

УДК 621.798:330.341.1

№ держресстрації 0123U101178

Инв. №

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002

тел. +38(057) 7003888 [http:// btu.kharkov.ua](http://btu.kharkov.ua), [info@btu.kharkov.ua](mailto:info@btu.kharkov.ua)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з наукової роботи  
Валерій МИХАЙЛОВ

ЗВІТ

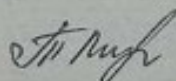
ПРО НАУКОВОДОСЛІДНУ РОБОТУ

«ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОЇ УПАКОВКИ ПРОДУКЦІЇ»

(остаточний)

Керівник НДР

к.т.н, доц.



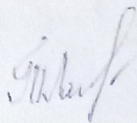
Тетяна ЛЕТУТА

Рукопис закінчено 15 грудня 2024 року

Результати цієї роботи розглянуто Науково-технічною радою факультету управління торговельно-підприємницькою та митною діяльністю, протокол № 3 від 16.12.2024 р.

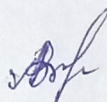
## СПИСОК АВТОРІВ

Керівник теми  
канд. техн. наук, доцент



Т.М. Летута  
(Вступ, Розділи I, III, акти  
впровадження)

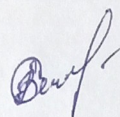
Відповідальний виконавець:  
канд. техн. наук, доцент



В.О. Акмен  
(Розділ II, III, висновки)

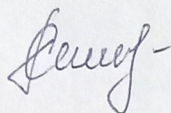
Виконавці:

канд. техн. наук, доцент



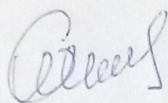
С.В.Сорокіна  
(Розділ I, література)

канд. економ. наук, доцент



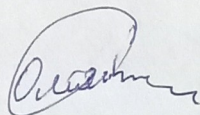
Г.А. Синицина  
(Розділ II, висновки)

канд. техн. наук, доцент



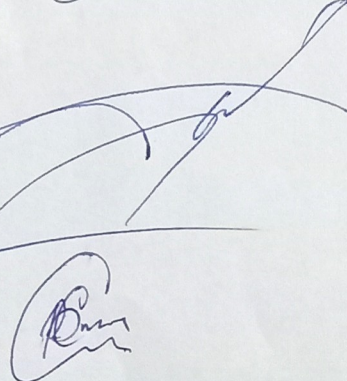
О.Є. Скирда  
(Розділ II, оформлення роботи)

канд. економ. наук, доцент



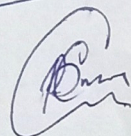
О.І. Хлопоніна-Гнатенко  
(Розділ I, III, література)

канд. техн. наук, асистент



А.І. Кудряшов  
(Розділ I, література)

старший викладач



В.І. Скоробогатько  
(Розділ III, література)

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 115 с., 57 рис., 2 табл., 133 літературних джерел.

*Ключові слова:* плівкоутворююча композиція, хітозан, лікарсько-рослинні екстракти, плоди сливи, ягоди суниці, зберігання.

*Об'єкт дослідження* – зміни якості ягід суниці і плодів сливи під впливом попередньої обробки хітозаном за різних умов зберігання.

*Мета роботи* – створення упаковки для поліпшення безпеки та терміну придатності харчових продуктів.

*Методи дослідження* – стандартні органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, спеціальні фізичні, планування та математична модель.

На основі проведеного аналізу літературної та патентної інформації визначено, що перспективним джерелом антимікробних засобів природного походження можуть бути екстракти лікарсько-рослинної сировини. Синтетичним препаратам притаманні негативні властивості: вони часто відрізняються вузьким спектром дії, швидкою адаптацією, індивідуальною непереносимістю, токсичністю. Особливість екстрактів з лікарсько-рослинної сировини полягає в певному співвідношенні БАР, що володіють бактерицидними і фунгіцидними властивостями. За хімічною структурою багато природних сполук подібні фізіологічно активним речовинам макроорганізмів (гормонів, вітамінів, ферментів), що дозволяє їм, на відміну від синтетичних препаратів, більш активно включатися в біохімічні процеси. Враховуючи вищезазначене, композиції на основі екстрактів ЛРС можуть стати універсальними засобами для захисту плодів під час зберігання. Лікарсько-рослинна сировина складає основу фітопрепаратів проти патогенних мікроорганізмів та використовується в традиційній медицині. Встановлено, що водні та органічні екстракти лікарсько-рослинної сировини мають антибактеріальну активність проти ряду патогенних бактерій. Через переважне інгібування патогенів, екстракти рекомендують використовувати в якості консерванту або для пригнічування харчових патогенів.



Визначали збереженість оброблених плодів та ягід у холодильній камері за умов вільного доступу повітря та в модифікованому газовому середовищі.

Аналіз динаміки втрат маси плодів та ягід протягом чотирнадцяти днів зберігання показав, що оброблення розчином хітозану сприяє зменшенню цих втрат на 0,5 – 4,7% порівняно з контролем у зразках, що зберігали з вільним доступом повітря та на 0,7 – 4,4% у МГС.

Масова частка СРР знижувалась протягом всього терміну зберігання. Досліджено, що попередня обробка ягід сприяла зменшенню втрат масової частки сухих розчинних речовин на 0,2 – 1,9% та 0,4 – 1,7% залежно від способу зберігання. Встановлено сильну пряму кореляційну залежність між м.ч. СРР та концентрацією розчину хітозану ( $r=0,95$ ;  $r=0,98$ ). Доведено, що застосування їстівного хітозанового покриття концентрацією від 0,2% дає можливість сповільнювати небажані фізіологічні зміни, які призводять до втрат сухих розчинних речовин. Попередня обробка плодів та ягід перед закладанням на зберігання сприяє зниженню дихальної активності. Фізичний ефект дії хітозану полягає у тому, що на поверхні плодів та ягід утворюється тонка прозора плівка, яка сповільнює газообмін.

Середня інтенсивність дихання свіжих плодів та ягід становила 34,6 мг  $\text{CO}_2 \cdot \text{кг}/\text{год}$ . Цьому сприяло зниження температури до  $0 \pm 2^\circ \text{C}$ . Під час подальшого зберігання інтенсивність дихання поступово знижувалась у всіх зразках, проте найменшою була у варіантах з концентрацією обробки хітозаном 0,5% становивши 1,9 та 2,3  $\text{CO}_2 \cdot \text{кг}/\text{год}$  залежно від способу зберігання.

Дослідженнями встановлено, що попередня обробка плодів та ягід розчином хітозану суттєво впливає на зміни вмісту органічних кислот та цукрів. Органічні кислоти та цукри беруть участь в окислювальних процесах тому втрата їх частково зумовлена інтенсивністю дихання. Наявність хітозанової плівки сповільнила процес дихання відповідно зменшуючи втрати органічних кислот на 0,03 – 0,19 % за зберігання з вільним доступом повітря та 0,01 – 0,15% у модифікованому газовому середовищі і цукрів на 0,2 – 1,1% та 0,3 – 1,6%

Темпи зниження вмісту аскорбінової кислоти у плодах та ягодах під час зберігання були повільнішими у оброблених зразках. Швидкість втрат залежала від концентрації розчину, що підтверджується сильною прямою кореляційною залежністю ( $r = 0,99$ ;  $r = 0,98$ ). Найбільший вміст аскорбінової кислоти в кінці зберігання зафіксований у зразку з концентрацією обробки 0,5%, який становив 35,4 мг/100г у варіанті за вільного доступу повітря та 37,8 мг/100г у МГС, що на 11,6 та 11,4 мг/100г більше від контролю.

Активна кислотність плодів та ягід впливає на життєдіяльність мікрофлори. Підвищення рівня рН провокує швидкий розвиток патогенних пошкоджень. Доведено, що обробка розчином хітозану сповільнює збільшення рівня рН. Нами встановлено сильну обернену кореляційну залежність між активною кислотністю та концентрацією розчину хітозану ( $r = -0,99$ ;  $r = -0,97$ ).

Збільшення концентрації обробки також виявило позитивний вплив на щільність тканин плодів та ягід. Під час зберігання зафіксовано значне розм'якшення у контролі, щільність в кінці зберігання становила 0,10 кг/см<sup>2</sup> за обох способів, натомість в оброблених зразках показник знаходився на рівні 0,14 – 0,20 кг/см<sup>2</sup> у варіанті за вільного доступу повітря та 0,17 – 0,24 кг/см<sup>2</sup> у модифікованому газовому середовищі.

В кінці зберігання у плодів та ягід зафіксована поява етилового спирту. Утворення його у ягодах суниці відбулося внаслідок недостатньої кількості кисню, коли переходять до анаеробного дихання. Найбільший вміст етилового спирту спостерігався у зразках, які зберігали у модифікованому газовому середовищі 0,68 – 0,85% в оброблених зразках та 0,88% у контролі. У зразках які зберігали з вільним доступом повітря вміст етилового спирту не перевищував 0,05 – 0,18%. Встановлено, що концентрація обробки не впливає на накопичення етилового спирту у ягодах.

Аналогічна ситуація спостерігалась із вмістом оцтового альдегіду. За зберігання в умовах модифікованого газового середовища вміст оцтового альдегіду становив 0,16 – 0,28 мг/100г, натомість у зразках, які зберігали з вільним доступом повітря показник був на рівні 0,11 – 0,15 мг/100г

Виявлено, що попередня обробка розчинами хітозану покращувала органолептичні властивості сприяючи кращому збереженню кольору, щільності тканин та смаку. Завдяки плівкоутворювальним властивостям хітозану плоди та ягоди мали блискучу глянцева поверхню, що дало змогу покращити зовнішній вигляд.

На наступному етапі досліджували збереженість без охолодження за обробки хітозаном способами: обприскування на занурювання. Під час зберігання ягід за температури 20 – 22 °С спостерігалось значне погіршення якісних показників, тому дослідження проводили кожного дня за фізичними показниками.

Встановлено, що зберігання в умовах торгового обороту супроводжується швидкими втратами якості. Це відбувається за рахунок підвищеної фізіологічної активності, а саме високої інтенсивності дихання, яка в свою чергу призводить до втрат поживних речовин.

Доведено, що післязбиральна обробка розчинами хітозану має позитивний вплив на збереженість фізичних показників зменшуючи втрати маси на 5,6 – 5,8%; щільність тканин на 0,02 кг/см<sup>2</sup>; рівень рН на 0,6 – 0,7 порівняно з контролем. Аналізуючи отримані результати виявлено, що істотної різниці між способами обробки немає.

Встановлено, що плоди та ягоди в основному уражувалися чотирма грибковими захворюваннями: *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifera*, *Mucor* та *Aspergillus niger*, крім основних патогенів зустрічались поодинокі випадки ураження ягід грибами роду *Fusarium*, *Whetzelinia sclerotiorum* та *Penicillium spp* у зразках без обробки.

Під час зберігання плодів та ягід у холодильній камері на чотирнадцяту добу у контролі виявлено ураження фітопатогенним пошкодженням. Розвиток хвороби на уражених плодах та ягодах відбувався стрімко і на шістнадцяту добу плід цілком був покритий щільним шаром сірого нальоту. Дослідженнями встановлено ураження ягід суниці спричинене грибом *Botrytis cinerea*. У решти дослідних зразках хвороби не виявлено.

Плоди та ягоди, які зберігали без охолодження мікробіологічне пошкодження зафіксоване на п'яту добу зберігання у контролі та у зразку з концентрацією обробки хітозаном 0,05%. На сьому добу зберігання ураження виявлене у зразку з концентрацією обробки хітозаном 0,1%, 0,2% та 0,3%. На восьму добу зберігання всі досліджувані зразки були пошкоджені сірою гниллю.

*Rhizopus stolonifera* – гриб чутливий до знижених температур, тому охолодження ягід знижує розвиток хвороби. Ураження грибом *Rhizopus stolonifera* спостерігалось протягом двох років досліджень. Розвиток хвороби у плодів та ягід, які зберігались в охолодженому стані зафіксовано на вісімнадцяту добу у зразку без попередньої обробки. На двадцяту добу зберігання ураження грибом спостерігалось у варіанті з концентрацією обробки 0,05%, 0,1% та 0,2%. У решти зразків пошкоджень викликаних грибом *Rhizopus stolonifera* не встановлено.

У плодів та ягід, які зберігали без охолодження пошкодження даним патогеном виявлено на шосту добу зберігання у контролі та зразках з концентрацією обробки хітозаном 0,05%, 0,1%, 0,2%, 0,3%. На восьму добу зберігання ураження ягід чорною гниллю спостерігалось у всіх зразках.

Встановлено, що хітозанове покриття дало змогу сповільнити розвиток чорної гнилі збудником якої є гриб *Rhizopus stolonifera*, що дозволяє зменшити відсоток втрат ягідної продукції.

Цвілеві гриби роду *Aspergillus* є одними з найпоширеніших в природі, адже володіють стійкістю до дії факторів зовнішнього середовища. *Aspergillus* вважається одним із найтоксичніших грибів, який викликає тяжкі захворювання потрапляючи в організм людини з спорами через дихальні шляхи. У 2023 – 2024 роках виявлено зараження ягід суниці грибом *Aspergillus niger* у зразках, які зберігали без охолодження. Розвиток хвороби розпочався на шосту добу зберігання у контролі та зразках з концентрацією обробки хітозаном 0,05%, 0,1%, 0,2%. На восьму добу зараження чорною цвіллю зафіксоване у всіх варіантах. Досліджено, що плоди та ягоди попередньо оброблені розчином хітозану виявляли більшу стійкість до пошкодження грибом *Aspergillus niger*.

*Mucor* - рід нижчих цвілевих грибів. Досліджено, що у ягодах суниці хвороба з'являється в місцях механічного пошкодження та інтенсивно розвивається за рахунок ідеального поживного середовища. *Mucor*, як і *Botrytis cinerea* сильно піддається впливу погодніх умов. Встановлено сильний кореляційний зв'язок між ВВП та відсотком ураження грибом ( $r = 0,92$ ) і кількістю опадів та відсотком ураження білою цвіллю ( $r = 0,87$ ). Розвиток білої цвілі плодів та ягід, які зберігали у холодильній камері зафіксований на двадцять добу у контролі та зразку з концентрацією обробки хітозаном 0,05%. У решти зразків пошкоджень не виявлено. У зразках, які зберігали без охолодження, пошкодження встановлено на шосту добу у варіанті без обробки. На восьму добу зберігання ураження грибом виявлено у зразках з концентрацією обробки хітозаном 0,05%, 0,1% та 0,2%. Встановлено, що попередня обробка водними розчинами хітозану запобігає розвитку захворювання спричиненого грибом *Mucor*.

Наступний етап досліджень був присвячений розробленню технологій нанесення хітозану на поверхню плодів та ягід. В ході наукового експерименту було досліджено вплив попередньої обробки водними розчинами низькомолекулярного хітозану на зміну якісних показників плодів та ягід під час зберігання. Обробку плодів та ягід виконували шляхом повного занурення у розчин та шляхом обприскування з наступним видалення зайвої вологи. Аналіз графічних зображень висвітлених у попередніх розділах свідчить про неістотну різницю між застосованими способами, що дає можливість ефективно використовувати обидва.

На основі отриманих результатів були розроблено три технологічні схеми застосування попередньої обробки плодів та ягід.

Розроблено технологію нанесення хітозану на поверхню плодів та ягід шляхом повного занурення у розчин. Запропоновано два способи занурення: занурення плодів та ягід без тари у ванни з робочим розчином та занурення плодів та ягід у тарі. Витрата розчину становить 200 літрів на 1000 кг.

Розроблено технологію нанесення хітозану на поверхню плодів та ягід шляхом обприскування. Витрата розчину становить 100 л на 1000 кг продукції.



Для підприємств з малим обсягом виробництва представлена спрощена технологія застосування попередньої обробки плодів та ягід розчином хітозану, яка не потребує великої кількості технологічного обладнання. Витрата розчину становить 10 л на 100 кг продукції.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>		11
<b>РОЗДІЛ 1. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ЗБЕРІГАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ СУЧАСНИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>		14
1.1	Сучасні технології зберігання плодів та овочів	14
1.2	Використання компонентів на основі хітозану в харчовій промисловості	23
	Висновки до розділу I	33
<b>РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>		36
2.1	Програма проведення досліджень	36
2.2	Методика проведення досліджень	37
	Висновки до розділу 2	39
<b>РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ОБРОБКИ ХІТОЗАНОМ НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПЛОДІВ І ЯГІД ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ В РІЗНИХ УМОВАХ</b>		40
3.1	Збереженість плодів і ягід в охолодженому вигляді за обробки хітозаном	40
3.2	Зміни фізико-хімічних показників без охолодження за обробки хітозаном	65
3.3	Фітопатогенне пошкодження під час зберігання	71
3.4	Розроблення технології нанесення хітозану на поверхню ягід суниці і плодів сливи	81
	Висновки до розділу 3	85
<b>ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ</b>		87
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</b>		90
<b>ДОДАТОК А</b> Акт упровадження у виробництво ТОВ «ТРЕЙДРЕСУРС»		108
<b>ДОДАТОК Б</b> Акт упровадження у виробництво Магазину «Продукти 443» (ТОВ «АТЬ-Маркет»); довідка про соціальний ефект від впровадження		111
<b>ДОДАТОК В</b> Акти упровадження в освітній процес у конспект лекцій з дисципліни «Пакування та зберігання товарів» у конспект лекцій з дисципліни «Товарознавство. Харчові продукти»		115

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Виробництво ягід суниці і плодів сливи має певні особливості порівняно з іншими агропромисловими культурами: вони вимогливі до умов зберігання та транспортування; нестійкі до механічних пошкоджень і забруднення спорами мікроорганізмів. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми є пошук нових способів зберігання зазначених плодів у свіжому вигляді з метою запобігання їх травмуванню й подальшому зараженню грибковими і бактеріальними інфекціями.

Проблему зберігання плодів і ягід у свіжому вигляді шляхом їх попередньої обробки розглянуто в дослідженнях В. В. Дятлова, О. В. Григоренко, Д. С. Степаненко, О. В. Василюшиної, М. Є. Сердюк, А. М. Мелконяна та ін. [1, 2]. Але системних досліджень щодо створення екологічно чистих засобів обробки ягід і плодів перед зберіганням немає. Пріоритетними технологіями зберігання плодів і ягід є: технологія швидкого заморожування, технологія регульованої атмосфери та зберігання в спеціальній тарі. Проте вони актуальні лише за умови попередньої обробки свіжих плодів і ягід хімічними препаратами, які істотно знижують їх корисні властивості й не вирішують проблеми біологічного псування. Плоди і ягоди здебільшого обробляють пестицидами, більшість яких є токсичними канцерогенами, які не розчиняються у воді, що не дозволяє змити їх із поверхні плодів.

Застосовують також обробку плодів і ягід етиленом безпосередньо у сховищі. Етилен безпечний для людини, його залишок на поверхні плода невеликий, але штучно створені зовнішні ознаки зрілості не гарантують таких самих смакових якостей плода.

Отже, актуальною залишається проблема розробки і впровадження нового нетоксичного засобу для обробки свіжих плодів і ягід із використанням природних компонентів, який буде ефективним для захисту від патогенних мікроорганізмів та збільшить термін зберігання.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – створення упаковки для поліпшення безпеки та терміну придатності харчових продуктів.

Для досягнення поставленої мети визначено **завдання**:

- проаналізувати джерела літератури відносно особливостей і результатів обробки плодів та ягід препаратами, що мають антимікробні властивості;
- встановити шляхи псування ягід суниці і плоди сливи після збирання врожаю;
- виявити якісний склад мікрофлори, що розвивається під час зберігання ягід суниці і плоди сливи;
- оцінити вплив різних способів обробки ягід суниці і плодів сливи хітозаном на їх якість після збирання та під час зберігання в умовах холодильника та без охолодження;
- оцінити вплив різних концентрацій хітозану на післязбиральну якість ягід суниці і плодів сливи під час зберігання в різних умовах;
- розробити технологію нанесення хітозану на поверхню ягід суниці і плодів сливи;
- економічно обґрунтувати ефективність обробки хітозаном ягід суниці і плодів сливи.

*Об'єкт дослідження* – зміни якості ягід суниці і плодів сливи під впливом попередньої обробки хітозаном за різних умов зберігання.

*Методи дослідження*: стандартні органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, спеціальні фізичні, планування та математична модель.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Експериментально доведено ефективність післязбиральної обробки хітозаном на збереженість ягід суниці і плодів сливи.

*Вперше*:

- встановлено кореляційні зв'язки між концентраціями розчину хітозану та зміною якісних показників ягід суниці і плодів сливи;
- з'ясовано оптимальну концентрацію розчину хітозану для боротьби з фітопатогенним пошкодженням ягід суниці і плодів сливи;

*Удосконалено*:

- схему комплексної переробки ягід суниці;

*Набули подальшого розвитку:*

- наукові положення щодо ефективності застосування післязбиральної обробки ягід суниці і плодів сливи хітозаном.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі проведених досліджень розроблено технології попередньої обробки ягід суниці і плодів сливи хітозаном та рекомендовано товаровиробникам промислових і невеликих підприємств спосіб нанесення та концентрацію розчину хітозану. Розроблено спосіб розчинення хітозану без застосування кислот.

**РОЗДІЛ 1. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ЗБЕРІГАННЯ РОСЛИННОЇ  
СИРОВИНИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ СУЧАСНИХ ПАКУВАЛЬНИХ  
МАТЕРІАЛІВ**

## 1.1 Сучасні технології зберігання плодів та овочів

Результати аналізу сучасної вітчизняної та зарубіжної наукової і патентної літератури свідчать про те, що пріоритетними технологіями зберігання є:

- 1) технологія швидкого заморожування;
- 2) технологія регульованої атмосфери;
- 3) технологія зберігання в спеціальній тарі [2].

Плоди дуже погано переносять транспортування, оскільки під час нього трапляється багато випадків їх механічного травмування. Крім того при довготривалому транспортуванні доцільно забезпечити температурний контроль в транспортному засобі, що не завжди виконується. До того ж перед перевезенням слід зробити ретельний контроль плодів: відбір вражених або підозрілих одиниць та сортування за тургором і розміром, що теж не виконується в достатній мірі. Картонні коробки, які є досить розповсюдженою та дешевою первинною тарою при перевезенні плодів, можуть пропитуватися соком пошкоджених фруктів, що спричиняє зараженню здорових плодів в усій коробці. Одним з факторів втрати врожаю плодів через гниття є їх псування під час тривалого транспортування [3, 4].

У сховищах плоди повинні зберігатися при низькій температурі (не більше 2°C) при вологості повітря 90-95%, що забезпечує тривале зберігання й зменшує кількість випадків псування. Заражені плоди недопустимі для харчування, так як вони небезпечні для здоров'я споживача внаслідок ймовірності виникнення шлунково-кишкових отруєнь [4, 5].

Коли плоди стикаються з іншими плодами, листям й гілками під час збирання, обробки та упаковки, на поверхнях плодів проявляються мікро- та макроскопічні розриви, розм'якшення й рани, які служать точкою входу для спор грибів. У результаті плід стає вогнищем хвороби та поширює хворобу на інші фрукти протягом всього ланцюга заготівлі врожаю. Комахи, що контактують з плодами, теж можуть служити факторами розповсюдження захворювань.



Утворення подвійних плодів та відірвані плодоніжки – ще один фактор підвищеного ризику потрапляння інфекції до плоду [6, 7, 8].

При виявленні розщеплених або пошкоджених плодів після заготівлі врожаю вони вилучаються з партії та утилізуються. Крім того, з зібраної сировини видаляються компоненти мертвого рослинного матеріалу (листя, гілки, палиці тощо). Для фруктів, що пройшли первинний контроль, слід провести первинну обробку – промивання, що запобігає розповсюдженню патогенів та знижує температуру плодів після збирання до допустимої для подальшого зберігання. Деякі сорти плодів можуть травмуватися при промиванні, але це необхідний захід, так як він сприяє більш тривалому терміну зберігання та забезпечує першу можливість очищення плодів та видалення спор грибів, які можуть спричинити зараження і псування. Також промивання сприяє усуненню забруднення при транспортуванні, яке може бути джерелом спор грибів роду *Penicillium*, *Mucor* та *Rhizopus*. При промиванні зазвичай використовують діоксин хлору та поверхнево-активні речовини, що частково дезінфікують плоди від мікросферичних спор грибів. При дезінфікуванні потрібно ретельно контролювати рівень вільного хлору та рН розчину. Після обробки дезінфікуючим розчином плоди слід обробляти питною водою, щоб уникнути токсичних для споживача сполук. Фрукти повинні промиватися питною водою після обробки хлором або його оксидами [6, 7, 8, 9, 10].

Плоди, що пройшли первинний огляд повинні зберігатися в чистих сухих контейнерах у сховищах. Також вони не повинні зберігатися в одному приміщенні з іншими плодами. Після збирання врожаю слід не допустити потрапляння на плоди прямих сонячних променів [6, 7, 8].

Температурний режим є дуже важливим для запобігання розвитку грибкових інфекції на плодах вишні під час зберігання. Одразу після гідроохолодження плоди поміщаються в умови  $-0,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  при 90-95% вологості та необхідного для зберігання газового складу навколишнього повітря. Підвищення температури вище за оптимальну призводить до швидкого псування врожаю [6, 11].

Перед транспортуванням до підприємств роздрібної торгівлі, необхідним критерієм є санітарні умови пакувальної лінії. Перед транспортуванням плоди проходять вторинний контроль на наявність пошкоджених або інфікованих плодів. Інколи проводять повторну санітарну обробку, що дозволяє уникнути реінфікування спорами грибів. Обладнання пакувальної лінії теж обробляється дезінфектантами. Транспортування плодів відбувається в чистих сухих боксах невеликого об'єму (для уникнення продавлення) при збереженні температурних умов [6, 12].

Для запобігання розвитку грибкових інфекцій при зберіганні плодів рекомендовано використовувати контактні фунгіциди. Зазвичай плоди в сховищі обприскують іпродіоном та фталамідним фунгіцидами, частіше за все каптаном. Використання фунгіцидів це необхідна міра для збереження врожаю, тому як всі грибкові хвороби швидко можуть зіпсувати плоди ще в сховищі. Однак, ці фунгіциди можуть викликати алергічні реакції у споживачів і мають сумнівний профіль безпеки, а у великих кількостях можуть викликати отруєння [6, 9, 10, 12, 13].

Слива характеризується високим ступенем дихання, метаболізму і найбільш високою чутливістю до етилену серед усіх кісточкових плодів. Ці особливості обумовлюють надзвичайно короткий термін зберігання плоду, що становить лише 1-2 тижні практично при 0°C та відносній вологості близько 90%. Він активно переходить від зрілості до перезрівання, пом'якшується та набуває обмеженої товарності [14, 15].

Сливи завжди збирають вручну в збірні сумки або пластикові бокси. На даному етапі багато плодів роздавлюється та інфікується патогенами, які можуть знаходитись у збірній сумці або пластиковому боксі, а також потрапляти з дерев [14, 16].

В умовах холодильного зберігання (близько 0°C) пригнічується ріст та розвиток шкідливих для плодів патогенів, але низька температура теж може нанести шкоди плодам, тому сливи не рекомендовано охолоджувати нижче ніж до -1°C. Рекомендовано уникати швидкого охолодження плодів, так як

посилюються деструктивні процеси в м'якоті. Також переохолодження призводить до втрати смаку та зміни консистенції м'якоті плода. При зберіганні з атмосферним контролем використовують додатково CO<sub>2</sub> в якості фунгістату. Дані атмосферні умови повинні зберігатися не тільки при зберіганні, також при транспортуванні, що не завжди виконується, це призводить до псування плодів абрикоси ще до надходження на торговельну точку [14, 17–19].

При надходженні до роздрібних торговельних мереж плоди зазвичай зберігаються при температурі 2,2-7,6 °С, а у разі незрілих плодів використовують температурний режим 18-24 °С, що викликає швидке дозрівання. Нажаль враховуючи можливі пошкодження плодів на попередніх етапах: мікротріщини, порізи, теплові і холодкові травми, продавлення, вивільнення соку, розм'якшення м'якоті, враження патогенами (що інколи ідентифікується по зміні кольору) при такому режимі зберігання плоди активно псуються [14, 17].

Основним засобом боротьби з грибковими хворобами є синтетичні фунгіциди: діхлоран, іпродіон, флюдиоксоніл, фталімідні, бензімідазольні фунгіциди тощо. Вони використовуються як окремо так і в сумішах або послідовно. Проте декілька фунгіцидів були вилучені з ринку через можливі токсикологічні ризики. Крім того, багаторазове застосування деяких системних фунгіцидів в аграрних господарствах призвело до появи фунгіцид-стійких патогенів. Деякі фунгіциди, особливо фталімідні, спричиняють хімічні травми епідермісу абрикосів [20, 21]. Оскільки використання фунгіцидів при заготівлі плодів є необхідним, але потенційно шкідливим, в країнах Європи ініційовані дослідження з розробки природних, ефективних та нетоксичних для споживача засобів [22].

Сердюк М. Є. [23] розробила технологію холодильного зберігання плодів з використанням обробки антиоксидантними речовинами. У роботі обґрунтовані комплексні антиоксидантні композиції: АКМ, яка включає дистинол (суміш іону та диметилсульфоксиду), поліетиленгліколі (ПЕГ); ДЛ, що включає дистинол та лецитин; АКРЛ, складовими якої є аскорбінова кислота, рутин, лецитин. Обробка вищезазначеними композиціями сприяє зниженню рівня щодобових

втрат маси плодів у 1,5...9,8 разів, гальмує процеси дихального метаболізму, а клімактеричний підйом дихання відтермінує на 10...90 діб порівняно з необробленими плодами. В роботі Сердюк М. Є. підтверджено зниження рівня тепловиділення у 1,5 рази, зменшення втрат розчинних сухих речовин у 4,9...7,0 разів, зниження у 1,1...5,0 разів інтенсивності процесів післязбирального перетворення розчинних сахаридів, у 1,6...4,7 разів швидкості оцукрення крохмалю, та у 1,7...9,3 рази швидкості витрати пектинових речовин.

У роботі Василюшиної О. В. [24] наводиться теоретичне узагальнення і нове застосування речовин антимікробної дії для післязбиральної обробки плодів з метою зберігання. Автор доказує, що обробка плодів речовинами антимікробної дії в умовах модифікованого газового середовища зі складом 7-13% CO<sub>2</sub> і 5-12% O<sub>2</sub> до 15 діб дає можливість отримати 98–99% товарних плодів, а при зберіганні до 38 діб – 80–85%. При цьому втрати маси плодів зменшуються до 0,6 – 1,0%, що на 10-40% нижче ніж без обробки.

Пристрій для обробки плодів на основі електроіонізації повітря розроблений Степаненком Д. С. [25], як засіб для первинної обробки та зберігання плодів. Такий спосіб обробки дозволяє зберігати плоди до 90 діб, з незначним зниженням їхньої механічної міцності. Якщо опірність плодів проколу в контролі вже на сорокову добу зменшилася в 2,1 рази, то на цей момент в плодах інших варіантів цей показник практично не змінюється, вони залишаються щільними, без ознак зів'янення. До кінця зберігання опірність проколу зменшуються в 1,2 рази в порівнянні з первісною величиною.

Григоренко О. В. [26] удосконалила технології заморожування плодів сливи шляхом підбору оптимальних способів заморожування і дефростації та обґрунтувала раціональне використання сортів для одержання заморожених плодів з високими споживчими властивостями. Автором визначено фактори, що впливають на якість плодів сливи в процесі заморожування та зберігання; встановлено оптимальні способи заморожування з урахуванням диференційованого підходу до сортових особливостей; оптимізовано режимив заморожування і дефростації плодів сливи.

У роботі [26] встановлено, що у процесі заморожування у повітряному середовищі і 8 місяців зберігання зменшується питома маса колоїдно-зв'язаної води у плодах сливи на 40,2%, що обумовлено змінами біоколоїдів протоплазми і призводить до зниження вологоутримуючої здатності плодів. Визначено криволінійну регресійну залежність вологоутримуючої здатності заморожених плодів сливи від терміну зберігання, а також лінійну регресійну залежність цього показника від вмісту протопектину в плодах сливи. Заморожування у 20% цукровому сиропі збільшує інтенсивність тепловіддачі майже у 3 рази порівняно із заморожуванням розсипом при тій самій температурі заморожування (-24°C), що сприяє збільшенню швидкості заморожування та забезпечує мінімальні зміни мікро-структури, органолептичних властивостей і харчової цінності плодів.

Безменніковою В. М. [27] наведено теоретичне обґрунтування проблеми подовження тривалості та ефективності зберігання плодів шляхом обприскування дерев водними розчинами антиоксидантної композиції перед збиранням плодів. Автором встановлено, що із досліджених способів обробки плодів найбільш ефективним є обприскування їх розчином антиоксидантної композиції АОК-М (0,0015-0,036% концентрації діючої речовини (дистинолу) та 0,5% концентрації поліетиленгліколів) перед збиранням, яке забезпечує утворення на поверхні абрикосів плівки рівномірної товщини  $7,5 \pm 0,4$  мкм, що знижує інтенсивність дихання плодів в 1,4-1,5 рази. Така обробка підтримує баланс вологи, зменшує природні втрати маси в 1,7-1,8 рази, індукує природний імунітет, підвищує вихід продукції першого товарного ґатунку в 1,1-1,2 рази та подовжує термін зберігання плодів на 30 діб, у порівнянні з плодами без обробки.

Мелконян А.М. [29] виявив критерії, що дозволяють науково прогнозувати придатність плодів до низькотемпературного заморожування і тривалого зберігання: низька соковіддача під час дефростації плодів відразу після заморожування (9-10 %), високий загальний показник смаку свіжих плодів (не нижчий ніж 2 бали), а також низький рівень у свіжих плодах поліфенольних сполук (катехинів 2-6 мг %, хлорогенової кислоти 31-57 мг %), високий рівень

цукрів, вітамінів С і групи В. Користуючись виявленими критеріями, автор відібрав кращі сорти, які придатні до низькотемпературного заморожування і тривалого зберігання. Після розморожування вони зберігають аромат, смак, природне забарвлення, тверду консистенцію м'якоті на рівні свіжих.

Протягом багатьох років технологія регульованого середовища відома спеціалістам як система контролю атмосфери всередині камери, що використовується для збільшення періоду зберігання плодів із високим стандартом якості [2, 30–38]. Зазначена технологія передбачає зберігання продукції в герметичних холодильних камерах за зниженої концентрації  $O_2$  (1,0...2,5%) та підвищеної –  $CO_2$  (1,0...3,5%) та залежить від технічного рівня й раціональних режимів роботи обладнання для формування та підтримки газових режимів у камерах холодильника. Згідно з дослідженнями, зберігання в регульованій атмосфері призводить до зниження інтенсивності метаболічних процесів в 2-3 рази, суттєво збільшуючи термін зберігання. Перевагами даної технології також є і скорочення розвитку фізіологічних та грибкових захворювань (на 20–25%). Завдяки уповільненню дисиміляції плоди зберігають первинну якість компонентів (кислота, цукор, смакові і ароматичні субстанції). Плоди набагато краще зберігають текстуру та твердість, що вкрай важливо для транспортування та продажу. Плоди, закладені на зберігання з легким загаром, не втрачають свої властивості, в той час як при звичайному зберіганні вони швидко псуються. В країнах з розвиненим садівництвом (Італія, Нідерланди, Бельгія, Німеччина, Великобританія, США та ін.) більша частина врожаю плодів, призначених для споживання у свіжому вигляді, зберігається в регульованій атмосфері.

