

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ**

**НАУКОВО – ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ МЕХАНІЗАЦІЇ  
ЗЕМЛЕРОБСТВА ПІВДНЯ УКРАЇНИ ТАВРІЙСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ  
АГРОТЕХНІЧНОЇ  
АКАДЕМІЇ**

УДК \_\_\_\_\_

№ Держ. реєстр. \_\_\_\_\_

Інвент. № \_\_\_\_\_

**ПОГОДЖЕНО**

Керівник відділу “Рослинництво”

\_\_\_\_\_ В.В. Калитка  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2008 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор НДІ

\_\_\_\_\_ В.Т. Надикто  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2008р.

**ЗВІТ  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**Підпрограма 4.3**

**Розробка нових і удосконалення існуючих технологій тривалого  
зберігання продукції рослинництва  
проміжний**

вид звіту

Завідуючий лабораторією  
“Технології зберігання  
продукції рослинництва”

М.Є. Сердюк

Керівник підпрограми

М.Є. Сердюк

Мелітополь, 2008



## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 80 сторінок, 23 рисунка, 22 таблиці

Науково – дослідна робота присвячена розробці нових елементів технології зберігання яблук з використанням антиоксидантів. Вивчено вплив антиоксидантів на якість, лежкоздатність та інтенсивність окислювально-відновних процесів яблук при зберіганні. Встановлено, що застосування комплексних антиоксидантів для післязбиральної обробки яблук дозволяє збільшити термін зберігання, максимально зберегти харчову і біологічну цінність, гарантує екологічну безпеку продукту. Здійснено впровадження запропонованої технології зберігання у виробництво, наводяться дані про економічну ефективність.

В другій частині досліджень розроблені комплексні антиоксиданти біогенного походження для післязбиральної обробки яблук при тривалому зберіганні. Досліджено вплив антиоксидантів на товарну якість плодів, ураженість фізіологічними і мікробіологічними захворюваннями, інтенсивність обмінних процесів, зберігання плодами антиокисного комплексу при тривалому зберіганні. Розроблено і затверджена «Технологічна інструкція з тривалого зберігання яблук із застосуванням антиоксидантів», що впроваджена в дослідному господарстві «Мелітопольське».

В третій частині досліджень вивчений вплив післязбиральної обробки комплексними препаратами біоантиоксидантів на зміни біохімічних показників плодів груші під час тривалого зберігання. Під час опитів досліджувався вплив двох різних способів обробки (обприскування та занурення) плодів перед закладанням їх на зберігання на вихід товарної продукції. Було виявлено та математично обґрунтовано, що на вихід товарної продукції істотний вплив має сам фактор обробки плодів антиоксидантами, а спосіб обробки їх не має істотного впливу.

Для зберігання плодів черешні у електроіонізованому повітряному середовищі з перевагою у ньому негативних іонів:

- визначені оптимальні параметри іонізації повітря електричним струмом коронного розряду;
- встановлено строки зберігання плодів, які дозволяють отримувати продукцію з мінімальними втратами і високими органолептичними й біохімічними показниками;
- запропонована математична модель, що дозволяє прогнозувати вихід плодів першого товарного гатунку у залежності від параметрів електроіонізації повітряного середовища зберігання;
- запропоновано математичні моделі виявлених закономірностей, які дозволяють з високою точністю прогнозувати вміст біохімічних речовин у плодах черешні на будь-яких етапах зберігання.

Застосування повітря, іонізованого електричним струмом напругою 15000 В при експозиції 5 хвилин при зберіганні плодів черешні, дозволило отримати 97,24% продукції першого товарного гатунку при максимальному збереженні її смакових якостей.

В четвертій частині – наведені результати впровадження та виробничих випробувань нових технологій зберігання плодів у виробництві.

***Ключові слова:** якість, антиоксиданти, плоди яблуні, груші, зберігання, плоди черешні, електроіонізація повітря, вихід продукції, лежкоздатність, вихід продукції, якість.*

## ЗМІСТ

Розділ 3.1 Вивчення впливу післязбиральної обробки біоантиоксидантами на збереженість яблук	6
Розділ 3.2 Детальне вивчення механізму впливу біоантиоксидантів на біохімічні та товарознавчі показники яблук в період зберігання	21
Розділ 3.3 Вивчення впливу дослідних біоантиоксидантів на товарознавчі та біохімічні показники інших видів плодів та ягід	34
Тема 3.3.1 Вивчення впливу дослідних біоантиоксидантів на біохімічні та товарознавчі показники плодів груші	34
Тема 3.3.2 Вплив електроіонізованого повітряного середовища на тривалість зберігання плодів черешні	42
Розділ 3.4 Виробничі випробування нових технологій зберігання плодів, овочів та ягід	57

## РОЗДІЛ 3.1 ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ БІОАНТИОКСИДАНТАМИ НА ЗБЕРЕЖЕННІСТЬ ЯБЛУК

### ВСТУП

З усіх видів плодів найбільше народногосподарське значення мають зерняткові плоди. Більше 70 % насаджень зерняткових культур займає яблуня. Вона широко розповсюджена по всій Україні і забезпечити цілорічне постачання населення свіжими плодами можна, переважно, за рахунок цієї культури. Проте, біля 2/3 свіжих плодів реалізується до Нового року. Однією з основних причин нерівномірного споживання плодів є різке зростання їх втрат від фізіологічних і мікробіологічних захворювань у другій половині зберігання. У світовій практиці розроблені і впроваджені у виробництво такі прогресивні технології, як зберігання плодів у регульованому газовому середовищі, застосування полімерних матеріалів для упаковки, фасовки і теплоізоляції продукції. Проте, це найчастіше виявляється недостатнім або неможливим способом запобігання псуванню плодів в умовах фруктосховищ України. Тому вирішення питань тривалого зберігання яблук із мінімальними втратами є актуальною задачею на сучасному етапі розвитку економіки України.

В останні роки багато вчених працюють над пошуком нових способів зберігання, що забезпечують високу якість плодів. В економічно розвинених країнах знаходять широке застосування технології зберігання плодів із використанням антиоксидантів. Застосування антиоксидантів дозволяє знизити швидкість окислювально-відновних процесів, що проходять у плодах при зберіганні, і в такий спосіб продовжити стан спокою. Крім того, багато антиоксидантів мають бактерицидні властивості, а, отже, захищають плоди від уражень мікробіологічними захворюваннями.

На жаль, в Україні ці способи зберігання вивчені мало, що і зумовлює актуальність даної роботи.

**Мета досліджень:** розробка й обґрунтування нових елементів технології тривалого зберігання яблук із застосуванням антиоксидантів в умовах півдня України.

**Наукова новизна** роботи полягає в тому, що вперше запропоновані комплексні препарати біогенних антиоксидантів для обробки яблук перед закладанням на тривале зберігання (диметилсульфоксид з аскорбіновою кислотою і диметилсульфоксид з  $\alpha$ -токоферолом), визначені їх оптимальні концентрації. Показано, що застосування цих препаратів дозволяє поряд із збільшенням строків зберігання на 30 днів, підвищенням виходу стандартної продукції на 31,89 - 32,60 % значно поліпшити її поживну цінність.

**Об'єкт дослідження.** Тривале зберігання плодів з післязбиральною обробкою антиоксидантними препаратами.

**Предметом дослідження** є плоди яблуні сорту Ренет Симиренка, оброблені антиоксидантними препаратами, і закладені на зберігання

**ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ:**

1. Підібрати комплексні антиоксидантні препарати, які дозволили б збільшити тривалість зберігання і максимально зберегти смакові, поживні і товарні якості плодів яблуні в порівнянні з існуючими способами зберігання;
2. Вивчити вплив різних концентрацій досліджуваних препаратів на ступінь ураження плодів мікробіологічними і фізіологічними захворюваннями;
3. Дослідити вплив застосовуваних антиоксидантів на інтенсивність окислювально-відновних процесів і вміст основних біологічно активних речовин у яблуках у період зберігання;
4. Обґрунтувати оптимальні умови обробки плодів антиоксидантами.

### **ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження проводилися в 1997-2002 р. на базі Таврійської державної агротехнічної академії (м. Мелітополь) і ВАТ "Червоний фронт" Михайлівського району, Запорізької області.

У якості модельного сорту використовували яблука сорту Ренет Симиренка. Для тривалого зберігання плоди збирали при досягненні знімального ступеня стиглості, типові за забарвленням і формою, відповідно до Держстандарту 21122-75. Визначення календарної дати знімання проводилося по йодкрохмальній пробі.

Перед закладанням на зберігання була проведена інспекція, сортування і калібрування плодів. При цьому відбракувалися нестандартні екземпляри: биті, ушкоджені, уражені мікробіологічними і фізіологічними захворюваннями.

Обробка плодів антиоксидантами проводилася шляхом занурення їх у заздалегідь підготовлені розчини або емульсії. Час експозиції 10 секунд. Потім плоди висушували активним вентиляванням підігрітим повітрям і вкладали в промарковані ящики №3. Використовували шахову укладку, кожний шар перестилали папером.

Повторність - п'ятикратна по 25 кг в кожній.

Дослідні партії плодів зберігалися на базі холодильника ВАТ "Червоний фронт". Температура зберігання 0 °С, відносна вологість повітря 95 %. За контроль приймали не оброблені плоди.

Було проведено 3 досліді по обробці плодів яблуні антиоксидантами.

Дослід 1. Пошуковий: варіант 1.1: диметилсульфоксид ( ДМСО) –5 %, вода – решта; варіант 1.2: ДМСО –10 %, вода –решта; варіант 1.3: ДМСО –15 %, вода –решта; варіант 1.4: ДМСО –20 %, вода –решта; варіант 1.5: ДМСО – 25 %, вода –решта; варіант 1.6: Аскорбінова кислота (АК) –0,5 %, вода – решта; варіант 1.7: АК –1%, вода –решта; варіант 1.8: АК –1,5 %, вода – решта; варіант 1.9: α- токоферол (ТФ) –1 %, Твін- 80 (Тв) –8 %, вода –решта; варіант 1.10: ТФ –2 %, Тв –8 %, вода –решта; варіант 1.11: ТФ –3 %, Тв –8 %, вода –решта; контроль –плоди без обробки.

Дослід 2. Основний: варіант 2.1: ДМСО –10 %, вода – решта; варіант 2.2: ТФ –2 %, лецитин (Лц) – 4 %, вода –решта; варіант 2.3: Лц – 4 %, вода – решта; варіант 2.4: ДМСО –10 %, ТФ –2 %, Лц – 4 %, вода –решта; варіант 2.5: АК –1 %, вода –решта; варіант 2.6: гліцерин (Г) –1 %, вода –решта; варіант 2.7: ДМСО –10 %, АК –1 %, Г – 1 %, вода –решта; варіант 2.8: ДМСО –10 %, ТФ –2 %, Тв – 8 %, вода –решта; контроль –плоди без обробки.

Дослід 3. Повторний: варіант 3.1: ДМСО –10 %, ТФ –2 %, Лц – 4 %, вода –решта; варіант 3.2: ДМСО –10 %, АК –1 %, вода –решта; контроль – плоди без обробки.

В ході наукового експерименту було вивчено вплив обробки антиоксидантами на зміну товарних, фізіологічних і біохімічних показників яблук при довгостроковому зберіганні. Відбір і підготовка проб для аналізів, органолептична і технологічна оцінки, природна втрата маси, товарний аналіз проводилися відповідно до методичних рекомендацій по зберіганню плодів, овочів і винограду (1998); інтенсивність дихання визначали по методу Толмачева І. П.; масова концентрація цукрів, по ГОСТ 27198-87; масову концентрацію титрованих кислот - ГОСТ 25555. 0-82; вміст L- аскорбінової кислоти - йодометричним методом; вміст фенольних речовин - колориметричним методом по реактиву Фоліна - Деніса; активність поліфенолоксидази - по методу Х. Починка, (1976); пероксидазну активність визначали по модифікованому методу Т. Попова (1971); ураження хворобами - шляхом огляду плодів і групуванням їх по роду уражень; масову концентрацію крохмалю по об'ємному методу Х. Починка, (1976);

Математичну обробку результатів досліджень проводили по Г. Ф. Лакину, (1990). Кореляційний і регресійний аналізи - по Б. А. Доспехову, (1985) та за допомогою комп'ютерної програми "Korreg".

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **1. Товарний стан і органолептичні показники яблук, оброблених антиоксидантами при тривалому зберіганні**

Для визначення оптимальних концентрацій ДМСО, АК, ТФ в був проведений пошуковий дослід. Як показали результати цього дослід, застосування водних розчинів ДМСО для післязбиральної обробки яблук дозволяє знизити рівень мікробіологічних захворювань. Проведені нами кореляційний і регресійний аналізи підтверджують, що між концентраціями ДМСО і кількістю плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями, існує залежність, рівняння регресії якої має вигляд:

$$y = 4,83 - 2,56 \cdot \lg(x), \quad (1)$$

де  $y$  - кількість плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями;  
 $x$  - концентрація ДМСО.

Коефіцієнт лінійної кореляції -  $r = - 0,771$ . Довірча ймовірність коефіцієнта лінійної кореляції - 92,73 %. Кореляційне відношення  $\eta = 0,736$ . Довірча ймовірність коефіцієнта детермінації –90,44 %.



Це рівняння свідчить про те, що підвищення концентрації ДМСО значно знижує кількість плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями.

При обробці плодів  $\alpha$ - токоферолом, найкраща збереженість плодів спостерігалася у випадку застосування 2 %- ної емульсії. Рівень мікробіологічних захворювань знижується при цьому в 9 разів у порівнянні з контролем. Кореляційно-регресійний аналіз показав, що залежності між концентрацією ТФ і кількістю ушкоджених плодів не існує. Кореляційне відношення  $\eta = 0,547$ .

Обробка яблук розчинами АК також підвищує стійкість плодів до патогенної мікрофлори. 1 % -ний розчин знижує кількість плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями, в 6 разів у порівнянні з необробленими плодами. Після статистичної обробки встановлено, що рівняння регресії має вигляд:

$$y = 14,8 - 24,5 x + 11,66 x^2, \quad (2)$$

де  $y$  - кількість плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями;  
 $x$  - концентрація АК.

Коефіцієнт лінійної кореляції -  $r = - 0,800$ . Довірча ймовірність коефіцієнта лінійної кореляції - 89,97 %. Кореляційне відношення  $\eta = 0,795$ .

Аналіз фізіологічних захворювань показав, що застосування розчинів ДМСО, АК, емульсій ТФ практично цілком запобігає розвитку таких захворювань як загар і побуріння серцевини. Крім того, антиоксидантні препарати знижують рівень захворювання плямистістю в 1,7-8 разів у порівнянні з необробленими плодами.

Оскільки 1999 рік відрізнявся великою кількістю опадів, що випали в період вегетації то домінуючим захворюванням, що уразило плоди сорту Ренет Симиренка, було водянисте розкладання м'якоті. Тривалість зберігання яблук сорту Ренет Симиренка в 1999 році склала усього 120 діб. При цьому вихід стандартних плодів у контролі склав лише 59,21 %. У контрольній партії від водянистого розкладання постраждало 24 % плодів. Застосування антиоксидантних препаратів дозволило значно знизити рівень цього захворювання. Найкращі результати отримані при обробці плодів емульсіями ТФ. Так, 2 %-на емульсія знижує рівень ураження водянистим розкладанням м'якоті до 2,5 %, а 1 і 3 %-ні емульсії – до 5 %.

Математична інтерпретація отриманих експериментальних даних дозволила встановити наявність залежності між концентраціями ТФ і кількістю плодів уражених водянистим розкладанням м'якоті. Рівняння регресії в такому випадку приймає вигляд:

$$y = 23,56 - 20,98 x + 4,86 x^2, \quad (3)$$

де  $y$  - кількість плодів, уражених водянистим розкладанням м'якоті;  
 $x$  - концентрація ТФ.

Коефіцієнт лінійної кореляції -  $r = - 0,948$ . Довірча можливість коефіцієнта лінійної кореляції - 91,24 %. Кореляційне відношення  $\eta = 0,879$ .

Антиоксиданти активно інгібували розвиток фізіологічних і мікробіологічних захворювань в оброблених плодах, уповільнили дозрівання,

що дозволило збільшити тривалість зберігання до 180 діб. Стандартний вихід оброблених плодів склав 68,27 - 88,44 % у залежності від виду обробки.

Дегустаційна оцінка по 5-бальній шкалі показала, що плоди оброблені антиоксидантами мають гарну якість. Всі оброблені плоди мали більш щільну консистенцію м'якоті, чим контрольний варіант. М'якоть оброблених яблук була більш соковитою. Плоди, оброблені вітаміном Е, мали дуже привабливий вигляд за рахунок оліїстого блиску на поверхні. Члени дегустаційної комісії підтвердили, що ТФ і АК не надають плодам сторонніх присмаків і ароматів. Але плоди, оброблені 15-25 % розчинами ДМСО, мали сторонній присмак і часниковий запах, що характерно для чистого димексиду.

