) Винахідники:
Іванова Ірина Євгеніївна, UA,
Сердюк Марина Єгорівна, UA,
Загорко Надія Петрівна, UA,
Прісс Олеся Петрівна, UA

(73) Володілець:
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО,
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ СВІТЛИХ СОРТІВ ЧЕРЕШНІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб виробництва цукатів зі світлих сортів черешні, що включає інспекцію, сортування, миття, видалення плодоніжки та кісточки, який **відрізняється** тим, що плоди черешні світлозабарвлених сортів для виробництва цукатів інспектують, сортують, миють, видаляють плодоніжку та кісточку, підготовлені плоди без затримки занурюють у розчин лимонної кислоти з pH 2,5…3,0, де витримують 1,0…1,5 години, початкова температура розчину 90 °С, кінцева - 25 °С, після витримки плоди відділяють від розчину, відділений розчин використовують для приготування цукрового сиропу, готують цукровий сироп, нагрівають його до 100 °С, заливають ним підготовлені плоди, витримують плоди у сиропі протягом 1…2 діб, потім сироп зливають, додають до нього цукор, нагрівають до 100 °С та знову заливають плоди, таким чином повторюють 3…4 рази до повного насичення цукатів цукром, після закінчення процесу насичення цукати стають напівпрозорими на вигляд, підготовлені цукати розміщують на решета для стікання сиропу, дегідратують у закритих сушильних шафах за температури 50…60 °С до вмісту залишкової вологи 15-20 %, обсипають цукровою пудрою, фасують.

(11) 154525

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 1805221123 необхідно:

1. Перейти за посиланням https://sis.nipo.gov.ua.

2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.

3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ І.Є. Матусевич

22.11.2023

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 155488

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ З ПЕРСИКА

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей **06.03.2024.**

Директор
Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»

О.П. Орлюк

УКРНОІВІ

(11) **155488**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A23L 21/12 (2016.01)

(21) Номер заявки: **u 2023 01126**

(22) Дата подання заявки: **17.03.2023**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **07.03.2024**

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **06.03.2024, Бюл. № 10**

(72) Винахідники:
Іванова Ірина Євгеніївна, UA,
Сердюк Марина Єгорівна, UA,
Загорко Надія Петрівна, UA,
Прісс Олеся Петрівна, UA

(73) Володілець:
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО,
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ З ПЕРСИКА

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб виробництва цукатів із персика, що включає наступні операції: плоди персика інспектують, сортують, калібрують, миють, який **відрізняється** тим, що потім плоди бланшують протягом 5 хвилин водою за температури 85 °С або протягом 3 хвилин парою за температури 100 °С, пробланшовані плоди швидко охолоджують льодяною водою, очищують від шкірочки, дрібноплідні плоди розрізають на половинки, великоплідні - на 4-6 скибочок, одночасно з нарізанням видаляють кісточку, підготовлені плоди без затримки занурюють у розчин лимонної кислоти з pH 2,5-3,0, де витримують 1,0-1,5 години, початкова температура розчину 90 °С, кінцева - 25 °С, після витримки, плоди відділяють від розчину та заливають гарячим цукровим сиропом, в запропонованому способі передбачається використання цукрового сиропу, який отриманий під час виробництва цукатів із світлозабарвленої черешні методом багаторазового настоювання, витримують плоди у сиропі протягом 1-2 діб, потім сироп зливають, визначають вміст сухих речовин, за необхідності додають цукор, нагрівають до 100 °С та знову заливають плоди, таким чином повторюють 3-4 рази, до повного насичення цукатів цукром, після закінчення процесу цукати стають напівпрозорими на вигляд, оброблені таким чином цукати розміщують на решета для стікання сиропу, дегідратують у закритих сушильних шафах за температури 50-60 °С до вмісту залишкової вологи 15-20 %, обсипають цукровою пудрою або дрібним цукром, фасують.

(11) 155488

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 2336060324 необхідно:

1. Перейти за посиланням https://sis.nipo.gov.ua.

2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.