Відомо, що азот широко використовують в харчовій промисловості для зберігання і консервування. Застосування мембранно-компресорних установок дозволяє отримувати азот у декілька (від двох до десяти) разів дешевше, ніж вироблений за криогенної або адсорбційної технології. Принцип дії мембранного елемента установки заснований на різній швидкості проникнення газів крізь полімерну порожнисто-волоконну мембрану під впливом перепаду тисків на



мембрану. Практична спрямованість роботи вчених [2, 39] також базується на поглибленому аналізі теоретичних питань розподілу складних газових сумішей на порожнисто-волоконних мембранах.

Cunkun C., Wensheng W., Ning J. [2, 40, 41] розробили метод зберігання та перевезення фруктів у спеціальних коробках зі стерилізацією, що зменшує залишки пестицидів. Корпус, що має верхній отвір, консервує тепловий шар на внутрішній боковій стінці корпусу коробки, де зберігається тепло. Таким чином, генератор озону малого розміру здатен безперервно виробляти озон. Вироблений озон має функцію стерилізації, що уповільнює перебіг хімічних процесів у фруктах.

Розроблено технологію заморожування плодів у рідких холодоносіях. Кріогенне заморожування в рідкому азоті й діоксиді вуглецю поки не знайшло широкого застосування, що пов'язано з високою вартістю потрібних для цього технічних засобів. Високий коефіцієнт тепловіддачі під час холодильної обробки продуктів у різних видах рідин дозволяє значно пришвидшити процес і максимально зберегти якість продукції [2, 42]. Однак більшість із запропонованих рідких холодоносіїв є непридатними для контактного заморожування ягід і плодів, у тому числі кісточкових, мають високу корозійну активність і значну в'язкість за негативних температур.

Авторами [4, 43–48] запропоновано способи зберігання плодів, що передбачають гідроохолодження водяним розчином. Як антисептик використовували препарат, отриманий шляхом екстрагування різних біомас мікроміцетів, таких як *Mortierella elongata*, *Mortierella gracilis*, *Mortierella jenkinsii*, *Mortierella sclerotiella*, *Mortierella zychaе*, *Mortierella marburgensis*, *Mortierella hygrophila* або *Mortierella parvispora*. При цьому багато уваги приділяється і якості плодів після заморожування [49].

Багато уваги питанню зберігання свіжих фруктів приділив Найченко В.М. [2, 50]. Він пропонує гідроохолодження сатурованим водним розчином антисептика та завантаження в термостатичне сховище, в якому в ролі антисептика використовують препарат, отриманий шляхом послідовного

екстрагування біомаси мікроміцетів *Saprolegnia parasitica* неполярним екстрагентом у надкритичному стані: водою–лугом, водою–кислотою, водою–лугом і водою з наступним об'єднанням першого екстракту з твердим залишком [2, 51].

Дослідниками [2, 52–56] запропоновано спосіб підготовки плодів до зберігання, що передбачає гідроохолодження та завантаження в термостатоване сховище, в якому для гідроохолодження використовують сатурірований розчин, що містить воду, пропіонову кислоту та хітозан в кількості не більше 0,2% за масою.

Серед технологій зберігання плодів в спеціальних тарах слід виділити патент на пластичний пакет для зберігання фруктів [2, 47]. Цей пакет складається із кришки та коробки з подвійними стінками. У зазорі між зовнішньою і внутрішньою стінками по периметру пакета містяться капілярні трубки з водою, температура якої дорівнює заданій температурі в камері.

На сучасному етапі розвитку технологій зберігання плодів окрім традиційних технологій швидкого заморожування та методів регульованої атмосфери, все частіше звертають увагу на способи зберігання за допомогою біологічних плівок, як економічно чистого та недорогого способу [2].

Український дослідник Кавіршин О.П. [2, 57] запропонував використовувати розчин хітозану як консервант для обробки продуктів рослинного походження перед зберіганням.

D. Shi [2, 58] запропонував спосіб отримання консервувальної плівки для короткочасного зберігання фруктів. Тіло плівки призначене для уповільнення втрати води й адсорбування етилену утворюється консервантом, при цьому щільність тіла плівки становить 0,5–0,9 г/см<sup>3</sup>. Плівка має достатню адсорбційну ємність для етилену, тому швидкість дозрівання плодів, загорнутих у плівку, зменшується.

Yanwen Z., Shijun W., Ping Z., Jiazheng Li [2, 59] визначають високу дієвість фізичної антибактеріальної плівки поліолефіну для зберігання фруктів. Їх дослідження свідчать про те, що плівка може поліпшити фізичний

антибактеріальний ефект, а також зменшує використання хімічного консерванту, вторинне забруднення хімічними речовинами навколишнього середовища і продуктів. Крім того, плівка покращує зовнішній вигляд фруктів і овочів, підвищує товарну привабливість продукту.

Сьогодні проблему зниження втрат плодів вирішують із застосуванням відповідних синтетичних препаратів, але вони токсичні та викликають різні захворювання в організмі людини. Також, синтетичні препарати здатні переміщуватися на далекі відстані, а їх період розпаду триває десятиліттями. Розробка і впровадження нового ефективного нетоксичного засобу для обробки кісточкових плодів перед зберіганням може стати ефективним для їх захисту від мікроорганізмів-патогенів, що дозволить збільшити термін зберігання свіжих плодів черешні, вишні та абрикоса.

## 1.2. Використання компонентів на основі хітозану в харчовій промисловості

Хітин і хітозан – універсальні й перспективні біоматеріали. Хітин був відкритий у 1811 р. (H. Braconnot, A. Odier), а хітозан у 1859 р. (C. Rouget), хоча свою нинішню назву отримав в 1894 р. (F. Norre-Seyler) [60]. З практичної точки зору хітозан і хітин є однорідними поняттями. Прийнято позначати речовину як хітин, якщо вона деацетильована на 5% і як хітозан - при вмісті азоту вище 7%. Амінова група в складі хітозану змінює його коагулюючі, диспергуючі і хелатні властивості [60; 61].

Хітин структурно ідентичний целюлозі, але має ацетамід групи ( $-NHCOCH_3$ ) [61]. Першим деацетильованим похідним елементом хітину є хітозан, який являє собою високомолекулярний полімер глюкозаміну, розчинний у розведених органічних і неорганічних кислотах (крім сірчаної). На відміну від нерозчинного хітину, хітозан розчиняється і має широкі можливості для застосування в різних галузях промисловості, у сільському господарстві та медицині [60–61].

Інтерес до хітозану пов'язаний з його фізіологічними й екологічними властивостями, а саме: біосумісність, біодеструкція, фізіологічна активність за відсутності токсичності; важливим чинником є доступність сировинних джерел [62–64]. Хітозан повністю відповідає вимогам, що ставляться до харчових добавок. Залежно від завдання хітозан уводиться до складу харчової продукції або ж його використовують як зовнішній технологічний чинник [65].

Галузь застосування хітину та хітозану дуже обширна. До числа напрямків використання хітозану можна віднести: парфюмерно-косметична промисловість (вологозатримуючий, антистатичний та бактерицидний компонент, стабілізатор і закріплювач аромату парфюмерних засобів, компонент кремів і масок); медицина (ентеросорбенти, ранові покриття, імуномодулюючі препарати руйнування хірургічних швів, замітники кровоносних судин, катетери та шланги); виробництво біоруйнівних матеріалів і виробів (пакувальні плівки, в т.ч. для збільшення термінів зберігання харчових продуктів, одноразовий пластиковий посуд з бактерицидними властивостями і т.п.); харчова промисловість (структурутворювач, емульгатор і загущувач, плівкоутворювальний компонент біоруйнівних і їстівних плівок і упаковок для харчових продуктів, основа препаратів для обробки овочів і фруктів при зберіганні); сільське господарство (засіб для боротьби з нематодами, стимуляції росту і врожайності рослин, індукування їх вірусної і бактерійної стійкості); ветеринарія (ентеросорбенти, добавка в корм птиці для боротьби з микотоксикозами); хімічна промисловість (високоєфективний сорбент, в т.ч. для очищення стічних вод від важких металів, нафтопродуктів, білків) [65–69].

Низька токсичність, біо- і гемосумісність плівок відіграють важливу роль у використанні хітину і його похідних у вигляді плівкових і волокнистих покриттів і розділових мембран. Вітчизняна та іноземна наукова література свідчить про перспективність використання таких покриттів і розділових мембран у медицині, біотехнології, фармацевтиці, харчовій промисловості [68-71].

Висока волого- і жирутримуюча здатності дозволили рекомендувати хітин і хітозан до використання в якості харчової добавки в фаршевих м'ясних

продуктів, ковбас, сосисок, паштетів і т.п., а висока жироемульгуюча – робить перспективним їх використання при виробництві соусів, кремів, майонезів [71–73].

Плівки на основі хітозану привертають увагу в технології зберігання і упаковки харчових продуктів. Це відбувається через той факт, що хітозан проявляє високу антимікробну активність по відношенню до патогенних мікроорганізмів, що викликають псування, в тому числі грибів, а також грампозитивних і грамнегативних бактерій [74].

Розчинність хітозану – одна з важливих властивостей, що дозволяє розширити практичну сферу застосування цього біополімеру. Дослідження здатності похідних хітину і хітозану утворювати гелі з високоупорядкованою внутрішньою наноструктурою міцелярного типу [75–76] становить інтерес для мікрокапсулювання біологічно активних речовин. Такі гелеподібні матеріали знайшли своє застосування в медицині для виробництва носіїв лікарських засобів, ферментів і генетичного матеріалу пролонгованої дії [77–80]. У міцелоподібних кластерах фізичного гелю може також відбуватися солубілізація олієрозчинних лікарських речовин. Вважається, що капсули, одержані на основі хітозану, можуть бути використані для селективної сорбції важких металів [78; 81].

Хітозан здатен пригнічувати зростання бактеріальних мікроорганізмів. Протимікробний ефект олігомерів хітозану пояснюється їх здатністю проникати всередину бактерій і впливати на механізм репродукції мікробних тіл. Крім антибактеріальної дії хітозан може сприяти підвищенню чутливості мікроорганізмів, стійких до деяких антибіотиків [82–84].

Плівкоутворюючі властивості хітину і хітозану відомі давно [85, 86], але саме останнім часом різко зросла кількість публікацій, присвячених отриманню та вивченню плівок на їх основі [87]. Розробка ефективного методу [88] підтримки якості, затримки дозрівання і контролю розпаду при зберіганні яблук шляхом обробки гарячим повітрям при 38° С протягом 4 днів і потім покриттям 1% хітозана (CTS). Крім повного контролю над синьою і сірою цвілью на

штучно інокульованих плодах під час зберігання, оброблені плоди показали найнижчу інтенсивність дихання, виділення етилену, а також найвищу міцність і прийнятність для споживачів.

Застосування хітозану значно зменшувало коричневу гниль, сіру цвіль і гниль, блакитну цвіль, *Alternaria*, *Rhizopus* і зелені гнилі [89].

Вчені [90] визначають хітозан як перспективний біоактивний полімер для упаковки харчових продуктів завдяки своїм функціональним властивостям. Очікується, що використання харчових або біоруйнівних матеріалів, рослинних екстрактів і наноматеріалів замінить синтетичні добавки через ризик, який вони представляють для навколишнього середовища і здоров'я людини.

Вчені [91] успішно отримали тонкі плівки хітозанового гелю і похідні, які володіють потенціалом у вигляді недорогих, розчинних пов'язок шкіри з антимікробними властивостями.

Дослідження [92] виявили, що композитна плівка желатин-хітозан може використовуватися в якості трансдермального носія для системної доставки лікарського засобу через шкіру.

Запропоновані [93] плівки з хітозану для доставки лікарського засобу через слизову оболонку порожнини рота, які готували з використанням технології просочення в понадкритичному розчині. При вивченні плівки на основі хітозану з наночастинками срібла, що використовуються для упаковки харчових продуктів, виявили не тільки взаємодію між їх компонентами, а також термостійкість, захисний бар'єр від ультрафіолету та антимікробну активність [94].

Розроблено екологічно чистий матеріал для упаковки харчових продуктів, що не містить хімічних добавок, шляхом збагачення натуральної композитної плівки на основі хітозану екстрактом насіння грейпфрута (GFSE) [95]. Експерименти показали, що термін придатності зразків хліба, упакованих з композитними плівками GFSE на основі хітозану, був в два рази більше, ніж у упакованих з використанням синтетичних пакувальних плівок.

Дослідження [96] зосереджувалося на розробках і модифікаціях



хітозанових плівок, включених до них крохмалем, гліцерином і сорбітом, а також олії лимоннику з метою підвищення фізичних і механічних властивостей плівок.

Здатність модифікованого хітозану прискорювати розкладання була використана при отриманні плівки на основі поліетилену з 10% хітозану, що, за свідченням дослідників, призводить до повного розкладання композиції за 28 днів [97].

Вченими [98] дослідили плівкоутворюючі властивості суспензій целюлози у водно-кислотних розчинах хітозану. Доведено, що сорбційна здатність плівок залежить від співвідношення целюлози і хітозану; крім того, її можна регулювати шляхом прогрівання плівок і введення зшивних реагентів.

Проведені дослідження виявили [99] закономірності отримання полімолекулярних комплексів хітозану із синтетичними полімерами і біополімерами – полівініловим спиртом, метилцелюлозою, білками молочної сироватки і желатином. Отримані плівки з полімолекулярних комплексів здатні тривалий час утримувати воду (до 85%), при цьому їх показники міцності не поступаються чистому хітозану, а горючість зменшується в 1,3 рази.

Т.В. Солодовнік, Ю.М. Куриленко, О.В. Єгорова [98] досліджували фізико-хімічні властивості плівок на основі хітозану й альдегід натрію та їх подальше використання в медицині, косметології, біоінженерії, а також для виготовлення покриття для медичного обладнання.

Змішані плівки з хітозану та інших природних (пектин, крохмаль) і синтетичних водорозчинних полімерів (полівінілхлорид, поліетиленгліколь та ін.) описані в працях Штомпель В. І., Бененко С. П., S.Tripathi, Gopal K Mehrotra, Pradip K Dutta, P.C. Srinivasa та R.N. Tharanathan [99–101]. Добавки синтетичних полімерів сприяють підвищенню стабільності у водно-кислотних середовищах виробів, на основі хітозану, у той час як додавання хітозану до синтетичних полімерів підвищує їх біосумісність і біодеградованість. Ці добавки надають їм іонообмінних і комплексотвірних властивостей, а в деяких випадках підвищують гідрофільність і забарвленість, при цьому знижується електрозованість.

У дослідженнях функціональних властивостей плівок на основі хітозану, пластифікованих гліцерином [102], було відзначено прозорість і стійкість проти УФ-випромінювання, крім того, плівки на основі хітозану проявляли бар'єрні властивості проти водяної пари і кисню при додаванні гліцерину.

В ході дослідження [103] антибактеріальної активності лікарських плівок з активною фракцією вуглекислотного екстракту гвоздики, встановлено, що найбільшою активністю володіють 0,5% лікарські плівки, виготовлені на комплексній основі хітозану та метилцелюлози (1,5: 1).

У дослідженні хітозанового покриття [104] при зберіганні плодів мандарину виявили, що по фізико-хімічним характеристикам покриття на основі хітозана, показало кращі результати у порівнянні з контрольними плодами.

Дослідження характеристик та антимікробних властивостей крохмаль-хітозанових (WSC) плівок [105], що містять екстракт плодів *Cornus officinalis* та ефірної олії соснової голки було проведено китайськими вченими. Результати показали, що плівки здатні знижувати кількість *E. Coli*, *S. aureus* і *L. monocytogenes*.

У вітчизняній і зарубіжній літературі зустрічаються відомості використання хітозану як сировини для отримання їстівної захисної плівки. Їстівні покриття мають властивість консерванту для харчової маси, який контролює зростання кількості мікробів на поверхні, що є основною причиною псування багатьох харчових продуктів [98, 106].

Вчені [107] проаналізували переваги їстівних плівок на основі хітозану, його гемостатичні, бактеріостатичні, фунгістатичні, сперміцидні, антиканцерогенні, антацидні і стимулюючі імунну систему властивості.

Хітозан широко використовується в протимікробних плівках для забезпечення їстівного захисного покриття, занурення і розпилення харчових продуктів завдяки його антимікробним властивостям [66].

Антимікробні властивості хітозану [88] були об'єднані з термопластичними і плівкоутворюючими властивостями казеїнату натрію для приготування плівкоутворюючих розчинів і плівок.

Основною метою дослідження [86; 87 ] було застосування хітозану в якості їстівного покриття для поліпшення сенсорних, фізико-хімічних і мікробіологічних характеристик. Результати показали поліпшення сенсорних характеристик, зниження втрати вологи, виражений антиоксидантний ефект у зразках, покритих хітозаном.

Вчені [108] дослідили широкий спектр використання хітозану у харчовій промисловості, включаючи обробку біорозчинними речовинами і покриттів, іммобілізацію ферментів в якості антимікробного агента і дієтичної добавки з гіпохолестеринемічними властивостями.

Досліджено покриття хітозановою плівкою плодів і овочів (яблука, апельсини, черешня, суниця, томати, перець, баклажани), які мають певний імунітет і в яких відбуваються обмінні процеси [109–111]. На поверхні плодів і овочів вони відіграють роль мікробного фільтра і регулюють склад газів на поверхні та в товщі тканин, впливаючи тим самим на активність і тип дихання, що загалом сприяє подовженню термінів зберігання рослинної сировини. Крім того, покриття з хітозану спричиняє деякі морфологічні зміни збудників псування томатів і перцю, наприклад у *Botrytis cinerea*, стимулює закупорювання міжклітинного простору в місцях пошкодження тканин, обмежуючи проникнення фітопатогенної мікрофлори, [88; 112].

У дослідженнях властивостей плівок на основі хітозану, пластифікованих спермідіном і/або гліцерином [99] доведено, що присутність спермідину в хітозановій плівці помітно збільшує його подовження при розриві, а одночасне додавання гліцерину підвищує їх еластичність.

В дослідженні вчених [113] активні біоруйнівні покриття на основі хітозану з додаванням желатину, крохмалю та сорбіту, з або без монотерпенів (гераніол і тимол) було нанесено на свіжі ягоди полуниці в якості обробки після збору врожаю. Покриття хітозан (1%) + крохмаль (1%) + сорбіт (0,5%) + твін (0,05%) + тимол (0,02%) продемонстрували найвищу антимікробну активність і найбільший вплив на інші фізико-хімічні параметри.

Запропонована обробка плодів полуниці покриттям на основі хітозану [114].

У склад покриття додавали ефірні олії - червоний чебрець (RT) і екстракт орегано (OR) в якості сильних біоактивних агентів проти цвілі і загальної флори, виділених з полуниці. Ефірні олії використовували в якості біологічно активних сполук в хітозановому покритті, яке розпилювали на полуницю і оцінювали їх здатність збільшувати термін придатності при зберіганні при 4 ° С.

У дослідженнях [115] відзначають, що серед альтернатив, які в даний час вивчаються для заміни використання синтетичних фунгіцидів для боротьби з хворобами після збору врожаю в свіжих продуктах і для продовження терміну їх зберігання, застосування хітозану показало контроль захворювань як на стадії до, так і після збирання врожаю. Хітозанове покриття утворює напівпроникну плівку на поверхні фруктів і овочів, тим самим затримуючи інтенсивність дихання, зменшуючи втрату ваги, зберігаючи загальну якість і продовжуючи термін придатності. Хітозанові покриття було схвалено як речовину GRAS USFDA (безпечну речовину), і його застосування безпечно для споживача і навколишнього середовища.

Проведення оцінки протигрибкової активності і впливу високомолекулярних хітозанових (Н-хітозан), низькомолекулярних хітозанових (L-хітозан) і карбоксіметілхітозанових (С-хітозан) покриттів на післязбиральну зелену спаржу вченими Цю М, Ву С, Рен Г та інші [116] показало, що L-хітозан і Н-хітозан ефективно інгібували зростання *Fusarium concentricum*, виділений з зеленої спаржі в концентрації 4 мг / мл. Проростання спор повністю інгібували L-хитозаном і Н-хитозаном при 0,05 мг / мл. Спаржа в оболонці не показала жодних ознак фітотоксичності і зберігала якість протягом 28 днів зберігання.

Результати [117] довели, що проростання спор грибів і ріст міцелію *B. fuckeliana*, були значно інгібовані хітозаном. Нанесення хітозанового покриття на чорницю позитивно впливало на зміни у втраті ваги, щільності, загальних фенольних і антоціанових речовин.

Протигрибкова активність і консервуючий ефект зразка низькомолекулярного хітозану (LMWC), отриманого з хітозану шляхом ферментативного гідролізу, були досліджені *in vitro* і *in vivo* [118]. Патогенний грибовий штам був виділений з

гнилих плодів груші і ідентифікований як *Botryosphaeria sp.* Було виявлено, що LMWC сильно пригнічує зростання міцелію гриба при мінімальній концентрації.

Плівки з додаванням екстрактів буряка, журавлини та чорниці продемонстрували кращу антимікробну активність проти різних бактерій і грибів у порівнянні з немодифікованою хітозан-крохмальною плівкою [119]. Це дослідження довело, що додавання екстрактів буряка, журавлини та чорниці поліпшило антимікробні властивості хітозан-крохмальних плівок.

Введення ефірних олій [120] підвищувало антиоксидантну, антибактеріальну та протигрибкову ефективність хітозанових плівок і покриттів *in vitro* в харчових системах, ніж чисті плівки і покриття. Застосування хітозанових плівок і покриттів, що містять ефірні олії, зазвичай призводить до збільшення терміну придатності і зниження окислення ліпідів в порівнянні з чистими хітозановими плівками і покриттями. Крім того, хітозанові покриття з ефірними оліями були більш ефективними проти патогенних мікроорганізмів і грибків.

У дослідженні [121] оцінювали ефективність комбінованого застосування хітозана і ефірної олії *Origanum vulgare L.* (OV) в інгібуванні *Rhizopus stolonifer* і *Aspergillus niger* на лабораторних середовищах і на винограді (*Vitis labrusca L.*) і його вплив на фізичні, фізико-хімічні і сенсорні характеристики плодів при зберіганні (25° С, 12 діб і 12° С, 24 доби). Нанесене покриття, яке складалося з хітозана та ефірної олії в субінгібіруючих концентраціях, зберігало якість винограду.

Ефективність покриттів, що включають в себе хітозан (CHI) і ефірні олії *Mentha piperita L.* (MPEO) або *Mentha villosa Huds* (MVEO) для боротьби з інфекціями цвілі, що викликаються *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* і *Rhizopus* досліджували вчені [122]. Мінімальна інгібуюча концентрація (MIC) CHI проти всіх тестованих грибів становила 8 мг / мл, тоді як MIC для MPEO і MVEO становила 5 мкл / мл. Комбінації CHI при 4 мг / мл і MPEO або MVEO при 2,5 або 1,25 мкл / мл сильно інгібували ріст міцелію і проростання спор цвілевих грибів. Покриття, що містять CHI і MPEO або CHI і MVEO в різних випробуваних концентраціях, затримували ріст грибів, що викликають гниття, в штучно

забруднених плодах томатів під час зберігання при кімнатній або низькій температурі.

У проведеному дослідженні [122] оцінювали ефективність хітозану (CHI) і ефірної олії *Mentha piperita* L. (MPEO) для контролю росту міцелію у п'яти різних видів *Colletotrichum*, *C. asianum*, *C. dianesei*, *C. fructicola*, *C. tropicale*. і *C. karstii*, ідентифіковані як які викликають антракноз у плодах манго (*Mangifera indica* L.). Нанесення покриттів із сумішею CHI (5 або 7,5 мг / мл) і MPEO (0,6 або 1,25 мкл / мл), які демонстрували синергетичні взаємодії, знижувало ступінь ураження антракнозом у манго, штучно забрудненого будь-яким з протестованих штамів *Colletotrichum* протягом 15 діб зберігання при 25° С.

Дослідження [92] доводять що їстівні покриття на основі хітозану знижують втрати вітаміну С, поліфенолів в плодах при зберіганні, а також можуть істотно знизити проникність водяної пари.

У дослідженнях [123] визначалась сумісність натаміцину з хітозаном. Спостереження підтвердило значне зменшення дріжджів і цвілі у зразках сиру, оброблених плівками хітозану, що містять натаміцин ( $p < 0,05$ ).

Хітозан об'єднували з органічними сполуками, такими як ефірна олія, органічна кислота або неорганічні з'єднання, включаючи іони металів і неорганічний наноматеріал, а також з агентами біологічного контролю. Після нанесення поліпшеного покриття на основі хітозану зберігаючі ефекти були посилені в більшості випадків в порівнянні з покриттям тільки з хітозану [124].

Сукупність відомостей про бактерицидну дію хітозану, виявлену при зберіганні харчових продуктів, дозволяє зарахувати його до харчових добавок, що мають бар'єрні властивості.

Постійний інтерес споживачів до високої якості і безпеки харчових продуктів, в поєднанні з екологічними проблемами стимулював розробку і дослідження біоруйнівних покриттів, які уникають використання синтетичних матеріалів. Серед них їстівні покриття, отримані з загальноновизнаних безпечних (GRAS) матеріалів, які можуть знизити втрату ваги, частоту дихання і поліпшити зовнішній вигляд і цілісність свіжих овочів. Їх можна використовувати в поєднанні

з іншими методами збереження харчових продуктів, щоб підвищити ефективність ланцюга збереження харчових продуктів. Крім того, використання протимікробних пакувальних плівок для контролю росту мікроорганізмів в харчових продуктах може зробити істотний вплив на подовження терміну придатності і безпеку харчових продуктів.

Хітозан має великий потенціал для застосування в харчовій промисловості завдяки високій антимікробній активності відносно патогенних мікроорганізмів, включаючи гриби, а також грампозитивних і грамнегативних бактерій. Хітозанове покриття може забезпечити основу для включення інших функціональних добавок, які можна використовувати для поліпшення протимікробної активності. Поєднання хітозана з екстрактами і ефірними оліями лікарсько-рослинної сировини здатно підвищити антибактеріальну та противогрибкову ефективність плівок.

## Висновки до розділу I

Аналіз сучасних досліджень свідчить, що основними технологіями для збереження плодів є швидке заморожування, використання регульованої атмосфери та зберігання в спеціальній тарі. Ці методи дозволяють мінімізувати втрати через псування, спричинені механічними пошкодженнями, патогенами або неправильним температурним режимом під час транспортування та зберігання. Збереження якості плодів також залежить від суворого контролю на етапах обробки, очищення та сортування.

Відзначено, що ефективне зберігання передбачає підтримання низької температури (до 2°C) і високої вологості (90–95%), що сповільнює метаболічні процеси та знижує ризик грибкових інфекцій. Використання контактних фунгіцидів та інших засобів захисту допомагає запобігти поширенню хвороб, однак необхідно враховувати їхній вплив на безпеку продукції. Інноваційні рішення, як-от біоплівки та обробка плодів антимікробними речовинами, можуть стати екологічною альтернативою традиційним методам.

Показано, що слива є плодовою культурою з високим рівнем метаболізму, чутливістю до етилену і коротким терміном зберігання. Вона потребує особливих умов для мінімізації втрат якості під час зберігання та транспортування. Холодильне зберігання при близько 0°C ефективно пригнічує патогени, але надмірне охолодження може пошкоджувати плоди. Використання регульованої атмосфери та обробка антиоксидантними речовинами сприяє уповільненню метаболізму і збереженню товарного вигляду.

Встановлено, що інноваційні технології, такі як обробка антиоксидантними композиціями або заморожування у цукровому сиропі, покращують якість збереження плодів, зменшують втрати води та підтримують структуру м'якоті. Водночас розробляються природні засоби для захисту від патогенів, які можуть замінити синтетичні фунгіциди, що мають потенційно токсичний вплив. Це підкреслює перспективність екологічно безпечних підходів у післязбиральній обробці плодів.

Аналіз показав, що сучасні дослідження підтверджують ефективність інноваційних технологій для подовження терміну зберігання плодів, таких як заморожування, регульована атмосфера, біоплівки та використання антиоксидантів. Виявлено критерії для прогнозування придатності плодів до заморожування та зберігання, що базуються на низькій соковіддачі, високих смакових характеристиках і оптимальному хімічному складі. Зберігання в герметичних умовах із зниженою концентрацією кисню суттєво уповільнює метаболізм і знижує втрати якості. Впровадження екологічно чистих методів, таких як біологічні плівки й натуральні консерванти, є перспективною альтернативою синтетичним засобам.

Відзначено хітин і хітозан як універсальні біоматеріали з унікальними властивостями, такими як біосумісність, біодеструкція та антимікробна активність, що робить їх перспективними для широкого застосування. Вони використовуються в медицині, харчовій промисловості, сільському господарстві, косметології та екології. Хітозан, як похідне хітину, відзначається розчинністю в кислотах і здатністю формувати плівки, що забезпечують захист продуктів



харчування, уповільнення дозрівання та продовження терміну зберігання. Його низька токсичність і широкий функціонал роблять цей біополімер ключовим компонентом для створення інноваційних рішень у багатьох галузях.

Вчені дослідили численні переваги їстівних плівок на основі хітозану, зокрема його гемостатичні, бактеріостатичні, фунгістатичні, сперміцидні, антиканцерогенні, антацидні та імуномодулюючі властивості. Завдяки антимікробним властивостям хітозан активно використовується у виготовленні протимікробних плівок для захисту та обробки харчових продуктів.

У поєднанні з термопластичними та плівкоутворюючими властивостями казеїнату натрію хітозан створює плівки, що мають виражену антимікробну активність. Застосування хітозанових покриттів для поліпшення сенсорних, фізико-хімічних та мікробіологічних властивостей продуктів показало зниження втрати вологи, покращення смакових характеристик та антиоксидантну активність.

Дослідження також продемонстрували успішне використання хітозану у покриттях для фруктів і овочів, таких як яблука, томати та апельсини, що допомагають зберегти термін придатності продуктів за рахунок регулювання газового складу та зниження активності патогенних мікроорганізмів. Крім того, хітозанове покриття сприяє зниженню проникнення фітопатогенних мікроорганізмів і покращує якість продуктів при зберіганні.

Додатково відзначено, що хітозанові покриття, збагачені екстрактами лікарських рослин, таких як червоний чебрець або орегано, значно підвищують ефективність проти мікроорганізмів і грибів, що сприяє покращенню збереження харчових продуктів.

Загалом, хітозан має великий потенціал для використання в харчовій промисловості, оскільки здатний захищати продукти від шкідливих мікроорганізмів, знижувати окислювальні процеси та поліпшувати їх смакові характеристики.

## **РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

## 2.1. Програма проведення досліджень

Основні напрями досліджень представлених завдань та послідовність їх вирішення представлено в структурній програмі Рис 2.1.

На першому етапі передбачений аналіз джерел літератури. Отримана інформація дала змогу обґрунтувати доцільність попередньої обробки розчинами хітозану перед зберіганням плодів і ягід.

На другому етапі відбулась систематизація отриманої інформації, що дала змогу сформулювати мету та завдання досліджень, обґрунтувати обрані способи зберігання та обробки плодів і ягід.

На третьому етапі були проведені експериментальні дослідження, які включали комплексну оцінку якості плодів і ягід за фізичними, фізико-хімічними, органолептичними та мікробіологічними показниками залежно від концентрації обробки розчинами хітозану.

На четвертому етапі розроблені технології нанесення хітозану на поверхню плодів і ягід.

На п'ятому етапі відбулась апробація результатів досліджень та впровадження їх у виробництво.

## 2.2. Методика проведення досліджень

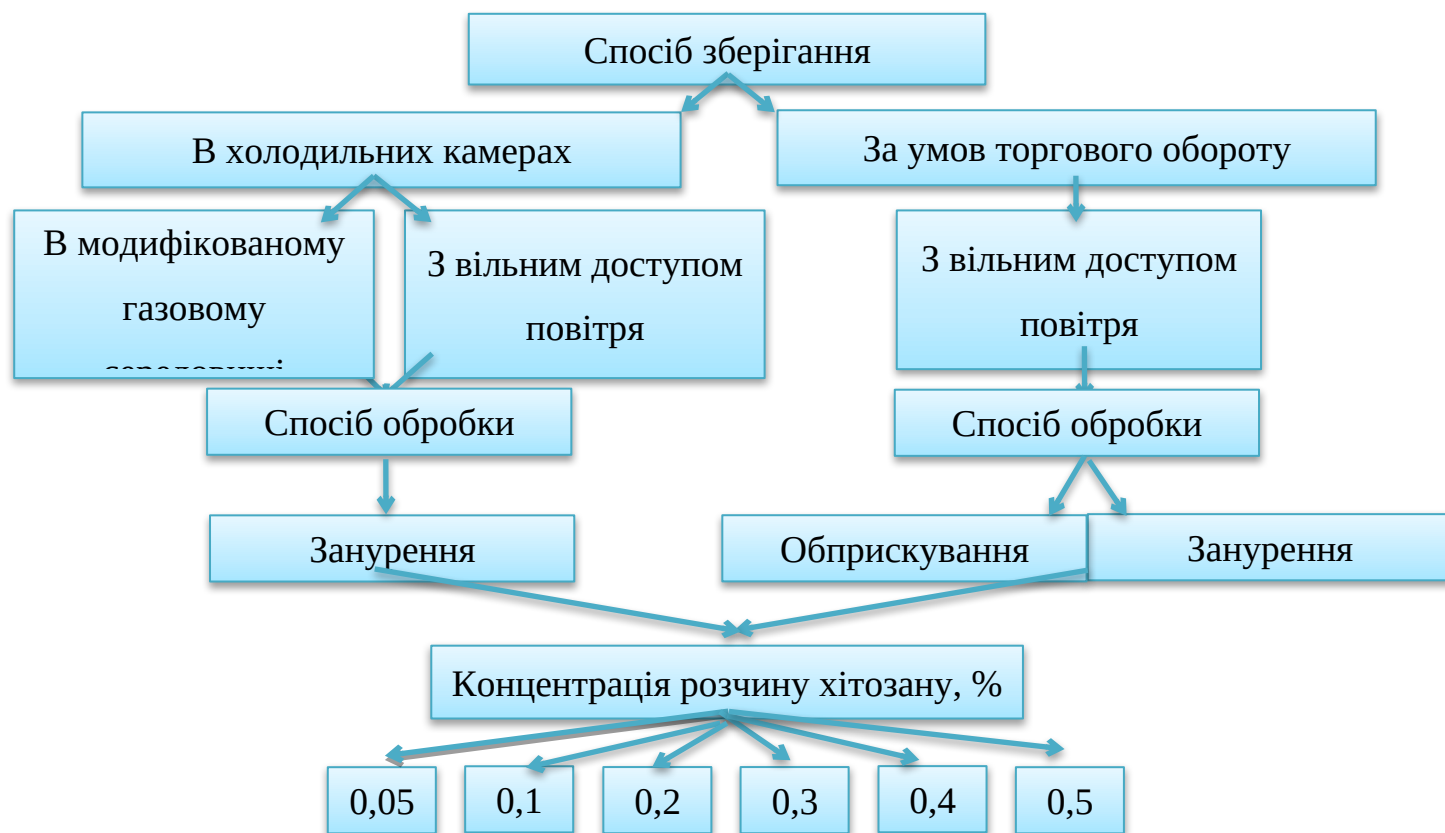


Рис. 2.1. Схема дослідів

## Дослід 1

Плоди і ягоди обробляли розчинами хітозану шести концентрацій (0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%) двома способами: обприскуванням та зануренням на 1 хв. Оброблені ягоди залишали до повного висихання. Сухі оброблені плоди і ягоди та контроль зважували і поміщали у перфоровані пластикові (PET) контейнери місткістю 500 г та зберігали за температури 20°C на стелажах у вентилярованому приміщенні. За контроль вважали плоди і ягоди без обробки.