Базуючись на даних пошукового дослідження, на наступному етапі досліджень нами розроблені комплексні препарати для обробки плодів:

- 10 % ДМСО, 1% АК, 1% Г, вода –88%.
- 10 % ДМСО, 2 % ТФ, 4 % Лц, вода –80%.

Для поглиблення досліджень був проведений основний дослід. Хороші результати отримані при обробці плодів комплексним препаратом ДМСО-ТФ-Лц. У цьому варіанті рівень мікробіологічних захворювань знизився на 60 % щодо контролю. А фізіологічні захворювання при такій обробці не спостерігалися зовсім. Це дозволило збільшити вихід стандартних плодів до 93,5 %, що на 37,8 % більше, ніж у контролі (табл. 1).

При обробці плодів комплексним препаратом ДМСО-АК-Г отримано ще вищий вихід товарної продукції (див. табл.1). Такий варіант обробки дозволив цілком виключити фізіологічні захворювання плодів, а втрати від мікробіологічних захворювань скоротилися в 3,75 рази в порівнянні з контролем. Таким чином, вихід стандартної продукції в цій партії збільшився на 38,05 % відносно контрольних плодів.

Потрібно зауважити, що гліцерин був включений у комплексний препарат як пластифікатор, беручи до уваги дані інших досліджень.

Проте наші дослідження не підтверджують відомості про захисні властивості гліцерину. При обробці 1 %-ним розчином кількість грибних гнилей, втрат від перезрівання і загару зменшилася незначно в порівнянні з контролем. Впливу на зів'янення і ураження плямистістю препарат не виявив. Тому в комплексному препараті застосування гліцерину представляється недоцільним, з огляду на подорожчання препарату для обробки.

Дані повторного експерименту, проведеного в 2001 році, цілком підтверджують таку думку. Як видно з табл. 1, обробка плодів комплексними препаратами дозволила підвищити вихід стандартних плодів на 31,89 % для комплексу з ТФ і на 32,60 % для комплексу на основі АК. Дегустаційна оцінка плодів, оброблених комплексними антиоксидантами, складала 5 балів, що на 1 бал вище, ніж у контрольному варіанті.

Таким чином, кращими препаратами для післязбиральної обробки яблук є комплекси ДМСО (в концентрації 10%) з АК – 1% і ТФ – 2%, що у максимальному ступені збільшують тривалість зберігання і вихід стандартної

продукції за рахунок скорочення втрат від мікробіологічних і фізіологічних захворювань.

Таблиця 1  
Товарна якість і тривалість зберігання яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених антиоксидантами,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Варіант обробки	Рік	Тривалість зберігання, діб	Вихід стандартної продукції, %	Кількість уражених плодів, %		Дегустаційна оцінка, бал
				грибними гнилями	фізіологічними хворобами	
контроль	1998	190	55,66±2,04*	10,50±0,05*	33,84±1,54*	3,5
ДМСО-ТФ-Лц		210	93,50±1,83*	4,21±0,07*	-	4,5
ДМСО-АК-Г		210	93,71±2,40*	2,80±0,05*	-	4,5
контроль	1999	180	62,38 ± 2,50*	10,50 ± 0,05*	18,78±1,08*	4
ДМСО-ТФ-Лц		180	94,27 ± 0,83*	3,12 ± 0,07*	-	5
ДМСО-АК		180	94,98 ± 0,83*	2,80 ± 0,05*	-	5

\*-різниця вірогідна при порівнянні з контролем,  $p < 0,01$

## 2. Природна втрата маси плодів яблуні, оброблених антиоксидантами, при тривалому зберіганні

Проведені нами дослідження свідчать, що застосування антиоксидантів позитивно відобразилось на збереженні плодами природної маси.

Найменша втрата маси спостерігається при обробці плодів комплексними препаратами (рис. 1). Так, при обробці комплексним препаратом на основі вітаміну Е спад маси знизився на 40,15 % у порівнянні з контролем, а застосування комплексу на основі АК дозволило знизити цей показник у 1,8 рази.

Таким чином, застосування антиоксидантів дозволяє значно зменшити природні втрати маси плодів, що зберігаються.

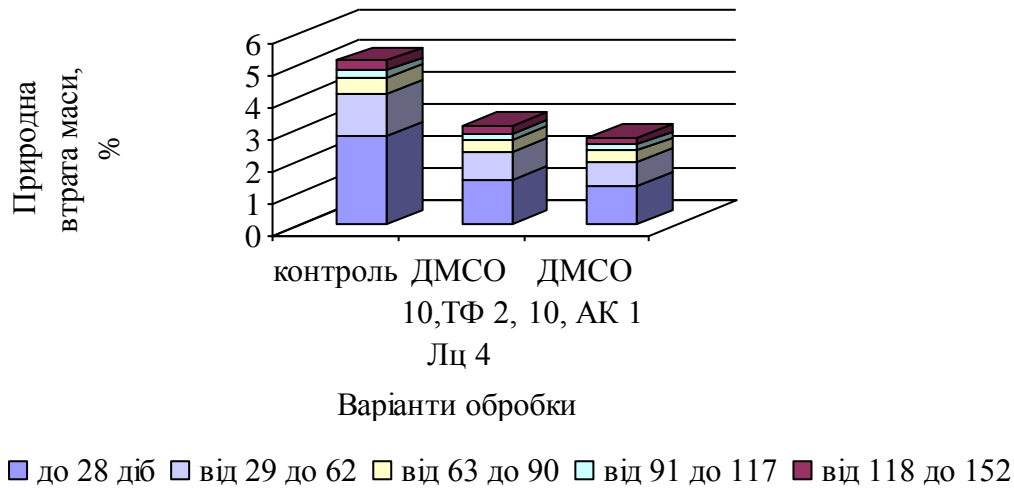


Рис. 1. Природна втрата маси яблук сорту Ренет Симиренка при обробці антиоксидантами, % (1999)

### 3. Інтенсивність дихання та активність дихальних ферментів в яблуках за дії антиоксидантів

Післязбиральна обробка антиоксидантами значно понижує інтенсивність дихання плодів у період тривалого зберігання, і відсуває клімактеричний підйом дихання на більше пізні строки (1). Наші спостереження підтверджують таку думку. Так, якщо клімактерикс у контрольному варіанті спостерігається вже на 28 добу (табл.2), то в оброблених плодах найбільша активність дихальних процесів припадає лише на 56 добу. Причому, підвищення інтенсивності дихальних процесів виражено лише в невеликому ступені. Слід зазначити, що обробка плодів комплексом на основі ТФ більше активно інгібує дихальні процеси не тільки в порівнянні з контролем, але й у відношенні комплексу на основі АК. Далі інтенсивність дихання оброблених плодів починає поступово падати без подальшого підйому активності дихальних процесів. У контрольній же партії, після деякої стабілізації, активність дихання знову підвищується на 119 добу зберігання, що свідчить про початок процесів, що ведуть до загибелі плодів.

Таким чином, післязбиральна обробка плодів комплексними препаратами антиоксидантів ДМСО з АК і ТФ дозволяють значно знизити їхню інтенсивність дихання і відсунути на більше пізні строки наставання клімактеричного підйому, а, отже, і значно збільшити тривалість зберігання.

Найбільше чітко залежність між лежкістю плодів і активністю окислювально-відновних процесів проявляється по таких показниках, як активність дихальних ферментів - пероксидази і поліфенолоксидази.

Отримані нами результати досліджень (рис. 2) показують, що на першому етапі зберігання пероксидазна активність підвищується як у контрольних, так і в дослідних зразках. Максимальне значення активності пероксидази спостерігається у всіх варіантах на 63 добу. При подальшому зберіганні пероксидазна активність плодів, оброблених антиоксидантами, знижується практично лінійно. І тільки в плодах, оброблених ТФ, активність пероксидази

до кінця зберігання знову підвищується в 20 разів відносно контролю і перевищує по цьому показнику всі інші плоди. Найнижча активність пероксидази (0,045 мкат/хв) на момент зняття плодів із зберігання зафіксована в необроблених плодах, що свідчить про інтенсифікацію перекисних процесів при перестиганні. Аналогічною виявилася і динаміка пероксидазної активності в 1999, 2000, 2001 роках.

Таблиця 2

Інтенсивність дихання яблук сорту Ренет Смиренка, мг CO<sub>2</sub>/кггод.

$M \pm m, n=5$

Тривалість зберігання, діб	Варіанти обробки		
	контроль	ДМСО 10, ТФ 2, Лц 4	ДМСО 10, АК 1
До зберігання	24,4683±0,5805		
28	25,7542±0,8703	15,5201±0,9308*	18,7072±0,6386*
56	17,3684±0,3204	16,2120±0,5805*	19,5486±0,9168*
89	12,7147±0,8703	13,6972±0,5805*	17,6955±0,8827*
119	17,2900±0,8827	12,3653±0,6386*	15,5992±0,5805*
152	19,8263±0,9525	11,0811±0,6386*	12,4481±0,5805*

\*-різниця вірогідна в порівнянні з контролем при  $p < 0,01$

Зовсім інша картина зміни активності поліфенолоксидази (рис. 3.). У перші 2 місяці зберігання активність поліфенолоксидази значно знижується в усіх зразах. Далі динаміка активності поліфенолоксидази змінюється в залежності від варіанту обробки. Необроблені плоди і плоди, оброблені гліцерином, на 109 добу продемонстрували підвищення активності поліфенолоксидази. У всіх інших варіантах активність поліфенолоксидази продовжує знижуватися, і досягає мінімального значення на 109 добу. При чому найбільше сильно активність поліфенолоксидази знизилася за дії комплексних препаратів і токоферолу. Подальше зберігання плодів супроводжується підвищенням активності поліфенолоксидази, але до кінця зберігання для плодів, оброблених токоферолом, аскорбіновою кислотою і комплексом на основі АК, цей показник в 2,2 рази нижче, ніж у контролі.

Таким чином, досліджувані комплексні антиоксиданти інгібують окислювально-відновні процеси, відсувають клімактеричний підйом дихання, змінюють активність оксидаз, що в комплексі приводить до гальмування досягання плодів і збільшення строків зберігання без втрати якості.

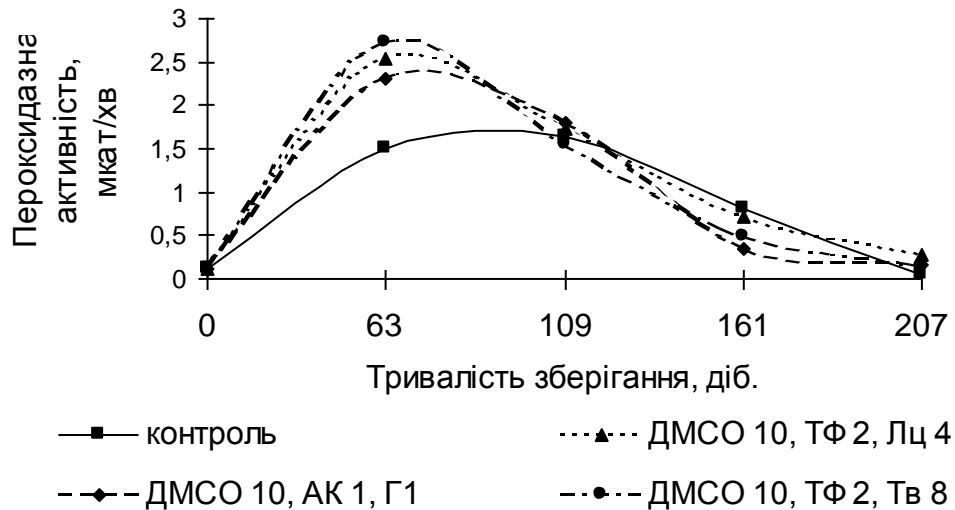


Рис. 2. Пероксидазна активність яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених антиоксидантами, мкат/хв (1998)

#### 4. Біохімічний склад яблук, оброблених антиоксидантами, при тривалому зберіганні

Обробка антиоксидантами здійснює важливий вплив на вміст цукрів у процесі тривалого зберігання. За перші 63 доби зберігання вміст цукрів у плодах змінюється у бік збільшення, як за рахунок сахарози, так і за рахунок моноцукрів. При цьому накопичення сахарози протікає значно інтенсивніше. На цьому етапі зберігання масова концентрація цукрів у плодах оброблених комплексними препаратами, менше, ніж у контролі.

Після 109 доби зберігання в контрольному варіанті накопичення цукрів починає сповільнюватися. У плодах оброблених антиоксидантами спостерігається пік накопичення цукрів. Вміст цукрів у цей період зберігання збільшується в основному за рахунок гідролізу крохмалю.

Таблиця 3

Вплив антиоксидантів на вміст крохмалю в яблуках сорту Ренет Симиренка при тривалому зберіганні, %  $M \pm m$ ,  $n=5$

Тривалість зберігання, днів	Варіанти обробки		
	контроль	ДМСО 10, ТФ 2, Лц 4	ДМСО 10, АК 1, Г 1
До зберігання	2,17±0,058		
63	1,35± 0,007	1,72± 0,011*	1,30± 0,003*
109	0,12± 0,005	0,31± 0,027*	0,29± 0,022*
161	сліди		

\*- різниця вірогідна в порівнянні з контролем при  $p < 0,001$

Як видно з табл. 3, на цей момент зберігання крохмаль практично цілком перейшов у цукри. Крім того, як свідчать дані табл. 3, комплексні антиоксиданти гальмують гідроліз крохмалю і, як наслідок, швидкість накопичення цукрів. Але вміст цукрів зріс у більшому ступені ніж, витрата крохмалю. Це дозволяє стверджувати, що джерелом накопичення цукрів служать і інші полісахариди.

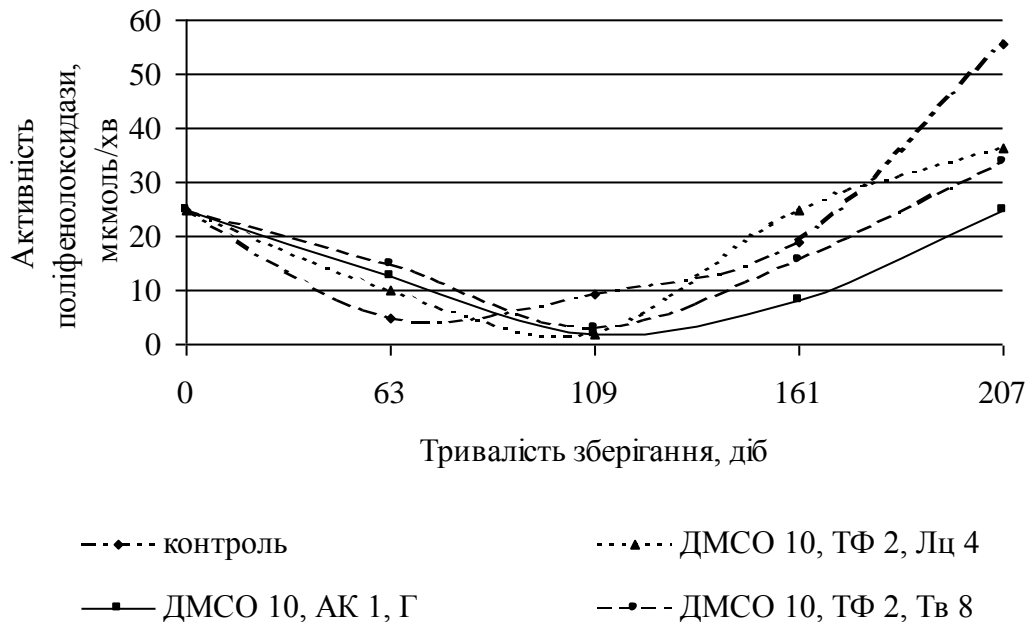


Рис.3. Активність поліфенолоксидази яблук сорту Ренет Смиренка, оброблених антиоксидантами при довгостроковому зберіганні, мкмоль/хв (1770)

Після 161 доби зберігання концентрація цукрів у усіх варіантах обробки поступово знижується. Наприкінці зберігання і сума цукрів, і вміст сахарози в оброблених плодах значно вище, чим у контрольній партії (табл. 4). Вміст цукрів у яблуках, оброблених комплексними антиоксидантними препаратами, був на 44-54 % більшим, ніж у контрольному варіанті, а кількість сахарози в цих плодах у 3-4 рази перевищувала цей показник для контролю.