3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ І.Є. Матусевич

06.03.2024

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 155517

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ВИШНІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей **06.03.2024.**

Директор
Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій» О.П. Орлюк

УКРНОІВІ

(11) **155517**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A23L 21/12 (2016.01)

(21) Номер заявки: **u 2023 03847**

(22) Дата подання заявки: **11.08.2023**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **07.03.2024**

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **06.03.2024, Бюл. № 10**

(72) Винахідники:
Іванова Ірина Євгеніївна, UA,
Сердюк Марина Єгорівна, UA,
Загорко Надія Петрівна, UA,
Прісс Олеся Петрівна, UA

(73) Володілець:
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО,
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ ІЗ ВИШНІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб виробництва цукатів із вишні, що включає інспекцію, сортування, миття і видалення плодоніжки та кісточки з плодів, насичення цукатів у цукровому сиропі, стікання сиропу, сушіння, обсипку цукровою пудрою, розфасовку, який **відрізняється** тим, що після інспекції, сортування, миття, видалення плодоніжки та кісточки, до підготовлених плодів додають лимон, подрібнений на скибочки завтовшки 2 мм, готують цукровий сироп, нагріваючи його до температури близько 100 °С, заливають ним підготовлені плоди з лимоном, витримують плоди у сиропі протягом 1-2 діб, після чого сироп зливають, додають у нього цукор, знову нагрівають до температури близько 100 °С, та заливають плоди, таким чином операцію повторюють 3-4 рази, до повного насичення цукатів цукром, підготовлені цукати розміщують на решета для стікання сиропу, дегідратують у закритих сушильних шафах за температури 60-70 °С та до 15-20 % залишкової вологи, обсипають цукровою пудрою, фасують.

(11) 155517

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 2386060324 необхідно:

1. Перейти за посиланням https://sis.nipo.gov.ua.

2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.

3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ І.Є. Матусевич

06.03.2024

УКРАЇНА

СВІДОЦТВО

НА ТОРГОВЕЛЬНУ МАРКУ

№ 338920

Видано відповідно до Закону України «Про охорону прав на знаки для товарів і послуг».

Зареєстровано в Державному реєстрі свідоцтв України на торговельні марки **18 жовтня 2023 р.**

Директор Державної організації "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій"

Олена ОРЛЮК

УКРНОІВІ

(190) UA **(111) 338920**

(181) Очікувана дата закінчення строку дії свідоцтва: **12.11.2031**

(210) Номер заявки: **m202126871**

(220) Дата подання заявки: **12.11.2021**

(450) Дата публікації та номер бюлетеня: **18.10.2023, Бюл. № 42**

(591) Зазначення кольору чи поєднання кольорів, які охороняються: **червоний, світло-рожевий, бордовий, салатовий, зелений, світло-зелений, темно-зелений, білий**

(540) Зображення торговельної марки:

(732) Ім'я або повне найменування та адреса власника (власників) свідоцтва:

Іванова Ірина Євгенівна;
просп. 50-річчя Перемоги, 22 Б/ 84, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72318 (UA)

(511) Індекс (індекси) Міжнародної класифікації товарів і послуг для реєстрації знаків та перелік товарів і послуг:

Кл. 29 Алое вера, приготоване для споживання людьми; альбумінове молоко; молоко з підвищеним вмістом білка; альгінати на кулінарні потреби; андует; анчоуси неживі; арахіс оброблений; арахісове масло; арахісове молоко; арахісове молоко на кулінарні потреби; артишоки законсервовані; бекон; сало свиняче; білки на кулінарні потреби; білок яєчний; боби законсервовані; бульгогі; бульйони; бульйонні концентрати; варення; вершки (молочні продукти); вироби з тіста на основі картоплі; вівсяне молоко; водорості червоні законсервовані; голотурії неживі; голубці; горіхи зі смаковими та ароматичними добавками; горіхи оброблені; горох законсервований; гриби законсервовані; гуакамоле; деруни; джеми; дичина нежива; желе м'ясні; желе харчові; жир кістковий харчовий; жир свинячий; жири тваринні харчові; жирові суміші для бутербродів; журавлинне варення; закуски на основі фруктів; замінники молока; заморожені фрукти; засолена риба; зацукровані горіхи; збиті вершки; згущене молоко; ікра баклажанна; ікра кабачкова; ікра риб'яча оброблена; імбир законсервований; імбир зацукрований; імбир маринований; імбирний джем; йогурт; капуста квашена; картопляні пластівці; касуле; кварк; квітки їстівні сушені; кефір; кільця цибулі в клярі; кімчі; клеми (молюски) неживі; кліпфіск (солено-сушена тріска); ковбаса кров'яна; ковбаси з вівсяним борошном; ковбасні вироби; кокосова олія харчова; кокосове масло; кокосове молоко; кокосове молоко на кулінарні потреби; кокосовий жир; кокосові горіхи сухі; коктейлі молочні; композиції з оброблених фруктів; конфі з качки; концентрати на основі овочів для куховарення; концентрати на основі фруктів для куховарення; корн-доги; корнішони; котлети з тофу; креветки неживі; креветки пилчасті неживі; креми на основі овочів; крокети; кукурудза цукрова оброблена; кукурудзяна олія харчова; кумис; кунжутна олія харчова; лангусти неживі; лецитин на кулінарні потреби; лимонний сік на кулінарні потреби; маргарин; масло; масло какао харчове; масляний крем; мигдалеве молоко; мигдалеве молоко на кулінарні потреби; мигдаль товчений; мідії неживі; молоко; молочні продукти; муси овочеві; муси рибні; м'ясні екстракти; м'ясні консерви; м'ясо; м'ясо законсервоване; м'ясо сублімоване; намазки на основі овочів; напої молочнокислі; напої на основі арахісового молока; напої на основі кокосового молока; напої на основі мигдалевого молока; насіння оброблене; насіння соняшнику оброблене; овочеві консерви; овочеві салати; овочеві соки для куховарення; овочі законсервовані; овочі оброблені; овочі приготовані; овочі сублімовані; овочі сухі; оладки картопляні; оливки законсервовані; оливкова олія харчова; оливкова олія холодного віджиму харчова; олія з насіння льону харчова; омари неживі; омлети; оселедці неживі; пальмова олія харчова; пальмоядрова олія харчова; паштети печінкові; пектин на кулінарні потреби; перець

(190) UA (111) 338920

законсервований; печінка; пилок, приготований як харчовий продукт; пікулі; плівка з соєвого молока; повидла; продукти для овочевих супів; птиця свійська нежива; раки неживі; ракоподібні неживі; рататуй; риба законсервована; риба нежива; риба сімейства лососевих нежива; рибне борошно для споживання людьми; рибне філе; рибні консерви; риб'ячий клей харчовий; рисове молоко; рисове молоко на кулінарні потреби; ріпакова олія харчова; свиріпова олія харчова; родзинки; сардини неживі; сатай; свинина; сир кисломолочний зернений; сири; сири кисломолочні; сирники; сироватка молочна; сичуг; складники для готування бульйонів; сметана; соєва олія харчова; соєве молоко; соєві боби харчові законсервовані; солоне м'ясо; соняшникова олія харчова; сосиски; сосиски для хот-догів; сосиски у тісті; сочевиця законсервована; спреди (бутербродні пасти) на основі горіхів; суміші для готування супів; супи; тагіні; таджин (готова страва з м'яса, риби або овочів); тваринний кістковий мозок харчовий; темпе; томатна паста; томатне пюре; томатний сік для куховарення; тофу; трюфелі законсервовані; тунець неживий; устриці неживі; фалафель; ферменти молочні на кулінарні потреби; фініки; фрукти законсервовані; фрукти зацукровані; фрукти, поглазуровані цукром; фрукти оброблені; фрукти тушковані; фрукти, законсервовані спиртом; фруктова цедра; фруктове повидло пресоване; фруктовий м'якуш; фруктові желе; фруктові консерви; фруктові салати; фундук оброблений; харчові жири; харчові олії; харчові продукти на основі риби; хумус; цибуля законсервована; часник законсервований; черепашки неживі; чипси картопляні; чипси картопляні низькокалорійні; чипси фруктові; чорна ікра; шинка; шукрут; яблучне пюре; ягоди законсервовані; яєчний порошок; яйця.

Кл. 44 Вирощування рослин; компонування квітів; консультування у сфері виноградарства; ландшафтне садівництво; ландшафтний дизайн; плодівництво; поради щодо дієт та раціонів харчування; послуги з ароматерапії; послуги розсадників з вирощування рослин; послуги щодо виноградарства; прокат тварин на потреби садівництва; розводіння тварин; рослинна хірургія; садівництво; садіння дерев для знижування шкідливого впливу викидів вуглекислого газу.