## Дослід 2

Плоди і ягоди обробляли розчинами хітозану шести концентрацій: 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5% та залишали до повного висихання. Сухі оброблені плоди і ягоди та контроль зважували та фасували у перфоровані пластикові (PET) контейнери місткістю 500 г та в поліетиленові пакети товщиною 30

мікрон. Зберігання проводили двома способами: з вільним доступом повітря та у модифікованому газовому середовищі за температури  $0 \pm 2$  °С з відотною вологістю повітря 90 – 95%. За контроль вважали ягоди без обробки.

Відбір і підготовку проб для експериментальних досліджень проводили згідно ДСТУ ISO 874-2002 [125].

В дослідних зразках визначали:

- середню масу ягід суниці шляхом зважування;
- об'єм ягід суниці за кількістю витісненої води при зануренні у мірний циліндр;
- густину ягід розрахунком відношення маси ягід до їх об'єму;
- щільність – пенетрометром FT 02 проколюючи плід в екваторіальній області;
- інтенсивність дихання за кількістю виділеного діоксиду вуглецю [126];
- втрати маси ягід – методом зважування фіксованих проб [126];
- блиск – візуально за 5-баловою шкалою, де 1 – тьмяна поверхня ягід, без блиску, а 5 – блискуча глянцева поверхня;
- вміст сухих розчинних речовин – рефрактометрично за ГОСТ 28562 [127];
- вміст цукрів – фериціанідним методом за ДСТУ 4954 [128];
- органічних кислот – титруванням лугом за ДСТУ 4957:2008 [129];
- рН – потенціометричним методом за ДСТУ 6045 [130];
- вміст оцтового альдегіду – біхроматно-йодометричним методом [131];
- вміст етилового спирту – йодометричним методом [131];
- вміст вітаміна С – йодометричним методом [132];
- вміст нітратів – іонометричним методом за ДСТУ 4948 [133];

Всі дослідження проводилися в трикратній повторності.

Результати аналізів приводили до вихідної маси за формулою:

$$X = \frac{A \cdot (100 - \varepsilon)}{100},$$

де:  $X$  – вміст речовин із урахуванням втрати маси, %;

$A$  – вміст речовин у кінці зберігання, %;

$v$  – втрати маси за період зберігання, %.

Мікробіологічні дослідження проводили методом мікроскопії за допомогою мікроскопа MICROmede XS – 2610 із більшенням у 50 разів, відбираючи зразки з поверхні ягід бактеріологічною петлею. Мікрофотографії виконували за допомогою фотокамери

## Висновки до розділу 2

1. За результатами проведеного аналізу сформовано основні напрями дослідження та представлено послідовність їх виконання.

2. Описано методику проведення дослідження та представлено схему досліджу.

3. Наведено методи дослідження якості свіжин ягід суниці та продуктів її переробки.

4. Проаналізовано зміни погодніх умов за роки дослідження, які впливали на період цвітіння та досягання суниці.

### РОЗДІЛ 3

## ВПЛИВ ОБРОБКИ ХІТОЗАНОМ НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПЛОДІВ І ЯГІД ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ В РІЗНИХ УМОВАХ

### 3.1. Збереженість плодів і ягід в охолодженому вигляді за обробки хітозаном

Ягоди суниці характеризуються високим вмістом води, яка втрачається через тонкі покривні тканини, внаслідок швидких фізіологічних змін. Втрати маси ягід в процесі зберігання обумовлені доволі високою інтенсивністю дихання, зменшенням вмісту поживних речовин та розвитком фітопатогенного пошкодження.

Застосування попередньої обробки суниці розчинами хітозану дозволило зменшити втрати маси ягід упродовж зберігання (рис. 3.1., 3.2).

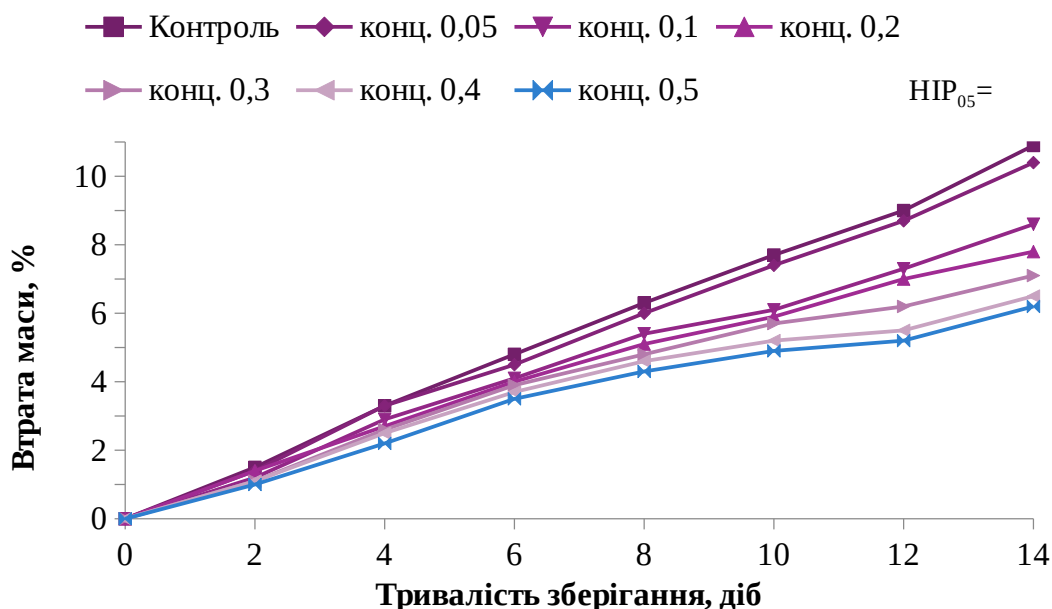


Рис. 3.1. Зміна природних втрат маси ягід суниці під час холодильного зберігання з вільним доступом повітря.

Втрати маси ягід суниці збільшувались з кожною добою зберігання і вже на другу добу становили 0,98 – 1,5% та 1,0 – 1,3% залежно від способу зберігання. На восьму добу зберігання показники коливалися в межах 4,3 – 6,3% та 3,8 – 5,7%. Найменші втрати за весь період зберігання були зафіксовані у зразку з концентрацією обробки хітозаном 0,5%. Наприкінці зберігання втрати маси досягли 9,6 % і 10,9% у контролі та 6,2 – 10,4% і 5,2 – 8,9% у варіантах з попередньою обробкою.

Аналіз динаміки втрат маси ягід суниці протягом двотижневого зберігання показав, що обробка розчином хітозану сприяє зменшенню втрат маси.

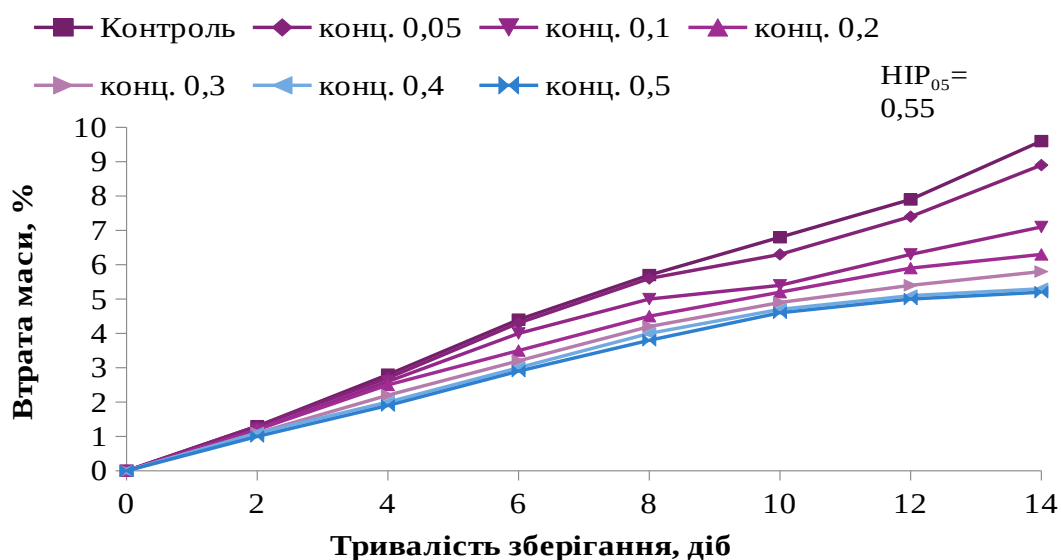


Рис. 3.2. Зміна природних втрат маси ягід суниці під час холодильного зберігання у модифікованому газовому середовищі .

Встановлено сильний обернений кореляційний зв'язок між втратою маси ягід суниці під час зберігання та концентрацією обробки хітозаном ( $r = -0,93$ ) та ( $r = -0,90$ ) (рис 3.3; 3.4).

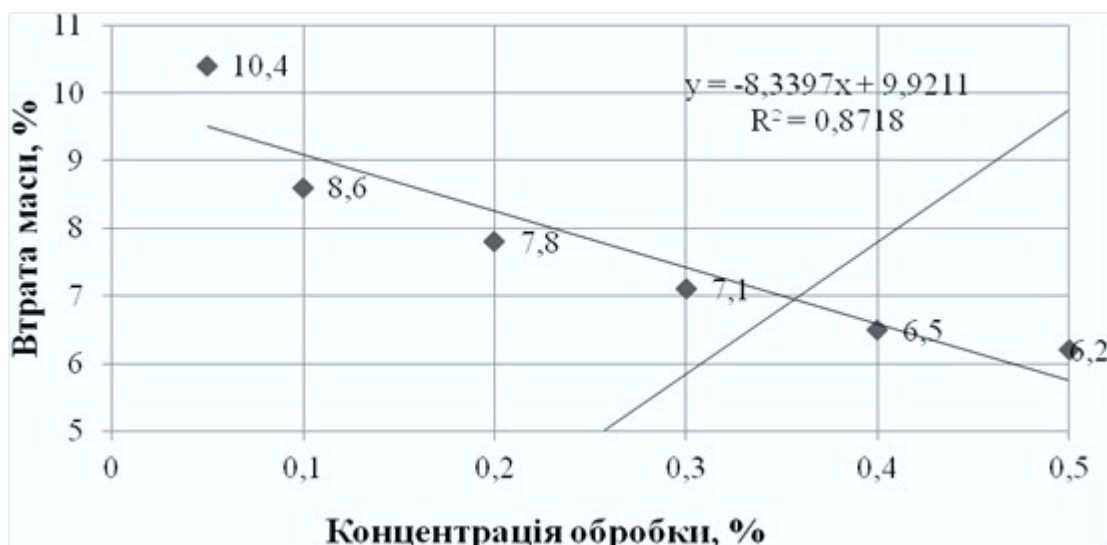


Рис. 3.3. Залежність природних втрат маси від концентрації обробки хітозаном (з вільним доступом повітря)

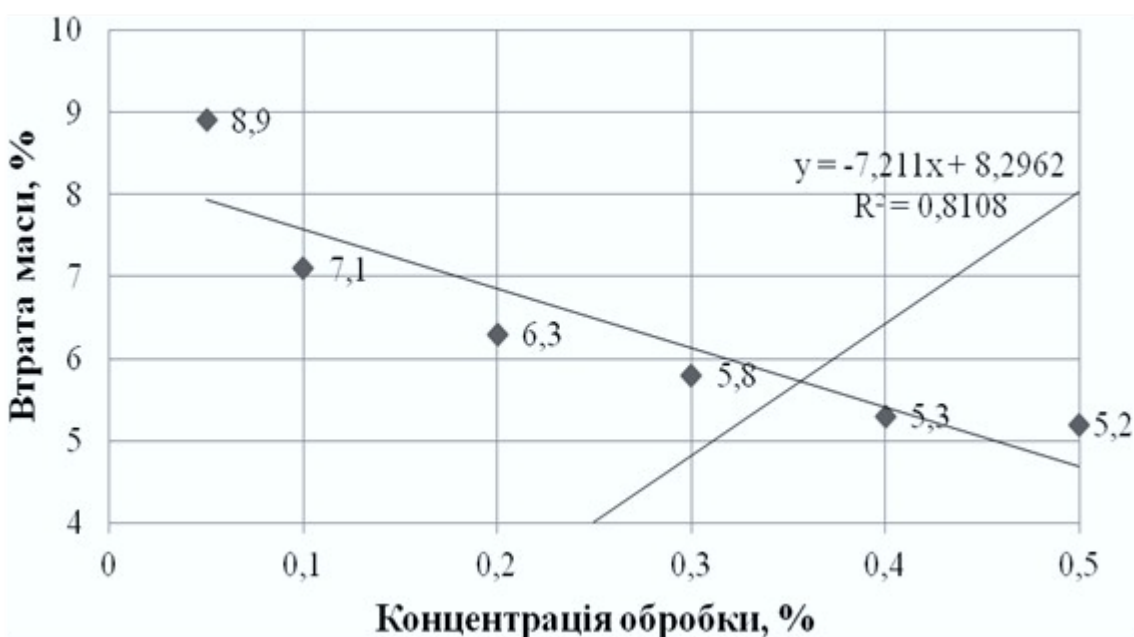


Рис. 3.4. Залежність природних втрат маси ягід суниці від концентрації обробки хітозаном (у модифікованому газовому середовищі).

Сухі розчинні речовини представлені вуглеводами, азотистими речовинами, кислотами, пектином, вітамінами, ферментами, мінеральними солями та дубильними речовинами. Більшу частину СРР займають вуглеводи, які головним чином, представлені цукрами та кислоти. Зміна масової частки розчинних сухих



речовин під час зберігання відбувається за рахунок протікання біохімічних процесів.

Попередня обробка хітозаном виявила позитивний вплив на збереженість розчинних сухих речовин (рис. 3.5, 3.6).

Дослідження показали не істотні коливання масової частки сухих розчинних речовин між різними способами холодильного зберігання плодів і ягід. Але, найменша втрата масової частки розчинних сухих речовин при холодильному зберіганні з вільним доступом повітря упродовж 14 діб спостерігалася за обробки хітозаном з концентрацією 0,5%, а найбільша втрата була в контролі та за концентрації 0,05%. Аналогічну залежність зміни масової частки сухих розчинних речовин отримано під час холодильного зберігання у модифікованому газовому середовищі.

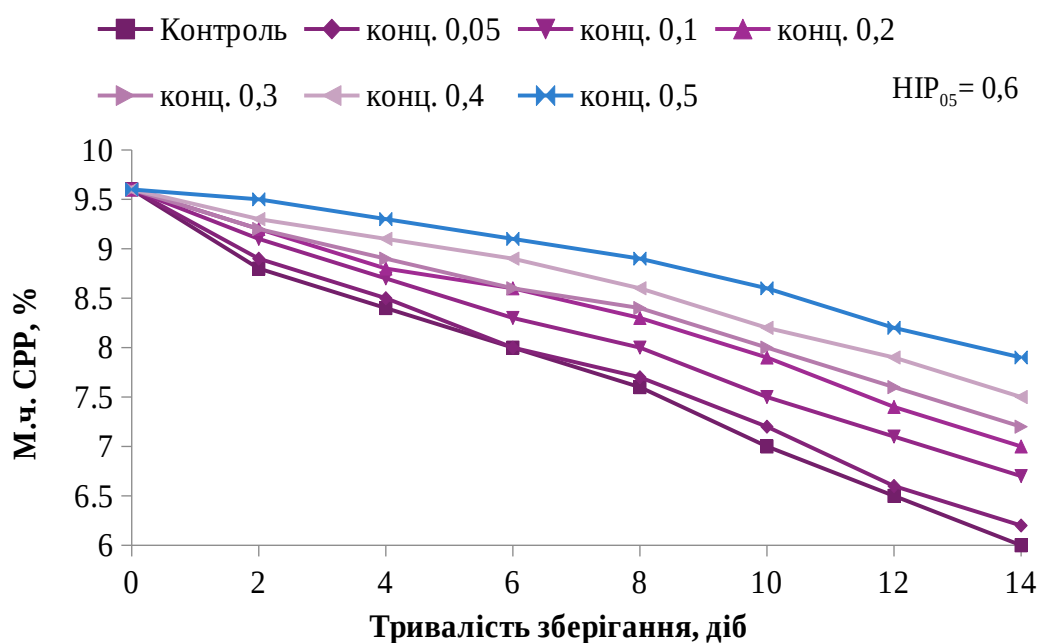


Рис. 3.5. Зміна масової частки розчинних сухих речовин під час холодильного зберігання з вільним доступом повітря

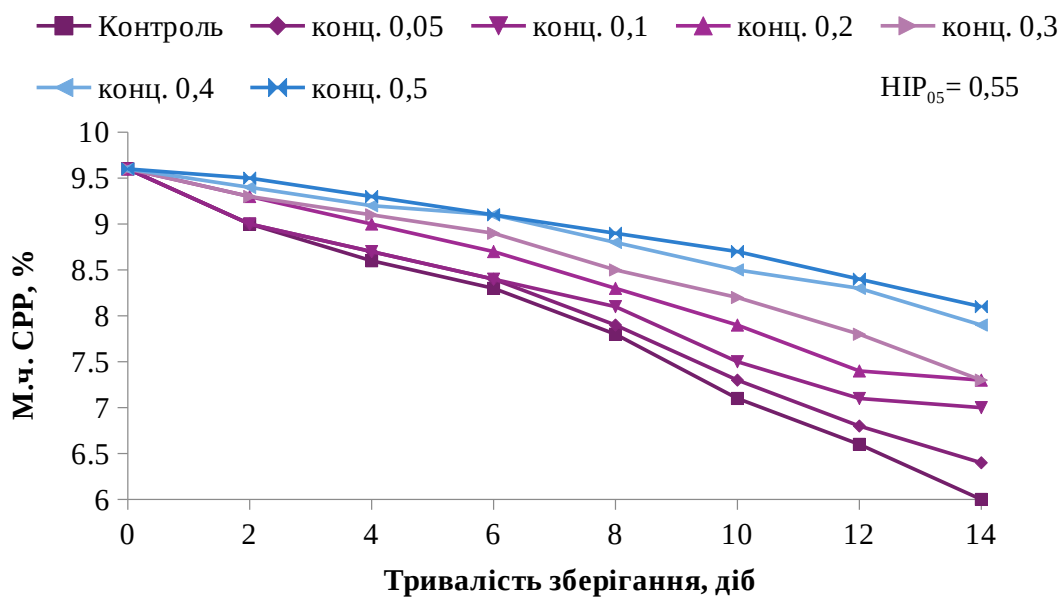


Рис. 3.6. Зміна масової частки розчинних сухих речовин під час холодильного зберігання у модифікованому газовому середовищі

Доведено, що масова частка розчинних сухих речовин знижувалася повільніше у зразках з обробкою хітозаном. У контрольному варіанті на другу добу спостерігалися прискорені темпи втрат масової частки розчинних сухих речовин, що негативно відображається на збереженості ягід суниці. Збільшення концентрації обробки ягід суниці хітозаном позитивно впливала на масову частку розчинних сухих речовин (рис. 3,7, 3,8).

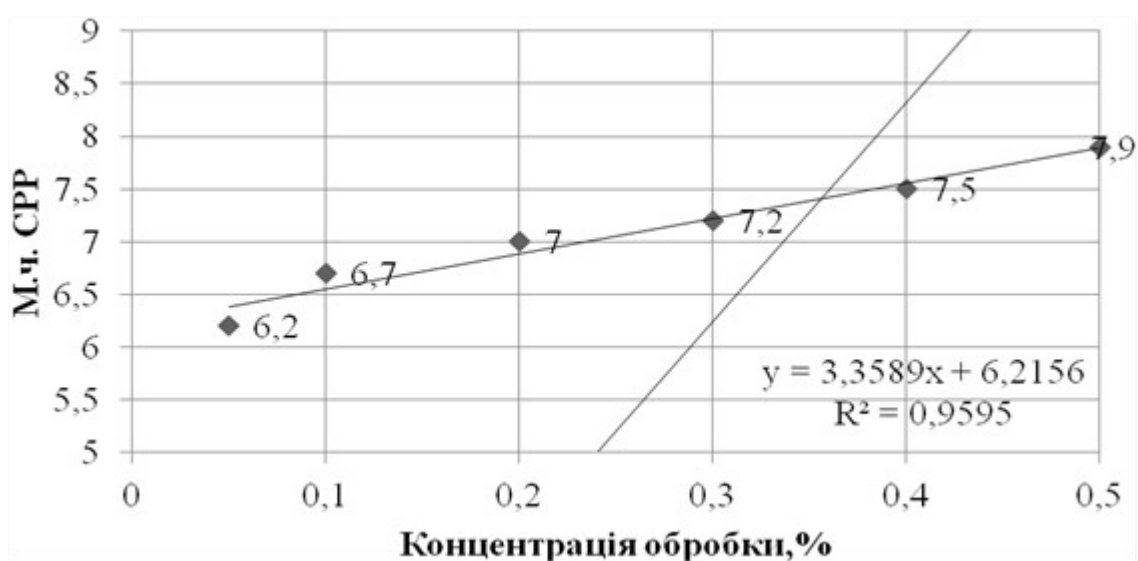


Рис. 3.7. Залежність масової частки розчинних сухих речовин від концентрації обробки хітозаном (з вільним доступом повітря)

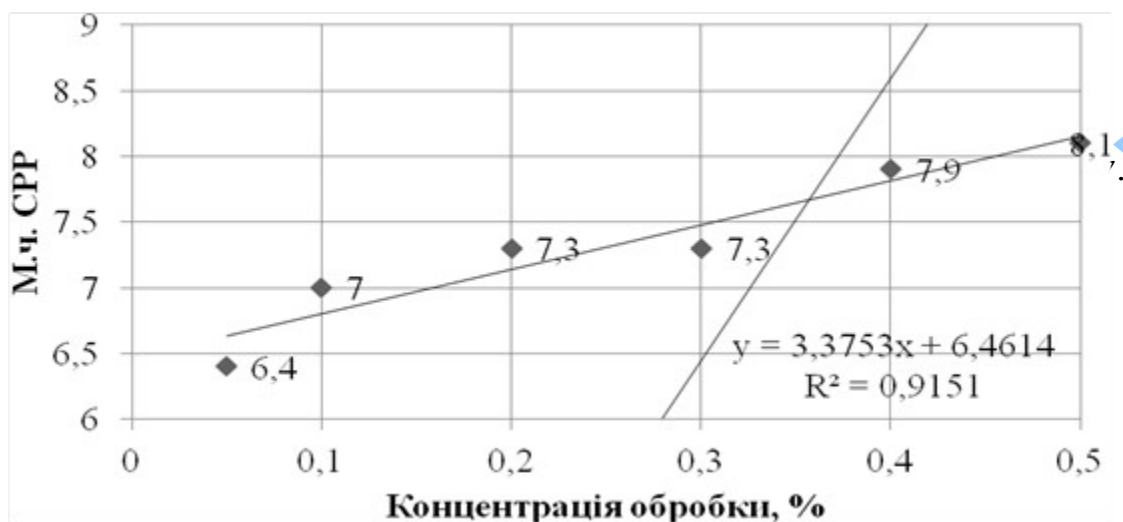


Рис. 3.8. Залежність масової частки розчинних сухих речовин від концентрації обробки хітозаном (у модифікованому газовому середовищі)

На шосту добу зберігання ягід з вільним доступом повітря у зразку з концентрацією обробки 0,05% та зразку без обробки зафіксований однаковий результат (8,0%). Надалі різниця показників між цими двома зразками за обох способів холодильного зберігання була не суттєвою (0,2 – 0,4%), що може свідчити про недоцільність використання даної концентрації. Виявлено, що найменші зміни масової частки СРР були у зразках з концентрацією обробки 0,4% та 0,5%.

Встановлено сильну пряму кореляційну залежність між масовою часткою розчинних сухих речовин та концентрацією обробки хітозаном ( $r=0,98$ ) та ( $r=0,95$ ). Застосування їстівного хітозанового покриття концентрацією від 0,2% дає можливість сповільнити небажані фізіологічні зміни, які призводять до втрат СРР.

Інтенсивність дихання основний показник обмінних процесів у ягодах. Це домінуючий показник уповільнення якого дозволяє подовжити термін зберігання плодів.

Попередня обробка ягід суниці перед закладанням на зберігання сприяє зниженню дихальної активності (рис. 3,9, 3,10).

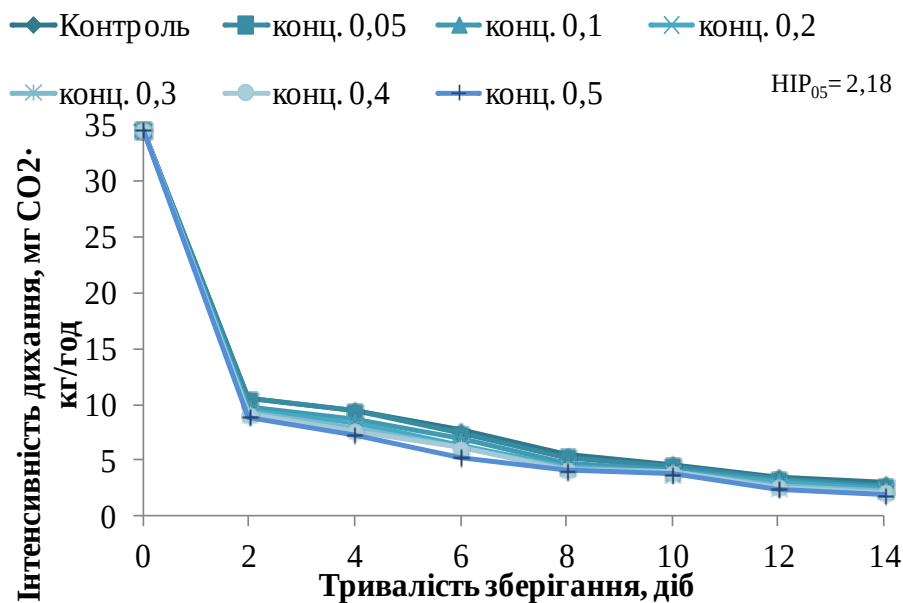


Рис. 3.9. Зміна інтенсивності дихання під час холодильного зберігання з вільним доступом повітря

Фізичний ефект дії хітозану полягає у тому, що на поверхні плодів і ягід утворюється тонка прозора плівка, яка сповільнює газообмін.

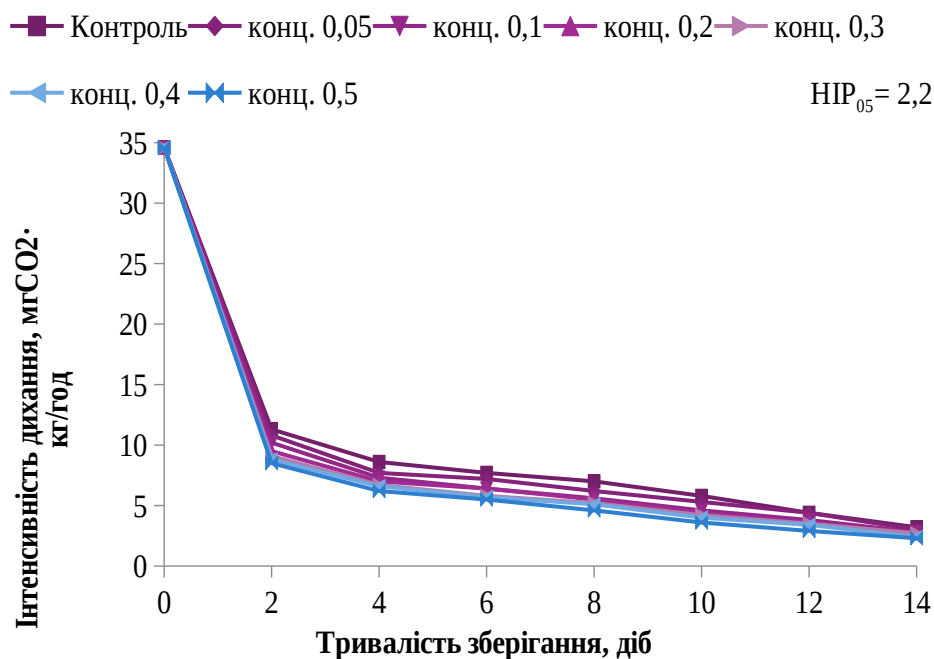


Рис. 3.10. Зміна інтенсивності дихання ягід суниці під час холодильного зберігання у модифікованому газовому середовищі.

Дихальний газообмін плодів і ягід активно продовжується після відривання їх від материнської рослини, що негативно впливає на якість та тривалість зберігання.

Середня інтенсивність дихання свіжих ягід суниці становила 34,6 мг  $\text{CO}_2 \cdot \text{кг}/\text{год}$ . На другу добу зберігання показник різко знизився не залежно від концентрації обробки та способу зберігання та коливався в межах 8,9 – 10,5 та 8,5 – 11,3 мг  $\text{CO}_2 \cdot \text{кг}/\text{год}$ . Цьому сприяло значне зниження температури до  $0 \pm 2^\circ \text{C}$ . При подальшому зберіганні показники продовжували поступово знижуватись. У варіанті обробленому 0,5% розчином хітозану інтенсивність дихання була найменша і на восьму добу становила 5,3  $\text{CO}_2 \cdot \text{кг}/\text{год}$  при зберіганні з вільним доступом повітря та 4,6  $\text{CO}_2 \cdot \text{кг}/\text{год}$  у модифікованому газовому середовищі, що на 2,4 та 1,4 менше від контролю.

Інтенсивність дихання залежала і від концентрації обробки хітозаном (рис. 3,11, 3,12).

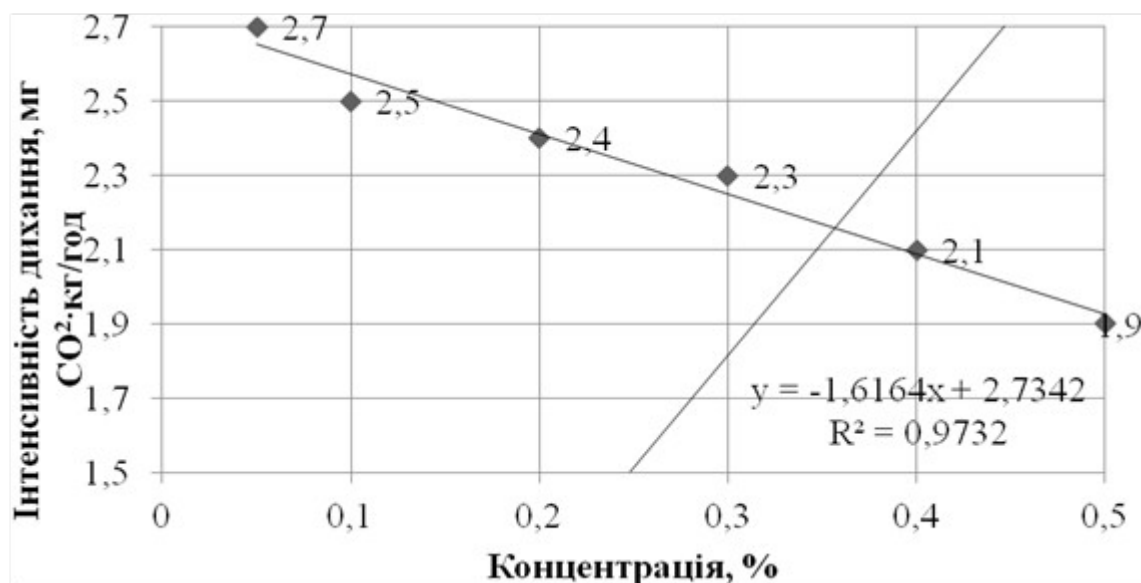


Рис. 3.11. Залежність інтенсивності дихання ягід суниці від концентрації обробки хітозаном (з вільним доступом повітря)

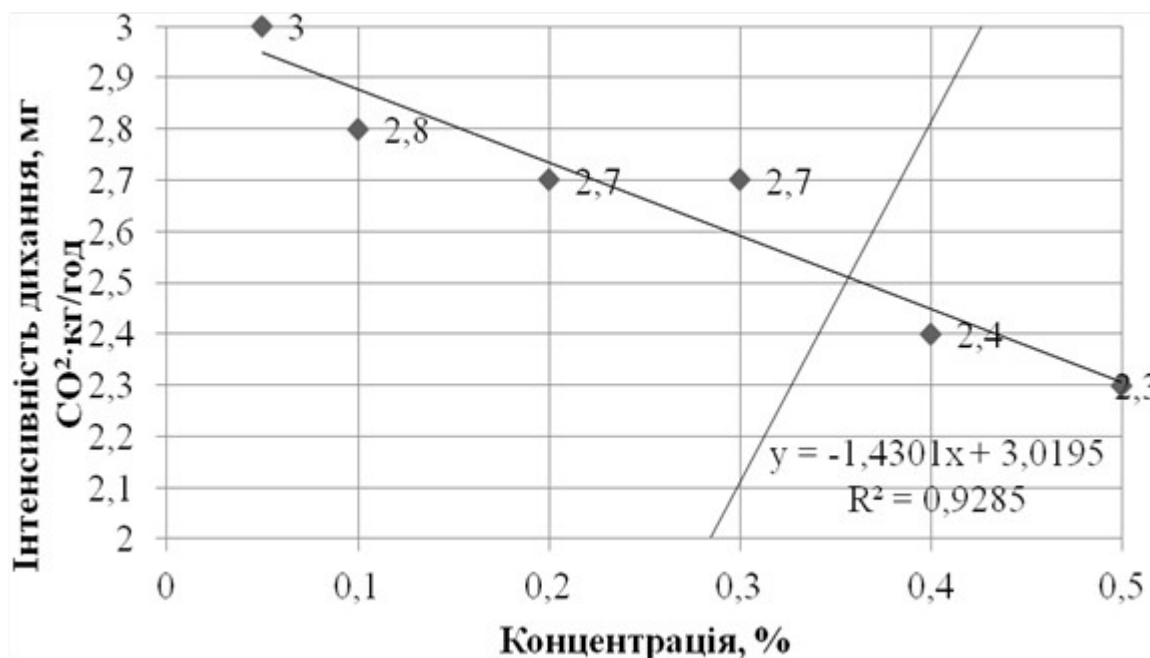


Рис. 3.12. Залежність інтенсивності дихання плодів сливи від концентрації обробки хітозаном (у модифікованому газовому середовищі)

Кореляційний аналіз отриманих результатів показав, що між інтенсивністю дихання та концентрацією обробки хітозаном спостерігається сильний зв'язок ( $r=0,98$ ) та ( $r =0,96$ ). Це доводить ефективність застосування хітозану, як плівкоутворювальної речовини в якості інгібітора дихальних процесів, які відбуваються у плодах і ягодах під час зберігання.

Органічні кислоти у ягодах суниці представлені лимонною, яблучною, хінною, саліциловою, фосфорною, бурштиною, шкімовою та гліколевою кислотами.

Під час зберігання ягід суниці спостерігається тенденція до втрат органічних кислот, які найбільше задіяні у процесі дихання. Попередня обробка ягід суниці хітозаном зменшила інтенсивність дихання, тим самим сповільнила втрати органічних кислот на 0,15 – 0,19 % від контролю (рис. 3.13, 3.14).