Результати наших досліджень доводять, що антиоксиданти знижують темпи витрат органічних кислот (див. табл. 4). Незалежно від виду післязбиральної обробки плодів, динаміка вмісту титрованих кислот мала подібний характер. Але якщо в контролі після 63 доби зберігання концентрація титрованих кислот зменшилася в 1,9 рази, то при обробці плодів препаратом ДМСО-ТФ-Лц і ДМСО-ТФ-Тв тільки в 1,4 рази, ДМСО-АК-Г - у 1,02 рази. У період із 109 по 161 доби зберігання, коли дихальними субстратами є переважно цукри, темпи витрачання кислот знижуються. Але в кінці зберігання розпад органічних кислот інтенсифікується, що пояснюється залученням їх у процес дихання у якості основного енергетичного субстрату. Проте, у момент зняття плодів із зберігання кількість органічних кислот при

обробці комплексним препаратом ДМСО-ТФ-Лц перевищувала цей показник у контролі в 2,5 рази, а препарат ДМСО-ТФ-Тв дозволив збільшити вміст органічних кислот в 2,4 рази. Максимально збереглись кислоти в плодах, оброблених ДМСО-АК-Г.

Таблиця 4  
Біохімічні показники яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених антиоксидантами,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Варіанти обробки	Тривалість зберігання, діб	Показники			
		моноцукр и, %	сахароза, %	вітамін С, %	титрована кислотність, %
Контроль	190	5,54± 0,01	0,02± 0,01	2,20± 0,1270	0,1291± 0,003
ДМСО 10	210	7,81± 0,02*	0,06± 0,02*	3,08± 0,1559*	0,2411± 0,002*
ТФ 2, Лц 4	210	6,87± 0,05*	0,09± 0,05*	2,86± 0,1270*	0,3116± 0,003*
Лц 4	210	6,32± 0,01*	0,05± 0,01*	2,86± 0,1270*	0,2980± 0,003*
ДМСО-ТФ- Лц	210	8,52± 0,01*	0,06± 0,01*	3,08± 0,1270*	0,3271± 0,003*
АК 1	210	7,61± 0,03*	0,05± 0,03*	3,30± 0,1559*	0,3116±0,003*
Г 1	210	6,03± 0,02*	0,05± 0,02*	2,86± 0,1270*	0,1291± 0,001*
ДМСО-АК- Г	210	7,95± 0,01*	0,08± 0,01*	3,52± 0,1270*	0,3574± 0,003*
ДМСО-ТФ- Тв	210	8,11± 0,04*	0,08± 0,04*	3,08± 0,1270*	0,3174± 0,001*

Антиоксиданти дозволяють стабілізувати вміст вітаміну С в плодах. Зниження вмісту аскорбінової кислоти починається відразу ж після закладання плодів на зберігання. Але обробка плодів розчинами, що містять АК, сприяє накопиченню вітаміну С уже при закладанні на зберігання і тільки на 63 добу ці плоди містять таку ж кількість АК як контрольні перед закладанням. На першому етапі зберігання обробка яблук розчином ДМСО дозволила в максимальному ступені інгібувати руйнацію вітаміну С. Але й інші варіанти обробки значно уповільнили цей процес у порівнянні з контрольним варіантом. Найменша швидкість зниження рівня АК спостерігається в плодах, оброблених комплексними антиоксидантами. І якщо в контролі найбільші втрати аскорбінової кислоти припадають на лютий - березень, то в оброблених плодах вони припадають на квітень.



Після семи місяців зберігання у плодах, оброблених комплексними антиоксидантами ДМСО-ТФ-Лц і ДМСО-ТФ-Тв, а також 10 %-ним ДМСО, вміст аскорбінової кислоти в 1,4 рази перевищив цей показник у контролі (див. табл. 4). Кращий результат отриманий при застосуванні комплексного препарату на основі аскорбінової кислоти. Тут вміст вітаміну С вище чим у контролі в 1,6 рази.

Дані досліджень по різних роках показують, що динаміка вітаміну С в яблуках є однаковою у різних дослідах. Комплексні антиоксиданти дозволили істотно інгібувати гідроліз аскорбінової кислоти. Після 152 днів зберігання препарат на основі ТФ дозволив збільшити вміст аскорбінової кислоти в 1,5 рази щодо контролю. Обробка ж плодів комплексним препаратом на основі АК дала можливість підвищити вміст аскорбінової кислоти в плодах у 2,25 рази щодо контролю. Більш того, вміст аскорбінової кислоти в плодах оброблених препаратом ДМСО-АК зменшився щодо початкової кількості усього лише на 0,76 %.

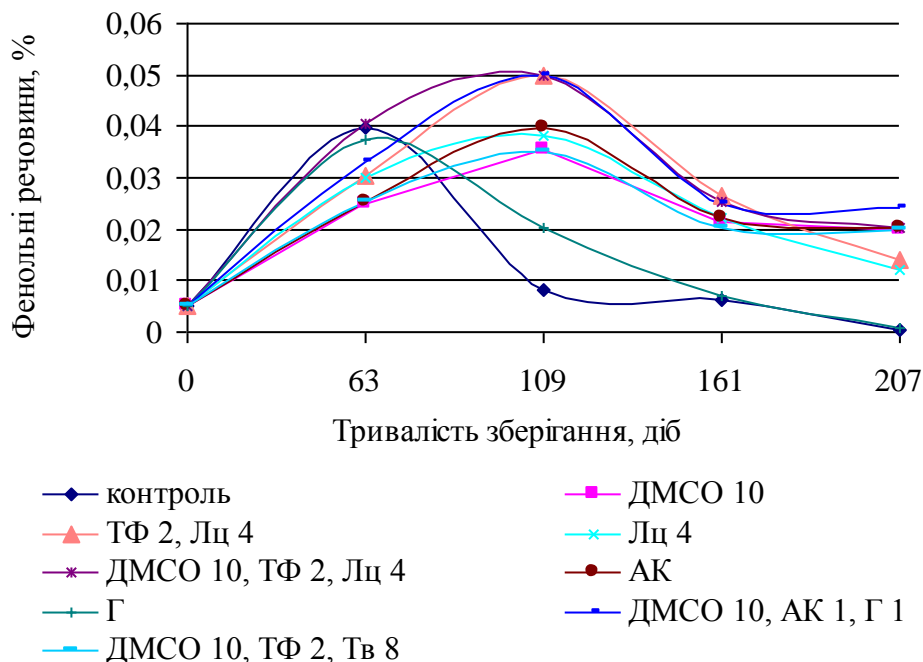


Рис. 4. Вміст фенольних речовин в яблуках сорту Ренет Симиренка, оброблених антиоксидантами, %.

Післязбиральна обробка плодів антиоксидантами позитивно впливає на вміст фенольних сполук під час зберігання. Як видно з рис. 4, у перший період зберігання відбувається накопичення фенольних речовин. У всіх дослідних зразках, крім плодів, оброблених гліцерином, максимальний вміст фенольних сполук відзначався на 109 добу зберігання, у той час як у контролі - на 63 добу. Плоди, оброблені гліцерином, максимум фенолів накопичили на 63 добу, але це значення виявилось нижче, чим у контрольному варіанті. Контрольні плоди досягали швидше, чим оброблені антиоксидантами, тому і процес накопичення фенольних речовин у них закінчувався раніше.

При перестиганні плодів проходить більш інтенсивна руйнація фенолів, ніж їх новоутворення. При цьому, втрати фенольних сполук при

обробці 10 %-ним розчином ДМСО і комплексним препаратом ДМСО-ТФ-Гв були в 66,6 рази менше, ніж у контролі, при обробці ТФ у 47,3 рази менше, ніж у необроблених плодах. Обробка лецитином знизил втрати фенолів у 40,7 раз.

При обробці плодів комплексним препаратом ДМСО-АК-Г вміст фенольних сполук теж знижується, проте швидкість їхнього зниження набагато нижча, ніж в інших варіантах. У результаті, до кінця зберігання в яблуках, оброблених комплексом ДМСО-АК-Г, вміст фенольних сполук перевищував початкове значення в 4,84 рази. Обробка плодів 1-% АК дозволила збільшити кількість фенолів у 4 рази в порівнянні з даними перед закладанням на зберігання.

Отримані нами експериментальні дані дозволяють рекомендувати препарати ДМСО-АК і ДМСО-ТФ-Лц для обробки яблук перед закладанням на зберігання.

### **5. Економічна ефективність зберігання яблук із застосуванням антиоксидантів**

Доцільність обробки яблук антиоксидантами доводиться високою економічною ефективністю зберігання плодів.

Найвищий економічний ефект отриманий від зберігання плодів оброблених комплексним препаратом ДМСО-АК-Г, що пояснюється кращою лежкістю плодів і низькою вартістю препаратів. Прибуток від зберігання 1 тонни плодів, у цьому випадку, був у 2,34 рази вище, ніж у контрольному варіанті.

При обробці плодів цього ж сорту комплексним препаратом ДМСО-ТФ-Лц отримані дещо нижчі результати. Це пояснюється більше високою вартістю препарату і більшою його витратою на обробку. При цьому чистий прибуток був у 2,18 разів вище, чим у контролі. Але саме ці плоди мали набагато більше привабливий вигляд, що і пояснює високий попит.

Узагальнюючим показником ефективності зберігання плодів є рівень рентабельності.

При зберіганні плодів в умовах вільного доступу повітря рівень рентабельності зберігання яблук сорту Ренет Симиренка склав 163 %. Застосування антиоксидантів дозволило збільшити рівень рентабельності на 120 % для комплексу ДМСО-ТФ-Лц і на 191 % для комплексу ДМСО-АК-Г.

На спосіб підготовки плодів до зберігання подана заявка на авторське свідоцтво.

## **ВИСНОВКИ**

1. Післязбиральна обробка яблук антиоксидантами сприяє збільшенню виходу товарної продукції на 31,9-32,6 % за рахунок скорочення втрат від мікробіологічних і фізіологічних захворювань і зниження природної втрати маси. Кращими препаратами для післязбиральної обробки яблук є комплекси диметилсульфоксиду з аскорбіновою кислотою і  $\alpha$ -токоферолом

2. При обробці плодів диметилсульфоксидом втрати продукції від мікробіологічного псування скорочуються на 77-94 %. Між концентраціями диметилсульфоксиду і кількістю плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями існує залежність із коефіцієнтом детермінації  $\eta = 0,736$ . Аскорбінова кислота і токоферол потенціюють бактеріостатичні властивості диметилсульфоксиду, що дає можливість практично цілком усунути мікробіологічні захворювання.
3. Комплексні препарати знижують функціональну активність рослинних клітин, у результаті чого процеси дозрівання в оброблених плодах настають значно пізніше, ніж у контрольних. При цьому знижувалася інтенсивність дихання плодів, а клімактеричний підйом дихання відсувається на більше пізні терміни.
4. Застосування комплексних антиоксидантних препаратів сприяє уповільненню окислювально-відновних процесів, що протікають у яблуках при зберіганні, а отже і зниженню витрат цукрів на 44-54%, органічних кислот в 2,4-2,5 рази, вітаміну С в 1,5-2,25 рази, фенольних речовин в 4 - 4,84 рази і значно зменшує активність поліфенолоксидози.
5. Плоди, оброблені комплексними препаратами диметилсульфоксиду з аскорбіновою кислотою чи токоферолом, відрізняються гармонічним смаком і мають високу дегустаційну оцінку.
6. Використання комплексних антиоксидантів ДМСО 10 - ТФ 2 –Лц 4 і ДМСО 10 – АК 1 гарантує екологічну чистоту продукції, тому що всі компоненти препаратів являються природними речовинами.
7. Аналіз економічної ефективності показав, що застосування антиоксидантів для зберігання плодів яблук сорту Ренет Симиренка дозволяє одержати стабільний високий прибуток і значно збільшити рівень рентабельності процесу зберігання .

### Література

1. Сердюк М. Є. Вплив антиоксидантних препаратів на природну втрату маси плодів яблуні при тривалому зберіганні / М. Є. Сердюк, С. С. Байберова // Перспективна техніка і технології-2008: IV міжнар. наук.-практ. конф., 24–26 верес. 2008 р.: матер. конф. – Миколаїв, 2008. – С. 8–11.
2. Безменнікова В.М. Вплив післязбиральної обробки природними антиоксидантами на товарну якість плодів / В.М. Безменнікова, М.Є. Сердюк, Н.А. Гапріндашвілі // Збірник науково методичних праць з питань національно-громадського виховання студентів / ТДАТА. – Мелітополь, 2005. – С .205.
3. Іванченко В. Й. Вплив антиоксидантів природного і синтетичного походження на заражуваність плодів яблук сорту Ренет Симиренка мікробіологічними захворюваннями при тривалому зберіганні / В. Й. Іванченко, О. С. Мироничева, М. Є. Сердюк // Праці / Таврійська

- державна агротехнічна академія. - Вип. 1. - Т. 23. – Мелітополь: ТДАТА, 2001. – С. 45 – 51.
4. Іванченко В. Й. Вплив антиоксидантів біогенного походження на природний збиток маси плодів яблуні при тривалому зберіганні / В. Й. Іванченко, В. В. Калитка, М. Є. Сердюк, О. С. Мироничева // Праці / Таврійська державна агротехнічна академія. - Вип. 1. - Т.16. – Мелітополь: ТДАТА, 2000. – С. 14 – 16

## **Розділ 3.2 Детальне вивчення механізму впливу біоантиоксидантів на біохімічні та товарознавчі показники яблук в період зберігання**

### **ВСТУП**

При тривалому зберіганні в плодах зерняткових культур відбуваються різні метаболічні процеси, що ведуть до перестигання і старіння плодів. У закордонній і вітчизняній практиці застосовується цілий комплекс антиоксидантних хімічних сполук, дія яких спрямована на запобігання фізіологічних розладів, на затримку досягання плодів і овочів, стабілізацію їхньої стійкості до мікроорганізмів. В теперішніх умовах збільшення навантаження на довкілля виправдане більш широке використання наукових підходів до антиоксидантних препаратів рослинного походження, тому даний напрямок досліджень є на сьогоднішній день актуальним.

#### **Мета дослідження**

Застосування біоантиоксидантів у сучасній практиці зберігання вивчено недостатньо. Тому МЕТОЮ наших досліджень стала розробка і обґрунтування нових елементів технології тривалого зберігання яблук із застосуванням антиоксидантних препаратів.

#### **ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ**

1. Підібрати комплексні препарати, що дозволили б збільшити тривалість зберігання і максимально зберегти смакові, харчові та товарні якості плодів яблуні в порівнянні зі стандартними технологіями зберігання;
2. Дослідити вплив різних концентрацій антиоксидантних препаратів на ступінь ураження плодів мікробіологічними захворюваннями і фізіологічними розладами;
3. Вивчити вплив застосованих антиоксидантів на інтенсивність окислювально-відновних процесів і вміст біологічно активних речовин плодів яблуні при тривалому зберіганні;
4. Визначити економічну ефективність зберігання плодів після післязбиральної обробки антиоксидантами;
5. За результатами досліджень і їхньої виробничої апробації розробити „Технологічну інструкцію з тривалого зберігання яблук із застосуванням антиоксидантів”.

**Об'єкт дослідження.** Тривале зберігання плодів з післязбиральною обробкою антиоксидантними препаратами.

**Предметом дослідження** є плоди яблуні сорту Ренет Симиренка, оброблені антиоксидантними препаратами, і закладені на зберігання.

**Методи дослідження** – морфологічний для визначення товарного стану продукції, біохімічні (фотоколориметричний, титрометричний, гравіметричний), мікробіологічний для визначення уражень мікробіологічними захворюваннями.

**Наукова новизна роботи** полягає в тому, що вперше запропоновані композиції природних і синтетичних антиоксидантів фенольного характеру

для обробки яблук перед закладанням на тривале зберігання. Встановлена можливість покращення якості яблук, що зберігаються, на основі низької собівартості обробки. Доведено, що застосування природних препаратів збільшує період зберігання з одночасним підвищенням виходу стандартної продукції. Органолептичні показники були на високому рівні, з одночасним зниженням втрат маси і витрат ендегенних біологічно активних речовин.

### **ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження проводилися в 1999-2002 рр. на базі Таврійської державної агротехнічної академії (м. Мелітополь). Як модельний сорт використовували яблука сорту Ренет Симиренка. Для тривалого зберігання плоди збирали з досягненням технічного ступеня стиглості, типові за забарвленням і формою, відповідно до ГОСТ 21122-75. Перед закладенням на зберігання була проведена інспекція, сортування і калібрування плодів. На зберігання закладали плоди першого товарного ґатунку. Для післязбиральної обробки яблук використовували екстракти зелених оплоднів волоського горіху (ОГ) та кори сосни (СГ) концентрацією 1:9 з додаванням гліцерину, емульсією дистилола (Д) в різних концентраціях та композиції з цих препаратів (ОД та ДС). Час експозиції досліджувався. Плоди висушували підігрітим повітрям і складали у ящики № 3. Використовували шахове укладення, кожен шар перестилали папером. Повторність – п'ятикратна, по 25 кг у кожній. Досліджувані партії плодів зберігалися на базі холодильника третього відділення Інституту зрошеного садівництва УААН (м. Мелітополь). Температура зберігання  $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість повітря  $95 \pm 1\%$ . За контроль приймали не оброблені плоди.