* * *

(190) UA **(111) 338920**

МІНЕКОНОМІКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 3 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документу з ідентифікатором 0823111023 необхідно:

1. Перейти за посиланням https://sis.ukrpatent.org/uk/services/original-document/

2. Обрати пункт меню Сервіси - Отримати оригінал документу.

3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ І.Є. Матусевич

18.10.2023

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 160498

СПОСІБ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей **10.09.2025.**

Директор
Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій» О.П. Орлюк

УКРНОІВІ

(11) **160498**

(19) **UA**

(51) **МПК**
A23B 7/04 **(2006.01)**
A23B 7/05 **(2006.01)**

(21) Номер заявки: **u 2025 01147**

(22) Дата подання заявки: **18.03.2025**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **11.09.2025**

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **10.09.2025, Бюл. № 37**

(72) Винахідники:
Загорко Надія Петрівна, UA,
Іванова Ірина Євгенівна, UA,
Сердюк Марина Єгорівна, UA,
Прісс Олеся Петрівна, UA

(73) Володілець:
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО,
вул. Університетська, 66, м. Запоріжжя, 69011, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб зберігання плодів черешні, що включає збір черешні у стадії споживчої стиглості, інспекцію, сортування, попереднє охолодження в холодильному приміщенні і зберігання плодів у холодильних камерах, який **відрізняється** тим, що попереднє охолодження проводять спочатку гідроохолодженням у розчині захисної композиції з діючими речовинами молочної та оцтової кислот у співвідношенні 1:1 і концентрацією (1,50-2,25) %, при температурі робочого розчину 1,0±0,5 °С і з періодом охолодження 10±2 хв до встановлення температури всередині плоду 4±1 °С, потім плоди доохолоджують холодним повітрям у камері інтенсивного охолодження протягом 30±2 хв до температури 2±0,5 °С біля кісточки при швидкості руху повітря 3,0 м/с, кратності повітрообміну 90 об'ємів за годину, температурі 0±1 °С, відносній вологості повітря 90±1 %, після чого плоди закладають на зберігання в холодильні камери за температури 1,5±0,5 °С, відносній вологості повітря 93±1 %.

(11) **160498**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 4121100925 необхідно:

1. Перейти за посиланням https://sis.nipo.gov.ua.

2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.

3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ І.Є. Матусевич

10.09.2025

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 160688

СПОСІБ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ВИШНІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей **01.10.2025.**

Директор
Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій» О.П. Орлюк

УКРНОІВІ

УКРАЇНА

(19) UA (11) 160688 (13) U

(51) МПК
A23B 7/04 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2024 05952**
(22) Дата подання заявки: **16.12.2024**
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **02.10.2025**
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **01.10.2025, Бюл.№ 40**

(72) Винахідник(и):
Іванова Ірина Євгеніївна (UA),
Сердюк Марина Єгорівна (UA),
Загорко Надія Петрівна (UA),
Прісс Олеся Петрівна (UA)

(73) Володілець (володільці):
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО,
вул. Університетська, 66, м. Запоріжжя, Запоріжська обл., 69011 (UA)

(54) СПОСІБ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ВИШНІ

(57) Реферат:

Спосіб зберігання плодів вишні, що включає збір вишні у стадії споживчої стиглості, інспекцію, сортування, обробку захисними покриттями, охолодження плодів. Попереднє охолодження плодів вишні проводять у дві стадії: на першій стадії - гідроохолоджують плоди вишні у розчині захисної композиції з діючими речовинами молочної та оцтової кислот у співвідношенні 2,217:1,966 % при температурі розчину 1,0±0,5 °С протягом 8,0±2 хв до встановлення температури всередині плоду 4±1 °С. На другій стадії - плоди вишні доохолоджують холодним повітрям у камері інтенсивного охолодження протягом 30±2 хв до температури 2,0±0,5 °С біля кісточки при швидкості руху повітря - 3,0 м/с, кратності повітрообміну - 90 об'ємів за годину, температурі - 0±1 °С, відносній вологості повітря - 90±1 %. Після чого плоди вишні закладають на зберігання у холодильні камери за температури - 1,5±0,5 °С, та відносної вологості повітря 93±1 %.

UA 160688 U

(11) **160688**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 2051011025 необхідно:

1. Перейти за посиланням https://sis.nipo.gov.ua.

2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.

3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ І.Є. Матусевич

01.10.2025