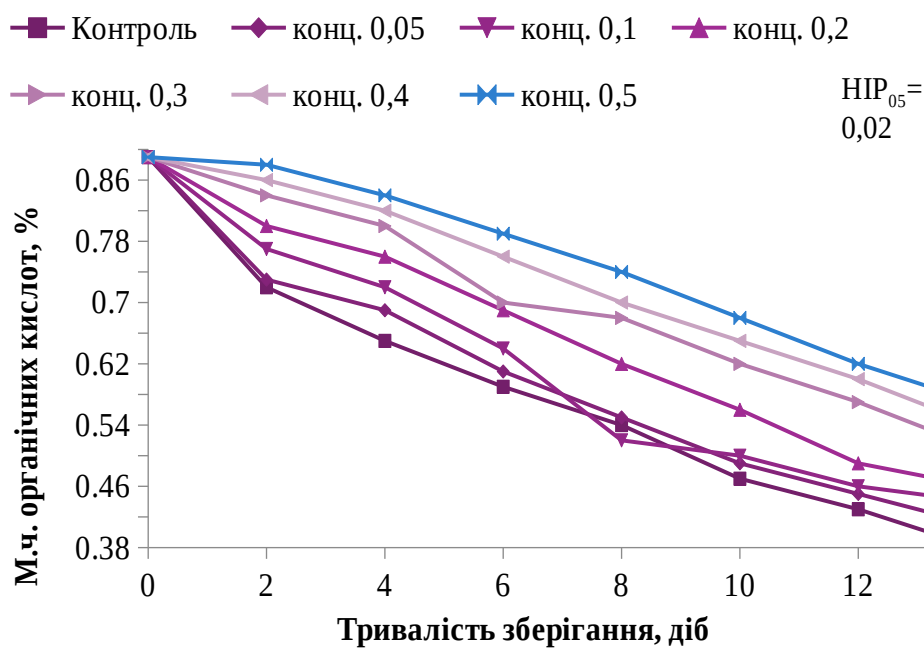


Рис. 3.13.  
Зміна

масової частки органічних кислот у ягодах суниці під час холодильного зберігання з вільним доступом повітря .

На другу добу найбільший відсоток органічних кислот (0,88%) виявлено у зразку з концентрацією обробки 0,5% за обох способів зберігання.

На четверту добу зберігання спостерігається значне зниження вмісту органічних кислот у ягодах суниці, які зберігали з вільним доступом повітря, проте у зразках, які знаходились у модифікованому газовому середовищі відмічається стабілізація динаміки втрат.

На восьму добу зберігання ягід у холодильній камері з вільним доступом повітря найменший вміст органічних кислот (0,50) зафіксований у зразку з концентрацією обробки хітозаном 0,1%.

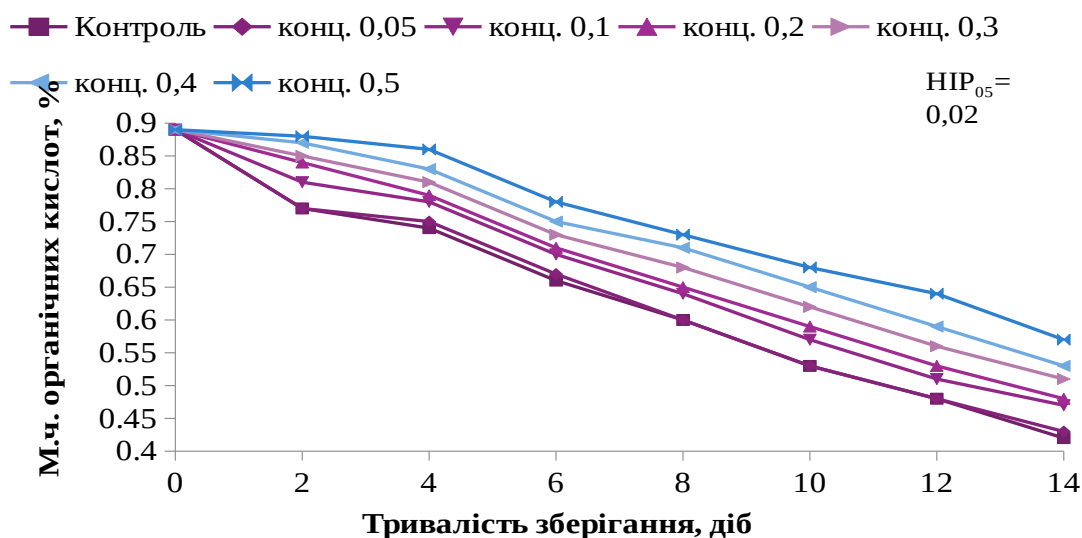


Рис. 3.14. Зміна масової частки органічних кислот у плодах сливи під час холодильного зберігання у МГС

На початку і до кінця терміну зберігання найкращий результат спостерігався у варіанті із найбільшою концентрацією обробки, що доводить ефективність її застосування.

Збільшення концентрації хітозаном забезпечило підвищення вмісту масової частки органічних кислот як з вільним доступом повітря (рис. 3.15), так і у модифікованому газовому середовищі (рис. 3.16).

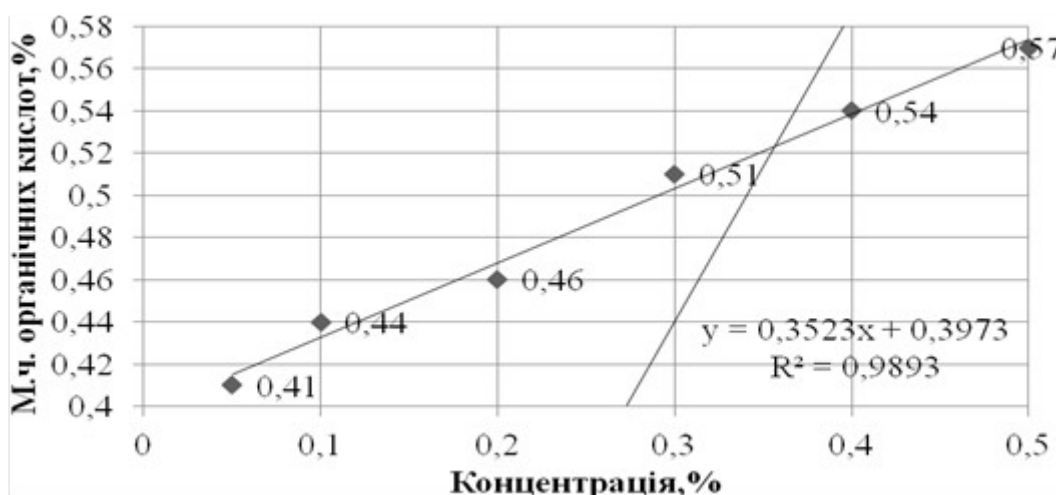


Рис. 3.15. Залежність масової частки органічних кислот у ягодах суниці від концентрації обробки хітозаном (з вільним доступом повітря)



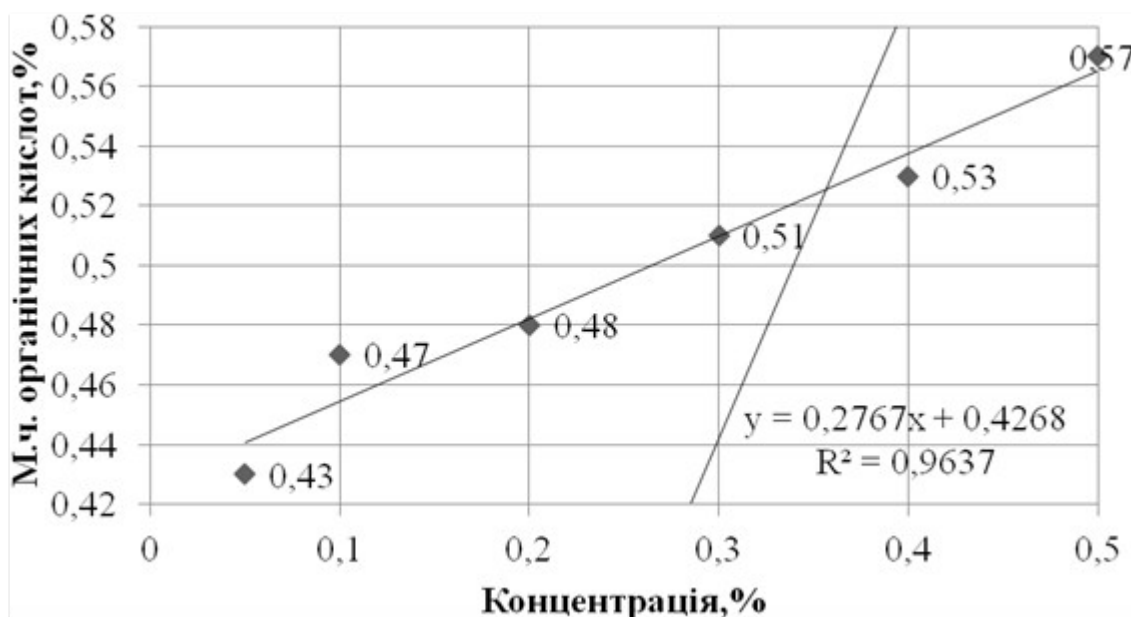


Рис. 3.16. Залежність масової частки органічних кислот у плодах сливи від концентрації обробки хітозаном (у модифікованому газовому середовищі).

Встановлено сильну пряму кореляційну залежність між масовою часткою органічних кислот та концентрацією обробки ( $r=0,99$ ) та ( $r =0,98$ ). Обробка плодів і ягід розчинами хітозану значно зменшує швидкість розкладання органічних кислот.

Як відомо, цукри у плодах і ягодах представлені глюкозою, фруктозою та сахарозою. Разом з органічними кислотами цукри беруть участь в окислювальних процесах, тому втрата їх частково зумовлена інтенсивністю дихання.

За нашими дослідженнями встановлено, що попередня обробка ягід суниці розчином хітозану суттєво впливає на зміни вмісту цукрів, які відбуваються під час зберігання. Це пояснюється тим, що хітозан сповільнює дихальні процеси в ягодах, які зумовлюють значні втрати цукрів.

Встановлено, що середній вміст цукрів у свіжозібраних ягодах суниці становив 6,0%. Протягом всього періоду зберігання виявлені значні втрати цукрів у контрольних зразках.

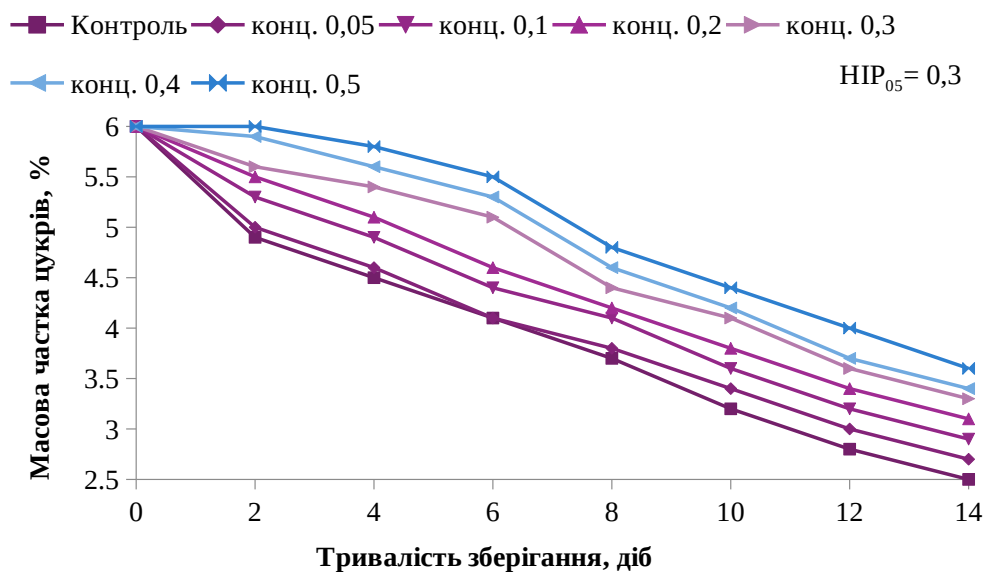


Рис. 3.17. Зміна масової частки цукрів у ягодах суниці під час холодильного зберігання з вільним доступом повітря .

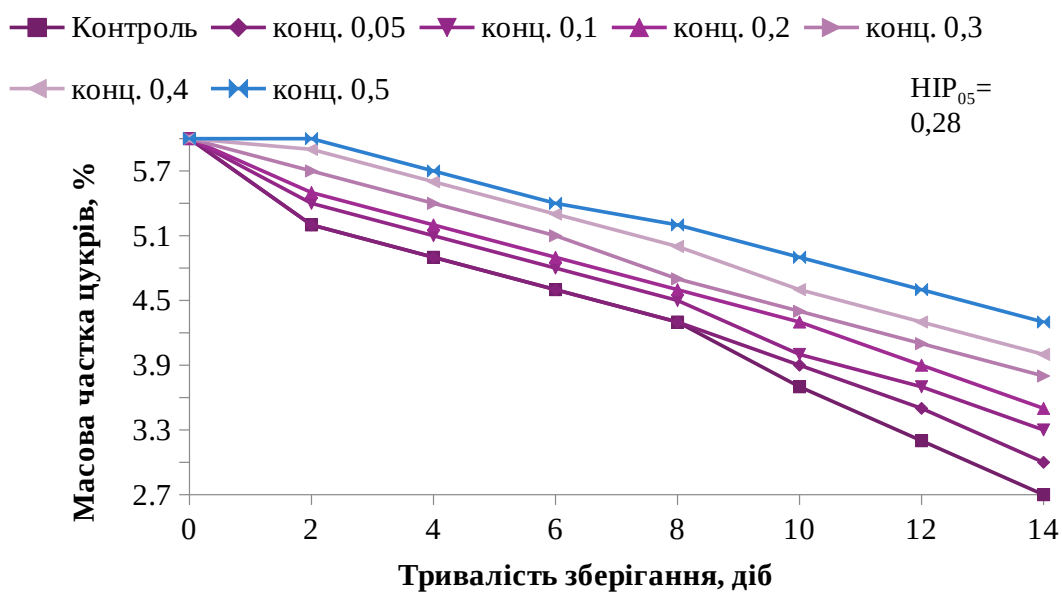


Рис. 3.18. Зміна масової частки цукрів у плодах сливи під час холодильного зберігання у модифікованому газовому середовищі.

На другу добу зберігання спостерігалось різке зниження масової частки цукрів у контрольних варіантах (5,2%) та (4,9%) і в зразках з концентрацією обробки хітозаном 0,05% (5,0%) та (5,2%). При зберіганні ягід суниці у МГС від початку і до восьмої доби значення для контролю та зразка з мінімальною концентрацією обробки було однаковим.

До кінця терміну зберігання вміст цукрів у ягодах поступово знижувався і на чотирнадцяту добу коливався в межах 2,7 – 4,3% у зразках з вільним доступом повітря та 2,5 – 3,6 у модифікованому газовому середовищі.

Встановлено сильну пряму кореляційну залежність між вмістом цукрів у ягодах суниці та концентрацією попередньої обробки хітозаном ( $r=0,99$ ) та ( $r=0,98$ ) (рис.3.19, 3.20).

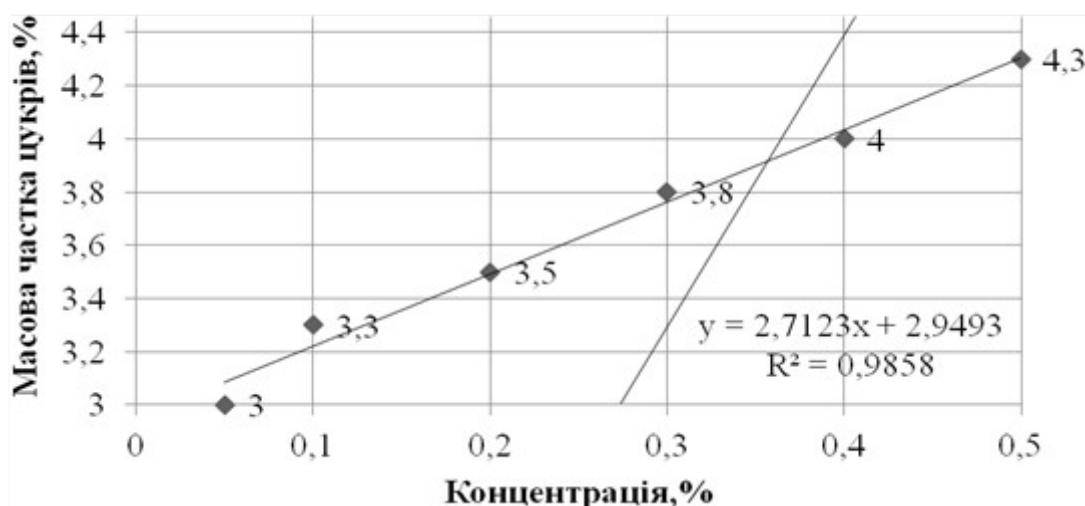


Рис. 3.19. Залежність масової частки цукрів у ягодах суниці від концентрації обробки хітозаном (з вільним доступом повітря)

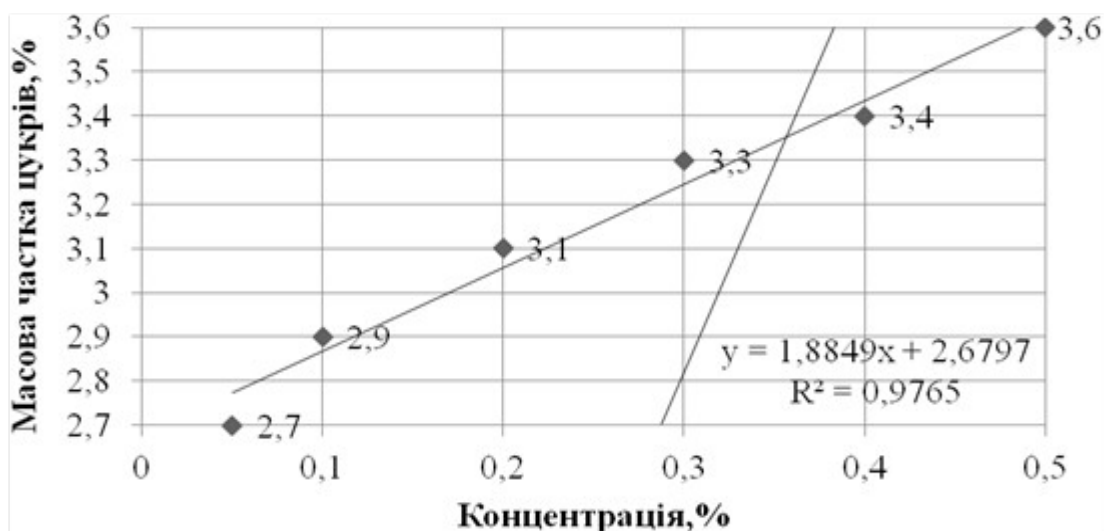


Рис. 3.20. Залежність масової частки цукрів у плодах сливи від концентрації обробки хітозаном (у модифікованому газовому середовищі)

Інтенсивність використання цукрів у фізіолого-біохімічних процесах, які відбувалися під час зберігання оброблених ягід суниці була значно нижчою порівняно з контролем внаслідок сповільнення дихальної активності.

Вітамінну цінність ягід суниці, як правило, визначає вміст аскорбінової кислоти. Вміст вітаміну С залежить в основному від сорту та ґрунтово-кліматичних умов.

Аскорбінова кислота – нестійка сполука, яка легко окислюється під час зберігання . На її розпад впливає безліч факторів, основними з яких є світло, температура та попередня обробка.

За роки досліджень встановлено, що середній вміст аскорбінової кислоти у ягодах суниці сорту Дукат становить 65,1 мг/100 г. Залежно від терміну холодильного зберігання він знижувався як за вільного доступу повітря (рис. 3,21), так і у модифікованому газовому середовищі (рис. 3,22).

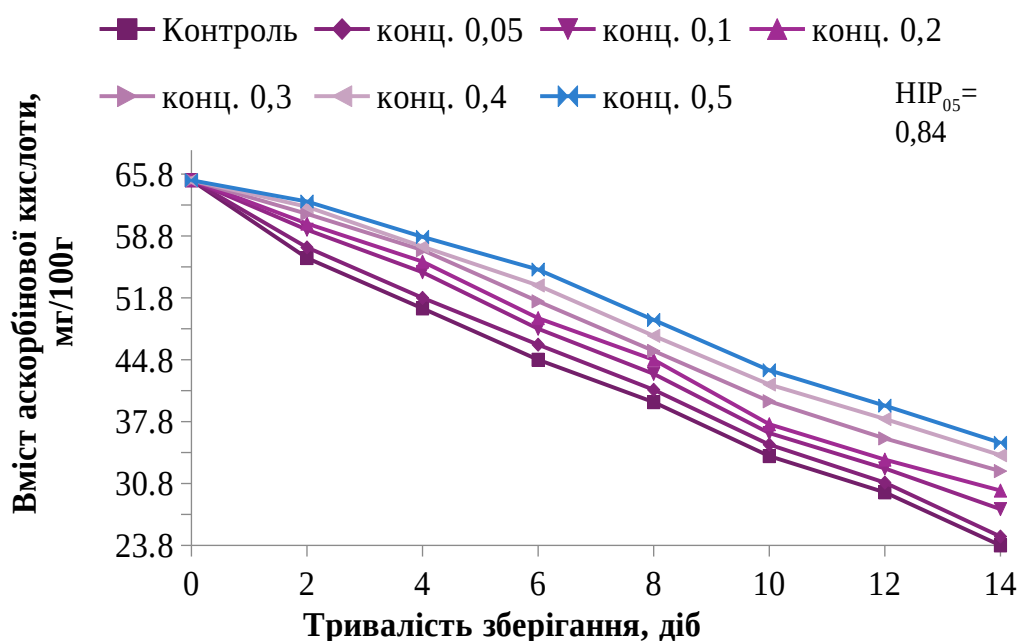


Рис. 3.21. Зміна вмісту вітаміну С у ягодах суниці під час холодильного зберігання з вільним доступом повітря .

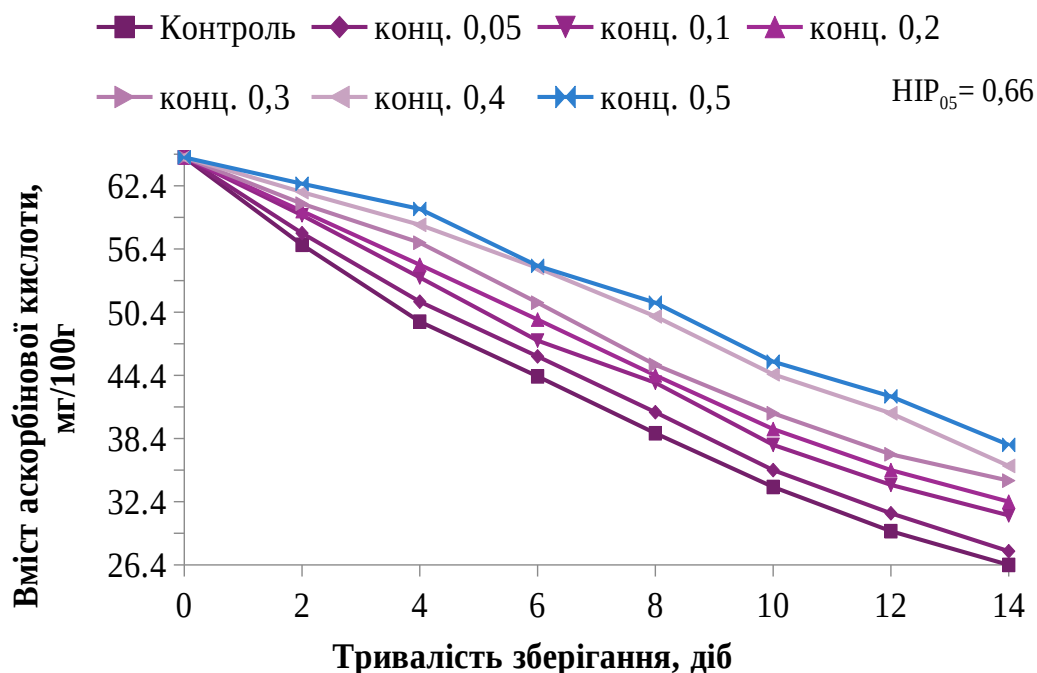


Рис.

3.22.

Зміна вмісту вітаміну С у плодах сливи під час холодильного зберігання у модифікованому газовому середовищі .

Досліджено, що вміст вітаміну С у ягодах суниці стрімко знижувався і на четверту добу коливався в межах 50,6 – 58,7 мг/100 г та 49,5 – 60,2 мг/100 г залежно від способу зберігання.

Темпи зниження аскорбінової кислоти у оброблених ягодах були більш повільнішими ніж в контролі (рис. 3,23; 3,24).

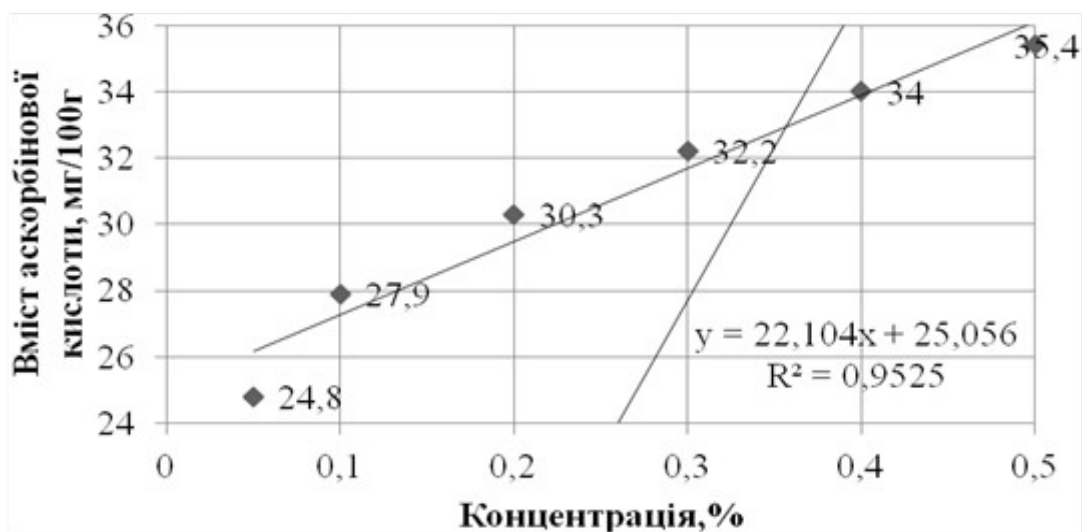


Рис. 3.23. Залежність вмісту вітаміну С у ягодах суниці від концентрації обробки хітозаном (з вільним доступом повітря)

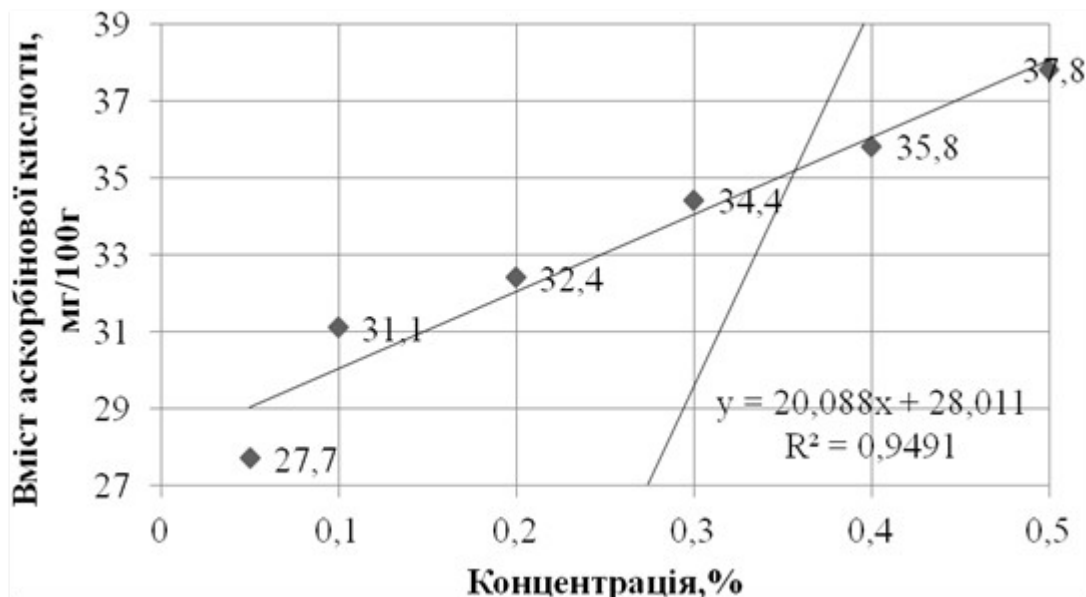


Рис. 3.24. Залежність вмісту вітаміну С у плодах сливи від концентрації обробки хітозаном (у модифікованому газовому середовищі)

Наприкінці зберігання найбільший вміст вітаміну С зафіксований у зразках з концентрацією обробки 0,5% (35,4 мг/100г) та (37,8 мг/100г), що на 11,6 та 11,4 більше від контролю.

Із збільшенням концентрації обробки хітозаном втрата вмісту вітаміну С сповільнювалась, що підтверджено сильною прямою кореляційною залежністю ( $r=0,99$ ) та ( $r=0,98$ ).

Активна кислотність плодів і ягід – важлива їх характеристика, оскільки вона впливає на життєдіяльність мікрофлори. Кислий смак фруктово-овочевої продукції обумовлений іонами водню, які утворюються в результаті електролітичної дисоціації кислот та кислих солей. Активність іонів водню характеризується показником рН.

Встановлено, що середній рівень рН у свіжих ягодах суниці становить 3,2. Під час зберігання активна кислотність зменшувалась залежно від терміну і способу зберігання (рис.3,25; 3,26). Уже на другу добу показник збільшився на

0,2 – 0,4 та 0,1 – 0,3 залежно від способу зберігання. На восьму добу зберігання найменший рівень рН спостерігався у зразку з концентрацією обробки хітозаном 0,5 % (3,8) та (3,6), що на 0,5 та 0,4 менше від контролю.

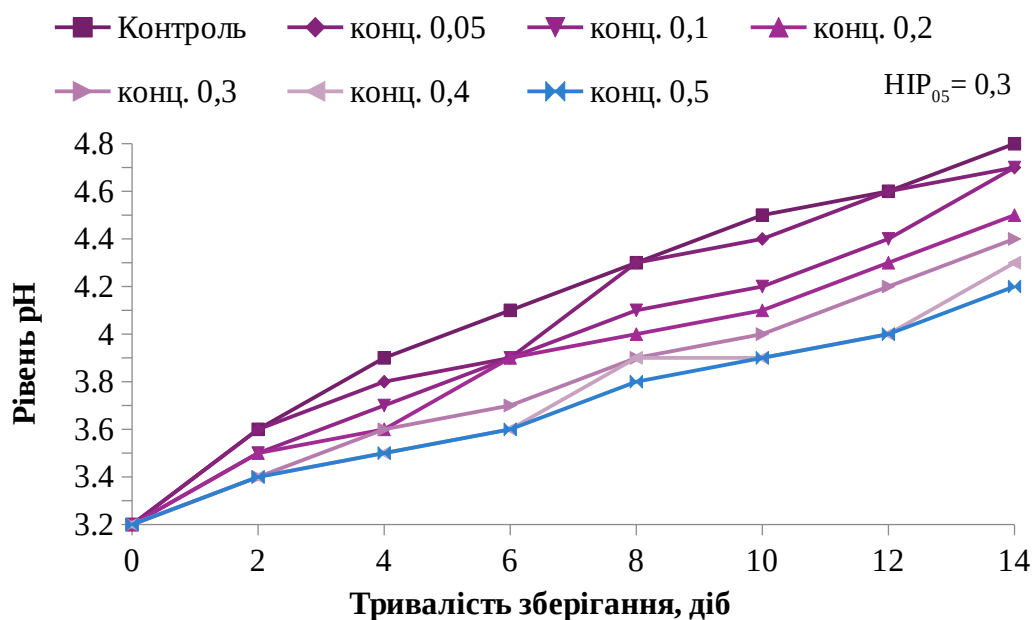


Рис. 3.25. Зміна рівня рН ягід суниці під час холодильного зберігання з вільним доступом повітря

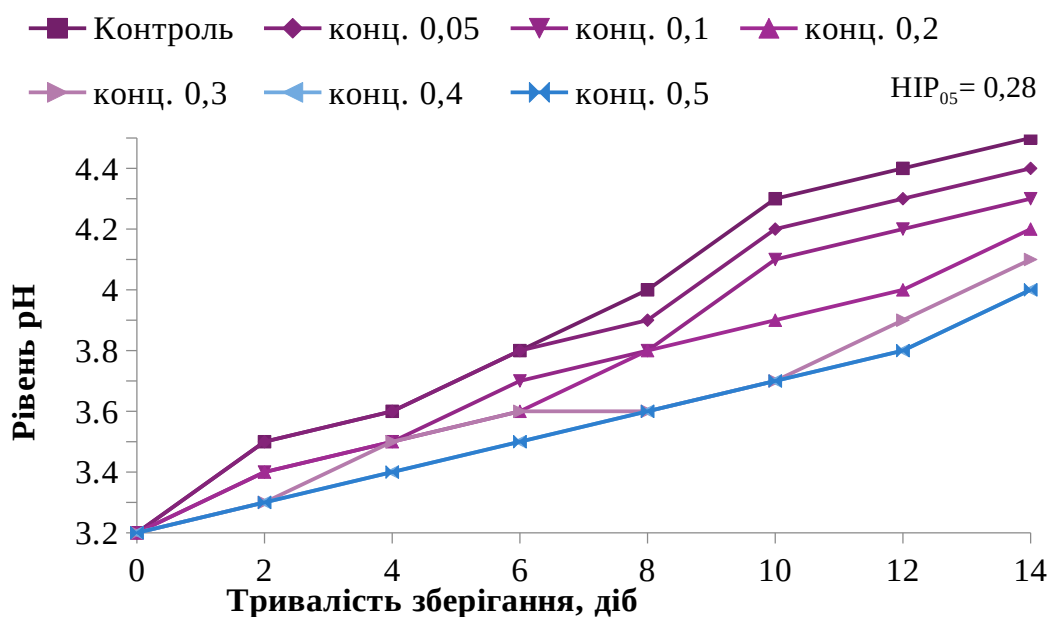


Рис. 3.26. Зміна рівня рН ягід суниці під час холодильного зберігання у модифікованому газовому середовищі

Наприкінці зберігання кислотність ягід суниці коливалась в межах 4,2 – 4,8 у зразках, які зберігались з вільним доступом повітря та 4,0 – 4,5 у модифікованому газовому середовищі.

Встановлено сильну обернену кореляційну залежність між рівнем рН та концентрацією розчину хітозану ( $r = -0,99$ ) та ( $r = -0,97$ ) (рис.3.27; 3.28).