У ході наукових дослідів вивчався вплив обробки антиоксидантами на зміну товарних, фізіологічних і біохімічних показників яблук, що зберігаються. Добір і підготовка проб для аналізів, органолептична і технологічна оцінки, природна втрата маси, товарний аналіз проводили відповідно до „Методичних рекомендацій по зберіганню плодів, овочів і винограду” (1998 р.); інтенсивність дихання за методом Толмачева І.П. (1950 р.); активність поліфенолоксидази за методом Х. Починка (1976 р.); пероксидазну активність визначали за модифікованим методом Т. Попова (1971 р.); масову концентрацію цукрів за ДСТ 27198-87; масову концентрацію титруємих кислот за ДСТ 25555.0-82; вміст аскорбінової кислоти - йодометричним методом; вміст фенольних речовин – колориметричним методом за реактивом Фоліна – Деніса. Вивчався вплив антиоксидантів на розвиток збудників мікробіологічних захворювань, а також кількісні і якісні показники епіфітної мікрофлори плодів яблуні. У динаміці що місяця відбирали зразки з метою виділення з поверхні плодів мікроорганізмів різних таксонометричних груп. Повторність п'ятикратна. Було проведено 3 досліді (табл. 1) по обробці плодів яблуні антиоксидантами.

Математичну обробку результатів досліджень проводили за Б. А. Доспеховим, (1985 р.) і комп'ютерними програмами “Korreg”, “Cohort”, “Excel”.

Таблиця 1 - Схема дослідів

Рік	Варіант	Склад для обробки, %					
		Кора сосни (С)	Оплодні горіху (О)	Гліцерин (Г)	Дистинол (Д)	Лецитин (Лц)	Вода
1999	С	15					решта
	СГ	15		1			- « -
	О		15				- « -
	ОГ		15	1			- « -
	Д-0,012				0,012	6	- « -
	Д-0,024				0,024	6	- « -
	Д-0,036				0,036	6	- « -
	Д-0,048				0,048	6	- « -
	Д-0,06				0,06	6	- « -
Контроль	Без обробки						
2000	СГ-5	15		1			- « -
	СГ-10	15		1			- « -
	СГ-15	15		1			- « -
	СГ-20	15		1			- « -
	ОГ-5	15		1			- « -
	ОГ-10	15		1			- « -
	ОГ-15	15		1			- « -
	ОГ-20	15		1			- « -
	Д-5				0,036	6	- « -
	Д-10				0,036	6	- « -
	Д-15				0,036	6	- « -
	ДС-10	15			0,036	6	- « -
	ДС-20	15			0,036	6	- « -
	ОД-10		15		0,036	6	- « -
	ОД-20		15		0,036	6	- « -
Контроль	Без обробки						
2001	СГ-15	15		1			- « -
	ОГ-10		15	1			- « -
	Д-10			0,036	6		- « -
	ДС-10	15			0,036	6	- « -
	ОД-20		15		0,036	6	- « -
	Контроль	Без обробки					

**Метеорологічні умови** в період закладання дослідів 1999 – 2001 рр. були не зовсім сприятливими, що було причиною виникнення у плодів оксидативного стресу.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

**1. Товарна якість і органолептичні властивості яблук, оброблених антиоксидантами**

Для визначення оптимального складу водних екстрактів оплоднів горіху та сосни і концентрацій препарату дистинол у 1999 році був проведений пошуковий дослід. При застосуванні досліджуваних препаратів в окремих варіантах була відсутня нестандартна продукція. По виходу продукції 1 гатунку кращі результати спостерігалися у варіантах ОГ, СГ і Д-0,036, де цей показник був вище контролю на 30,1-35,9 %. При цьому кількість плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями, знизилася в 4,1-6,6 рази, фізіологічними – у 3,6-12 рази. Найкраща збереженість спостерігалася при використанні препарату ОГ. Обробка дистинолом у різних концентраціях поліпшує імунітет плодів, підвищуючи стійкість плодів до дії патогенної мікрофлори. Проведені кореляційний і регресійний аналізи отриманих експериментальних даних підтверджують, що між концентраціями дистинола і кількістю уражених мікробіологічними захворюваннями плодів існує залежність, рівняння регресії якої має вигляд:

$$y = 22,9 - 1047,3 \cdot x + 12315,6 \cdot x^2, \quad (1)$$

де  $y$  - кількість плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями, %;

$x$  - концентрація дистинолу, %.

Коефіцієнт лінійної кореляції -  $r = - 0,65$ . Довірча імовірність коефіцієнта лінійної кореляції 76,29 %. Кореляційне відношення  $\eta = 0,67$ . Це рівняння показує, що оптимальною концентрацією дистинола в емульсії є 0,036 %, де максимально знижується кількість плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями.

Дегустаційна оцінка за п'ятибальною шкалою після зберігання з застосуванням антиоксидантів показала, що найбільш гармонійним смаком, з добре вираженим сортовим ароматом відрізняються яблука, оброблені препаратами СГ і ОГ. При дослідженні впливу препарату Д високу оцінку отримали плоди, оброблені ним в концентрації 0,036 %. Яблука мали характерне зелене забарвлення, відрізнялися соковитою м'якоттю і привабливим виглядом.

У 2000 році був закладений основний дослід, що довів ефективність використання антиоксидантів і їхніх комплексів. При статистичній обробці результатів дослідження біогенних препаратів спостерігається закономірні відмінності між варіантами в залежності від часу експозиції. Кращим виявився варіант ОГ-10, де вихід продукції 1 гатунку збільшився на 49,3 %, нестандартної продукції було на 96,1 % менше в порівнянні з контролем. Статистична обробка даних використання композиції СГ показала, що кращим був варіант обробки протягом 15 секунд. У цьому варіанті збільшується вихід продукції 1 гатунку на 45,3 %, при зниженні кількості нестандартної продукції на 97,6 % відповідно в порівнянні з контролем. При застосування препарату Д найбільша кількість плодів 1 гатунку спостерігалася при експозиції 10 секунд, збільшивши вихід продукції 1 гатунку на 46,6 %, при зниженні кількості нестандартної продукції було менше на 96,0 % у порівнянні з контролем. Обробка комплексом ОД показала кращі результати при 20 секундах експозиції, збільшивши їх вихід на 48,0 %, а нестандартної продукції на 91,4 % у порівнянні з контрольним



варіантом. Аналогічно діяв комплекс ДС. Максимальна ефективність відзначалася при 10 секундній експозиції, де вихід продукції 1 гатунку збільшився на 49,4 %, а нестандартної стало менше на 96,2 % у порівнянні з необробленими плодами.

Таким чином, на підставі пошукового дослідження, для обробки плодів в основному досліді оптимальними були наступні композиції і їхні комплекси: ОГ та СГ, час обробки 5, 10, 15, 20 секунд; Д-0,036, час обробки 5, 10, 15 секунд; ОД та ДС, час обробки 10, 20 секунд.

При оцінці результатів, отриманих під час проведення основного дослідження в 2000 році, було встановлено, що при обробці антиоксидантами значно знижується рівень фізіологічних і мікробіологічних захворювань. Обробка ДС-10 цілком виключила мікробіологічні захворювання, а препарати ОГ-10 і ОД-20 знизили рівень мікробіологічних захворювань у 25,5-26,1 рази в порівнянні з контролем. Застосування препаратів СГ-15 і Д-10 знизило мікробіологічні втрати в 5,4 -9,0 рази, в порівнянні з контролем. Аналіз фізіологічних захворювань показав, що антиоксидантні препарати ОГ-10, Д-10, ОД-20 і ДС-10 перешкоджають розвиткові загару і побуріння серцевини. При використанні СГ-15 фізіологічних захворювань зовсім не спостерігалось. 2000 рік характеризувався інтенсивним розвитком розладу підшкірної плямистості. Обробка ОГ-10 і Д-10 знижували розвиток цього захворювання майже в 2 рази в порівнянні з контрольним варіантом.

При проведенні органолептичної оцінки відзначено, що післязбиральна обробка антиоксидантами повною мірою зберігає зовнішній вигляд плодів. Плоди, оброблені ОГ і СГ, відрізнялися характерним зеленим забарвленням, щільною і хрусткою консистенцією, приємним кисло-солодким смаком і ароматом. При використанні Д стабілізується зміна органолептичних показників, сприяючи збереженню соковитої м'якоти. Композиції ОД і ДС також продовжують споживчу стиглість плодів, що зберігалися.

У 2001 році був проведений повторний експеримент, дані якого підтверджують доцільність використання антиоксидантів при зберіганні плодів (табл. 2).

При обробці препаратами ОГ, СГ, ОД і ДС вихід продукції 1 гатунку збільшився в 1,7 рази в порівнянні з контролем. Причому ДС показав повну відсутність нестандартної продукції. Варіант Д показав вихід 1 гатунку на 33,5 % вище, ніж у контролі. У цьому варіанті не спостерігалось продукції 3 гатунку. Плоди вищевказаних варіантів при органолептичній оцінці показали високі смакові якості, наявність інтенсивного, характерного забарвлення і яскраво виражений сортовий аромат.

Таблиця 2 - Товарний аналіз і органолептичні властивості яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених антиоксидантами, після 161 діб зберігання. (2001 р.).

Варіант	Вихід стандартної продукції, %			Нестандартна продукція, %	Дегустаційна оцінка, бал
	1 гатунку	2 гатунку	3 гатунку		
Контроль	55,07±3,33	4,15±1,45	29,52±4,83	10,37 ± 4,31	3,9
ОГ-10	94,47±1,05*	-	1,34±0,06*	4,19 ± 1,11*	4,5

СГ-15	95,51±1,94*	0,48±0,50*	1,95±0,43*	2,05 ± 1,40*	4,7
Д-10	88,61±2,43*	8,94±1,95*	-	2,45 ± 0,65*	4,1
ОД-20	92,49±0,95*	1,39±0,53*	3,06±0,28*	3,06 ± 0,28*	4,0
ДС-10	95,13±0,26*	3,71±0,43*	1,16±0,58*	-	4,4

\* - розходження достовірні при порівнянні з контролем,  $p < 0,05$

$НІР_{05} = 2,78$

Вивчення мікробіологічного ураження оброблених антиоксидантами плодів яблуні при тривалому зберіганні показало, що динаміка чисельності мікроорганізмів різних таксонометричних груп у залежності від виду обробки виявляється по-різному. Слід зазначити, що після закладення на зберігання збільшення кількості грибних мікроепіфітів спостерігалось після 30 діб зберігання.

При висіві на поживне середовище частіше всього зустрічалися міцеліальні гриби *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Gloesporium* spp. (табл. 3).

Таблиця 3 - Кількість міцеліальних захворювань при обробці антиоксидантами яблук сорту Ренет Симиренка після 161 діб зберігання, % (2001 р.)

Варіанти	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Botrytis</i> spp.	<i>Gloesporium</i> spp.
Контроль	10,97±1,15	0,67±0,06	0,70 ± 0,26	-
ОГ-10	0,68±0,19*	1,24±0,47*	1,11 ± 0,29*	-
СГ-15	0,60±0,06*	-	-	1,95 ± 0,17*
Д-10	1,60±0,15*	-	0,32 ± 0,09*	-
ОД-20	-	-	2,73 ± 0,40*	-
ДС-10	-	-	-	0,72 ± 0,10*

\* - розходження достовірні при порівнянні з контролем,  $p < 0,01$

Чисельність дріжджоподібних мікроорганізмів у залежності від варіанта досліду, як і у випадку з міцеліальними грибами також достовірно відрізнялася один від одного. Найменшою чисельністю дріжджів характеризуються варіанти ОГ-10 і СГ-15, де їх було в 23,8 – 28,3 рази менше в порівнянні з контролем. Варіант ОД-20, починаючи з 38 доби зберігання, відзначався стрімким наростанням дріжджових мікроорганізмів і до зняття зі зберігання їхня чисельність складала 836,4 пропагул/мм<sup>2</sup>. Що стосується бактеріальних мікроепіфітів слід зазначити, що найбільшою заспореністю плодів при закладанні на зберігання характеризувалися варіанти СГ-15 і Д-10, а також необроблені плоди. Але варіант СГ-15 уже через 38 доби зберігання характеризувався зниженням кількості бактерій. Найменша чисельність бактеріальних мікроепіфітів спостерігалася у варіанті ОГ-10 і протягом усього періоду зберігання кількість їх знижувалася.

Проведені дослідження підтверджують комплексну ефективність природних і синтетичних композицій. По виходу продукції 1 гатунку найбільші значення спостерігалися в ОД-20 і ДС-10, причому варіант ДС-10 характеризується відсутністю плодів, уражених мікробіологічними захворюваннями.

## 2. Природна втрата маси плодів яблуні, оброблених антиоксидантами

Результати дослідження природної втрати маси плодів у 1999 – 2001 рр. показують, що застосування антиоксидантів при оптимальному часі експозиції досліджуваних препаратів істотно знижує цей показник (рис. 1).

Природна втрата маси при обробці препаратом ОГ-10 знизилася в 3,0 рази у порівнянні з необробленими плодами. Застосування препаратів СГ-15 і ДС-10 зменшило значення загальної втрати маси в 2,6 рази в порівнянні з контролем. Застосування дистинолу також ефективним. Варіант Д-10 показав втрату маси в 2,3 рази нижче контролю. Серед усіх варіантів комплекс ОД-20 менш всього впливав на зміну маси плодів, знизивши цей показник у 2,2 рази в порівнянні з контролем.

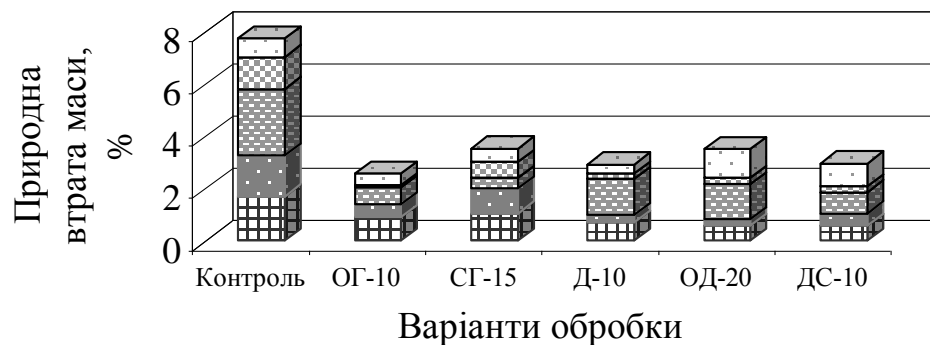


Рис.1. Природна втрата маси оброблених антиоксидантами яблук після 161 діб зберігання, %. (2001 р.)

■ від 38 діб                      ■ від 38 до 70 діб                      ■ від 70 до 101 діб  
 ■ від 101 до 136 діб            □ від 136 до 161 діб

Таким чином, застосування антиоксидантів знижує природну втрату маси плодів у 2,2 – 3 рази в порівнянні з необробленими плодами.

## 3. Вплив антиоксидантів на інтенсивність дихання плодів при тривалому зберіганні

Зв'язок плодів із зовнішнім середовищем після зняття їх з материнської рослини здійснюється через дихання. Вважається, що основна мета зберігання полягає в тому, щоб, знизивши інтенсивність дихання, затримати настання клімактериксу, а, отже, фази старіння і відмирання плодів. Наші дослідження підтверджують таке судження. У 2000 році велось спостереження за диханням і впливом обробки антиоксидантами на його інтенсивність у процесі тривалого зберігання (табл. 4).

„Підйом” дихання у варіанті ОГ-10 настає пізніше контролю (на 47 доби) і характеризується рівнем виділення  $\text{CO}_2$  у 1,6 рази нижчим, ніж у контролі. Препарат СГ-15 інакше діє на дихальну активність плодів, підвищуючи її вже на 34 добу зберігання, але надалі дихальні процеси стабілізуються. Застосування препарату Д-10 дозволяє „відсунути” клімактеричний підйом дихання на 47 доби в порівнянні з контролем, і показує найменше значення цього показника серед всіх варіантів обробок. Дія комплексних препаратів ОД-20 і ДС-10 на плоди ідентична.

Клімактеричний підйом дихання в цих варіантах обробки настає на 118 добу, а це на 47 доби пізніше від контрольного варіанта. Причому у варіанті ДС-10 кількість  $\text{CO}_2$ , що виділилася у цей період, була нижчою від контролю на 23,1 %.

Таблиця 4 - Інтенсивність дихання яблук сорту Ренет Симиренка при тривалому зберіганні,  $\text{mg CO}_2/\text{kg г}$ .

Варіанти	Тривалість зберігання, діб					
	До зберігання	34	71	118	153	174
Контроль	11,97± 0,38	35,05± 0,36	48,15±0,2 4	48,02±0,0 3	48,27±0,1 5	36,54±0,3 0
ОГ-10		22,20± 0,14*	24,05±0,0 4*	29,71±0,3 5*	9,25± 0,16*	10,74±0,2 4*
СГ-15		44,33± 0,29*	28,39±0,1 9*	26,67±0,2 0*	20,44±0,2 3*	11,37±0,3 4*
Д-10		17,73± 0,26*	20,50±0,2 1*	25,01±0,1 0*	10,26±0,2 1*	11,60±0,2 2*
ОД-20		21,59± 0,39*	25,58±0,2 6*	49,30±0,2 5*	20,58±0,1 6*	11,52±0,2 5*
ДС-10		22,08± 0,15*	28,75±0,3 7*	37,13±0,4 9*	12,19±0,1 9*	18,86±0,1 8*

\* - розходження достовірні при порівнянні з контролем,  $p < 0,05$

Результати дослідження експериментально доводять, що післязбиральна обробка антиоксидантними композиціями ОГ, СГ, Д, ОД і ДС дозволяє значно знизити інтенсивність дихання плодів і затримати настання клімактериксу, тим самим, продовживши термін зберігання.

#### 4. Вплив антиоксидантів на антиоксидаційний комплекс плодів

Участь у неферментативній регуляції обміну речовин – головна властивість фенолів і вітамінів, при нестачі вітамінів виникають серйозні порушення в редокс-ланцюгу дихального газообміну.

Зниження динаміки витрати фенолів спостерігалось при обробці препаратом ОГ-10. Був відзначений максимальний ефект і інгібування швидкості витрат фенолів у 5 разів вище, у порівнянні з необробленими плодами. Уповільнення окислювання фенолів спостерігалось при обробці препаратом СГ-15 і було в 3,6 рази інтенсивніше, ніж у контролі. Застосування препарату Д-10 дозволило в 2,5 рази зменшити швидкість витрат фенолів, у порівнянні з контролем, тоді як варіант ОД 20 дозволяє знизити швидкість окислювання фенолів у 2,8 рази, у порівнянні з контролем. Обробка ДС-10 сприяє нагромадженню максимальної кількості фенольних сполук на 118 добу, збільшуючи їхній запас у 2,1 рази (рис. 2).

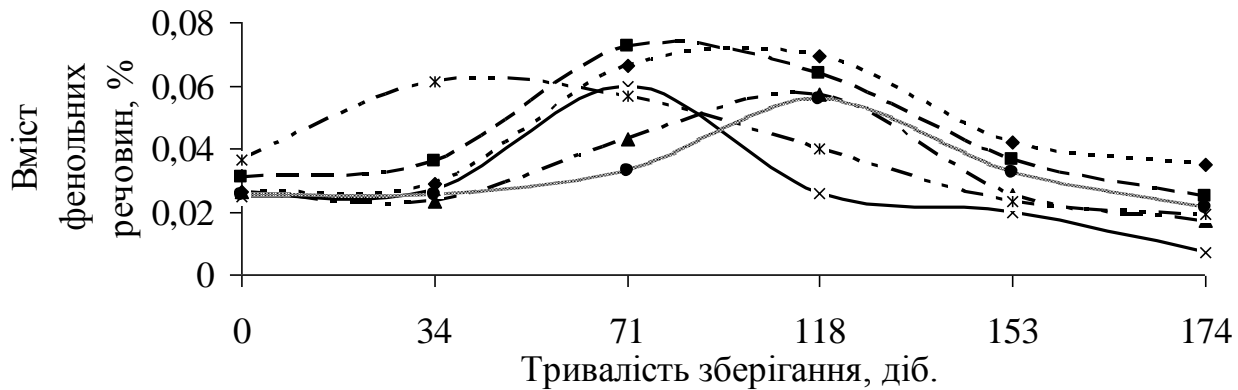


Рис. 2. Зміна загального вмісту фенольних речовин в яблуках сорту Ренет Сими́ренка, оброблених антиоксидантами, % (2000 р.)

—x— Контроль ···♦··· ОГ-10 —■— СГ-15 —▲— Д-10 —\*··· ОД-20 —●— ДС-10

Під час зберігання вміст аскорбінової кислоти поступово знижується. Розпад аскорбінової кислоти відбувається протягом всього періоду зберігання (табл. 5).

Таблиця 5 - Зміст аскорбінової кислоти при обробці антиоксидантами в яблуках сорту Ренет Сими́ренка після 174 днів зберігання, мг %.

Варіанти	Тривалість зберігання, днів					
	До зберігання	34	71	118	153	174
Контроль	11,4±0,2	8,1±0,1	6,9±0,2	5,6±0,4	4,0±0,1	2,5±0,4
ОГ-10	11,9±0,3	10,8±0,5*	9,1±0,7*	8,0±0,5*	6,4±0,4*	4,6±0,4*
СГ-15	11,4±0,2	10,0±0,1*	8,1±0,3*	7,4±0,2*	6,1±0,4*	4,9±0,2*
Д-10		11,1±0,1*	9,9±0,3*	8,6±0,5*	7,4±0,2*	4,6±0,3*
ОД-20	12,0±0,7	11,0±1,2*	8,3±0,1*	7,4±0,4*	6,5±0,2*	5,3±0,3*
ДС-10	11,4±0,2	11,1±0,6*	10,2±0,8*	8,9±0,1*	7,0±0,1*	5,2±0,4*

\* - розходження достовірні при порівнянні з контролем,  $p < 0,05$

Обробка препаратом ОГ-10 дозволяє знизити темпи втрат вітаміну С. При знятті зі зберігання його кількість у цьому варіанті була на 18,2 % більшою, ніж у контролі. Застосування композиції СГ-15 знизило втрати вітаміну С на 21,5 % у порівнянні з контролем. При використанні Д-10 збереглося 40,2 % аскорбінової кислоти, тоді як у контролі - 21,8 % від початкового вмісту. Композиції антиоксидантів значною мірою сприяють ігноруванню руйнування аскорбінової кислоти. У плодах, оброблених

композицією ОД-20 кількість вітаміну С перевищувала контрольний варіант у 2,1 рази. Рівень вітаміну С у варіанті ДС-10 був вище контролю на 23,7 %.

Комплекс пероксидаза – феноли-хінони – поліфенолоксидаза складає один з активних фізіологічних механізмів, що бере участь у захисті рослин від уражень. Обробка антиоксидантами дозволяє в процесі зберігання впливати на активність пероксидази і поліфенолоксидази яблук.

Наші дослідження (рис. 3) показують, що в плодах оброблених ОГ-10 на 118 добу зберігання пероксидазна активність - у 3,8 рази вища, ніж у контролі.

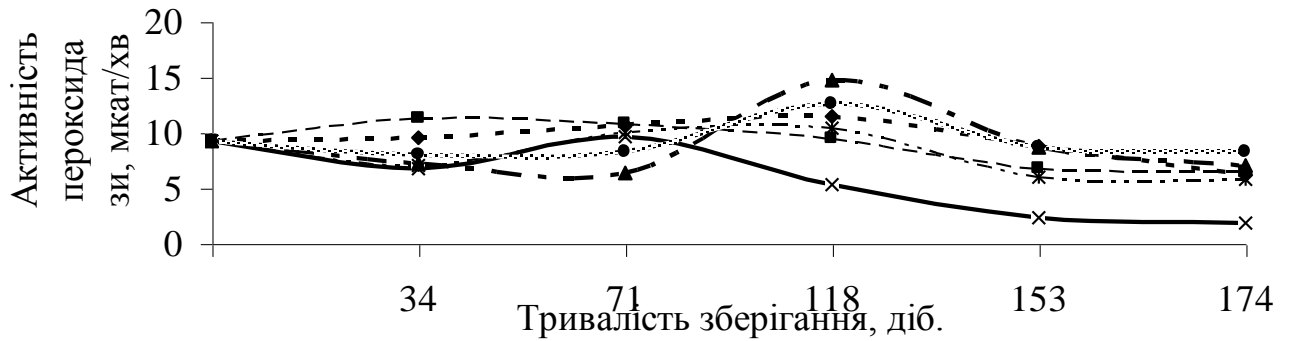


Рис. 3. Активність пероксидази яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених антиоксидантами, мкат/хв. (2000 р.)

—×— Контроль - ◆- - ОГ-10 - ■- - СГ-15 - ▲- - Д-10 - \* - - ОД-20 - ●- - ДС-10

У плодах оброблених препаратом СГ-15 збільшення активності пероксидази настає на 34 добу, але надалі вона повільно знижується. При застосуванні композиції Д-10 максимум активності спостерігався на 118 добу зберігання, причому рівень активності в контролі був у 3,8 рази нижче. У варіанті ОД-20 зниження активності ферменту не відбувалося. Навпаки, активність ферменту набувала максимального значення, що свідчить про інтенсивність нейтралізації пероксиду водню. Обробка препаратом ДС-10 сповільнює інтенсифікацію пероксидації: пік активності наставав на 118 добу зберігання.

Іншою була дія антиоксидантів на активність поліфенолоксидази (рис. 4).

На початку зберігання активність цього ферменту знижується. Найменший рівень активності поліфенолоксидази спостерігався у варіанті ОГ-10 на 71 добу зберігання. Препарати СГ-15 і Д-10, вірогідно, інактивують фермент у порівнянні з контролем, знижуючи тим самим рівень окислених фенолів в клітинах плодів. На перших етапах зберігання зниження активності поліфенолоксидази при обробці композиціями ОД і ДС у контролі було більш інтенсивним, але вже на 71 добу зберігання активність поліфенолоксидази значно підвищувало. Незначне підвищення активності ферменту починалося лише на 118 добу.

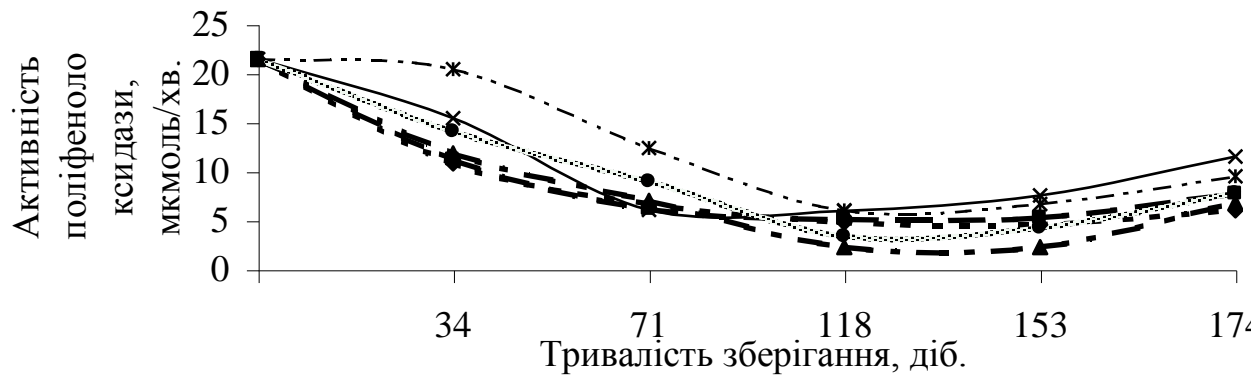


Рис. 4. Активність поліфенолоксидази яблук сорту Ренет Симиренка, оброблених антиоксидантами, мкмоль/хв. (2000 р.)

—x— Контроль - ♦ - ОГ-10 —■— СГ-15 —▲— Д-10 - \* - ОД-20 .....●..... ДС-10

Таким чином, досліджувані антиоксидантні препарати значною мірою інгібують окислювально-відновні процеси, регулюючи неферментативні і ферментативні системи. Одночасно зберігається запас тканинних антиоксидантів, що впливає на зберігання цілющих антиоксидантних властивостей плодами.

### 5. Зміна біохімічного складу плодів, оброблених антиоксидантами

Застосування антиоксидантних препаратів дозволяє значно впливати на зміну кількості і складу енергетичних субстратів, що є в плодах (табл. 6).

Таблиця 6 - Вміст цукрів і титруємих кислот у оброблених антиоксидантами яблуках сорту Ренет Симиренка після зберігання протягом 174 діб, %.

Варіанти	Показники, %		
	Моноцукри	Сахароза	Титруєма кислотність
Контроль	7,281 ± 0,163	0,352 ± 0,139	0,396 ± 0,056
ОГ-10	8,745 ± 0,568*	1,389 ± 0,569*	0,547 ± 0,010*
СГ-15	9,815 ± 0,120*	2,309 ± 0,158*	0,540 ± 0,064*
Д-10	8,320 ± 0,473*	0,352 ± 0,265*	0,491 ± 0,028*
ОД-20	8,890 ± 0,171*	1,950 ± 0,155*	0,503 ± 0,011*
ДС-10	9,112 ± 0,218*	1,546 ± 0,571*	0,472 ± 0,022*

\* - розходження достовірні при порівнянні з контролем,  $p < 0,05$

Після закінчення зберігання в плодах, оброблених препаратами ОГ-10 і СГ-15, вміст моноцукрів був на 20,1 – 34,8 % більшим, ніж у контролі, а витрати сахарози знизилися в 4,0 – 6,6 рази. Розчин Д-10 не впливав на вміст сахарози, а кількість моноцукрів перевищувала у 1,2 рази цей показник для необроблених плодів. Ефективним виявилось застосування комплексів ОД-20 і ДС-10. Рівень моноцукрів у цих варіантах перевищував цей показник у необроблених плодів у 1,2 -1,3 рази, сахарози відповідно в 5,5 – 4,4 рази.

Результати наших досліджень показують, що обробка антиоксидантними препаратами значно знижує темпи втрат органічних

кислот при зберіганні (табл.5). При обробці препаратами ОГ-10 і СГ-15 їх втрати були більш повільними - у 1,4 рази нижче контролю. Це підтверджує те, що фенольні антиоксиданти, що входять до складу горіха і сосни запобігають пере окисленню органічних кислот. Препарат Д-10 до кінця зберігання підтримував титруєму кислотність на рівні в 1,2 рази вищому, ніж в контролі. При використанні комплексів ОД-20 і ДС-10 також спостерігалася позитивна дія на процеси витрати кислот, інгібуюча дія антиоксидантів дозволила зберегти запас кислот в 1,3 і 1,2 рази вищим, ніж в контролі.

Отримані експериментальні дані показують, що післязбиральна обробка яблук антиоксидантами знижує темпи витрат дихальних субстратів, що запобігає окисленню біологічно активних речовин і підвищує біологічну цінність плодів.

#### **6. Економічна ефективність зберігання яблук із застосуванням антиоксидантів**

Експериментальними дослідженнями і виробничим дослідом доведена економічна ефективність зберігання плодів із застосуванням антиоксидантних препаратів для післязбиральної обробки.

Таблиця 7 - Економічна ефективність зберігання плодів яблуні з застосуванням антиоксидантів, грн/т. (2000 – 2001р.)

Варіант обробки	Час обробки, сек.	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/т	Рентабельність, %
Контроль	-	510,28	815,42	159,8
ОГ	10	539,68	1633,03	302,6
СГ	15	539,68	1645,41	304,9
ДС	10	750,64	1360,02	181,2

Високий рівень рентабельності пов'язаний зі скороченням втрат від фізіологічних і мікробіологічних захворювань, з підвищенням виходу товарної продукції 1 гатунку і скороченням кількості нестандартної продукції.

#### **ВИСНОВКИ**

1. Обробка плодів антиоксидантними препаратами фенольного характеру сприяє збільшенню виходу товарної продукції 1 гатунку на 33,5 – 40,4 % за рахунок скорочення втрат від фізіологічних і мікробіологічних захворювань і зниження природної втрати маси в 2,2 – 3 рази.
2. При органолептичній оцінці плоди, оброблені антиоксидантами фенольного характеру, відрізнялися гармонійним смаком и мали 4,4 – 4,7 балів за п'ятибальною шкалою.
3. Застосування водних екстрактів зелених оплоднів волоського горіха і кори сосни в комплексі з гліцерином дає змогу уникнути фізіологічних захворювань плодів, а рівень мікробіологічних захворювань знижується на 75,6 – 79,5 %.



4. Комплексні препарати сприяють кращому збереженню запасу біологічно активних речовин у плодах та знижують інтенсивність процесу дихання на 8,2 – 38,5 %. Клімактеричний підйом дихання затримується.
5. Застосування біогенних антиоксидантів фенольного характеру знижує інтенсивність окислювально-відновних процесів. При цьому знижуються витрати: цукрів – на 27,7 – 36,6 % , органічних кислот – на 19,45 – 35,6 % , краще зберігається вміст тканинних антиоксидантів: фенольних речовин у 3,6 – 4,6 рази, аскорбінової кислоти на 40,2 – 52 %.
6. Оцінка економічної ефективності показала, що застосування природних антиоксидантів забезпечує підвищення виходу товарної продукції високої якості, дозволяє отримати прибуток 1633,03 – 1645,41 грн/т і збільшити рівень рентабельності процесу зберігання 1,9 рази.
7. За результатами проведених досліджень, для післязбиральної обробки яблук сорту Ренет Симиренко кращими композиціями є водний екстракт зелених оплоднів волоського горіха у поєднанні з 1 % гліцерину, водний екстракт кори сосни у поєднанні з 1 % гліцерину.