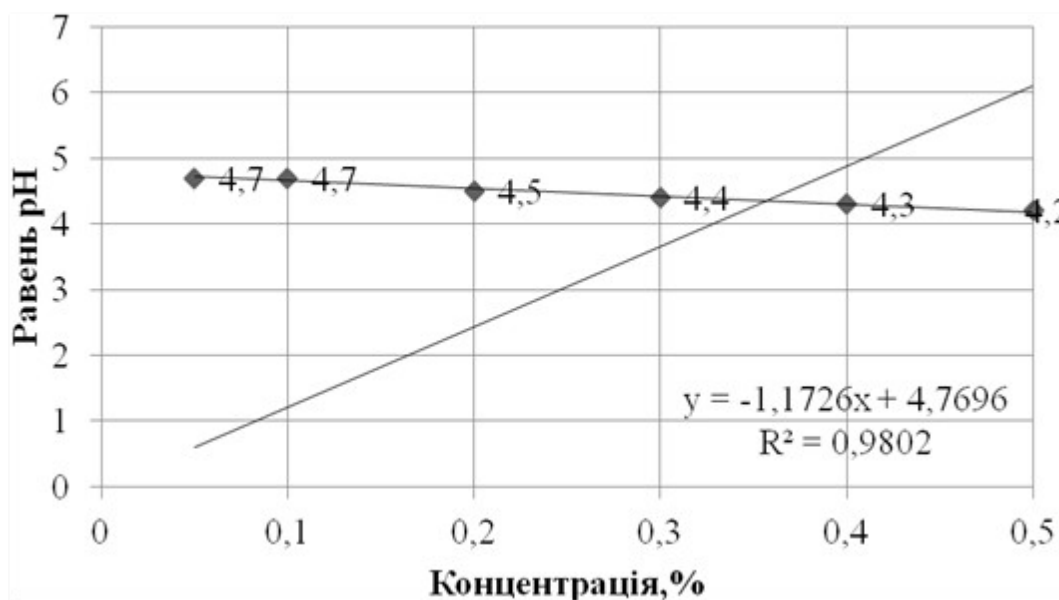


Рис. 3.27. Залежність рівня рН ягід суниці від концентрації обробки хітозаном (з вільним доступом повітря)

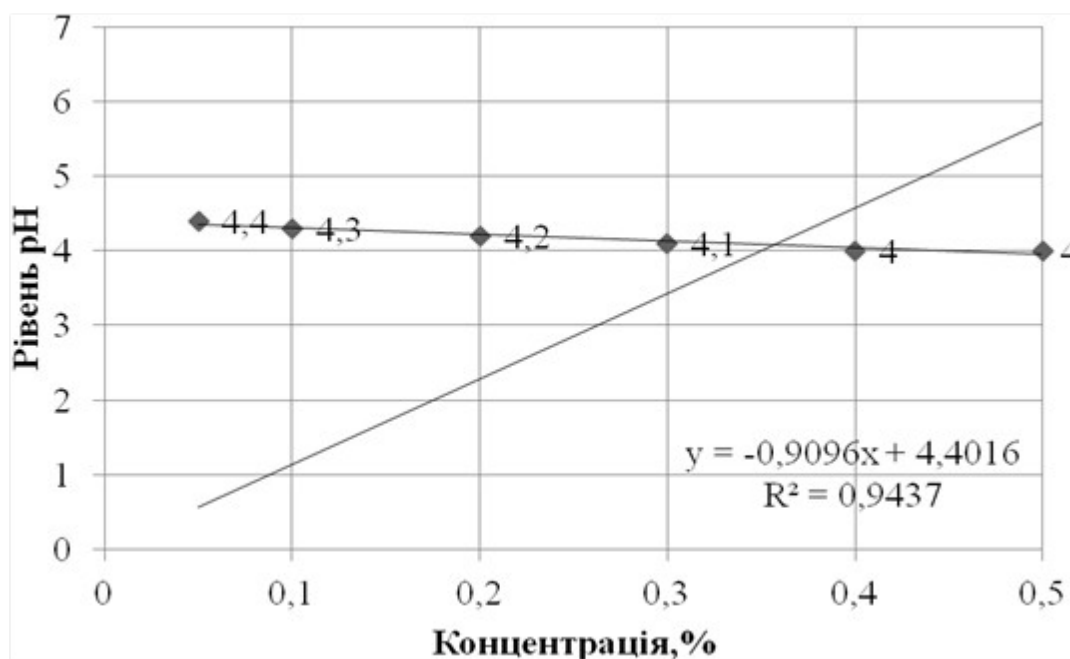


Рис. 3.28. Залежність рівня рН плодів сливи від концентрації обробки хітозаном (у модифікованому газовому середовищі)



Аналіз результатів досліджень доводить, що хітозан здатний сповільнювати ріст рівня рН.

Щільність тканин – показник споживчої стиглості (ступеня зрілості) плодів. Вона залежить від сорту, розміру плодів та погодніх умов під час вирощування. Висока щільність сприяє кращому зберіганню та транспортуванню плодової сировини [4; 24]. Під час зберігання щільність тканин значно зменшувалась і в середині терміну зберігання (6 доба) коливалась в межах 0,24 – 0,28 кг/см<sup>2</sup> в оброблених ягодах, які знаходились за умов вільного доступу повітря та 0,25 – 0,28 кг/см<sup>2</sup> у модифікованому газовому середовищі (рис. 3.29, 3.30).

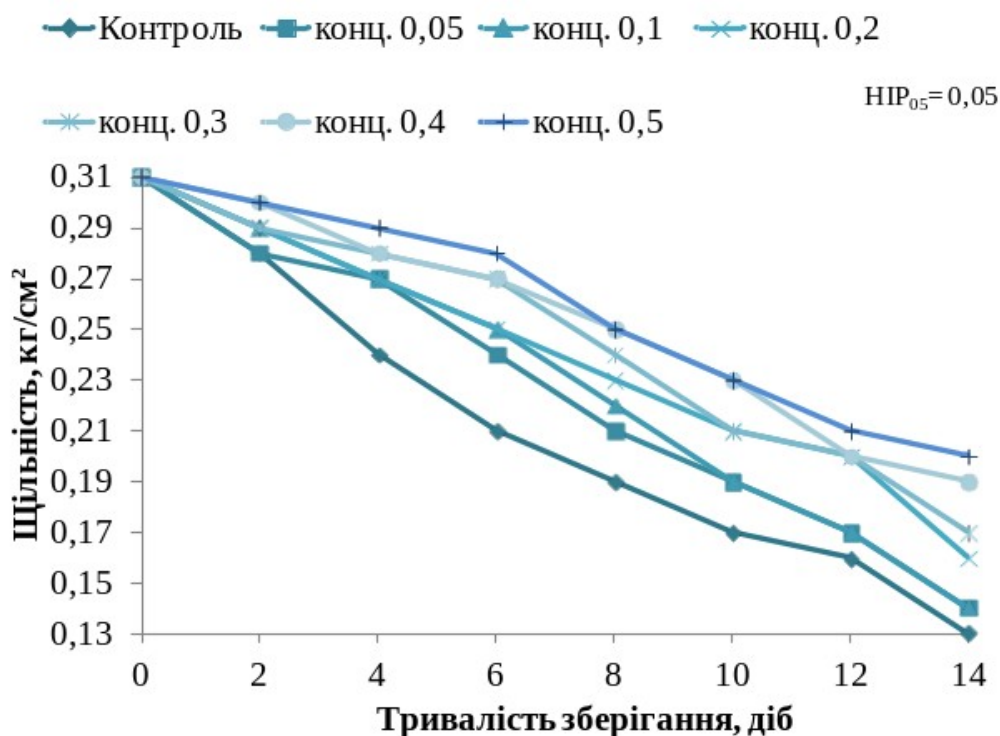


Рис. 3.29. Зміна щільності тканин ягід суниці під час холодильного зберігання з вільним доступом повітря .

Під час досягання тканини ягід поступово розмякшуються, а при частих дощах стають тонкими та вразливими до механічних пошкоджень.

Досліджено, що середня щільність ягід суниці становила 0,30 кг/см<sup>2</sup>.

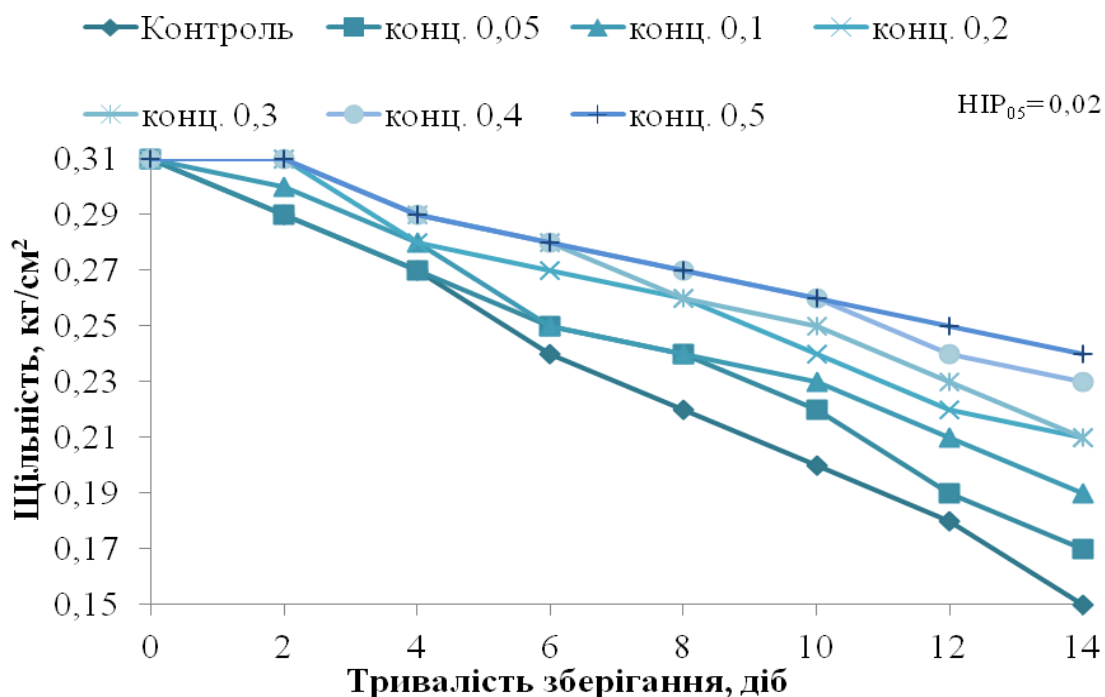


Рис. 3.30. Зміна щільності тканин плодів сливи під час холодильного зберігання у модифікованому газовому середовищі.

Встановлено сильну пряму кореляційну залежність між щільністю тканин ягід суниці та концентрацією обробки хітозаном ( $r = 0,99$ ) та ( $r = 0,96$ ) (рис. 3,31; 3,32).

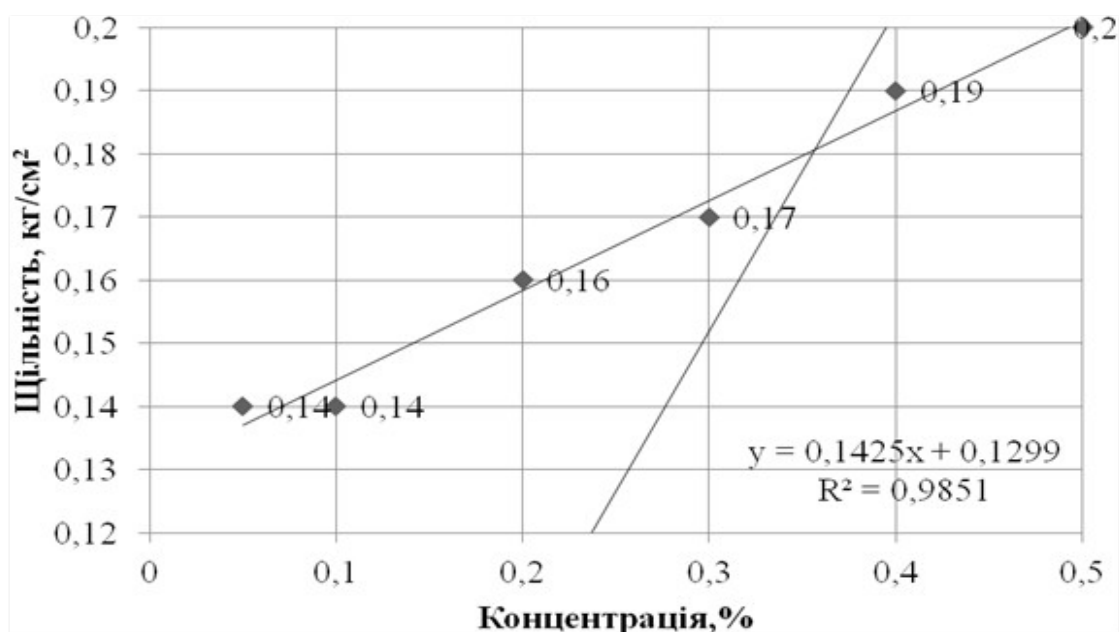


Рис. 3.31. Залежність щільності тканин ягід суниці від концентрації обробки хітозаном (з вільним доступом повітря)

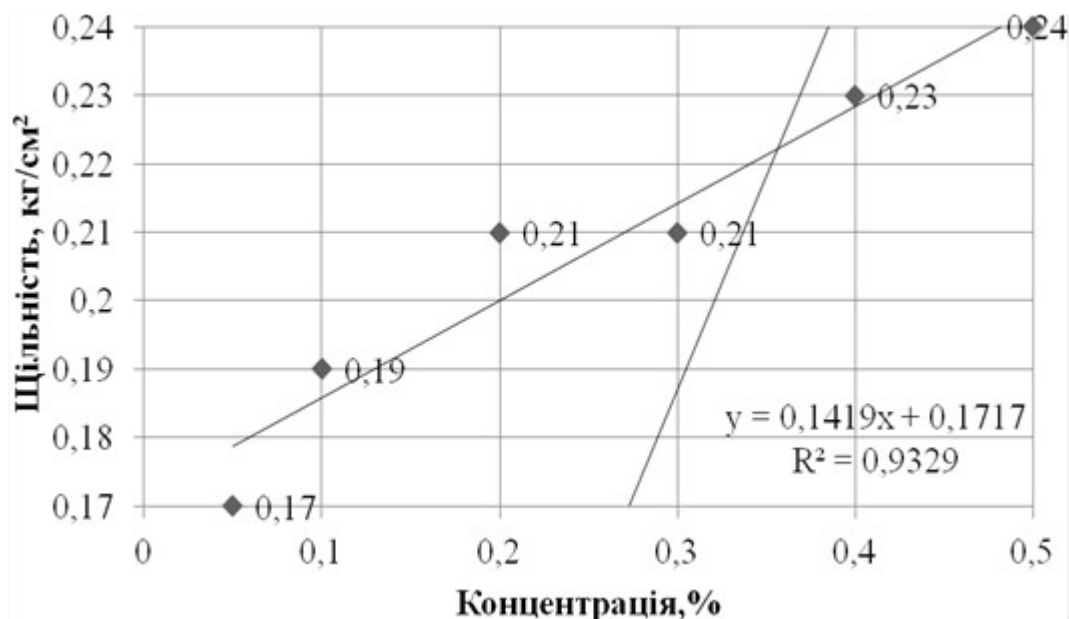


Рис. 3.32. Залежність щільності тканин плодів сливи від концентрації обробки хітозаном: (у модифікованому газовому середовищі)

У плодах і ягодах без обробки показник становив 0,21 та 0,24 кг/см<sup>2</sup>. Наприкінці терміну зберігання суниці щільність оброблених ягід знаходилася в межах 0,14 – 0,20 кг/см<sup>2</sup> та 0,17 – 0,24 кг/см<sup>2</sup> залежно від способу зберігання, що на 0,01 – 0,07 та 0,02 – 0,09 кг/см<sup>2</sup> більше ніж в контролі. Аналіз результатів дослідження показав, що попередня обробка плодів і ягід розчинами хітозану має сильний вплив на збереженість щільності тканин. Із збільшенням концентрації розчину показник знижувався повільніше.

Етиловий спирт – сильний розчинник, завдяки чому всі біохімічні процеси прискорюються. Утворення його у ягодах суниці під час зберігання відбувається внаслідок недостатньої кількості кисню, коли ягоди переходять до анаеробного дихання .

Найбільший вміст етилового спирту спостерігався у зразках, які зберігали у модифікованому газовому середовищі 0,68 – 0,85% в оброблених та 0,88% у контролі (рис. 3.33).

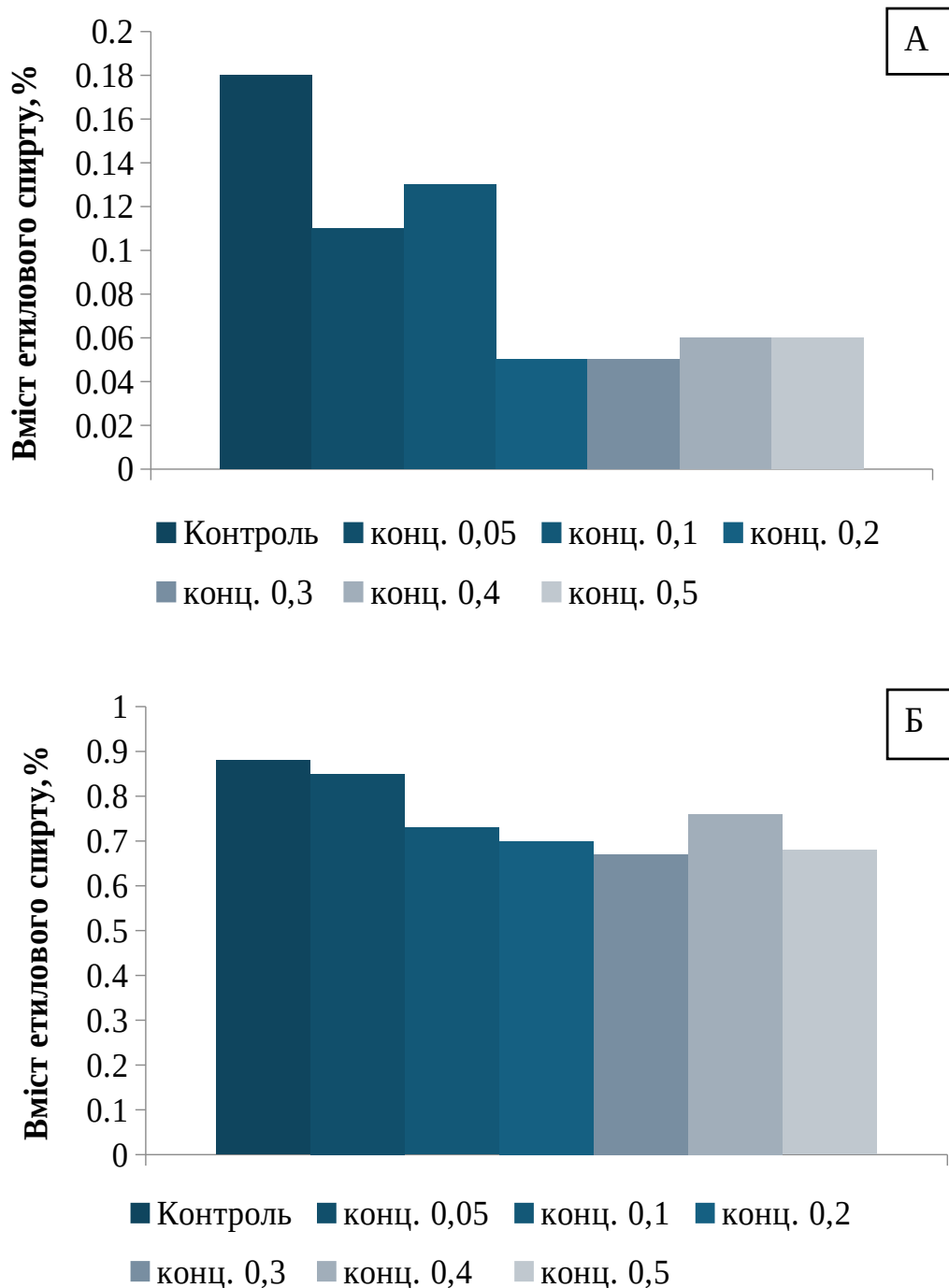


Рис. 3.33. Вміст етилового спирту після зберігання : А – у ягодах суниці; Б – у плодах сливи.

У зразках, які зберігалися з вільним доступом повітря вміст етилового спирту не перевищував 0,05 – 0,18%.

Встановлено, що після чотирнадцяти діб зберігання у ягодах суниці відбулось накопичення оцтового альдегіду (рис. 3.34).

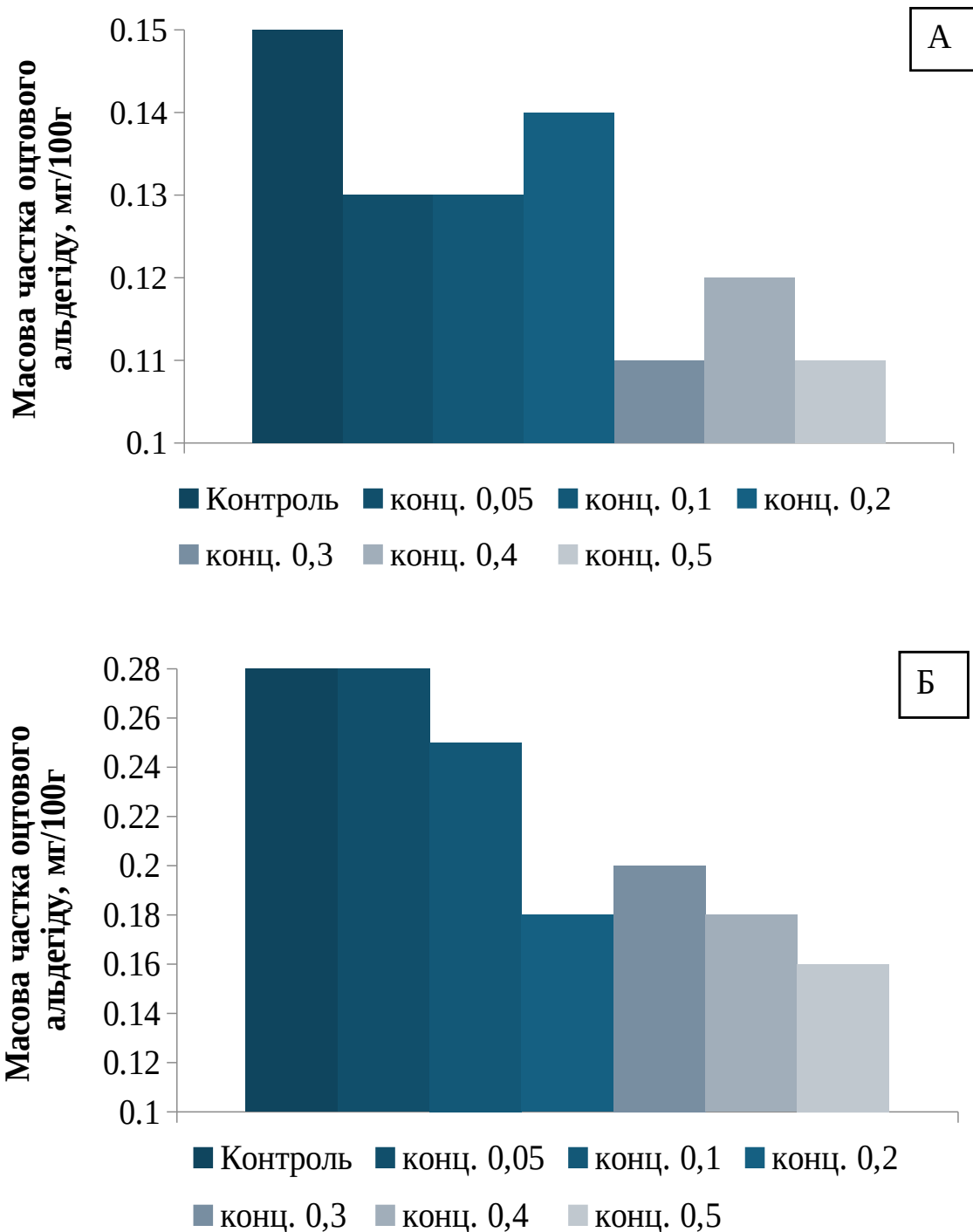


Рис. 3.34. Вміст оцтового альдегіду після зберігання : А – у ягодах суниці; Б – у плодах сливи.

Це свідчить про створення в середовищі зберігання анаеробних умов.

Виявлено, що у зразках, які зберігали в модифікованому газовому середовищі масова частка оцтового альдегіду була більшою. Показник коливався

в межах 0,11 – 0,15 мг/100г при зберіганні з вільним доступом повітря та 0,16 – 0,28 у МГС.

Встановлено, що попередня обробка ягід суниці і плодів сливи розчинами хітозану покращувала органолептичні властивості (рис. 3.35), сприяючи кращому збереженню кольору, щільності тканин та смаку.

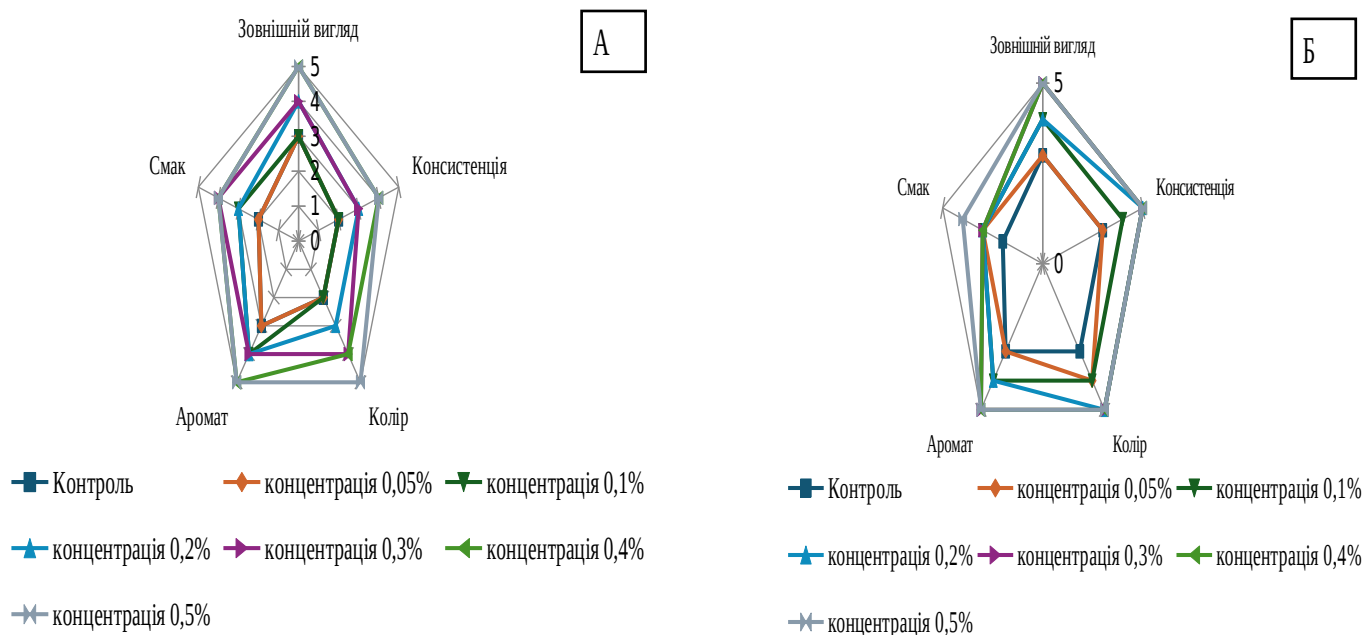


Рис. 3.35. Органолептична оцінка після зберігання : А – ягід суниці; Б – плодів сливи.

Органолептична оцінка – один із найважливіших показників якості продукції.

Потенційний покупець, в першу чергу, звертає увагу саме на зовнішній вигляд товару, його колір, аромат та консистенцію. Збереження природної привабливості складний процес, адже під час та зберігання неминучим є зміна кольору, втрата пружності та аромату.

У контрольному варіанті зафіксовані прискорені темпи втрат якості ягід і плодів. Варіант із концентрацією обробки хітозаном 0,5% визнано найкращим для збереження органолептичних властивостей.

Блиск – характерна ознака свіжості продукції. Втрата його призводить до погіршення товарних властивостей товару, що призводить до зниження ціни реалізації.

Під час зберігання ягід суниці зафіксовані швидкі темпи втрат блиску саме у контрольному варіанті (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

**Зміни ступеня блиску ягід суниці до зберігання та під час зберігання в охолодженому стані**

Концентрація обробки, %	Ступінь блиску, бал					
	З вільним доступом повітря			У модифікованому ГС		
	До зберігання	В середині терміну зберігання (7 доба)	В кінці зберігання (14 доба)	До зберігання	В середині терміну зберігання (7 доба)	В кінці зберігання (14 доба)
Контроль	5	2	1	5	3	1
0,05	5	4	2	5	4	2
0,1	5	5	2	5	5	2
0,2	5	5	3	5	5	4
0,3	5	5	4	5	5	4
0,4	5	5	5	5	5	5
0,5	5	5	5	5	5	5
НІР <sub>05</sub>	0,2					

Встановлено, що завдяки плівкоутворювальним властивостям хітозану ягоди мали блискучу глянцеvu поверхню, що значно покращувало зовнішній вигляд суниці. Отримані результати досліджень дозволяють рекомендувати попередню обробку ягі суниці розчинами хітозану 0,4% та 0,5% концентрації.

3.2. Зміни фізико-хімічних показників без охолодження за обробки хітозаном

Зберігання ягід в умовах торгового обороту супроводжуються дуже швидкими втратами якості. Це відбувається за рахунок підвищеної фізіологічної активності, а саме високої інтенсивності дихання, яка в свою чергу призводить до втрат поживних речовин.

Під час зберігання ягід за температури 20–22 °С спостерігалось швидке погіршення якості. Критерієм закінчення зберігання була поява на поверхні ягід фітопатогенного пошкодження. Оцінювали за фізичними показниками. Дослідження проводили кожного дня. Встановлено, що втрата маси залежала як від терміну зберігання, так і від концентрації обробки ягід (рис. 3,36; 3,37).

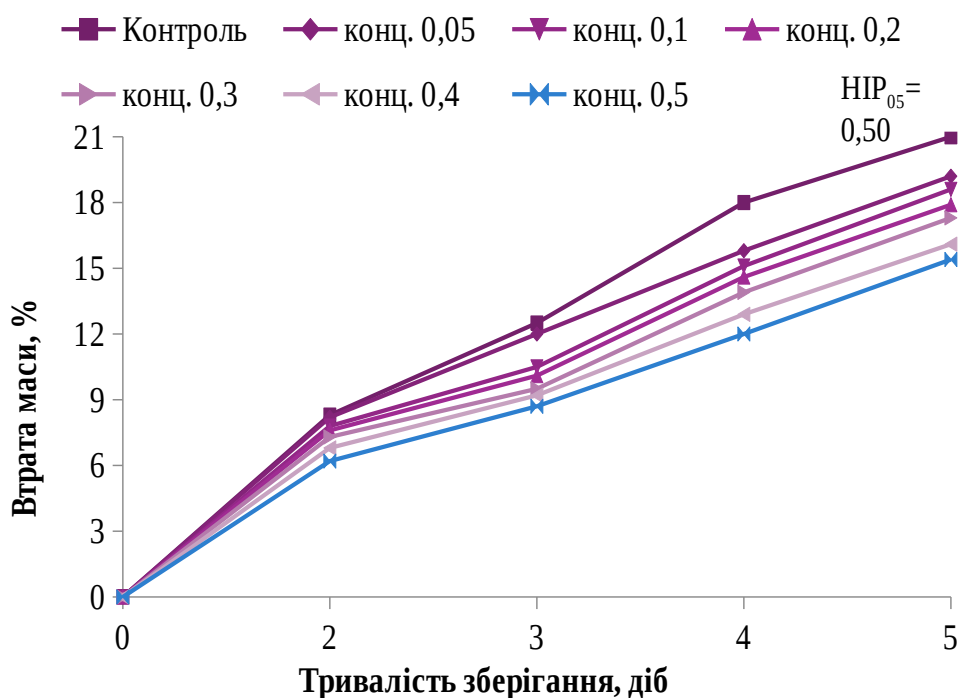


Рис. 3.36. Зміна природних втрат маси ягід суниці під час зберігання без охолодження спосіб обробки обприскування

Так, на другу добу зберігання ягід без охолодження втрата маси коливалася в межах 6,2 – 8,2% та 6,4 – 8,4% залежно від концентрації обробки та 8,3% та 8,6% у контролі. Протягом наступних днів зберігання показник збільшувався і наприкінці становив 15,4 – 19,2% в оброблених ягодах способом обприскування



та 21,0% у контролі і 15,1 – 19,0% у зразках оброблених способом занурення та 20,9% у контролі

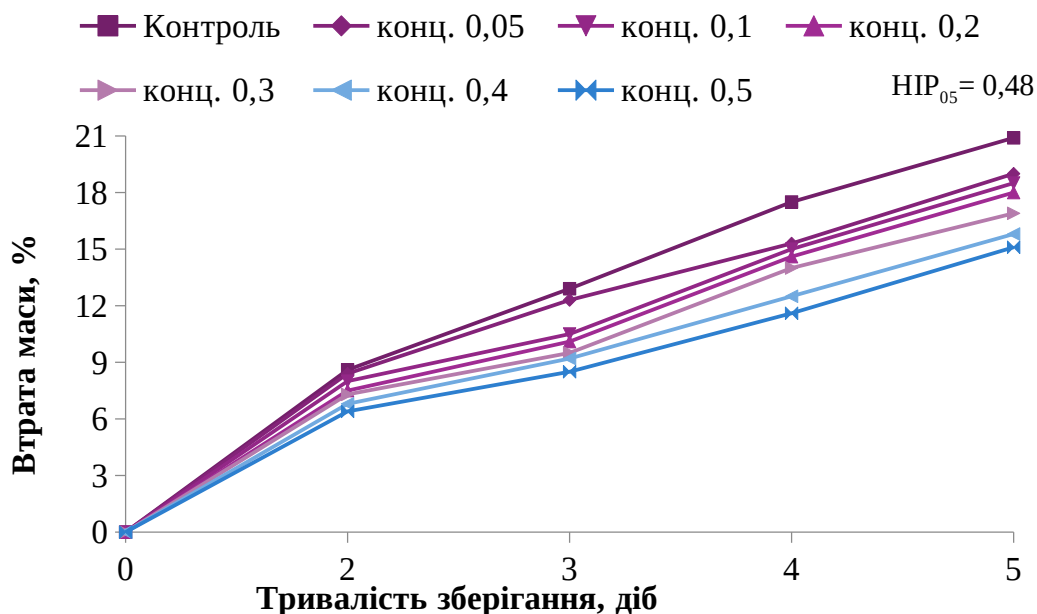


Рис. 3.37. Зміна природних втрат маси під час зберігання без охолодження :  
спосіб обробки занурення.

Збільшення концентрації обробки сприяло зниженню втрати маси (рис. 3,38; 3,39).

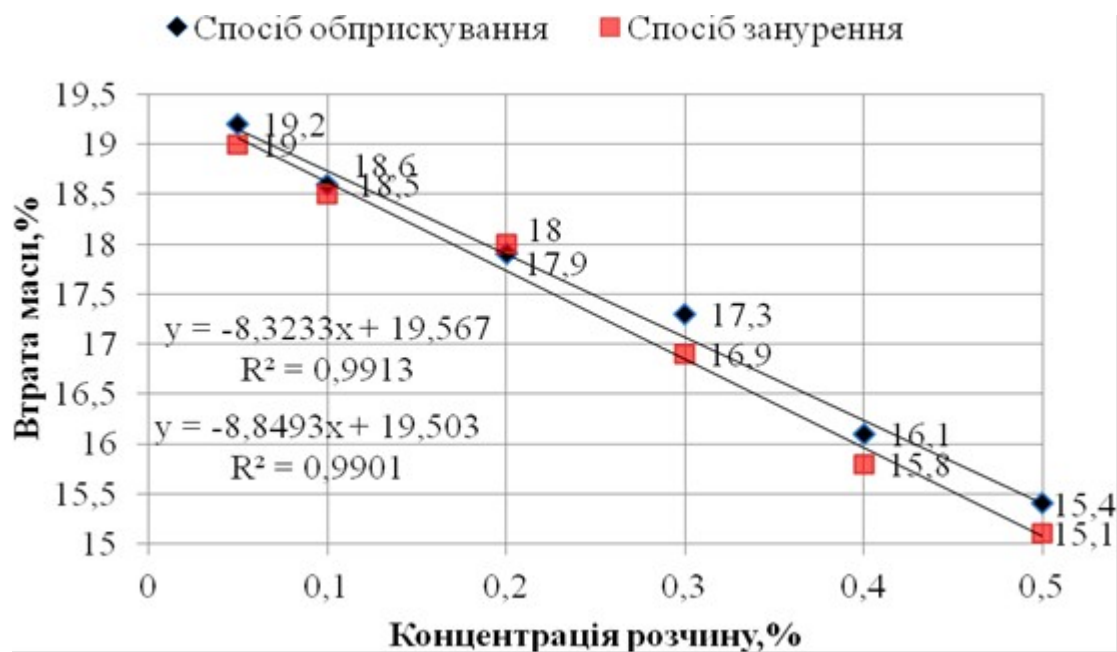


Рис. 3. 38. Залежність втрати маси від концентрації розчину та способу обробки.