### Література

1. Сердюк М. Є. Динаміка окисних процесів при тривалому зберіганні яблук з використанням антиоксидантів / М. Є. Сердюк, С. С. Байберова // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – 2008. – № 93. – С. 86–91.
2. Сердюк, м. Е.; Безменникова, В. М. Влияние антиоксидантного препарата АОК-М на товарные качества плодов абрикосов при хранении. 2008. <https://rep.bsatu.by/handle/doc/5147>
3. Калитка В. В. Інтенсивність окисних процесів під час тривалого зберігання плодів абрикосу, оброблених антиоксидантними препаратами / В. В. Калитка, М. Є. Сердюк, В. М. Безменнікова // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету: наукове видання / УДАУ. - Умань, 2007. - Вип. 65, ч. 1: Агрономія. – С. 229-233.
4. Калитка В. В. Вплив антиоксидантного препарату АОК-М на інтенсивність окисних процесів під час зберігання плодів абрикосу / В. В. Калитка, М. Є. Сердюк, В. М. Безменнікова // Перспективна техніка і технології — 2008: матер. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 24-26 вересня 2008 р.) / МДАУ. - Миколаїв, 2008. - С. 17-22.
5. Калитка В. В. Зміни вмісту пектинових речовин в плодах абрикосу оброблених АОК-М при зберіганні / В. В. Калитка, В. М. Безменнікова // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету / ЛНАУ; за ред. В. Г. Ткаченко. - Луганськ, 2008. - № 93. – С. 44-47.

## **Розділ 3.3 Вивчення впливу дослідних біоантиоксидантів на товарознавчі та біохімічні показники інших видів плодів та ягід**

### **1.6.3.3.1 Вивчення впливу дослідних біоантиоксидантів на товарознавчі та біохімічні показники плодів груші**

#### **ВСТУП**

Забезпечення населення свіжими плодами протягом усього року можливе лише при умові добре налагодженого зберігання. Для підвищення лежкості плодів, необхідно, перш за все, використовувати такі способи зберігання врожаю, які дозволять найбільше підтримувати стійкість плодів до паразитивних і фізіологічних пошкоджень, затримувати процеси досягання й перестигання, збереження їх харчових і товарних властивостей.

Поряд із використанням штучного холоду все ширше впроваджують післязбиральну обробку плодів антиоксидантами. Антиоксиданти – це речовини, що гальмують вільно радикальне не ферментативне окислення енергетичних субстратів. Антиоксиданти можуть бути хімічної та біологічної природи [1].

В останні роки багато робіт присвячено розробці нових препаратів для збереження високої якості плодів у період тривалого зберігання, до складу яких входять біоантиоксиданти.

#### **Мета досліджень**

Дослідження впливу післязбиральної обробки плодів груші антиоксидантними препаратами на тривалість зберігання і на збереженість їх смакових, поживних, товарних якостей

#### **Об'єкт дослідження**

Процес тривалого зберігання плодів груші з використанням антиоксидантів

#### **Предмет дослідження**

Зміни смакових, поживних і товарних якостей груш при тривалому зберіганні з використанням антиоксидантів

#### **Програма досліджень**

1. Виконати патентний пошук існуючих способів зберігання плодів зерняткових культур
2. Закласти пошуковий дослід по встановленню впливу післязбиральної обробки груш антиоксидантними препаратами на тривалість зберігання і на збереженість смакових, поживних, товарних якостей
3. Виконати лабораторні дослідження
4. Обробити одержані результати та зробили їх аналіз

#### **Методика дослідження**

У якості модельних сортів використовувалися груші сортів Деканка зимова, Вікторія. Для тривалого зберігання плоди збиралися при досягненні технічного ступеню стиглості, типові за забарвленням і формою, відповідно до ГОСТ 21122-75. Перед закладенням на зберігання проводилася інспекція,

сортування і калібрування плодів. На зберігання закладалися плоди першого товарного гатунку.

Плоди груші були оброблені методами занурення та обрискування наступними композиціями: варіант 1 – водний екстракт з кори сосни; варіант 2 – гліцерин – 1%, вода – 99%; варіант 3 – лецитин – 4%, вода – 96%; варіант 4 – водний екстракт з кори сосни – 99%, гліцерин – 1%; варіант 5 – водний екстракт з кори сосни – 96%, лецитин – 4%; варіант 6 – водний екстракт з виноградної кісточки – 99%, гліцерин – 1%; варіант 7 – водний екстракт з виноградної кісточки – 96%, лецитин – 4%; варіант 8 – аскорбінова кислота 0,5%, рутин 0,5%, гліцерин 1%, вода 98%; варіант 9 – аскорбінова кислота 0,5%, рутин 0,5%, лецитин 4%, вода 95%; варіант 10 – плоди оброблені водою; варіант 11 – плоди без обробки.

Висушування плодів виконували повітрям. Пакування у ящики № 3. Використовували шахове укладання, кожен шар перестилали папером. Повторність – п'ятикратна, по 15 кг у кожній. Температура зберігання  $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість повітря  $95 \pm 1\%$ . За контроль приймалися плоди, оброблені водою.

У ході наукових дослідів був вивчен вплив обробки антиоксидантами препаратами на зміну товарних, фізіологічних і біохімічних показників груш, що зберігаються. Добір і підготовка проб для аналізів, органолептична і технологічна оцінки, природна втрата маси, товарний аналіз проводилися відповідно до „Методичних рекомендацій по зберіганню плодів, овочів і винограду” (1998 р.); інтенсивність дихання за методом Толмачева І.П. (1950 р.); активність поліфенолоксидази за методом Х. Починка (1976 р.); пероксидазну активність визначали за модифікованим методом Т. Попова (1971 р.); масову концентрацію цукрів за ДСТ 27198-87; масову концентрацію титруємих кислот за ДСТ 25555.0-82; вміст аскорбінової кислоти – методом титрування фарбою Тільманса; вміст фенольних речовин – колориметричним методом за реактивом Фоліна–Деніса.

Був вивчен вплив антиоксидантів на розвиток збудників мікробіологічних захворювань, а також кількісні і якісні показники епіфітної мікрофлори плодів груші. У динаміці що місяця відбиралися зразки з метою виділення з поверхні плодів мікроорганізмів різних таксономічних груп. Повторність п'ятикратна.

Математичну обробку результатів досліджень проводили за Б. А. Доспеховим, (1985 р.) і комп'ютерними програмами “Korreg”, “Cohort”, “Excel”.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1. Вплив антиоксидантів на рівень поразки плодів груші мікробіологічними та фізіологічними захворюваннями

Результати досліджень наведені у таблиці 9.

З результатів досліджень видно, що вихід стандартної продукції у контрольних зразках становив 77,4 %. Обробка плодів гліцерином та екстрактом із кори сосни підвищує вихід товарної продукції відповідно на 1,85 та 7,1%.

Таблиця 9. – Товарна оцінка якості груші сорту Деканка зимова

Варіант обробки	Термін зберігання, доба	Вихід стандартної продукції, %			Відход, %	
		1 гаунок	2 гаунок	3 гаунок	Технічний брак	Абсолютний відхід
Контроль	133	64,31 ± 0,23	4,42 ± 1,04	8,67 ± 1,12	14,45 ± 0,87	8,15 ± 0,67
С	133	79,96 ± 0,11	2,87 ± 0,73	1,67 ± 0,83	11,3 ± 0,08	4,2 ± 0,09
Г	133	72,23 ± 0,97	4,31 ± 0,09	2,71 ± 0,52	13,9 ± 1,07	6,85 ± 0,23
С + Г	133	85,62 ± 1,02	2,37 ± 0,12	1,35 ± 0,91	8,32 ± 1,11	2,34 ± 0,76

Кращі результати при обробці екстрактом із кори сосни можна пояснити тим, що ефірні олії сосни являють собою природний концентрат фітонцидів, який має протимікробну та фунгіцидну дію. Крім того, в літературі [ 3,4 ] зустрічаються данні про інгібіруючу дію ефірних олій сосни на біологічні тест - об'єкти, в результаті чого гальмуються усі окислювально – відновлені процеси.

Гліцерин на поверхні плодів утворює тонку, еластичну плівку, яка захищає їх від дії мікроорганізмів, а також від зовнішніх впливів [5].

При обробці плодів комплексним препаратом, який поєднує екстракт кори сосни та гліцерин були отримані ще кращі результати: вихід стандартної продукції майже на 12% був вище, ніж у контрольному варіанті.

Слід підкреслити, що серед стандартної продукції в дослідних варіантах значно більша кількість плодів 1 гаунку і менша абсолютної гнилі, ніж у контролі.

Завдяки обробці біоантиоксидантами збільшується стійкість до мікробіологічних і фізіологічних захворювань, а також збільшується вихід стандартної продукції.

## 2. Вплив способів обробки на вихід стандартної продукції

Обробку плодів можна проводити різними способами: шляхом занурення їх у розчин біологічно активних речовин чи шляхом обприскування у сховищах та безпосередньо в саду [6].

З результатів досліджень видно, що вихід стандартної продукції у контрольному варіанті становив 56,78%. Обробка плодів комплексними препаратами С+Г, та С+Л підвищує вихід товарної продукції в середньому на 1,5%.

За отриманими результатами був зроблений двофакторний аналіз. Під час якого аналізувався вплив складу обробки (фактор А) та способу обробки (фактор В) на вихід стандартної продукції плодів груші сорту Деканка зимова (таблиця 11).

З таблиці 11 видно, що значний вплив на вихід стандартної продукції оказує лише фактор А, а вплив фактору В дуже незначний

Таблиця 10 – Товарна оцінка якості плодів груші сорту Деканка зимова

Варіант дослідів	Термін зберігання	Стандартна продукція, %			Відход, %	
		1 гаунок	2 гаунок	3 гаунок	технічний брак	абсолютний відхід

С зан	170	76,98±0,05	2,54±0,01	1,72±0,01	13,07±0,05	5,69±0,03
Г зан	170	70,82±0,07	3,18±0,02	2,35±0,01	15,02±0,05	8,63±0,04
Л зан	170	78,06±0,06	4,11±0,02	2,32±0,01	10,13±0,05	5,38±0,02
С+Г зан	170	78,93±0,05	4,97±0,03	2,04±0,01	9,08±0,04	4,98±0,02
С+Л зан	170	80,65±0,05	4,29±0,02	1,78±0,01	9,22±0,04	4,06±0,02
К	170	40,44±0,04	5,02±0,03	11,32±0,05	23,38±0,05	19,84±0,05
С обпр	170	75,32±0,06	2,81±0,01	1,93±0,01	13,1±0,05	6,84±0,03
Г обпр	170	68,48±0,06	3,79±0,02	2,66±0,01	14,21±0,05	10,86±0,04
Л обпр	170	75,96±0,06	4,62±0,03	2,43±0,01	11,17±0,04	5,82±0,02
С+Г обпр	170	76,07±0,07	5,31±0,03	2,8±0,02	9,53±0,04	6,29±0,02
С+Л обпр	170	78,24±0,05	3,82±0,02	2,67±0,02	9,04±0,03	6,23±0,02

Таблиця 11 – Вплив факторів

	Сума Si		Степ. св. Ki		Дисперсія		Fnabl.	Fkr.	Висн.
Фактор А	Sa	869,669	Ka	4	Ga	217,42	2,77	2,69	Yes
Фактор В	Sb	25,504	Kb	1	Gb	25,50	0,33	4,17	No
Фактор АВ	Sab	0,238	Kab	4	Gab	0,06	0,00	2,69	No
Повторність	Сповт	0,36	Кповт	4	Гповт	0,09	0,00	2,69	No
Остаточна	Сост	2821,6294	Кост	36	Гост	78,38			
Загальне	Szag	3717,398	Kzag	49	Gzag				

### 3. Вплив післязбиральної обробки антиоксидантами на збереженість вітаміну С

В людському організмі вітамін С не синтезується, і одним з його джерел є плоди, тому вони є необхідною та незамінною частиною раціону людини [7].

Аскорбінова кислота вміщує діенольну групу, яка здатна легко окислюватися, завдяки чому вона відіграє значну роль в дихальному газообміні. Відновлена форма – L-аскорбінова кислота та її окислена форма – дегідроаскорбінова кислота легко взаємоперетворюються. Але під час зберігання в результаті дії несприятливих факторів вміст вітаміну С поступово знижується в результаті незворотної деструкції дегідроаскорбінової кислоти [8].

Обробка плодів антиоксидантами впливає на лежкість, якість та хімічний склад, і безпосередньо на збереженість вітаміну С [9, 10].

На даний час, зберігання плодів із застосуванням антиоксидантів є однією з найбільш доступних і перспективних технологій [11].

Тому метою наших досліджень було вивчення впливу способів післязбиральної обробки препаратами природного походження на зміни вмісту вітаміну С в плодах груші при довгостроковому зберіганні.

Дослідження багатьох авторів показують, що антиоксиданти інгібують темпи руйнування аскорбінової кислоти при довгостроковому зберіганні плодів[9].

Застосування природних антиоксидантних препаратів сприяє уповільненню окисно-відновних процесів, що протікають в плодах груші при зберіганні, як слідство – зниження руйнування вітаміну С.

Наші дослідження підтверджують цю точку зору. Як видно з рисунків 15, 16 зниження вмісту аскорбінової кислоти починається відразу після закладки плодів на зберігання. Але обробка плодів розчинами, що містять аскорбінову кислоту, сприяє збільшенню вмісту вітаміну С вже при закладанні на зберігання і тільки на 125 добу ці плоди мають таку ж кількість аскорбінової кислоти, як і контрольні, перед закладкою.

З результатів досліджень видно, що в контрольних зразках вміст вітаміну С на прикінці зберігання на 32% нижче в порівнянні з варіантами ВКГ, ВКЛ, СГ, СЛ і на 40% нижче в порівнянні з обробкою АКРГ, АКРЛ.

Кращі результати препаратами АКРГ, АКРЛ пояснюються наявністю в складі препаратів АК і тим, що до складу цих препаратів входить рутин, який є синергістом вітаміну С. Синергізм вітамінів С та Р полягає в тому, що Р затримує окислення С [12].

За отриманими результатами був зроблений двофакторний аналіз, під час якого аналізувався вплив складу обробки (фактор А) та способу обробки (фактор В) на зміну вмісту вітаміну С в плодах груші сорту Вікторія.

Таблиця 12. – Вплив факторів на вміст вітаміну С

	Сума Si		Ступ. св. Кі		Дисперсія		Fнабл.	Fкр.	Висн.
	Sa	Si	Ka	Ki	Ga	Gi			
Фактор А	Sa	15,901	Ka	5	Ga	3,18	66,03	2,65	Yes
Фактор В	Sb	0,086	Kb	1	Gb	0,09	1,78	19,3	No
Фактор АВ	Sab	0,161	Kab	5	Gab	0,03	0,67	2,65	No
Повторність	Сповт	1,64	Кповт	4	Гповт	0,41	8,54	2,69	Yes
Остаточна	Сост	2,1192	Кост	44	Гост	0,05			
Загальна	Sзаг	19,912	Кзаг	59	Gзаг				

З таблиці 12 видно, що на вміст вітаміну С в плодах груші сорту Вікторія впливає лише склад обробки біоантиоксидантами.

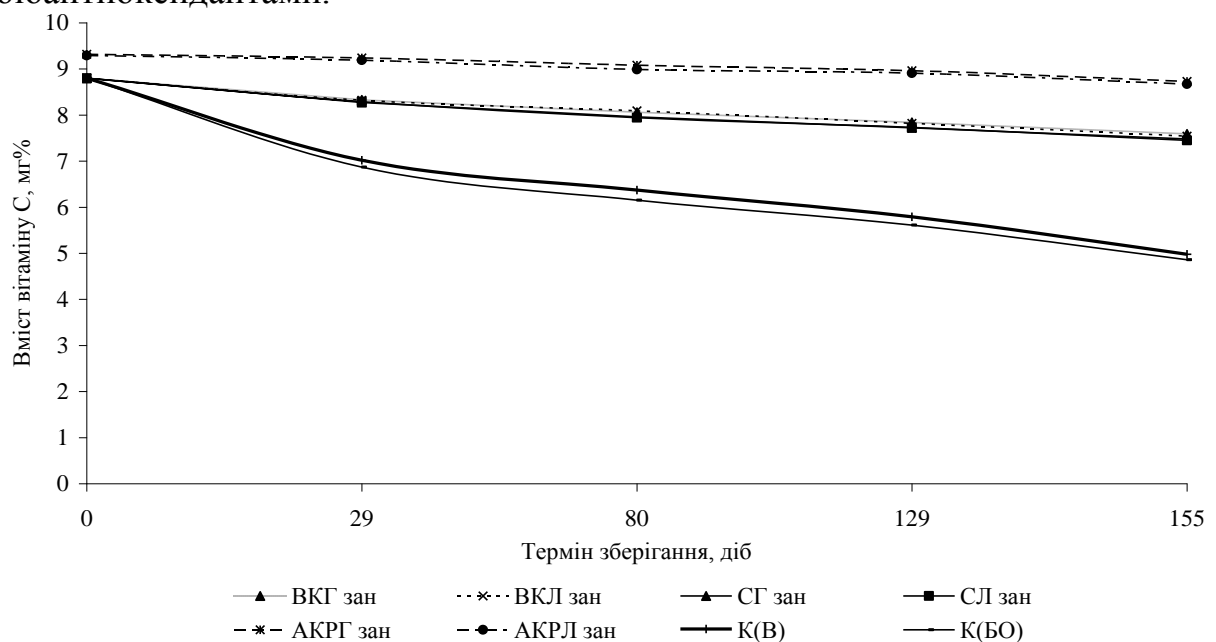


Рис. 1. Зміна вмісту вітаміну С в плодах груші сорту Вікторія, оброблених антиоксидантами методом занурення, %. (2003 р.)

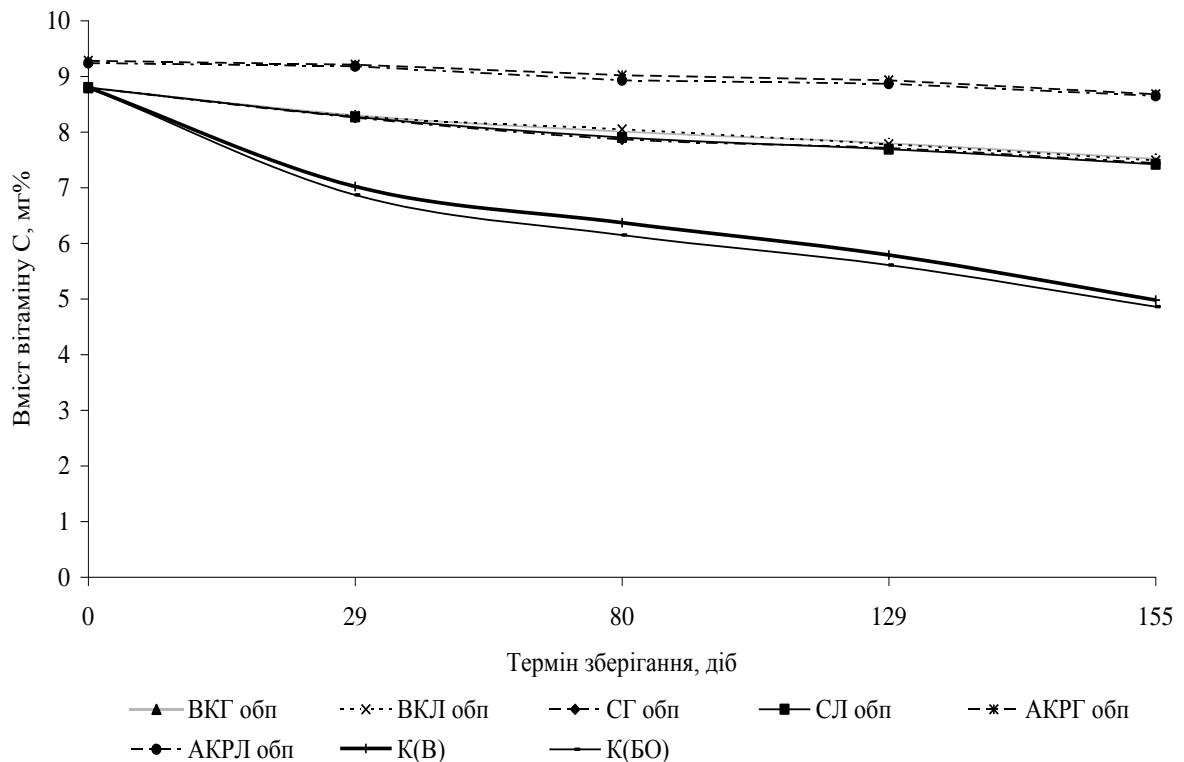


Рис.2. Зміна вмісту вітаміна С в плодах груші сорту Вікторія, оброблених антиоксидантами методом обприскування, % (2003 р.)

#### 4. Вплив післязбиральної обробки антиоксидантами на інтенсивність дихання плодів груші при тривалому зберіганні

В основі життєдіяльності під час зберігання у всіх груп плодоовочевої продукції лежить процес дихання. За його рахунок утворюються пластичні речовини й енергія для нового синтезу й руху речовин. Низька активність дихання характеризує знижену активність клітин, а отже, і незначне витрачання резервних поживних речовин на процеси життєдіяльності [13].

В період тривалого зберігання плодів дуже важливо відсунути клімактеричний підйом дихання якнайдалі, тому що досягнення піку клімактерикса зумовлює інтенсифікацію процесів дозрівання. Після цього, тривалість зберігання плодів вже невелика, а їх товарні та смакові якості швидко погіршуються [14].

Обробка плодів антиоксидантами оказує істотний вплив на дихальний газообмін груші в період зберігання. Як видно з графіку (рисунок 15), післязбиральна обробка плодів розчинами антиоксидантів, значно знижує інтенсивність дихання вже з перших діб зберігання. Незначний клімактеричний підйом дихання відзначався лише на 91 добі зберігання. В той же час, в контрольних зразках клімактеричний підйом дихання спостерігався вже на 34 добу зберігання і рівень інтенсивності дихання був значно вищий, ніж в дослідних варіантах.

Отримані результати можна пояснити тим, що антиоксиданти, вступаючи у взаємодію з мітохондріями *in vitro*, викликають гальмування процесів дихання [15].

Основним субстратом дихання є цукри. Обробка антиоксидантами значно впливає на їх вміст у процесі тривалого зберігання.

Як видно із таблиці 13, вміст цукрів у зразках, оброблених антиоксидантами в перші 62 доби змінюється дуже повільно, і тільки потім починає зростати з більш високою швидкістю. В той же час, в контрольних зразках збільшення вмісту цукрів починається вже з миті закладання плодів на зберігання.

Таблиця 13 – Вплив антиоксидантів на вміст цукрів в плодах груші сорту Деканка зимова при зберіганні, %.

Показники, %	Термін зберігання, діб	Варіанти дослідів		
		Контроль	С+Г	С+Л
Моноцукри	До обробки	6,82 ± 0,09		
Сахароза		1,65 ± 0,09		
Загал. Цукор		8,47 ± 0,09		
Моноцукри	34	9,95 ± 0,07	6,99 ± 0,09	6,97 ± 0,04
Сахароза		0,93 ± 0,07	1,63 ± 0,09	1,73 ± 0,04
Загал. Цукор		10,88 ± 0,07	8,62 ± 0,09	8,70 ± 0,04
Моноцукри	62	5,22 ± 0,04	7,14 ± 0,09	7,02 ± 0,12
Сахароза		0,64 ± 0,04	1,71 ± 0,09	1,89 ± 0,12
Загал. Цукор		5,86 ± 0,04	8,85 ± 0,09	8,91 ± 0,12
Моноцукри	91	4,72 ± 0,02	7,94 ± 0,06	7,87 ± 0,04
Сахароза		0,43 ± 0,02	1,40 ± 0,06	1,58 ± 0,04
Загал. Цукор		5,15 ± 0,02	9,34 ± 0,06	9,45 ± 0,04
Моноцукри	125	4,12 ± 0,02	6,52 ± 0,18	6,61 ± 0,03
Сахароза		0,33 ± 0,02	1,41 ± 0,18	1,46 ± 0,03
Загал. Цукор		4,45 ± 0,02	7,93 ± 0,18	8,07 ± 0,03
Моноцукри	155	3,90 ± 0,03	5,64 ± 0,02	5,79 ± 0,04
Сахароза		0,36 ± 0,03	1,05 ± 0,02	1,12 ± 0,04
Загал. Цукор		4,26 ± 0,03	6,69 ± 0,02	6,91 ± 0,04

Це, можливо, пояснюється тим, що антиоксидантні препарати гальмують окисно-відновні процеси та відсувають початок дозрівання на більш пізніші строки.

Після 91 доби зберігання вміст цукрів у дослідних зразках починає знижуватись, в той час як в контролі зменшення вмісту цукрів починається вже після 34 доби зберігання. До того ж, швидкість їх витрачання в контрольному варіанті значно вища, ніж в плодах оброблених антиоксидантами.

Наприкінці зберігання вміст цукрів у грушах, оброблених комплексними препаратами С+Г та С+Л був вище ніж у контрольному варіанті відповідно на 2,43% та 2,65% (табл. 13).

Крім того, з отриманих результатів можна помітити, що в першу чергу зменшується вміст сахарози. Це дозволяє зробити висновок, що саме сахароза є речовиною яка використовується в окисних перетвореннях в процесі дихання.

Важливу роль у процесах життєдіяльності плодів мають і органічні кислоти. З їх перетворенням у процесі дихання зв'язано вироблення енергії



для життєдіяльності плодів, що зберігаються. Вони визначають смакові особливості плодів [16].

Результати наших дослідів показують, що при зберіганні плодів оброблених антиоксидантами, витрати органічних кислот значно зменшуються (табл. 14).

Таблиця 14 – Вплив антиоксидантів на вміст титруємих кислот в плодах груші сорту Деканка зимова при зберіганні, %.

Термін зберігання, діб	Варіанти дослідів		
	Контроль	С+Л	С+Г
До зберігання	0,465 ± 0,003		
34	0,405 ± 0,003	0,434 ± 0,002	0,437 ± 0,001
62	0,356 ± 0,002	0,41 ± 0,012	0,417 ± 0,002
91	0,325 ± 0,003	0,387 ± 0,001	0,406 ± 0,004
125	0,299 ± 0,002	0,338 ± 0,006	0,388 ± 0,001
155	0,213 ± 0,002	0,323 ± 0,002	0,371 ± 0,006

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що застосування антиоксидантів призводить до зниження темпів руйнування органічних кислот.

#### **Висновки по розділу**

1. Післязбиральна обробка плодів біоантиоксидантами збільшує вихід товарної продукції та покращує її якість.

2. На результати експерименту оказує вплив лише состав обробки, незалежно від того яким способом були оброблені плоди: зануренням чи обприскуванням.

3. Застосування природних антиоксидантних препаратів сприяє уповільненню окисно-відновних процесів, що протікають в плодах груші при зберіганні, як слідство – зниження руйнування вітаміну С, незалежно від того яким способом були оброблені плоди.

4. Антиоксидантні препарати знижують функціональну активність рослинних клітин, в результаті чого процеси дозрівання в оброблених плодах починалися пізніше, ніж в контрольних. При цьому значно знижалася інтенсивність дихання плодів, а клімактеричний підйом дихання відсувався на більш пізніші строки.

5. Використання антиоксидантних препаратів сприяє гальмуванню окисно-відновних процесів, що протікають в плодах груші при зберіганні, а отже, і зниженню витрати цукрів та органічних кислот.

### **Тема 3.3.2 Вплив електроіонізованого повітряного середовища на тривалість зберігання плодів черешні**

#### **ВСТУП**

Вирішення задачі позасезонного постачання населенню плодів черешні як корисного продукту із високими дієтичними, смаковими та харчовими властивостями можливо лише за умови організації її ефективного зберігання: вибору науково-обґрунтованих способів, диференційованих режимів обробки для окремих сортів.

Поряд з удосконаленням традиційних методів зберігання плодів, пов'язаних з усілякими обробками, в основі яких лежать процеси нагрівання, охолодження або хімічного впливу, що найчастіше виявляються дорогими чи малоефективними або зовсім неможливими із-за псування плодів при транспортуванні і в умовах фруктосховищ, потрібна розробка нових, більш економічних, які дозволять знизити втрати при зберіганні, а також забезпечити більш високі біохімічні та дегустаційні показники якості продукції.

Одним із таких методів є використання іонізованого повітря для зберігання плодоовочевої сировини. Він не є енергоємним, може здійснюватися у поєднанні з будь-якими відомими технологіями зберігання та не потребує значних капітальних вкладень, що дозволяє широко використовувати цей спосіб безпосередньо у господарствах та на підприємствах.

Але недостатня вивченість даного способу зберігання плодів черешні стримує його застосування: відсутні науково-обґрунтовані режими обробки, невідома динаміка значень показників хімічного складу плодів черешні у процесі зберігання, недостатньо вивчений процес генерування іонної повітряної суміші і недосконалі технічні засоби для штучної іонізації повітря. Все це створює визначені труднощі у прогнозуванні строків зберігання та виходу продукції на кінцевому етапі із заданими органолептичними показниками та біологічною цінністю.

Виходячи з того, що відомості щодо зберігання плодів черешні з використанням електроіонізованого повітря у науковій літературі практично відсутні, проведення досліджень у даній галузі є актуальним.

**Метою наукових досліджень** є удосконалення технології зберігання плодів черешні з використанням повітря, іонізованого електричним струмом коронного розряду.

**Об'єкт дослідження:** зберігання плодів черешні у електроіонізованому повітряному середовищі.

**Предмет досліджень:** плоди черешні сорту Крупноплідна пізнього строку визрівання.

#### **Методи досліджень**

Поставлені задачі вирішувалися на основі вивчення, аналізу, зіставлення й узагальнення літературного матеріалу та отриманих результатів. Метод гіпотез застосовано при складенні схем досліду; для визначення товарного стану продукції використано морфологічний метод;

для встановлення динаміки біохімічних показників застосовані біохімічні методи; для визначення уражень плодів мікробіологічними захворюваннями – мікробіологічні; метод синтезу – для формулювання висновків, узагальнень. Аналіз, обробка експериментальних даних та прогнозування кінцевого результату проводилися із застосуванням методів математичної статистики з використанням комп'ютерних програм «MS Office Excel 2000» і пакета «MathCad» (S/N:VN800809DH0697) на персональному комп'ютері (Pentium IV 2.4).

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що для зберігання плодів черешні у електроіонізованому повітряному середовищі з перевагою у ньому негативних іонів:

- визначені оптимальні параметри іонізації повітря електричним струмом коронного розряду;
- встановлено строки зберігання плодів, які дозволяють отримувати продукцію з мінімальними втратами і високими органолептичними й біохімічними показниками;
- запропонована математична модель, що дозволяє прогнозувати вихід плодів першого товарного гатунку у залежності від параметрів електроіонізації повітряного середовища зберігання;
- запропоновано математичні моделі виявлених закономірностей, які дозволяють з високою точністю прогнозувати вміст біохімічних речовин у плодах черешні на будь-яких етапах зберігання.

#### **Програма досліджень:**

1. Розробити, випробувати в умовах вирощування та запатентовані два пристрої для електронно-іонної обробки плодів на основі електроіонізації повітря у полі коронного розряду;
  1. Підібрати оптимальні параметри електричного струму коронного розряду для іонізації повітряного середовища, що забезпечує високе зберігання товарних, смакових і харчових якостей плодів черешні;
  2. Вивчити вплив електроіонізованого повітря на ступінь ураження плодів мікробіологічними та фізіологічними розладами;
  3. Вивчити вплив електроіонізованого повітря на інтенсивність дихання, зміну біохімічних показників і фізико-механічних властивостей плодів черешні при зберіганні;
  4. Визначити економічну ефективність від впровадження у виробництво способу зберігання плодів із застосуванням електроіонізованого повітря;
  5. З урахуванням результатів досліджень розробити „Технологічна інструкція із зберігання плодів черешні у електроіонізованому повітряному середовищі”.

#### **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження виконувалися в період 2001-2005 рр. на кафедрі «Технології переробки та зберігання продукції сільського господарства», Таврійської державної агротехнічної академії.

При дослідженні використовувалися плоди черешні сорту Крупноплідна пізнього строку визрівання, вирощені в степовій зоні півдня

України. Збір плодів, призначених для зберігання, робили в суху погоду, коли вони мали ще щільний м'якуш, але вже придбали характерне для даного сорту забарвлення. Для зберігання відбиралися плоди черешні, що досягли знімної зрілості, типові за забарвленням й формою відповідно ГОСТ 21922-76. Перед закладкою на зберігання була проведена їхня інспекція, сортування й калібрування. У досліді використовувалися плоди тільки першого товарного гатунку, які перед закладкою на зберігання охолоджували при температурі  $0 - +1^{\circ}\text{C}$  протягом 15 годин. Упаковували плоди черешні по 1 кг у пакети розміром 25x40 см із поліетиленової плівки товщиною 0,05 мм. Обробка проводилася шляхом нагнітання в пакети з черешнею іонізованого повітря, отриманого за допомогою розробленого пристрою. Іонізація повітря проводилася електричним струмом коронного розряду напругою 5000 В, 10000 В, 15000 В експозицією 5, 10, 20 хвилин при кожній величині напруги. Пакети герметизували термозварюванням. Було закладено 9 варіантів досліду. Протягом усього періоду зберігання в сховищі підтримувалася температура  $+1^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Контрольні варіанти зберігалися в герметизованих поліетиленових пакетах без обробки при температурі  $+1^{\circ}\text{C}$ .