Встановлено сильний обернений кореляційний зв'язок між концентрацією обробки та втратою маси ягід суниці ( $r = -0,99$ ).

Із втратою маси знижувалась і щільність тканин ягід. Так, на другу добу зберігання показник зменшився на 0,06 – 0,11 кг/см<sup>2</sup> за обох способів обробки (рис. 3.39; 3.40).

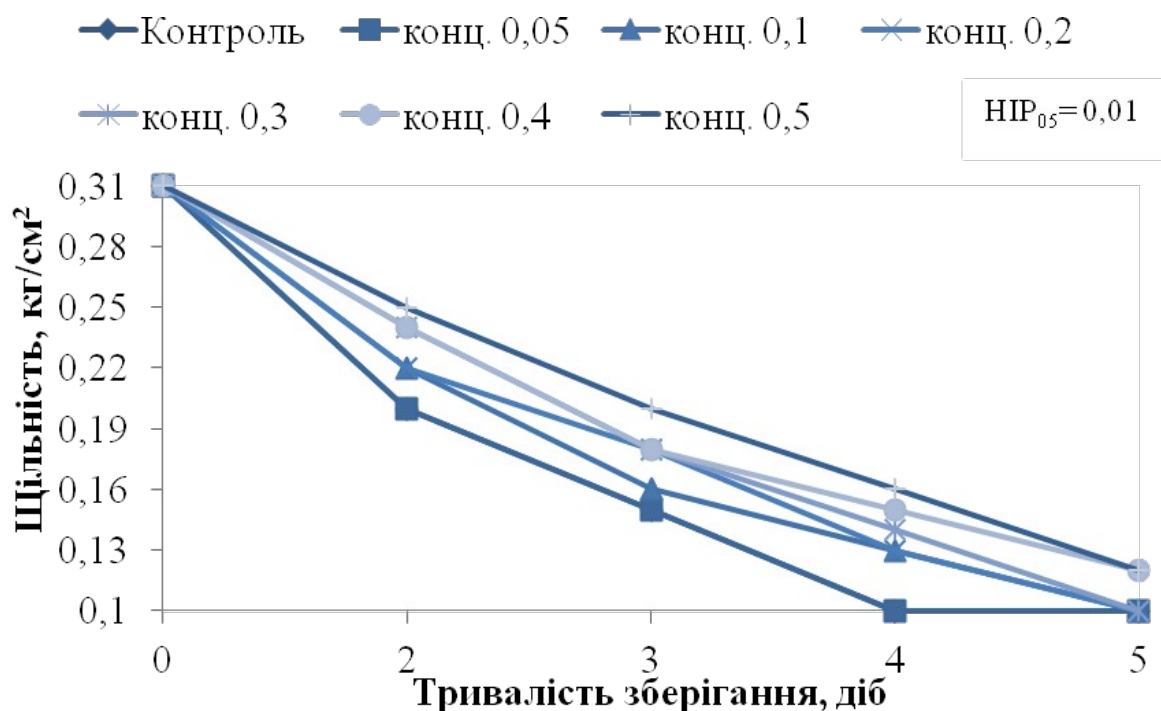


Рис. 3.39. Зміна щільності під час зберігання без охолодження за способу обробки обприскування

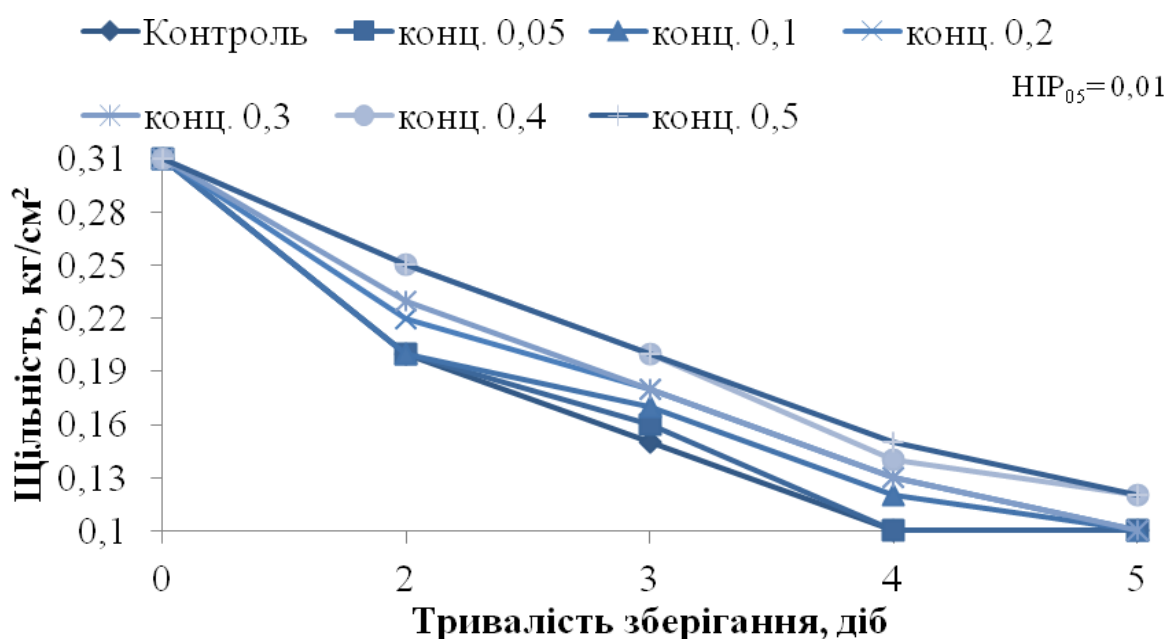


Рис. 3.40. Зміна щільності під час зберігання без охолодження за способу обробки занурення .

На третю добу зберігання щільність тканин ягід коливалась в межах 0,15 – 0,20 кг/см<sup>2</sup>. До кінця зберігання показник стрімко знижувався і п'яту добу становив 0,12 кг/см<sup>2</sup> у зразках з концентрацією обробки 0,4 та 0,5% і 0,10 кг/см<sup>2</sup> у решти зразків.

Встановлено сильну пряму кореляційну залежність між щільністю ягід суниці та концентрацією розчину ( $r= 0,92$ ) та ( $r= 0,93$ ) (рис. 3.41).

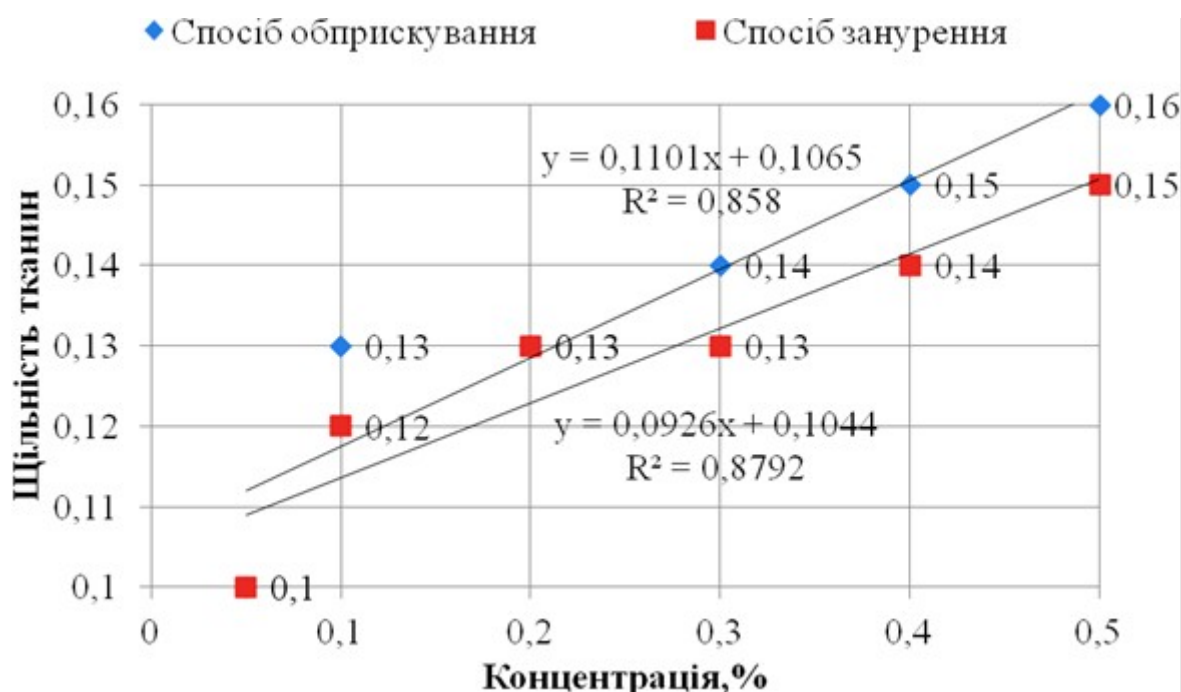


Рис. 3.41. Залежність щільності тканин від концентрації та способу обробки.

Рівень рН ягід суниці під час зберігання за умов торгового обороту змінювався дуже швидко. Активна кислотність зменшувалась, що призвело до погіршення якості ягід та розвитку грибкових захворювань.

На другу добу зберігання показник коливався в межах 3,2 – 3,5 за обох способів обробки (рис. 3.42; 3.43). На третю добу зберігання рівень рН знизився до 3,6 – 4,4 за способу обприскування та 3,8 – 4,2 за способом занурення.

Наприкінці терміну зберігання ягід рівень рН коливався в межах 4,3 – 4,9 та 4,4 – 4,8 в оброблених зразках та 5,0 у контролі.

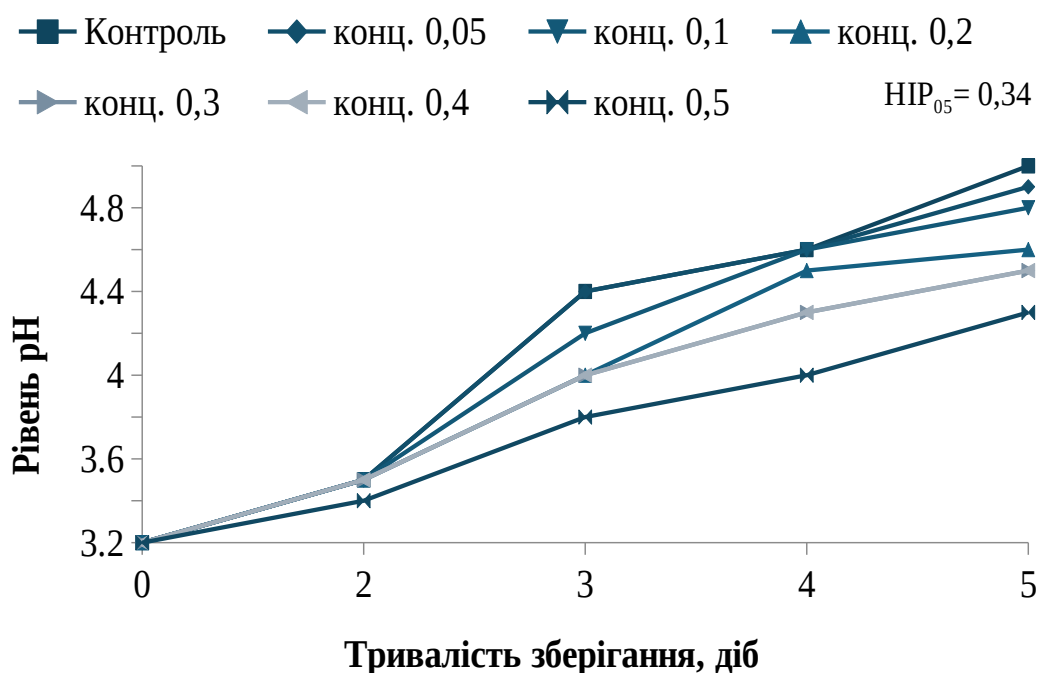


Рис. 3.42. Зміна рівня рН під час зберігання без охолодження спосіб обробки обприскування.

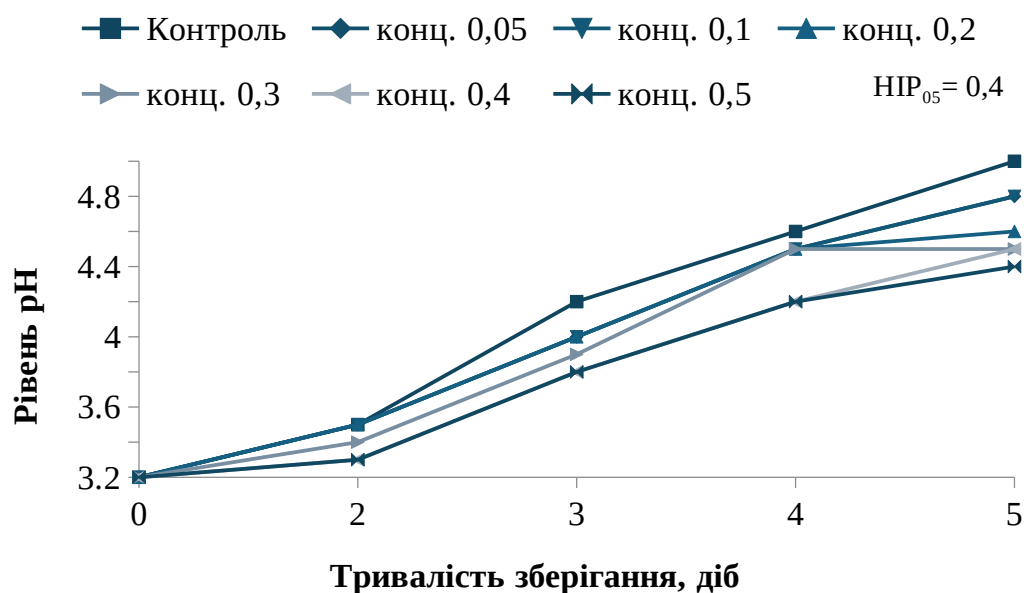


Рис. 3.43. Зміна рівня рН під час зберігання без охолодження спосіб обробки занурення.

Нами встановлено сильну обернену кореляційну залежність між рівнем рН та концентрацією розчину хітозану ( $r = -0,97$ ) та ( $r = -0,96$ ) (рис.3.44).

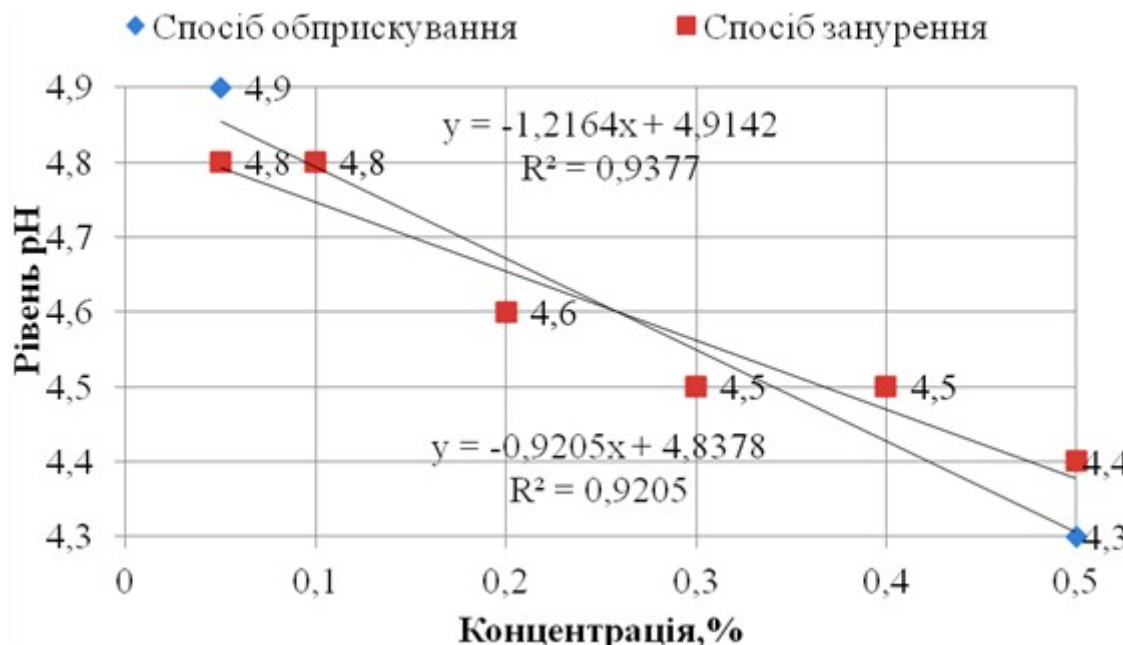


Рис. 3.44. Залежність рівня рН ягід суниці від концентрації та способу обробки.

Досліджено, що із збільшенням концентрації розчину хітозану зміни рівня рН сповільнювались.

### 3.3. Фітопатогенне пошкодження під час зберігання

Грибкові хвороби є однією із основних причин, які впливають на якість і тривалість зберігання.

Головними патогенами, які знищують врожай суниці прийнято вважати *Botrytis cinerea* і *Rhizopus stolonifera*, але із зміною клімату все частіше на ягодах можна зустріти пошкодження викликані грибами роду *Penicillium spp*, *Whetzelinia sclerotiorum*, *Mucor* та *Aspergillus niger*. Ці хвороби розвиваються під час зберігання зменшуючи відсоток виходу товарної продукції.

Згідно нормативних документів ягоди і плоди під час закладання на зберігання та після зберігання повинні бути без мікробіологічних пошкоджень. Для знищення патогенної мікрофлори використовують обробку фунгіцидними препаратами, переважна більшість з яких має негативний вплив на людський організм .

За роки досліджень встановлено, що ягоди суниці під час зберігання зазнали найбільших пошкоджень від *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifera*, *Mucor* та *Aspergillus niger* (табл. 3.2).

Таблиця 3.2.

### Фітопатогенне пошкодження

Вид грибків	2023р.	2024р.
1	3	4
<i>Botrytis cinerea</i>	Виявлено	Виявлено
<i>Rhizopus stolonifera</i>	Виявлено	Виявлено
<i>Aspergillus niger</i>	Виявлено	Виявлено
<i>Mucor</i>	Виявлено	Виявлено
<i>Penicillium</i>	Не виявлено	Не виявлено
<i>Fusarium</i>	Не виявлено	Не виявлено
<i>Whetzelinia sclerotiorum</i>	Не виявлено	Не виявлено

У 2023 р. крім основних патогенів зустрічались поодинокі випадки ураження ягід грибами роду *Fusarium*, *Whetzelinia sclerotiorum* та *Penicillium spp* у зразках без обробки (рис. 3.45)

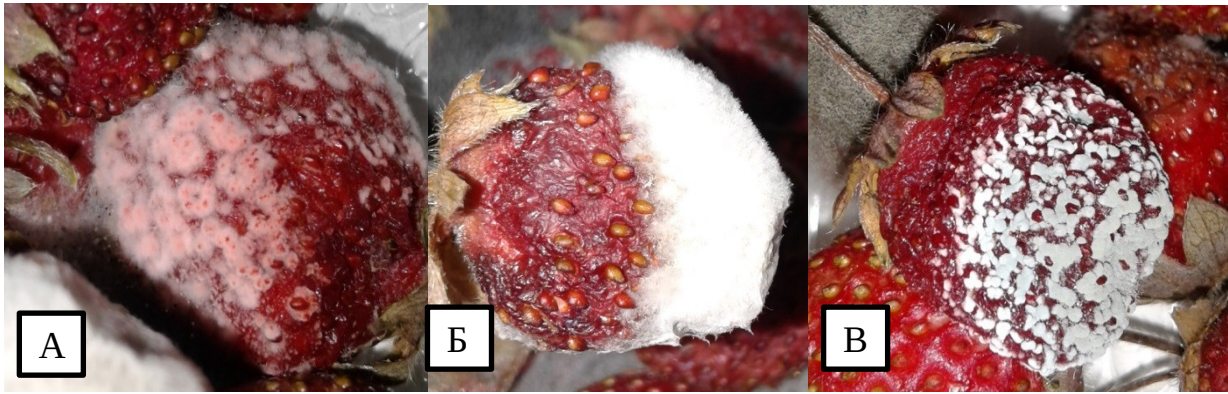


Рис. 3.45. Ураження ягід суниці грибковими захворюваннями (2023 р.): А – *Fusarium*; Б – *Whetzelinia sclerotiorum*; В – *Penicillium sp.*

Пошкодження даними грибами становило 0,5% і не спостерігалось у наступні роки, тому вплив обробки хітозаном встановити не вдалося.

*Botrytis cinerea* – некротрофний збудник грибкової хвороби, який зимує на рослинних рештках, бур'янах або в ґрунті у вигляді склероцій або сплячого міцелію, які з часом продукують конідіофори та конідії у відповідь на сприятливе середовище. Цей збудник є комерційно шкідливим, адже впливає на ягоди в польових умовах, під час транспортування, зберігання, реалізації та є найпоширенішою причиною відмови виробників та споживачів від швидкопсувної продукції, що призводить до значних економічних втрат.

Серед всіх грибкових патогенів аскоміцет *Botrytis cinerea* має найсильніший негативний вплив на ягоди суниці спричиняючи серйозні пошкодження у післязбиральний період.

Крім цього, сіра гниль здатна впливати на вегетативні тканини, що призводить до загибелі синиці. Зараження відбувається ще на материнській рослині. При високій вологості, частих дощах та температури повітря 14 – 16°С відбувається швидкий розвиток патогена, який уражує більше 80% квіток та плодів.

*Botrytis cinerea* часто залишається прихованим під чашолистками, тому після збору врожаю починає розвиватися, як правило, близько плодоніжки, а з часом і в місцях механічного пошкодження.



Під час зберігання ягід суниці у холодильній камері на чотирнадцяту добу у контролі виявлено ураження фітопатогенне пошкодження. Розвиток хвороби на ураженій ягоді відбувався стрімко і на шістнадцяту добу плід цілком був покритий щільним шаром сірого нальоту (рис. 3.46.). Мікроскопічними дослідженнями встановлено ураження ягід суниці спричинене грибом *Botrytis cinerea*. У решти дослідних зразках хвороби не виявлено.

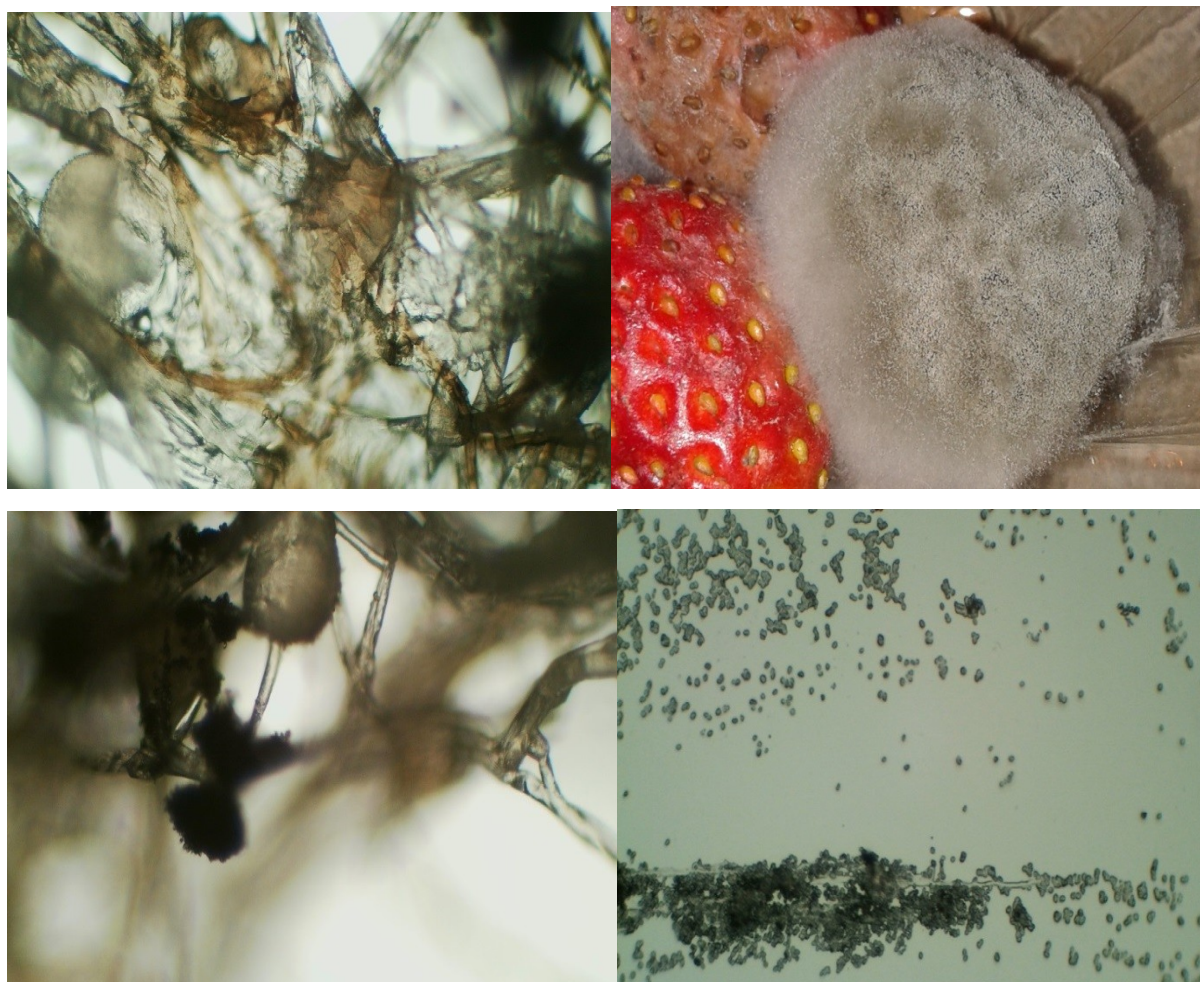


Рис. 3.46. Пошкодження грибом *Botrytis cinerea*

Ягоди суниці, які зберігали без охолодження мікробіологічне пошкодження зафіксоване на п'яту добу зберігання у контролі та у зразку з концентрацією обробки хітозаном 0,05%. На сьому добу зберігання ураження виявлене у зразку з концентрацією обробки хітозаном 0,1%, 0,2% та 0,3%. На восьму добу зберігання всі досліджувані зразки ягід суниці були пошкоджені сірою гниллю (рис. 3.47.).



Аналізуючи результати досліджень, встановлено, що попередня обробка ягід суниці розчином хітозану значно сповільнила розвиток грибового захворювання спричиненого збудником *Botrytis cinerea*.

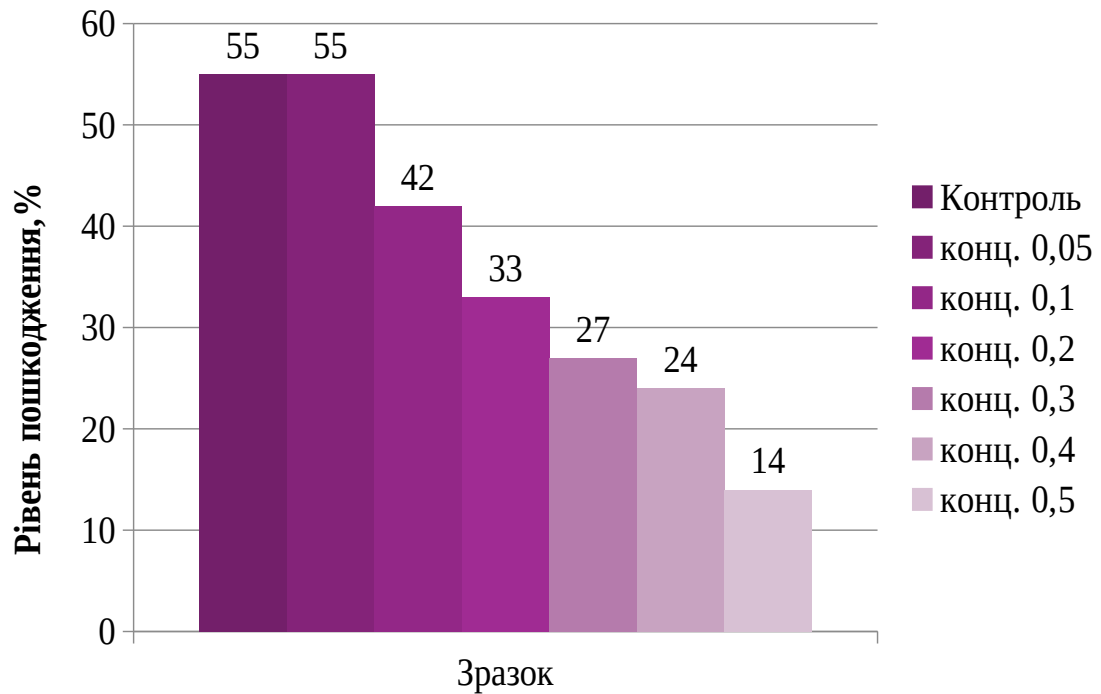


Рис. 3.47. Рівень пошкодження ягід суниці грибом *Botrytis cinerea* на восьму добу зберігання

*Rhizopus stolonifera* – вид зігоміцетових грибів, який відноситься до роду *Rhizopus*. Гниль спричинена даним грибом розвивається саме під час зберігання ягід, але іноді може з'являтися і на не стиглих плодах на полі. Інтенсивний розвиток чорної гнилі відбувається за ВВП більше 85%.

Патоген пошкоджує поверхню ягід та м'якуш, який з часом стає коричневого кольору та починає бродити. *Rhizopus* належить до типу зігомікотів, які поширені у ґрунті, повітрі та рослинах. Гриб чутливий до знижених температур, тому охолодження ягід знижує розвиток хвороби .

Ураження грибом *Rhizopus stolonifera* спостерігалось протягом 2 років досліджень (рис. 3.48.).

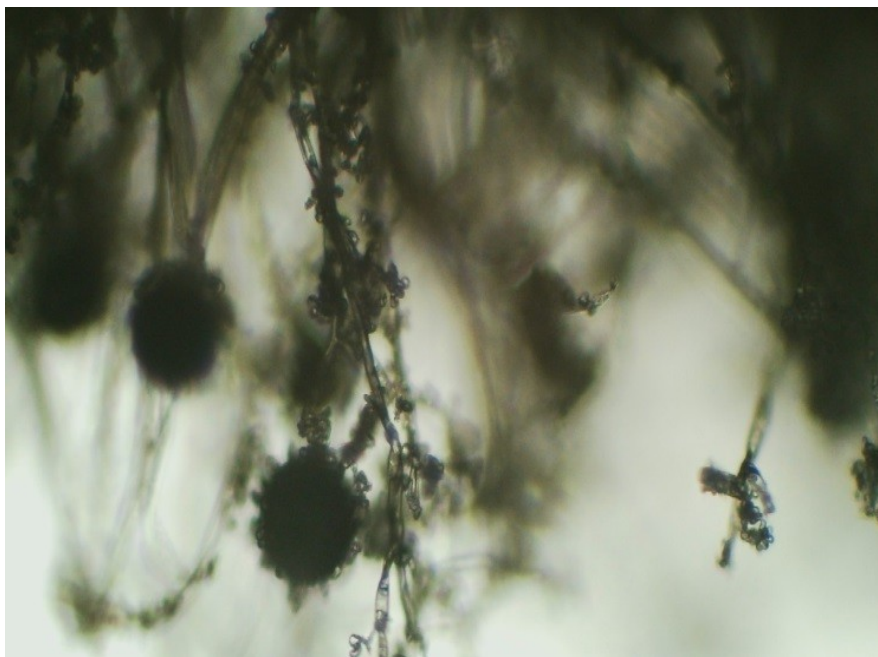


Рис. 3.48. Ураження ягід суниці грибом *Rhizopus stolonifera*

Розвиток хвороби у ягід суниці, які зберігались в охолодженому стані зафіксовано на вісімнадцяту добу у зразку без попередньої обробки.

На двадцяту добу зберігання ураження грибом спостерігалось у варіанті з концентрацією обробки 0,05%, 0,1% та 0,2%. У решті зразків пошкоджень викликаних грибом *Rhizopus stolonifera* не встановлено.

У ягодах суниці, які зберігали без охолодження пошкодження даним патогеном виявлено на шосту добу зберігання у контролі та зразках з концентрацією обробки хітозаном 0,05%, 0,1%, 0,2%, 0,3%.

На восьму добу зберігання ураження ягід суниці чорною гниллю спостерігалось у всіх зразках (рис. 3.49.).

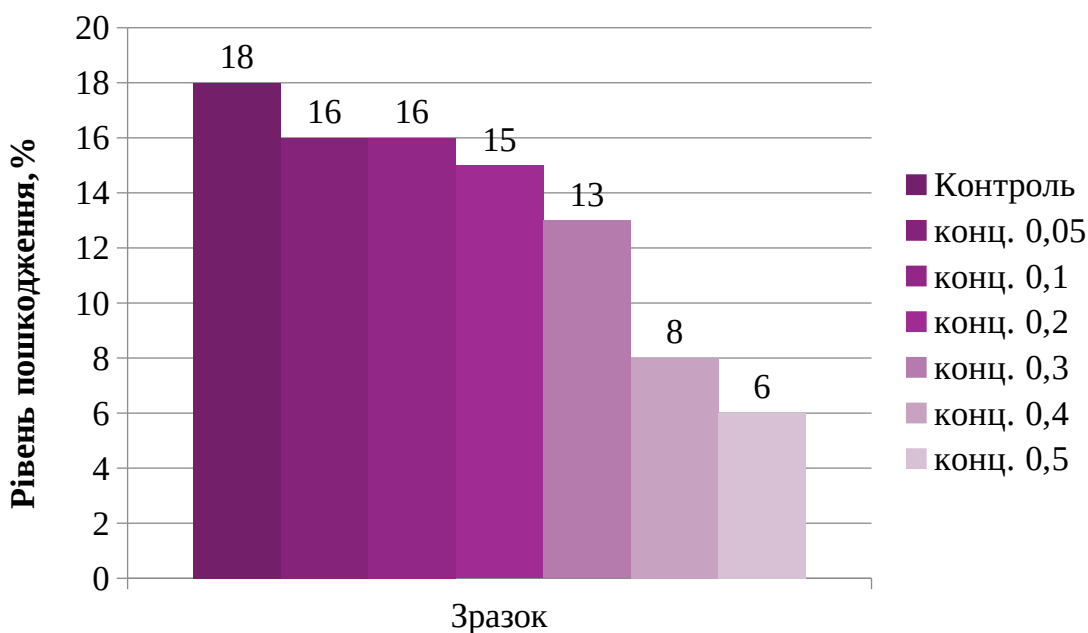


Рис. 3.49. Рівень пошкодження ягід суниці грибом *Rhizopus stolonifera* на восьму добу зберігання

Встановлено, що хітозанове покриття дало змогу сповільнити розвиток чорної гнилі збудником якої є гриб *Rhizopus stolonifera*, що дозволяє зменшити відсоток втрат ягідної продукції.

*Aspergillus niger* – рід вищих пліснявих аеробних грибів, який активно розвивається на ягодах з механічними пошкодженнями, перестиглих та фізіологічно ослаблених плодах. Оптимальна температура для розвитку патогену становить 8 – 10°C .

Цвілеві гриби роду *Aspergillus* є одними з найпоширеніших в природі, адже володіють стійкістю до дії факторів зовнішнього середовища. *Aspergillus* є представником класу сумчастих грибів, які знаходяться у ґрунті в зоні з теплим кліматом .

У 2023 – 2024 роках виявлено зараження ягід суниці грибом *Aspergillus niger* лише у зразках, які зберігали без охолодження (рис. 3.50.).



Рис. 3.50. Пошкодження ягід суниці грибом *Aspergillus niger*.

*Aspergillus* вважається одним із найтоксичніших грибів, який викликає тяжкі захворювання потрапляючи в організм людини з спорами через дихальні шляхи .

Розвиток хвороби розпочався на шосту добу зберігання у контролі та зразках з концентрацією обробки хітозаном 0,05%, 0,1%, 0,2%. На восьму добу зараження ягід чорною цвілью зафіксоване у всіх варіантах (рис. 3.51.).

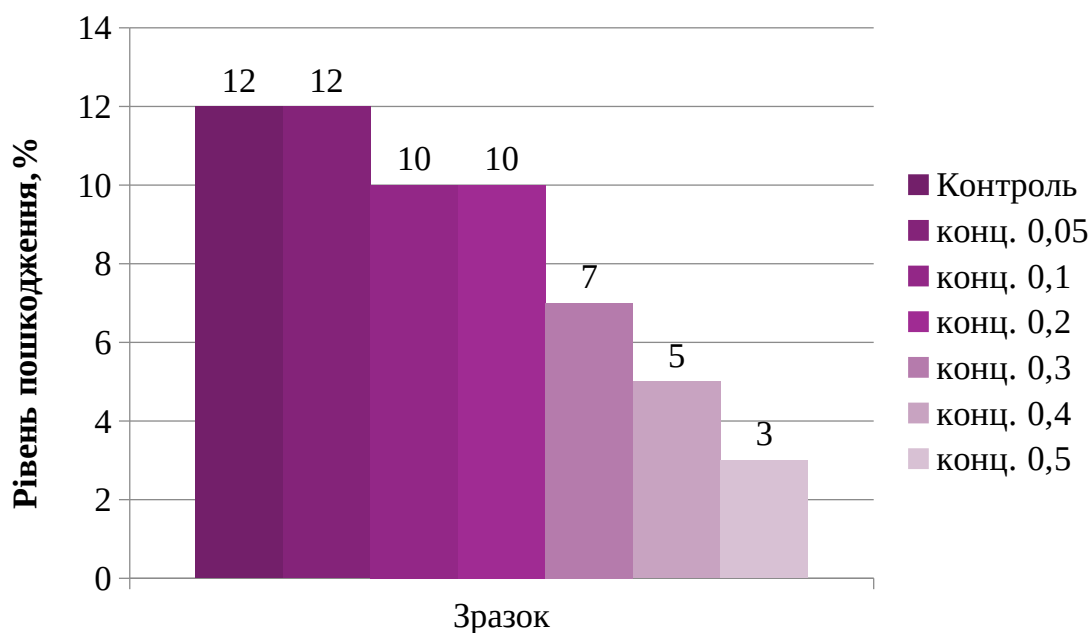


Рис. 3.51. Рівень пошкодження ягід суниці грибом *Aspergillus niger* на восьму добу зберігання

Досліджено, що ягоди суниці попередньо оброблені розчином хітозану виявляли більшу стійкість до пошкодження грибом *Aspergillus niger*.

*Mucor* (біла цвіль) - рід нижчих цвілевих грибів класу зігоміцетів, який знаходиться у верхніх шарах ґрунту і легко поширюється потоками повітря. Для росту та розвитку грибу необхідний кисень, висока вологість повітря, тепло та органіка.

*Mucor* шкідливий для організму людини. Потрапляючи із зараженими харчовими продуктами патоген спричиняє тяжкі захворювання .

У ягодах суниці хвороба з'являється в місцях механічного пошкодження та інтенсивно розвивається за рахунок ідеального поживного середовища.

Розвиток білої цвілі у ягодах суниці, які зберігали у холодильній камері зафіксований на двадцять добу у контролі та зразку з концентрацією обробки хітозаном 0,05% (рис. 3.52.). У решти зразків пошкоджень не виявлено.





Рис. 3.52. Пошкодження ягід суниці грибом *Micosor*

У зразках, які зберігали без охолодження, пошкодження встановлено на шосту добу у варіанті без обробки. На восьму добу зберігання ураження грибом виявлено у зразках з концентрацією обробки хітозаном 0,05%, 0,1% та 0,2% (рис.3.53).

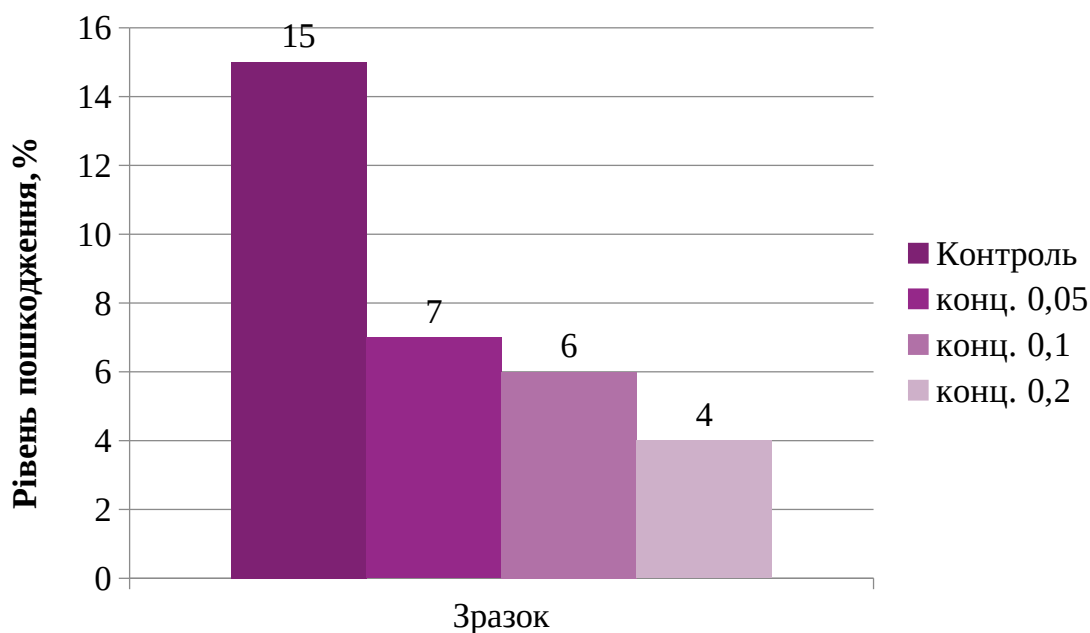


Рис. 3.53. Рівень пошкодження грибом *Mucor* на восьму добу зберігання

Встановлено, що попередня обробка ягід суниці водними розчинами хітозану запобігає розвитку захворювання спричиненого грибом *Mucor*.

#### 3.4. Розроблення технології нанесення хітозану на поверхню ягід суниці і плодів сливи

Попередню обробку плодовоягідної сировини можна провести кількома способами: повним або частковим зануренням плодів у робочий розчин, обприскування на материнській рослині та обприскуванням на місці зберігання сировини. Кожен із цих способів довів свою ефективність та може бути використаний у технології зберігання. Вибір способу попередньої обробки може залежати від виду сировини, технічного оснащення підприємства та реологічних властивостей робочих розчинів.

В ході наукового експерименту було досліджено вплив попередньої обробки водними розчинами низькомолекулярного хітозану на зміну якісних показників ягід суниці під час зберігання.

Обробку виконували шляхом повного занурення у розчин та шляхом обприскування з наступним видалення зайвої вологи.

Аналіз графічних зображень висвітлених у попередніх розділах свідчить про неістотну різницю між застосованими способами, що дає можливість ефективно використовувати обидва.

На основі отриманих результатів були розроблені технологічні схеми застосування попередньої обробки (рис. 3.54.).

За першою технологічною схемою обробку пропонується проводити шляхом повного занурення плідів і ягід у попередньо приготовані робочі розчини хітозану. Витрата розчину становить 200 літрів на 1000 кг.

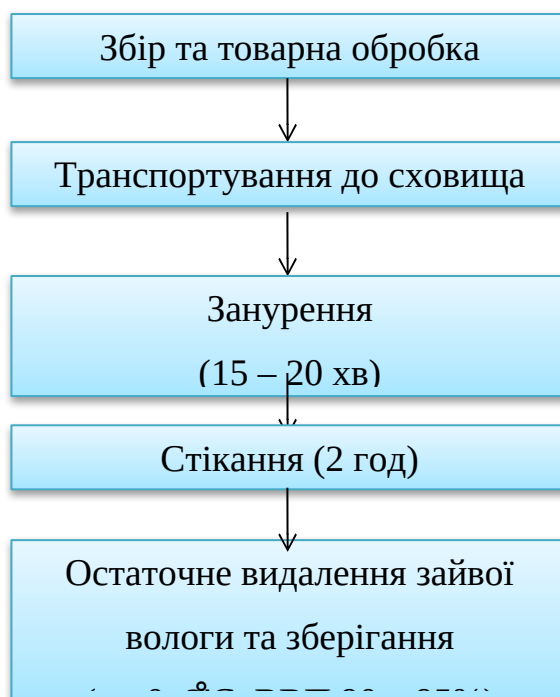


Рис. 3.54. Технологічна схема застосування попередньої обробки розчином хітозану

За першим способом з допомогою транспортерної стрічки ягоди подаються у ванни з робочим розчином, де витримуються 1 – 2 хвилини, після чого плоди і ягоди за допомогою транспортерної стрічки витягують з розчину та розміщують на решітках над піддонами для стікання зайвого розчину (10 – 15 хвилин).



Остаточне видалення вологи відбувається за рахунок обдування охолодженим повітрям ( $t = 5^{\circ}\text{C}$ ), після чого плоди і ягоди фасують у тару та зберігають у холодильній камері за температури  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ , ВВП 90 – 95%.

За другим способом плоди і ягоди, які знаходяться в перфорованих пластикових контейнерах з кришкою у пластикових ящиках за допомогою тельферу занурюють у ванну з робочим розчином, витримують 15 – 20 хвилин, після чого за допомогою тельферу витягують та розміщують над піддонами для стікання зайвої рідини (2 години). Після стікання плоди і ягоди відправляють у холодильну камеру, де відбувається остаточне видалення вологи та зберігання.

За другою технологічною схемою плоди і ягоди після транспортування обробляють шляхом обприскування на транспортерній стрічці за допомогою встановленого душового пристрою (рис.3.55.).

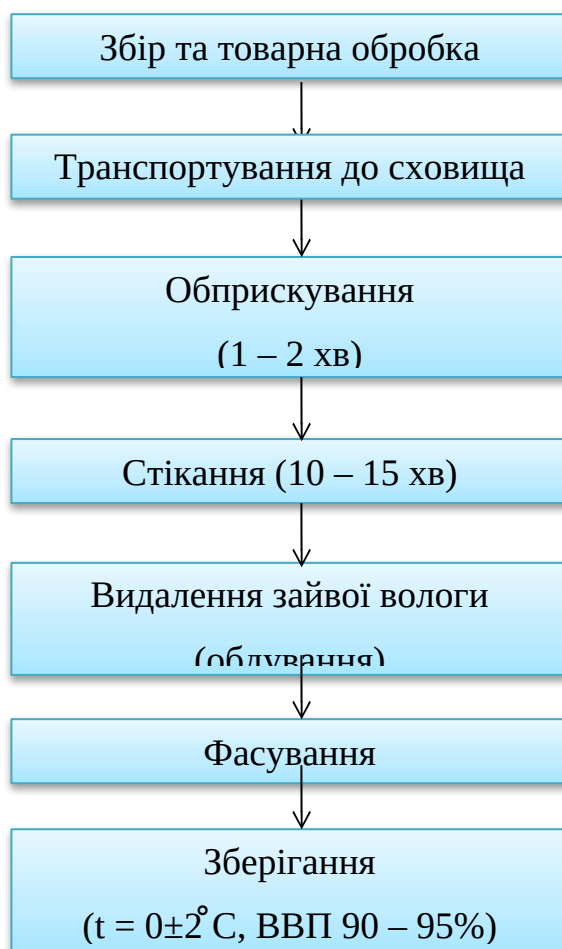


Рис. 3.55. Технологічна схема застосування попередньої обробки плодів і ягід розчином хітозану способом обприскування.

Витрата розчину становить 100 л на 1000 кг продукції. Зайва рідина стікає у спеціальний піддон для збору відпрацьованих розчинів. Оброблені ягоди обдувають охолодженим повітрям для остаточного видалення вологи ( $t = 5^{\circ}\text{C}$ ), після чого фасують у тару та зберігають у холодильній камері за температури  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ , ВВП 90 – 95%.

Для підприємств з невеликим обсягом виробництва пропонується спрощена технологія (рис. 3.56.).

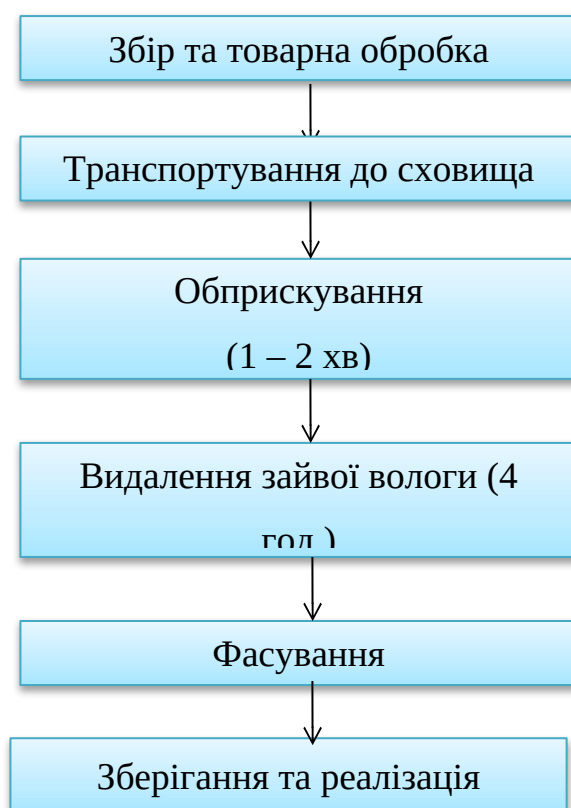


Рис. 3.56. Спрощена технологічна схема застосування попередньої обробки плодів і ягід розчином хітозану.

Плоди і ягоди розміщують на решітках під якими встановлюють лотки для стікання зайвого розчину. Плоди і ягоди обприскують та залишають у вентиляваному приміщенні на 4 години для повного висихання. Витрата розчину становить 10 л на 100 кг продукції. Сухі плоди і ягоди фасують та відправляють на зберігання або реалізацію.

## Висновки до розділу 3

1. Втрата маси збільшувалась з кожною добою не залежно від способу зберігання. Втрата маси має сильну обернену кореляційну залежність від концентрації обробки. Із збільшенням відсотку хітозану у розчині втрата маси зменшувалась. Зберігання за температури 20 – 22 °С більше п'яти діб, як оброблені так і без обробки не доцільно через значну втрату маси (15,4 – 21,0%).

2. Спосіб обробки ягід суниці розчином хітозану за концентрації 0,5% забезпечував найвищу їх збереженість як порівняно з контролем, так і за інших концентрацій.

3. Масова частка СРР, цукрів, органічних кислот поступово втрачалася. Найбільші втрати були у ягодах без попередньої обробки. Встановлено, що хітозанове покриття здатне сповільнити фізіологічні зміни, які відбуваються у ягодах під час зберігання.

4. Досліджено, що плівка утворена на поверхні значно зменшувала інтенсивність дихання не залежно від способу зберігання. Із збільшенням концентрації обробки інтенсивність дихання була меншою.

5. Вміст вітаміну С накопиченого під час вегетації стрімко знижувався вже на другу зберігання у всіх досліджуваних зразках. Ягоди суниці оброблені розчинами хітозану мали менші втрати вітаміну С порівняно з контролем. Встановлено сильну обернену кореляційну залежність між зміною вмісту аскорбінової кислоти та концентрацією розчину хітозану.

6. Встановлено, що зміна рівня рН залежить від концентрації обробки хітозаном не залежно від способу зберігання та способу обробки.

7. Щільність тканин зменшувалась протягом всього періоду зберігання досягнувши значення 10 кг/см<sup>2</sup>. Досліджено, що плоди і ягоди оброблені розчином хітозану різних концентрацій мали вищу щільність, що сприяє тривалому збереженню.

8. Вміст етилового спирту в кінці зберігання залежав від способу зберігання. Найбільші значення зафіксовані при зберігання плодів і ягід у

модифікованому газовому середовищі. Встановлено, що попередня обробка плодів і ягід суниці розчинами хітозану не має істотного впливу на накопичення спирту.

9. Досліджено, що плоди і ягоди оброблені розчином хітозану 0,5% концентрації мали найкращі органолептичні властивості. Завдяки тонкій хітозановій плівці оброблені плоди і ягоди мали блискучу поверхню, зберігали природний колір, аромат та смак.

10. Досліджено, що якісний склад патогенної мікрофлори представлений грибами *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifera*, *Aspergillus niger*, *Mucor*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Whetzelinia sclerotioru*.

11. Виявлено, що найбільший відсоток пошкоджень спричинений чотирма видами грибкових захворювань: сірою гниллю (збудник *Botrytis cinerea*), чорною гниллю (збудник *Rhizopus stolonifera*), чорною цвіллю (збудник *Aspergillus niger*) та білою гниллю (збудник *Mucor*).

12. З'ясовано, що завдяки антибактеріальним властивостям розчинів хітозану розвиток патогенної мікрофлори сповільнюється. При використанні розчину хітозану концентрацією 0,3%, 0,4% та 0,5% ураження грибом *Mucor* не виявлено.

13. Розроблено технологію нанесення хітозану на поверхню ягід суниці шляхом повного занурення ягід у розчин. Запропоновано два способи занурення: занурення ягід без тари у ванни з робочим розчином та занурення ягід у тарі.

14. Для підприємств з малим обсягом виробництва представлена спрощена технологія застосування попередньої обробки ягід суниці розчином хітозану, яка не потребує великої кількості технологічного обладнання.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Результати аналізу сучасної наукової та патентної літератури показали, що пріоритетними технологіями зберігання плодів є швидке заморожування, регульована атмосфера та використання спеціальної тари. Основними проблемами є механічне пошкодження плодів під час транспортування та недостатній температурний контроль, що спричиняє псування врожаю. Ефективне зберігання потребує дотримання низькотемпературного режиму (0–2°C) при високій вологості (90–95%) та проведення ретельної санітарної обробки.

Вивчено, що для мінімізації втрат пропонуються інноваційні методи, зокрема обробка антиоксидантними речовинами, антимікробними агентами, а також технології електроіонізації повітря. Заморожування з використанням цукрового сиропу сприяє збереженню органолептичних властивостей та харчової цінності плодів. Однак, надмірне використання фунгіцидів залишається проблемою через потенційні токсикологічні ризики. Подальші дослідження зосереджені на пошуку безпечних природних альтернатив.

2. На основі аналізу досліджень показано, що перспективними технологіями для подовження терміну зберігання плодів є заморожування, регульована атмосфера, біоплівки та передзбиральна обробка антиоксидантними розчинами. Ці методи забезпечують сповільнення метаболізму, зниження втрат вологи, інгібування розвитку патогенів і збереження якісних характеристик продукції. Інноваційні рішення, як-от обробка озоном чи використання мембранних технологій, відкривають можливості для екологічно чистих технологій зберігання, що зменшують залежність від хімічних засобів та сприяють захисту навколишнього середовища.

3. Показано, що хітин і хітозан є універсальними біоматеріалами, які завдяки своїм унікальним властивостям – біосумісності, антимікробній активності, здатності до біорозпаду та безпеці для довкілля – знаходять широке

застосування у медицині, харчовій промисловості, сільському господарстві, косметології та екології. Хітозан, як похідне хітину, відзначається розчинністю в слабких кислотах і високою функціональністю, що робить його перспективним для створення пакувальних матеріалів, плівок для зберігання харчових продуктів, засобів доставки лікарських препаратів та екологічно чистих рішень для очищення води й ґрунту. Завдяки своїй універсальності хітозан активно використовується для продовження терміну зберігання харчових продуктів і зниження втрат урожаю, що робить його незамінним у сучасних технологіях збереження ресурсів.

4. Відзначено, що дослідження вчених свідчать, що хітозанові покриття демонструють антимікробну ефективність проти широкого спектра патогенів і значно подовжують термін зберігання продуктів, зокрема фруктів, овочів. Вони активно використовуються для зниження втрат сільськогосподарської продукції під час транспортування та зберігання.

На основі аналізу досліджень науковців доведено, що хітозанові покриття мають великий потенціал у харчовій промисловості завдяки здатності захищати продукти від мікроорганізмів, запобігати окисленню та покращувати їх смакові характеристики. Додавання екстрактів лікарських рослин, підсилює ефективність таких покриттів у збереженні продуктів.

5 За результатами проведеного аналізу визначено основні напрями подальших досліджень та їх послідовність: розроблено методіку проведення дослідження, представлено схему досліду, а також описано методи оцінки якості свіжих ягід суниці та продуктів її переробки; проведено аналіз погодних умов за період дослідження, які впливали на процеси цвітіння та досягання суниці.

6. Проведеними дослідженнями доведено високу ефективність попередньої обробки ягід суниці і плодів сливи водними розчинами хітозану для продовження термінів їх зберігання. Обидва випробувані методи – занурення та обприскування – можуть бути успішно застосовані в промислових умовах, вибір конкретного методу залежить від технологічних можливостей підприємства.

Розроблені технологічні схеми можуть бути використані як основа для створення ефективних систем зберігання ягід суниці і плодів сливи.

Розроблені технології обробки ягід суниці розчинами хітозану можуть бути успішно застосовані на підприємствах, що займаються вирощуванням та збереженням ягідної продукції. Запропоновані методи дозволяють значно збільшити терміни зберігання ягід, зменшити втрати продукції та покращити її якість.

*Можливі напрямки подальших досліджень:*

1. Вивчення впливу різних концентрацій хітозану шляхом дослідження впливу різних концентрацій хітозану на ефективність обробки та якість зберігання ягід.
2. Вивчення можливості посилення консервуючої дії хітозану шляхом його комбінування з іншими природними або синтетичними консервантами.
3. Дослідження впливу обробки на органолептичні властивості плодів.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Дубініна А. А., Летута Т. М., Новікова В. В., Фролова Т. В. Сучасний стан розвитку технологій зберігання плодів і овочів. *Молодий вчений*. 2016. №11 (38). С. 23–30.
2. Сердюк М. Є. Наукові засади холодильного зберігання плодів з використанням обробки антиоксидантними речовинами: дис. ...канд. тех. наук: 05.18.13 / Одеська нац. акад. харчових технологій. Одеса, 2018. 513 с.
3. Cappellini R.A., Ceponis M.J. 1984. Postharvest losses in fresh fruits and vegetables / In: H.E. Moline (ed.), Postharvest pathology of fruits and vegetables: postharvest losses in perishable crops. Univ. Calif. Bull. 1914. P. 24–30.
4. Дубініна А. А., Летута Т. М., Новікова В. В. Сучасні аспекти зберігання плодів черешні з використанням лікарсько-рослинних екстрактів // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2019. № 6. Том 30 (69). Ч.2. С. 98–106.
5. Schneider G. R., Schneider K. R., Archer D. L. FSHN06-01. Food Safety on the Farm – An Overview of Good Agricultural Practices // Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. 2015. Sept. 04.
6. Дубініна А. А., Летута Т. М., Новікова В. В. Моніторинг впливу екстрактів рослинної сировини на збудників хвороб плодів вишні // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2019. № 2 (30). С. 220–232.
7. Beattie B. B., McGlasson W. B., Wade N. L. and eds. Postharvest diseases of horticultural produce // Temperate fruit. CSIRO, Victoria, Australia. 1990. Vol. 1. P. 84.
8. Eckert J. W., Hultin H. O., Milner M. and eds. Pathological diseases of fresh fruits and vegetables // Postharvest biology and biotechnology, Food and Nutrition Press, Westport. CT. 1978. 161- 209 p.
9. Camele I., Altieri L., Laura De Martino, Vincenzo De Feo, Mancini E., Rana G. L. In Vitro Control of Post-Harvest Fruit Rot Fungi by Some Plant Essential Oil



Components Ippolito. *Int J Mol Sci.* 2012. Vol. 13(2). P. 2290–2300. DOI:10.3390/ijms13022290

10. Casanova L. E., García-Mina J. M., Calvo V. I. Antioxidant and Antifungal Activity of *Verbena officinalis* L. // *Plant Foods Hum Nutr.* 2008. Vol. 63. P.93–97. DOI: 10.1007/s11130-008-0073-0

11. Mitcham E. J., Crisosto C. H., Kader A. A. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Department of Plant Sciences, University of California: Davis. 1996. Vol. 86. P. 4. URL: [http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity\\_Resources/Fact\\_Sheets/Datastores/Fruit\\_English/?uid=17&ds=798](http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=17&ds=798) (дата звернення: 17.06.2017).

12. М.Д. Мельничук, О.Л. Кляченко. Біотехнологія а агросфері: Навчальний посібник. К : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2014. 245 с. URL: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/biotehnologiya\\_v\\_agrosferi.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/biotehnologiya_v_agrosferi.pdf)

13. Акмен В.О., Сорокіна С.В., Лету́та Т.М. Хвороби плодів та засоби їх знешкодження. Актуальні проблеми та перспективи розвитку агропродовольчої сфери, індустрії гостинності та торгівлі: тези доповідей II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 2 листопада 2023 р. / Державний біотехнологічний ун-т. Харків, 2023. С. 458-460. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10280402>

14. Дубініна А. А., Лету́та Т. М., Новікова В. В. Зберігання плодів абрикоса з використанням лікарсько-рослинних екстрактів // *Технічні науки та технології.* 2019. № 4 (18). С. 192–208.

15. Giacalone G., Chiabrando V. Dipartimento di Colture Arboree. Postharvest quality of apricot cultivars in relation to storage period: preliminary results // *Facoltà di Agraria Università degli Studi di Torino, Italia.* 2010. September. Vol. 3 (39). P. 39–44.

16. Witherspoon J. M., Jackson J. F. Analysis of fresh and dried apricots. / in: H. F. Linskens and J. F. Jackson (editors). *Modern methods of plant analysis.* Berlin: Springer-Verlag. 1996. 131 p.

17. Manolopoulou H., Mallidis C. Storage and processing of apricots // International Society for Horticultural Science. The world's leading independent organization of horticultural scientists. 1999. Vol. 488. P. 567–576. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.488.93.
18. Chambroy V. et al. Effects of different CO<sub>2</sub> treatments on postharvest changes of apricot fruit. *Acta Hort.* 1991. Vol. 293. P. 675–684.
19. Trurter A. B., Combrink J. C., Mollendorff L. J. Controlled-atmosphere storage of apricots and nectarines. *Decid. Fruit Grower.* 1994. Vol. 44. P. 421–427.
20. Joseph M. Ogawa, Harley English. Diseases of Temperate Zone Tree Fruit and Nut Crops. University California Division of Agriculture and Natural Resources: Oakland, CA. 1991. 461 p.
21. Grebenisan I., Cornea C. P., Mateescu R., Olteanu V., Voaides C. Buletin. Control of postharvest fruit rot in apricot and peach by *Metschnikowia pulcherrima* // USAMV-CN. 2006. Vol. 62. P. 74–79.
22. Gorris L. G. M., Smid E. J. Crop protection using natural antifungal compounds. *Pestic. Outlook.* 1995. Vol. 6. P. 20–24.
23. Подпряттов Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. К. : Аграрна освіта, 2014. 393 с.
24. Василишина О. В. Збереження якості плодів вишні з післязбиральною обробкою речовинами антимікробної дії та в продуктах переробки: автореф. дис. ... канд. сільськогосп. наук: 06.01.15 / Уманський нац.університет садівництва. Умань, 2011. 16 с.
25. Степаненко Д. С. Вплив електроіонізованого повітряного середовища на тривалість зберігання плодів черешні: автореф. дис. ...канд. тех.наук: 05.18.03 / Херсонський нац. технічний університет. Херсон, 2005. 23 с.
26. Григоренко О. В. Оптимізація елементів технології заморожування плодів сливи: автореф. дис. ...канд. тех. наук: 05.18.03 / Херсонський нац. технічний університет. Херсон, 2005. 21 с.
27. Беменнікова В. М. Обґрунтування використання нових антиоксидантних препаратів для зберігання плодів абрикоса: автореф. дис. ...

канд. сільськогосп. наук: 06.01.15 / Нац. університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2010. 25 с.

28. Мелконян А. М. Підбір сортів абрикоса для зберігання у замороженому вигляді та одержання продуктів переробки: автореф. дис. ... канд.сільськогосп. наук: 05.18.03 / Українська академія аграрних наук інститут винограду і вина "Магарач". Ялта, 2000. 17 с.

29. Vu T. T., Kim H., Tran V.K., Le Dang Q., Nguyen H.T., Kim H., Kim I.S., Choi G.J., Kim J.C. In vitro antibacterial activity of selected medicinal plants traditionally used in Vietnam against human pathogenic bacteria // Complement. Altern. Med. 2016. Vol. 27. P.16–32.

30. Пат. CN104642513(A), МПК A23B7/148. Method for preserving fruits and vegetables by using controlled atmosphere storage house with water-air heat exchanger / Jiang Fen; Заявл. 05.02.2015; опубл. 27.05.2015.

31. Пат. CN203949317 (U), МПК A23L3/36, F24F11/02, F24F6/12, F25D13/00. Air cooler synchronous humidification system for fruit and vegetable cold storage storeroom / Feng Zhihong, Wang Chunsheng, Song Zhuojun, Li Chao, Wang Liang, Chen Jia; Zhao Yingli; Заявл. 12.03.2014; опубл. 19.11.2014.

32. Дмитриев А. В. Оптимизация режимов работы газоразделительных установок и повышение эффективности технологии хранения яблок: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01, 05.18.01 / Дмитриев А. В. ; Мичуринский гос. аграр.ун. – Мичуринск, 2003. – 144 с.

33. Пат. CN102609011 (A), МПК A23L3/3418, G05D11/13. Gas regulation control method of spontaneous modified atmosphere storage for fruit and vegetable preservation / Juan Wang, Xiangyou Wang, Peijuan Xiang, Miao Huang, Xin Han; Заявл. 21.03.2012; опубл. 25.07.2012.

34. Пат. CN105123897 (A), МПК A23B7/04, A23B7/152, A23B7/154, A61L2/18. Cold storage method of vegetables in agricultural and sideline products /Zhang Guoqian, Zheng Yang, Zhang Jian; Заявл. 25.08.2015; опубл. 09.12.2015. 1с.

35. Пат. TW201117726 (A), МПК A23B7/04, B65D81/02. Cold storage method for fruit and vegetable / Cheng Sung-Chi; Заявл. 27.11.2009; Опубл. 01.06.2011.

36. Лету́та Т. М., Сорокіна С. В., Акмен В. О., Скоробогатько В. І. Сучасні способи зберігання плодів, овочів, ягід та винограду // Science and technology: problems, prospects and innovations. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference (June 8-10, 2023). CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2023. Pp. 189-195. (Японія).

37. Пат. CN202184088 (U), МПК A23B7/04, F25D19/00. Integrated fruit and vegetable differential pressure precooling storage / Sheng Liu, Jinpeilou; Заявл.15.07.2011; опубл. 11.04.2012.

38. Шевчук Л. Екологічно безпечні та малоенергозатратні технології зберігання плодів. *Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*. 2019 р. №6. URL : <https://propozitsiya.com/ua/ekologichno-bezpechni-ta-maloenergozatrati-tehnologiyi-zberigannya-plodiv>.

39. Гайдай Г.С., Гайдай І. В., Бобко Т.І. Вплив температури зберігання та сортових особливостей яблуні на лежкоздатність її плодів. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2012. № 1-2. С. 84–93. URL: [ib.udau.edu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/6ad60ad2-0f3c-4337-9ac2-5ba6619155f0/content](http://ib.udau.edu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/6ad60ad2-0f3c-4337-9ac2-5ba6619155f0/content)

40. Пат. CN201849811 (U), МПК B32B27/08, B32B27/30, B32B27/40, B65D21/036, B65D55/02, B65D81/18, B65D81/28, B65D81/38. Fruit and vegetable storage-transportation fresh-keeping box with functions of sterilizing and degrading pesticide residue / Cunkun Chen, Wensheng Wang, Ning Jia; Заявл. 11.11.2010; опубл. 01.06.2011.

41. Пат. CN102001490 (A) Российская Федерация, МПК B32B27/08, B32B27/30, B32B27/40, B65D21/036, B65D55/02, B65D81/18, B65D81/28, B65D81/38. Fruit and vegetable storage and transportation fresh-keeping box with functions of sterilization and pesticide residue degradation / Cunkun Chen, Wensheng Wang, Ning Jia; Заявл. 11.11.2010; опубл. 06.04.2011.

42. Васи́лишина О. В., Посто́ленко Є. П. Зміни біохімічних показників плодів вишні залежно від сорту та способу заморожування. 2019. № 1. Вісник

Полтавської державної аграрної академії. С. 18–25. URL : <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2019/01/04.pdf>

43. Голуб О. В., Позняковский В. М., Жарков А. С. Влияние заморозки на качественные показатели ягод вишни. *Харчова промисловість*. 2009. № 7. С 32–33.

44. Rosca-Casian O., Parvu M., Vlase L., Tamas M.F. Antifungal activity of Aloe vera leaves // *Fitoterapia*. 2007. Vol. 78 (3). P. 219–222. DOI:10.1016/j.fitote.2006.11.008

45. Обґрунтування та розробка нових і вдосконалення існуючих технологій охолоджених та консервованих рослинних продуктів : звіт про науково-дослідну роботу / Сердюк М.Є., Гапріндашвілі Н.А., Кюрчева Л. М., Іванова І. Є. та ін. Мелітополь : ТДАТУ, 2020. URL: [http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/12966/1/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%203\\_2016-2020%20%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B4%D1%8E%D0%BA%20%D0%9C%D0%84..pdf](http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/12966/1/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%203_2016-2020%20%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B4%D1%8E%D0%BA%20%D0%9C%D0%84..pdf)

46. Найченко В.М. Вплив умов зберігання плодів кісточкових культур на ураження їх фітопатогенною мікрофлорою та фізіологічними розладами. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2012. № 2-1. С. 124–131. URL: [https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletyn2012/rirsssryer2012Cory\\_split18.pdf](https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletyn2012/rirsssryer2012Cory_split18.pdf)

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

48. Vasylyshyna E. Influence of freezing and storing cherry fruit on its nutritional value. *Acta scientiarum polonorum technologia alimentaria*. 2016. Vol. 15 (2). P. 145–150.

49. Осокіна Н. М., Васи́лишина О. В. Якість плодів вишні за різних способів заморожування. Наукові праці Національного університету харчових

технологій. 2015. № 2. С. 203–209.

50. Найченко В.М. Вибір оптимальної температури для зберігання плодів сливи і чорної смородини : зб. наук. праць Одеської ДА Холоду. Сучасні проблеми холодильної техніки. Одеса, 2006. С. 127–132.

51. Мулярчук О.І., Козіна Т.В. Способи та методи технології зберігання плодоовочевої продукції. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 40. с. 28–32. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.4>

52. Вдосконалення холодильної технології зберігання рослинних продуктів на основі використання біопрепаратів / І.П. Старчевський, Н.М. Дідик, О.Г. Стрижков, С.В. Шепель. Одеса : ОГАХ, 2002. С. 143–148.

53. Yadav Nitin, Pal Akhilesh. Improved Storage Technologies for Horticultural Crops. *Advance Approaches for Agricultural Production*. January 2023. pp. 161-173

54. Vithu P. and Moses J. A. Hypobaric Storage of Horticultural Products: A Review. In *Engineering Practices for Agricultural Production and Water Conservation*. Apple Academic Press. 2017. pp: 155-170.

55. Yahia E. M., Fadanelli L., Mattè P., Brecht J. K. Controlled Atmosphere Storage. In *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*. Woodhead Publishing. 2019. pp: 439-479.

56. Пат. 48587 (U), МПК B65D81/24, F25D29/00. Україна, Пластикові тара для зберігання плодоовочевої продукції / Томчук О.М.; заявник та патентовласник Одеська державна академія холоду. № u200909923; Заявл. 29.09.2009; опубл. 25.03.2010, Бюл. № 6.

57. Пат. 20183 (U) Україна, МПК A23B 4/00, A01F 25/00, C08B 37/00. Застосування водного розчину хітозану як консерванта для обробки продуктів харчування рослинного походження перед збереженням / Кавиршин О.П. ; заявник та патентовласник Федоров С.А. № u200607684; Заявл. 10.07.2006; опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1.

58. 202. Пат. CN104309903 (A), МПК B29C55/28, B29D7/01, B65D30/02, B65D65/02. C08K3/16, C08L23/06, C08L23/08, C08L3/04, C08L3/08. Preservative film for short-term storage of fruits and vegetables, preparation method of preservative

film and prepared preservative bag / Shi Dixing; Заявл. 25.09.2014; Опубл. 28.01.2015.

59. Пат. CN101643567 (A), МПК C08L27/24. High-transparency physical antibacterial polyolefin fruit and vegetable storage and transportation preservative film / Yanwen Zhou, Shijun Wang, Ping Zhang, Jiazheng Li; Заявл. 07.09.2009; опубл. 10.02.2010.

60. Дубініна А.А., Летута Т.М., Фролова Т.В. Удосконалення способів зберігання овочів з використанням плівкоутворюючих композицій // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнародна науково-практична конференція, 14 травня 2020 р. Харків : ХДУХТ, 2020. Ч. 1. С. 8-61.

61. Orzali L, Corsi B., Forni C. and Riccioni L. Chitosan in Agriculture: A New Challenge for Managing Plant Disease, Biological Activities and Application of Marine Polysaccharides, Emad A. Shalaby, IntechOpen. 2017. DOI: 10.5772/66840.

62. Стрижак С.В., Стрижак Д.О. Властивості хітозану та його добування : мат-ли VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Хімія, біотехнологія, екологія та освіта». Полтава :ПДАУ, 2022. С. 90–97. URL : <https://repository.pdmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6338952a-310c-4f00-9a65-6b8942e1b3f2/content>

63. Хоценко А.А., Самусенко Ю.В., Стадников В.Л. Хитозан: источники, свойства и применение. Полтава : ТОВ «ІнтерГрафіка», 2016. 73 с.

64. Dubinina A., Letuta T., Novikova V., Frolova T. Use of components based on chitosan in food industry // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. 2017. № 5. Vol. 4. P. 34–38.

65. Kean Thomas, Thanou Maya. Biodegradation, biodistribution and toxicity of chitosan // Advanced Drug Delivery Reviews. 2010. Vol. 62. Issue 1. DOI: 10.1016/j.addr.2009.09.004.

66. Saeid Mezail Mawazi, Mohit Kumar, Noraini Ahmad, Yi Ge, Syed Mahmood. Современные применения хитозана и его производных в антибактериальной, противораковой, ранозаживляющей и тканевой инженерии

областях. *Polymers*. 2024. Vol. 16(10). Pp. 1351. URL : <https://doi.org/10.3390/polym16101351>

67. Issahaku I., Tetteh Isaac K., Tetteh A. Chitosan and Chitosan Derivatives: Recent Advancements in Production and Applications in Environmental Remediation. *Environmental Advances*. 2023. Vol. 11(9):100351. DOI: 10.1016/j.envadv.2023.100351

68. Никитенко П., Хрустицкая Л. Хитозан – полимер будущего. *Наука та інновації*. 2013. № 9 (127). С. 14–17.

69. Abir El-Araby, Walid Janati, Riaz Ullah, Sezai Ercisli, Faouzi Errachidi. Chitosan, chitosan derivatives, and chitosan-based nanocomposites: eco-friendly materials for advanced applications (a review). *Front. Chem.* 2024. *Sec. Green and Sustainable Chemistry*. Vol. 11-2023. <https://doi.org/10.3389/fchem.2023.1327426>

70. Чех О.О., Бордунова О.Г. Захисні покриття на основі хітозану від патогенної мікрофлори харчових яєць. *Вісник Сумського національного аграрного університету: серія «Тваринництво»*. Вип. 3 (42), 2020. С. 87–91.

71. Лисюк Д. Хітозан: властивості, користь та особливості використання. 05.09.2024. URL: [https://bcaa.ua/ua/podderzhka/khitozan\\_vlastyvoli\\_chex\\_koryst\\_ta\\_osoblyvosti\\_vykorystannya?srsId=AfmBOopACHa09qOdTS4wJ19Fpca-2VRQLr1fo2Vvc6TyveN6-CfNUMxj](https://bcaa.ua/ua/podderzhka/khitozan_vlastyvoli_chex_koryst_ta_osoblyvosti_vykorystannya?srsId=AfmBOopACHa09qOdTS4wJ19Fpca-2VRQLr1fo2Vvc6TyveN6-CfNUMxj) (дата звернення: 23.10.2024)

72. Barzegar Hassan, Karbassi A., Jamalian J., Aminlari M. Investigation of the Possible Use of Chitosan as a Natural Preservative in Mayonnaise Sauce. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 2008. Vol. 12 (43). Pp. 100–110. URL : [https://www.researchgate.net/publication/26622139\\_Investigation\\_of\\_the\\_Possible\\_Use\\_of\\_Chitosan\\_as\\_a\\_Natural\\_Preservative\\_in\\_Mayonnaise\\_Sauce?](https://www.researchgate.net/publication/26622139_Investigation_of_the_Possible_Use_of_Chitosan_as_a_Natural_Preservative_in_Mayonnaise_Sauce?)

73. Benjakoul S., Viessanguan W., Tanaka M., Ishizaki S., Suthdham R., Sugpech O. Effect of chitin and chitosan on gelling properties of surimi from barred garfish (*Hemiraphus far*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000. Vol. 81(1). Pp. 102–108.



74. Mohammed A. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review, *LWT // Food Science and Technology*. 2010. Vol. 43. Issue 6. Pp. 837–842. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.01.021>.

75. Muzzarelli R., Delben F., Ilari P. et al. N-(carboxylmethyl)chitosan, a versatile chitin derivative // *Chim. Oggi*. 1993. Vol. 11. № 10. Pp. 31–35.

76. Inta O, Yoksan R, Limtrakul J. Hydrophobically modified chitosan: a biobased material for antimicrobial active film // *Materials Science & Engineering C – Materials for Biological Applications*. 2014. Vol. 42. Pp. 569-577. DOI: [10.1016/j.msec.2014.05.076](https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.05.076).

77. Philippova O., Korchagina Evgeniya. Chitosan and its hydrophobic derivatives: Preparation and aggregation in dilute aqueous solutions // *Polymer Science*. 2012. Series A. Vol. 54 (7). Pp. 552–572. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0965545X12060107>.

78. Goff Ronan, Mahé Olivier, Coz-Botrel Ronan, Malo Sylvie, Goupil Jean-Michel, Brière Jean-François, Dez Isabelle. Insight in chitosan aerogels derivatives - Application in catalysis // *Reactive and Functional Polymers*. 2019. P. 146. DOI: [10.1016/j.reactfunctpolym.2019.104393](https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2019.104393).

79. Li Z., Yang F., Yang R. Synthesis and characterization of chitosan derivatives with dual-antibacterial functional groups. // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015. Vol. 75. Pp. 378-387. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2015.01.056](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.01.056).

80. Babak V. G., Merkovich E. A. et al. Colloid-Chemical Aspects of the Production of Microcapsules and Gel Beads from Insoluble Surfactant-Chitosan Complexes // *Proc. of 5th World Surfactants congress Firenze*. 2000. Vol. 1. Pp. 657–663.

81. Hao Z., Wu H., Yang M., Chen J., Xi L., Zhao W., Huang, Q. Cloning, Expression and 3D Structure Prediction of Chitinase from *Chitinolyticbacter meiyuanensis* SYBC-H1. *International Journal of Molecular Sciences*. 2016. 17(6), pp.825. doi: [10.3390/ijms17060825](https://doi.org/10.3390/ijms17060825).

82. Yilmaz Atay H. Antibacterial Activity of Chitosan-Based Systems. *Functional Chitosan: Drug Delivery and Biomedical Applications*. 2020. Pp. 457–489. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-0263-7\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0263-7_15)

83. Raafat D., von Bargen K., Haas A., Sahl H. G. Insights into the mode of action of chitosan as an antibacterial compound. *Applied and environmental microbiology*. 2008. Vol. 74(12). Pp. 3764–3773. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.00453-08>

84. Mahdy-Samar M., El-Kalyoubi M. H., Khalaf M. M., Abd El-Razik M. M. Physicochemical, functional, antioxidant and antibacterial properties of chitosan extracted from shrimp wastes by microwave technique // *Annals of Agricultural Sciences*. 2013. Vol. 58. Pp. 33–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aosas.2013.01.006>.

85. Mati-Baouche Narimane, Elchinger Pierre-Henri, De Baynast Helene, Pierre Guillaume, Delattre Cédric, Michaud Philippe. Chitosan as an adhesive. *European Polymer Journal*. 2014. Vol. 60. Pp. 198–212. DOI: [10.1016/j.eurpolymj.2014.09.008](https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.09.008).

86. Brasselet C., Pierre G., Dubessay P., Dols-Lafargue M. et al. Modification of Chitosan for the Generation of Functional Derivatives // *Applied Sciences*. 2019. 9(7). P. 1321-1354. DOI: <https://doi.org/10.3390/app9071321>.

87. . Летуґа Т. М., Фролова Т. В. Використання хітозану для збільшення терміну придатності плодів і овочів // *Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: тези Міжнар. наук.-практ. конф., 19 травня 2016 р. Харків, ХДУХТ, 2016. Ч. 1. С. 245.*

88. Shao X.F., K. Tu, S. Tu, J. Tu. A combination of heat treatment and chitosan coating delays ripening and reduces decay in “Gala” apple fruit // *Journal Food Quality*. 2012. Vol. 35 (2). Pp. 83–92. URL : <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00429.x>.

89. Vargas Maria, Gonzalez-Martinez Chelo. Recent Patents on Food Applications of Chitosan. *Recent patents on food, nutrition & agriculture*. 2010. Vol. 2. Pp.1–24. DOI: [10.2174 / 1876142911002020121](https://doi.org/10.2174/1876142911002020121).

90. Muxika Arritxu, Zugasti Iraitz, Guerrero Pedro, De la Caba Koro. Applications of Chitosan in Food Packaging. *Reference Module in Food Science*. 2018. Pp.1–12. DOI: 10.1016 / B978-0-08-100596-5.22400-1

91. Paola A., Ardenas G, Lavayen Vladimir, García Apolinaria, O'Dwyer, Colm Paola A. Chitosan Gel Film Bandages: Correlating Structure, Composition, and Antimicrobial Properties. *Journal of Applied Polymer Science*. 2013. Vol. 128. Pp. 3939–3948. DOI: 10.1002/app.38621.

92. Vijayakumar V., Subramanian K. Fabrication and evaluation of chitosangelatin composite film as a drug carrier for in vitro transdermal delivery. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2014. Vol 5 (2). Pp. 438–447. DOI: 10.13040 / IJPSR.0975-8232.5 (2).438-47.

93. Tang C., Guan Y., Yao S., Zhu Z.. Preparation of ibuprofen-loaded chitosan films for oral mucosal drug delivery using supercritical solution impregnation. *International Journal of Pharmaceutics*. 2014. Vol. 473(1-2). Pp. 434–441. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2014.07.039.

94. Demchenko V. L., Iurzhenko M. V., Kobylinskyi S. M., Goncharenko L. A. Синтез та характеристика нанокмпозитів на основі полілактиду і наночастинок срібла, отриманих шляхом термохімічного відновлення іонів Ag<sup>+</sup> природним чи синтетичним полімерами. *Хімія, фізика та технологія поверхні*. 2021. 12 (4). С. 365-373. DOI: <https://doi.org/10.15407/hftp12.04.365>.

95. San T. E., Min T. Y. Eco-friendly, chitosan-based food packaging material doubles shelf life of food products // *Materials Science*. National University of Singapore. 2016. DOI: <https://phys.org/news/2016-02-eco-friendly-chitosan-basedfood-packaging-material.html>.

96. . Muhidin Fadzillah. Characterization and optimization of biodegradable chitosan-sago based films for food packaging // Masters thesis, Universiti Teknologi Malaysia, Faculty of Chemical Engineering. 2016. DOI:<http://dms.library.utm.my:8080/vital/access/manage...>

97. Sorokina S., Letuta T., Akmen V. Eco-friendly development of packaging film materials for food products. *Ekologia i racjonalne zarządzanie przyrodą: edukacja,*

nauka i praktyka: materiały z międzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej, Łomża – Żytomierz, 15.11.2023 r. / Pod redakcją naukową Zoia Sharlovych, Janisz Lisowski, Ruslana Romaniuk. Część 1. Wydawnictwo: MANS w Łomży, 2023. s. 7-9. <https://doi.org/10.58246/GSXN2099>.

98. Солодовник Т.В., Куриленко Ю.М. Плівки на основі хітозану: одержання, властивості, модифікація та використання. *Вопрос химии и химической технологии*. 2012. № 4. URL: [https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/410/1/Solodovnik\\_Vchem\\_2012\\_4\\_15%20%281%29.pdf](https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/410/1/Solodovnik_Vchem_2012_4_15%20%281%29.pdf).

99. Штомпель В. І., Бененко С. П., Унрод В. І., Поліщук Т. А., Керча, Ю. Ю. Особливості структури поліелектролітних комплексів на основі хітозану і поліметакрилової кислоти. *Доповіді Національної академії наук України*. 2013. № (3). С. 137-142.

100. Tripathi S., Mehrotra Gopal, Dutta Pradip. Preparation and physicochemical evaluation of chitosan/poly(vinyl alcohol)/pectin ternary film for food-packaging applications. *Carbohydrate Polymers*. 2010. Vol. 79. Pp. 711–716. DOI:10.1016/j.carbpol.2009.09.029.

101. Srinivasa P. C., Tharanathan R. N. Chitin/chitosan – safe, ecofriendly. packaging materials with multiple potential uses. *Food Reviews International*. 2007. Vol. 23(1). Pp. 53–72. DOI: 10.1080/87559120600998163

102. Leceta I., Guerrero P., de la Caba K. Functional properties of chitosanbased films. *Carbohydrate Polymers*. 2013. Vol. 93. Issue 1. P. 339–346. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.04.031>.

103. Kaczmarek B., Sionkowska A. Chitosan/collagen blends with inorganic and organic additive: A review. *Advances in Polymer Technology*. 2018. Vol. 37. Pp. 2367–2376. DOI: <https://doi.org/10.1002/adv.21912>.

104. Geovana Rocha Pl & acido, Richard Marins da Silva, Caroline Cagnin, Maisa Dias Cavalcante, et al. Effect of chitosan-based coating on postharvest quality of tangerines (*Citrus deliciosa* Tenore): Identification of physical, chemical, and kinetic parameters during storage // *African Journal of Agricultural Research*. 2016.

Vol. 11 (24). Pp. 2185–2192. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.9355>

105. Jun Mei, Yilin Yuan, Qizhen Guo, Yan Wu, Yunfei Li, Huaning Yu. Characterization and antimicrobial properties of water chestnut starch-chitosan edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2013. Vol. 61. Pp. 169–174. URL : <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.06.026>.

106. Filiz Uçan, Hatice Aysun Mercimek. The Importance of Chitosan Films in Food Industry // Turkish Journal of Agriculture. *Food Science and Technology (TURJAF)*. 2013. Vol. 1. № 2. Pp. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v1i2.79-85.21>

107. Abdallah M., Emara M., Mohamed H., Mohamed M. Improving the sensory, physicochemical and microbiological quality of pastirma (A traditional dry cured meat product) using chitosan coating. *Lebensm Wiss Technol*. 2017. Dec. Vol. 86. Pp. 247–253. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.08.006

108. Vargas M., Gonzalez-Martinez Ch.. Recent Patents on Food Applications of Chitosan. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*. 2010. Vol. 2. Pp. 121–128. DOI: <https://doi.org/10.2174/2212798411002020121>

109. Плівкове покриття для обробки плодів томатів перед зберіганням: пат. 142301, Україна, МПК А01 F 25/00, А23В 7/154 (2006.01). № у 2019 12139, заявл. 23.12.2019, опубл. 25.05.2020, Бюл. № 10/2020. 4 с.

110. Плівкове покриття для обробки плодів перцю солодкого перед зберіганням: пат. 142302, Україна, МПК А01 F 25/00, А23В 7/154 (2006.01). № у 2019 12140, заявл. 23.12.2019, опубл. 25.05.2020, Бюл. № 10/2020. 4 с.

111. Плівкове покриття для обробки плодів баклажана перед зберіганням: пат. 142311, Україна, МПК А01 F 25/00, А23В 7/154 (2006.01). № у 2019 12178, заявл. 23.12.2019, опубл. 25.05.2020, Бюл. № 10/2020. 4 с.

112. Madian N.G., Mohamed N. Enhancement of the dynamic mechanical properties of chitosan thin films by crosslinking with greenly synthesized silver nanoparticles. *Journal of Materials Research and Technology*. 2020. Vol. 9. Issue 113. Mohamed E. I., Badawy Entsar I. Rabea, Mahmoud A. M. El-Nouby, Rania I. A. Ismail, Nehad E. M. Taktak. Strawberry Shelf Life, Composition, and Enzymes

Activity in Response to Edible Chitosan Coatings. *International Journal of Fruit Science*. 2017. Vol. 17(2). Pp. 117–136. DOI: 10.1080/15538362.2016.1219290

114. Vu K., Hollingsworth R., Leroux E., Salmieri S., Lacroix M. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International*. 2011. Vol. 44. Issue 1. Pp. 198–203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.037>.

115. Romanazzi G., Feliziani E., Baños S., Sivakumar D. Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 57(3). Pp. 579–601. DOI: 10.1080/10408398.2014.900474.

116. Qiu M., Wu Ch., Ren G., Liang X., Wang X., Huang J. Effect of chitosan and its derivatives as antifungal and preservative agents on postharvest green asparagus. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 155. Pp. 105–111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.026>.

117. Jiang H., Sun Z., Jia R., Wang, X. Huang J. Effect of Chitosan as an Antifungal and Preservative Agent on Postharvest Blueberry. *Journal of Food Quality*. 2016. Vol. 39 (5). Pp. 516–523. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfq.12211>.

118. Wang Y., Li B., Zhang X., Peng N., Mei Y., Liang Y. Low molecular weight chitosan is an effective antifungal agent against *Botryosphaeria* sp. and preservative agent for pear (*Pyrus*) fruits. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017. Vol. 95. Pp. 1135–1143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.10.105>.

119. Lozano-Navarro J. I., Díaz-Zavala N. P., Velasco-Santos C., Martínez-Hernández A. L., Tijerina-Ramos B. I., García-Hernández M., Rivera-Armenta J. L., Páramo-García U., Reyes-de la Torre A. I. Antimicrobial, Optical and Mechanical Properties of Chitosan–Starch Films with Natural Extracts. *International Journal of Molecular Sciences*. 2017. Vol. 18. Pp. 997. DOI: 10.3390/ijms18050997.

120. Yuan G., Chen X., Li D. Chitosan films and coatings containing essential oils: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food systems. *Food Research International*. 2016. Vol. 89. Part 1. P. 117–128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.004>.

121. Timóteo dos Santos N. S., Athayde Aguiar A. J. A., Vasconcelos de Oliveira C. E. et al. Efficacy of the application of a coating composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer* and *Aspergillus niger* in grapes (*Vitis labrusca* L.) // *Food Microbiology*. 2012. Vol. 32. Issue 2. P. 345–353. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.07.014>.

122. Guerra I., de Oliveira P., de Souza Pontes A., Lúcio A., Tavares JF, et al. Coatings comprising chitosan and *Mentha piperita* L. or *Mentha × villosa* Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality of cherry tomato fruit. *Int J Food Microbiol*. 2015. Vol. 214. Pp. 168–178. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2015.08.009](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.08.009).

123. Santonicola S., García Ibarra V., Sendón R., Mercogliano R., Rodríguez-Bernaldo de Quirós A. Antimicrobial Films Based on Chitosan and Methylcellulose Containing Natamycin for Active Packaging Applications. *Journals Coatings*. 2017. Vol. 7(10). Pp. 177. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings7100177>

124. Duan J. Application of Chitosan Based Coating in Fruit and Vegetable Preservation: A Review. *Journal of Food Processing & Technology*. 2013. № 4. Pp. 227. DOI: [10.4172 / 2157-7110.1000227](https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000227).

125. ДСТУ ISO 874-2002. Фрукти і овочі свіжі. Відбирання проб. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 9 с.

126. Найченко В. М., Заморська І. Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів: навчальний посібник. Умань. Видавець «Сочінський», 2010.

127. Продукти з фруктів та овочів. Визначення розчинних сухих речовин рефрактометричним методом (ISO 2173:2003, IDT): ДСТУ ISO 2173:2007. К.: Держспоживстандарт України, 2008.

128. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. Київ, 2010. 22 с.

129. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. Київ, 2008. 12 с.

130. ДСТУ 6045:2008. Фрукти, овочі та продукти перероблення, консерви м'ясні та м'ясорослинні. Метод визначання рН. Київ, 2009. 12 с.

131. Посібник до лабораторних та семінарських занять з органічної хімії /В. П. Черних, В. І. Гридасов, І. С. Гриценко та ін. Харків: Основа, 1991. 376 с.

132. ГОСТ 24556-89 (ИСО 6557-1-86, ИСО 6557-2-84). Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения витамина С. Москва: Изд-во стандартов, 1989. 10 с

133. ДСТУ 4948:2008. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення Методи визначення вмісту нітратів. Київ, 2009. 15с.



## **ДОДАТКИ**

**ДОДАТОК А**

Акт упродження у виробництво  
ТОВ «ТРЕЙДРЕСУРС»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОГОДЖЕНО  
Проректор з наукової роботи ДБТУ

Валерій МИХАЙЛОВ

М.П. «31» жовтня 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ТОВ «ТРЕЙДРЕСУРС»

Вікторія МАЛИШЕВА

М.П. «30» жовтня 2024 р.

**А К Т**  
**ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО**  
Замовник ТОВ «ТРЕЙДРЕСУРС»

директор Малишева Вікторія Олександрівна  
(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано на тему «Інноваційні рішення сучасної упаковки продукції», № держ. реєст. 0123U101178  
(найменування теми, № держ. реєстрації)

на кафедрі торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи  
вартістю без оплати  
(цифрами та прописом)

яка виконувалася 1 кв. 2023 – 4 кв. 2024

Розглянуті щодо впровадження ТОВ «ТРЕЙДРЕСУРС»  
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів вдосконалення існуючих плівкових покриттів для подовження зберігання продукції  
(експлуатація виробу, роботи, технології; виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження одиначне  
(унікальне, одиначне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:

Методика (метод) відповідно до діючої нормативної документації на товар

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно-нові  
(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка ТОВ «ТРЕЙДРЕСУРС», 20.09-10.10.24р.  
(найменування організації, період)

6. Впроваджені:

- в промислове виробництво ----  
(участок, цех/и, процес)

- в проектні роботи ТОВ «ТРЕЙДРЕСУРС»

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається) ---

очікуваний --- тис. грн.  
(від впровадження в проект)

фактичний --- тис. грн.

8. Питома економічна ефективність впровадження  
результатів ---- грн/грн.

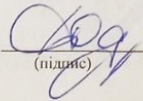
9. Обсяг впровадження

----  
що становить ---- від обсягу  
впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту,  
який розраховано по закінченні НДР: Егар.= тис. грн., а під час поетапного впровадження: Егар.  
під час укладення договору

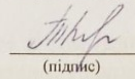
10. Соціальний і науково-технічний ефект: нові біорозкладальні плівкові покриття для обробки овочів та фруктів сприятимуть спрощенню та прискоренню процесу підготовки до зберігання, а також зменшенню навантаження в період масового збору врожаю на переробні підприємства, подовженню термінів зберігання у 1,5–2,0 рази, зменшенню використання хімічної сировини та полімерних матеріалів, а відповідно зниженню забруднення навколишнього середовища і продуктів харчування.

**ВІД ВИКОНАВЦЯ**

Зав. кафедрою

 Дмитро ОДАРЧЕНКО  
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник роботи

 Тетяна ЛЕТУТА  
(підпис) (ініціали, прізвище)

**ВІД ПІДПРИЄМСТВА**

Директор ГОВ «ТРЕЙДРЕСУРС»

  
Викторія МАЛИШЕВА  
(підпис) (ініціали, прізвище)  
№41221350  
МІСТО Харків

**ДОДАТОК Б**

Акт упровадження у виробництво

Довідка про соціальний ефект від впровадження

Магазин «Продукти 443»

(ТОВ «АТБ-Маркет»)



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи ДБТУ

В.М. МИХАЙЛОВ

М.П. «18» жовтня 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «АТЬ-Маркет», магазин

«Продукти-443»

Код ЗОДР

Н.Д. ЯНЧУК

М.П. «20» жовтня 2024 р.

А К Т

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник ТОВ «АТЬ-Маркет», магазин «Продукти-443»

Н.Д. Янчук

(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано на тему «Інноваційні рішення сучасної упаковки продукції» (№ держ. реєст. 0123U101178)

(найменування теми, № держ. реєстрації)

на кафедрі торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи

вартістю без оплати

(цифрами та прописом)

яка виконувалася 1 кв. 2023 року – 4 кв. 2024 року

Розглянуті щодо впровадження ТОВ «АТЬ-Маркет», магазин «Продукти-443»

(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів вдосконалення існуючих плівкових паковань продукції

(експлуатація виробу, роботи, технології; виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження одиначне

(унікальне, одиначне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:

Методика (метод) відповідно до діючої нормативної документації на товар

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно-нові

(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка ТОВ «АТЬ-Маркет», магазин «Продукти-443», 10.09.-30.09.24р.

(найменування організації, період)

6. Впроваджені:

- в роботу відділу зберігання плодоовочевої продукції

- в промислове виробництво ----

(участок, цех/и, процес)

- в проєктні роботи ---

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається) ---

очікуваний --- тис. грн.

(від впровадження в проєкт)

фактичний --- тис. грн.

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів ----

грн/грн.

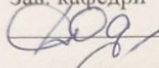
9. Обсяг впровадження -----

що становить ----- від обсягу впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по закінченні НДР: Егар.= тис. грн., а під час поетапного впровадження: Егар. під час укладення договору.

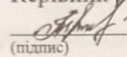
10. Соціальний і науково-технічний ефект: біорозкладувальні плівкові покриття для обробки овочів та фруктів сприятимуть подовженню термінів зберігання у 1,5–2,0 рази, зменшенню використання хімічної сировини та полімерних матеріалів, а відповідно зниженню забруднення навколишнього середовища і продуктів харчування. Крім того, нові плівки покращують зовнішній вигляд фруктів і овочів, підвищують товарну привабливість продукту.

#### ВІД ВИКОНАВЦЯ

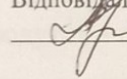
Зав. кафедри

 Д.М. ОДАРЧЕНКО

Керівник роботи

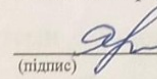
 Т.М. ЛЕТУТА  
(підпис) (ініціали, прізвище)

Відповідальні за впровадження:

 В.О. АКМЕН

#### ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Директор ТОВ «АТБ-Маркет»  
магазин «Продукти-443»

 Н.Д. ЯНЧУК  
(підпис) (ініціали, прізвище)

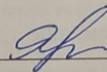




**ДОВІДКА**  
**щодо соціального ефекту від впровадження результатів**  
**теми «Інноваційні рішення сучасної упаковки продукції»**  
(№ держ. реєст. 0123U101178)

Соціальний ефект від виконання теми «Інноваційні рішення сучасної упаковки продукції», що виконувалась в межах робочого часу викладача, полягає в отриманні якісно-нових даних для роботи відділу зберігання плодоовочевої продукції і сприятиме корегуванню термінів зберігання плодоовочевої продукції, а саме: подовженню термінів зберігання у 1,5–2,0 рази; зменшенню використання хімічної сировини та полімерних матеріалів, а відповідно, зниженню забруднення навколишнього середовища і продуктів харчування; покращенню зовнішнього вигляду та товарної привабливості продуктів, а відповідно має забезпечити рівень задоволення споживачів та підвищити рівень продажу.

Директор ТОВ «АТБ-Маркет»,  
магазин «Продукти-443»

 Н.Д. Янчук

Україна  
Товариство з обмеженою відповідальністю  
«АТБ-МАРКЕТ»  
Код 30487219  
магазин  
«Продукти - 443»




## **ДОДАТОК В**

Акти упровадження в освітній процес

у конспект лекцій з дисципліни «Пакування та зберігання товарів»

у конспект лекцій з дисципліни «Товарознавство. Харчові продукти»

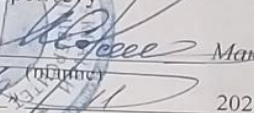
УЗГОДЖЕНО  
Проректор з наукової роботи  
Державного біотехнологічного  
університету

  
(підпис)  
«18» \_\_\_\_\_ 2024 р.

Валерій МИХАЙЛОВ



УЗГОДЖЕНО  
Проректор з науково-педагогічної роботи  
Державного біотехнологічного  
університету

  
(підпис)  
«18» \_\_\_\_\_ 2024 р.

Максим СЕРИК

2024 р.

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет  
(найменування організації)  
в.о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшов А.І.  
(П.І.Б. керівника організації)

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи  
№ 0123U101178 «Інноваційні рішення сучасної упаковки продукції»  
(назва роботи)

Виконаної на кафедрах торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи  
(найменування кафедри)  
1 кв. 2023 – 4 кв. 2024р.

Впроваджено в освітній процес кафедр торгівлі, готельно-ресторанної та митної  
справи при читанні лекцій з дисципліни «Пакування та зберігання  
товарів»  
(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів використання методик та результатів  
дослідження натуральних полімерів у складі біорозкладальних  
плівкоутворюючих композицій для пакування і зберігання продуктів  
(технологія, обладнання, методики, тощо)

2. Форма впровадження НМКД, конспект лекцій з дисципліни «Пакування та  
зберігання товарів», при читанні Теми № 8 «Особливості пакування  
продовольчих та непродовольчих товарів», при розгляді видів пакування  
для свіжих овочів та фруктів

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт модифікація і вдосконалення  
існуючих біорозкладальних плівкових пакувань для продуктів (овочів та  
фруктів)

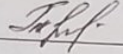
(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР  
«Пакування та зберігання товарів»

5. Соціальний і науково-економічний ефект біорозкладальні плівкоутворюючі  
композиційні склади для обробки овочів та фруктів сприятимуть подовженню  
термінів зберігання у 1,5–2,0 рази, зменшенню використання хімічної  
сировини та вторинного забруднення полімерами та хімічними речовинами

навколишнього середовища і продуктів харчування. Крім того, соціальний ефект полягає в тому, що нові плівки покращують зовнішній вигляд фруктів і овочів, підвищують товарну привабливість продукту.

Керівник НДР:  
канд. техн. наук, доцент  
кафедри торгівлі, готельно-  
ресторанної та митної справи

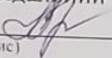
 Тетяна ЛЕТУТА

«15» 11 » 2024 р.

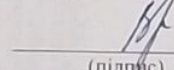
Завідувач кафедрою торгівлі,  
готельно-ресторанної та митної  
справи

 Дмитро ОДАРЧЕНКО

«15» 11 » 2024 р.

Відповідальний виконавець  
 В.О. Акмен  
(підпис) (ініціали, прізвище)

УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи  
Державного біотехнологічного  
університету

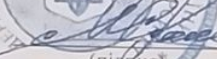
Валерій МИХАЙЛОВ

(підпис)

«18» 11 2024 р.



УЗГОДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи  
Державного біотехнологічного  
університету

Максим СЕРІК

(підпис)


2024 р.

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**  
**результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і**  
**технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти**Замовник Державний біотехнологічний університет  
(найменування організації)  
в.о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшов А.І.  
(П.І.Б. керівника організації)Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи  
№ 0123U101178 «Інноваційні рішення сучасної упаковки продукції»  
(назва роботи)Виконаної на кафедрах торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи  
(найменування кафедри)  
1 кв. 2023 – 4 кв. 2024р.Впроваджено в освітній процес кафедри торгівлі, готельно-ресторанної та митної  
справи при читанні лекцій з дисципліни «Товарознавство. Харчові  
продукти», Розділ «Плоди, овочі та смакові товари»  
(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)1. Вид впроваджених результатів використання методик та результатів  
дослідження натуральних полімерів у складі біорозкладальних  
плівкоутворюючих композицій для пакування і зберігання продуктів  
(технологія, обладнання, методики, тощо)2. Форма впровадження НМКД, конспект лекцій з дисципліни  
«Товарознавство. Харчові продукти», при читанні Теми № 7 «Зберігання  
плодів та овочів», при розгляді питання щодо інноваційних способів  
зберігання3. Новизна результатів науково-дослідних робіт модифікація і вдосконалення  
існуючих біорозкладальних плівкових пакувань для продуктів (овочів та  
фруктів)  
(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР  
«Товарознавство. Харчові продукти», Розділ «Плоди, овочі та смакові  
товари»5. Соціальний і науково-економічний ефект біорозкладальні плівкоутворюючі  
композиційні склади для обробки овочів та фруктів сприятимуть подовженню  
термінів зберігання у 1,5–2,0 рази, зменшенню використання хімічної




сировини та вторинного забруднення полімерами та хімічними речовинами навколишнього середовища і продуктів харчування. Крім того, соціальний ефект полягає в тому, що нові плівки покращують зовнішній вигляд фруктів і овочів, підвищують товарну привабливість продукту.

Керівник НДР:  
канд. техн. наук, доцент  
кафедри торгівлі, готельно-  
ресторанної та митної справи

 **Тетяна ЛЕТУТА**  
«15» 11 » 2024 р.

Завідувач кафедрою торгівлі,  
готельно-ресторанної та митної  
справи

 **Дмитро ОДАРЧЕНКО**  
«15» 11 » 2024 р.

Відповідальний виконавець  
 **В.О. Акмен**  
(підпис) (ініціали, прізвище)