У ході наукових досліджень вивчався вплив електроіонізованого повітря на зміну товарних, деяких біохімічних, фізіологічних показників та фізико-механічних властивостей плодів черешні, які зберігалися. Добір і підготовка проб для аналізів, органолептична й технологічна оцінки, товарний аналіз проводили відповідно до „Методичних рекомендацій по зберігання плодів, овочів і винограду” (1998 р.), інтенсивність дихання – за методом Толмачова І.П. (1950 р.); масову концентрацію цукрів – по Бертрану - ГОСТ 13192-73; масову концентрацію титруємих кислот - по ГОСТ 25555.0-82; вміст етилового спирту - по ГОСТ 25555.2-91; вміст ацетальдегіду – відповідно методиці по Є.П Широкову; вміст фенольних речовин – колориметричним методом по реактиву Фоліна-Деніса; вміст антоціанів - по методичним вказівкам Б.Б.Самородової-Біанки; зміну фізико-механічних властивостей згідно до „Методичних рекомендацій по зберігання плодів, овочів і винограду” (1998 р.), із використанням приладу WOLPERT. Вивчався вплив електроіонізованого повітря на розвиток збудників мікробіологічних захворювань. У процесі мікробіологічного контролю визначали показники, рекомендовані міжнародними стандартами, а саме: загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), загальну кількість пліснявих грибів, загальну кількість бактеріальних мікроорганізмів на етапах зберігання плодів черешні.

Розрахунок економічної ефективності застосування електроіонізованого повітряного середовища при зберіганні плодів черешні проводився з урахуванням методики оцінки втрат у сфері агропромислового комплексу. Математична обробка результатів досліджень проводилася по Г. Ф. Лакіну. Кореляційний і регресійний аналізи - по Б. А. Доспехову з використанням комп'ютерних програм «MS Office Excel 2000» і пакета “MathCad” (S/N:VN800809DH0697) на персональному комп'ютері (Pentium IV 2.4).

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

## 1. Розробка пристрою для штучної іонізації повітря

У цьому розділі було зроблено короткий аналіз існуючих технічних засобів для штучної іонізації повітря, розроблено принципову схему пристрою для підготовки продуктів до зберігання, в основу якого покладено фізичне явище коронного розряду у газовому середовищі.

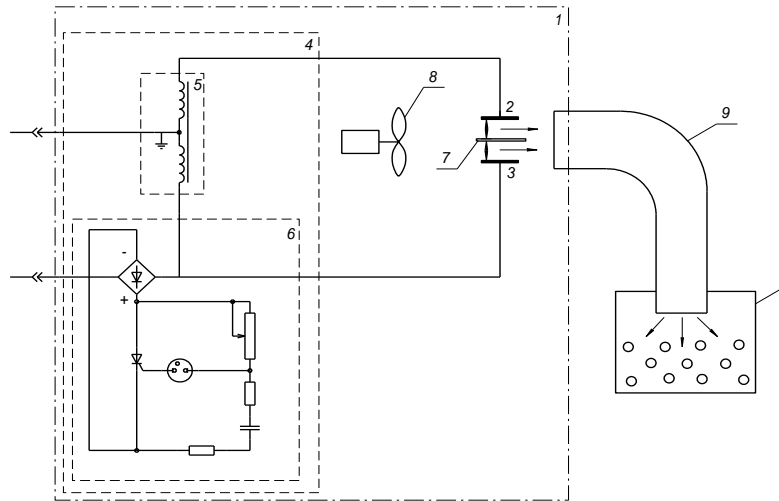


Рис. 12. Принципова схема пристрою для підготовки продуктів до зберігання:

1- камера іонізації повітря; 2,3 - металеві електроди; 4 - джерело живлення; 5- підвищувальний трансформатор; 6 – фазоімпульсний регулятор напруги; 7 –діелектричний бар'єр; 8 – вентилятор; 9 – гнучкий металевий шланг; 10 – пакет із продукцією.

Надано принцип роботи пристрою та обґрунтування застосованих елементів конструкції. Встановлено, що пристрій дозволяє отримувати іонно-озонну суміш з високим вмістом іонів негативної полярності, яка визначається значною бактерицидною дією на патогенну мікрофлору повітряного середовища і поверхні плодів, а також сповільнює в них обмінні процеси.

Досягнення позитивного ефекту при здійсненні даного технічного рішення підтверджується можливістю застосування пристрою для обробки рослинної сировини з різноманітними режимами. Продуктивність пристрою 9,3 кг/г, габаритні розміри - 200x130x130 мм, маса – 2 кг, собівартість – близько 60 грн., споживаний електричний струм – 30 мА при напрузі у мережі 220 В.

## 2. Зміни товарної якості плодів черешні, які зберігалися у електроіонізованому повітряному середовищі (ЕПС)

Для визначення оптимальних режимів електроіонізації повітряного середовища плодів черешні були проведені досліді, які довели доцільність і ефективність використання методу. Аналіз експериментальних даних (2001-2003 рр.) дозволяє стверджувати, що при застосуванні повітряного середовища, іонізованого електричним струмом визначених параметрів, можна значно продовжити термін зберігання плодів черешні без погіршення їх якості (табл. б).

Отримані результати показують, що на 90 добу зберігання плодів в електроіонізованому повітряному середовищі вихід продукції першого товарного гатунку у всіх варіантах досліді був значно вищим, ніж у контрольному (на 40 добу) на 41-50%.

Таблиця 6

Зміна товарних якостей плодів черешні при зберіганні у електроіонізованому повітряному середовищі (середні значення за 2001-2005 рр.)

Режим обробки	Строк зберігання, діб.	Перший товарний гатунок, %	Дегустаційна оцінка, бал	Середньомісячні втрати, %	Ушкодження	
					Мікробіологічні, %	Фізіологічні, %
5000В; 5 хв.	90	88,59±1,79	3,93	3,80	2,18±0,48	1,65±0,31
5000 В; 10 хв.	90	88,91±2,92	4,01	3,70	2,08±0,12	1,31±0,20
5000 В; 20 хв.	90	92,01±1,26	4,08	2,66	2,15±0,34	1,50±0,14
10000 В; 5 хв.	90	89,65±1,52	4,15	3,45	1,99±0,22	1,42±0,23
10000 В; 10 хв.	90	93,17±1,54	4,19	2,28	1,21±0,11	1,27±0,12
10000 В; 20 хв.	90	88,79±1,85	4,09	3,74	2,03±0,61	1,12±0,14
15000 В; 5 хв.	90	97,24±1,81	4,40	0,92	0,79±0,05	0,48±0,03
15000 В; 10 хв.	90	96,02±1,28	4,37	1,33	1,08±0,23	0,73±0,04
15000 В; 20 хв.	90	87,74±2,10	3,98	4,09	2,95±0,72	1,96±0,18
НСР <sub>0</sub>		4,854				
контроль	0	47,38±2,82	2,94	40,48	27,59±1,98	13,53±3,99

Зберігання плодів черешні у електроіонізованому повітряному середовищі при застосуванні напруги іонізуючого електричного струму 5000 В дало можливість знизити середньомісячні втрати плодів у порівнянні з контрольним варіантом у 11,9 раз; при використанні напруги 10000 В – у 12,8 рази; при іонізації повітря електричним струмом напругою 15000 В – у 19,2 рази. Кількість плодів, уражених фізіологічними захворюваннями, у контрольному варіанті на кінець їхнього зберігання досягло 13,5%, тоді, як у дослідних зразках, оброблених електроіонізованим повітрям, воно коливалося від 0,48 до 1,96% у залежності від режиму обробки при значно більшому періоді зберігання.

Результати проведеного експерименту показали, що на кінець строку зберігання кількість плодів контрольного варіанта, уражених збудниками мікробіологічних захворювань, досягло 27,6%. У зразках, що зберігалися у ЕПС, кількість уражених плодів склала від 0,8 до 3%.

Найкраща збереженість плодів спостерігалася при напрузі іонізаційного струму 15000 В і експозиції 5 хвилин. У цих варіантах дослідів отримані найкращі результати: вихід товарної продукції першого ґатунку становив до 97%.

При порівнянні результатів, отриманих у всіх досліджуваних варіантах, встановлено, що менш ефективним виявилось застосування обробки плодів іонізованим повітрям при двадцятихвилинній експозиції незалежно від напруги електричного струму іонізації.

Органолептична оцінка показала, що плоди черешні, оброблені електроіонізованим повітрям, не мали сторонніх присмаків та запахів, збереглися без ознак зів'янення й збурення, мали гармонійний смак,

притаманний свіжим плодам. Електроіонізоване повітря активно сповільнювало розвиток фізіологічних і мікробіологічних захворювань, перезрівання, що дозволило збільшити тривалість зберігання, яке слід обмежити 90 добами, тому що у подальшому значно збільшується кількість плодів, уражених збудниками мікробіологічних та фізіологічних захворювань, різко погіршується зовнішній вигляд плодів, їх смак і якість.

### **3. Рівень поразки плодів черешні, які зберігалися у електроіонізованому повітряному середовищі (ЕПС) мікробіологічними та фізіологічними захворюваннями**

У результаті проведеного експерименту нами було встановлено, що обробка плодів черешні електроіонізованим повітрям знижує рівень ураження мікробіологічними й фізіологічними захворюваннями, який залежить від режиму електроіонізації повітря.

Проведені кореляційний та регресійний аналізи отриманих експериментальних даних свідчать про те, що між режимами електроіонізації повітря й виходом продукції першого товарного гатунку після зберігання існує криволінійна залежність у вигляді функції, яка визначається отриманим рівнянням:

$$Z_i = 79,019 - 4,62 \cdot 10^{-4} x + 1,569 y - 9,009 \cdot 10^{-5} x y + 4,86 \cdot 10^{-8} x^2 - 0,033 y^2, \quad (8)$$

де  $Z$  – вихід продукції першого товарного гатунку після зберігання, %;

$x$  - напруга електричного струму іонізації, В;

$y$  - експозиція, хв.

На рис. 13 представлена поверхня функції відгуку (відсоток виходу плодів черешні першого товарного гатунку в залежності від режимів іонізації повітря), контурні криві якої показують, що оптимум наближається до області 5000-15000 В і часу обробки до 20 хвилин, подальше збільшення експозиції стає малоефективним.

За допомогою пакету MathCad була отримана оптимізація для нелінійної моделі, яка найбільш точно відображає залежність, що досліджується. В результаті визначено, що для напруги 5000 В рекомендується експозиція 17 хв., очікуваний вихід плодів – 92,03%; для напруги 10000 В – 10 хв. при очікуваному виході 91,86%; для напруги 15000 В- 5 хв., очікуваний результат – 97,15%.

Оцінка достовірності параметрів моделі, здійснена за критерієм Стюдента, з 95% імовірністю підтвердила можливість їх застосування для вирішення практичних задач, аналізу й прогнозування. Отримана математична модель із достатнім ступенем точності дає можливість прогнозувати вихід плодів черешні першого товарного гатунку у залежності від застосованих режимів електроіонізації повітря. В результаті проведених досліджень встановлено, що на кількість мікроорганізмів різних таксономічних груп значно впливає тривалість зберігання плодів, величина напруги іонізаційного електричного струму й експозиція обробки. Їхня кількість зменшувалась при збільшенні напруги струму й експозиції.

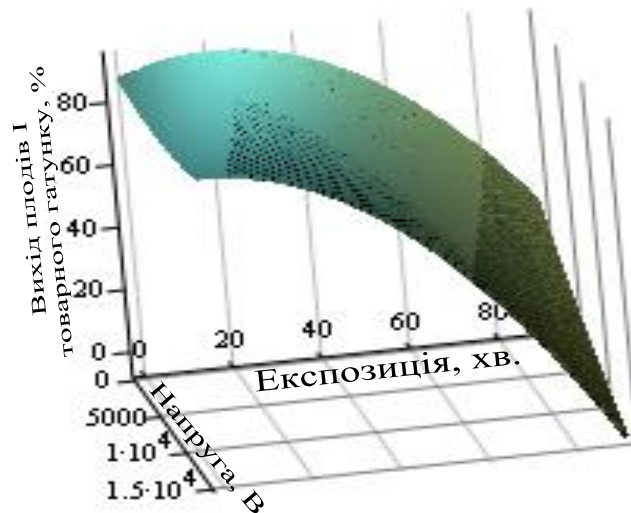


Рис. 13. Залежність виходу плодів черешні першого товарного ґатунку від напруги електричного струму іонізації та експозиції

Вивчення мікробіологічного ураження плодів черешні показало, що у контрольному варіанті протягом терміну зберігання відбувалося постійне збільшення кількості мікроорганізмів. На 40 добу зразки були зняті із зберігання. При цьому кількість міцеліальних грибів перевищувала первісний вміст у 6, а бактеріальних мікроорганізмів – у 8 разів.

Динаміка чисельності мікроорганізмів різноманітних таксономічних груп дослідних варіантів у залежності від режиму іонізації була різною. Слід зазначити, що на деяких етапах зберігання було зафіксовано різке збільшення кількості мікроорганізмів із послідуєчим поступовим її зменшенням. Це свідчить про те, що у іонізованому повітряному середовищі склались умови для скринінгу тільки найбільш пристосованих до них мікроорганізмів. Більшість їх видів була неспроможна розвиватися у даних умовах; спостерігалась незначна зміна кількості пліснявих грибів. Така динаміка є для них характерною, що обумовлено високою здібністю пристосовуватися до умов навколишнього середовища; після різкого зниження кількості бактеріальних мікроорганізмів відбувалося їх поступове зростання, що пояснюється пристосуванням тих, що залишилися, до умов, які склалися.

У більшості досліджуваних варіантів початок розвитку міцеліальних грибів приходився на 60 добу, де їхня кількість була значно меншою, ніж у контрольному варіанті на 40 добу.

Установлено, що на етапах тривалого зберігання плодів черешні у ЕПС не виникало повного відмирання мікроорганізмів, але їхня кількість значно знижувалася. На пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів при використанні у технології зберігання електроіонізованого повітря впливала затримка перезрівання плодів, викликана впливом негативних іонів, антисептичною дією озону, що утворюється у невеликих кількостях при коронному розряді, а також висушуванням живильного середовища електричним вітром.



Кращі результати отримано при застосуванні для іонізації повітря електричного струму напругою 15000 В і експозицією 5 хвилин, де на кінець періоду зберігання кількість міцеліальних грибів була майже у 5 разів, а бактеріальних мікроепіфітів у 6 разів меншою при значно більшому терміні зберігання, ніж у контрольному варіанті.

Математична обробка отриманих результатів показала, що характер залежності динаміки розвитку бактеріальних мікроепіфітів на поверхні плодів черешні від тривалості зберігання при напрузі 5000, 10000, 15000 В має ідентичний характер, але різні кількісні характеристики. Отримані рівняння регресії мають вигляд:

$$y = 0,1876x^3 - 28,174x^2 + 1772,102x + 1444,055 \quad (\text{напруга струму } 5000 \text{ В}) \quad (9)$$

$$y = 0,1792x^3 - 26,284x^2 + 1275,643x + 3667,958 \quad (\text{напруга струму } 10000 \text{ В}) \quad (10)$$

$$y = 0,2273x^3 - 42,608x^2 + 2248,9x + 6797,8 \quad (\text{напруга струму } 15000 \text{ В}), \quad (11)$$

де  $y$  – кількість бактеріальних мікроепіфітів, пропагул/мм<sup>2</sup>;

$x$  – тривалість зберігання, діб.

Отримані рівняння регресії для міцеліальних грибів мають вигляд:

$$y = 0,01791x^2 + 7,0846x - 79,65076 \quad (\text{напруга струму } 5000 \text{ В}) \quad (12)$$

$$y = 0,207x^2 + 1,5947x - 71,489 \quad (\text{напруга струму } 10000 \text{ В}) \quad (13)$$

$$y = -0,0023x^3 + 0,3361x^2 - 8,1613x + 7,7576 \quad (\text{напруга струму } 15000 \text{ В}), \quad (14)$$

де  $y$  – кількість міцеліальних грибів, пропагул/мм<sup>2</sup>;

$x$  – тривалість зберігання, діб.

При первинній таксономічній оцінці виділених грибів шляхом мікроскопування встановлено, що з поверхні плодів у всіх дослідних варіантах найбільш часто виділялися гриби родів *Botrytis* sp, *Alternaria* sp, *Monilia* sp, *Trichoderma* sp, *Aspergillus* sp, *Mucor* sp. Гриби виду *Penicillium glaukum*, поразка якими є характерною для плодів черешні, що зберігаються, виділені не були. Очевидно іонізоване повітря пригнічувало їхній розвиток.

У зразках дослідних і контрольного варіантів на жодному з етапів зберігання не було виявлено присутності дріжджеподібних грибів, у такий спосіб іонізоване повітря впливало на їхній розвиток.

Стосовно розвитку міцеліальних грибів на поверхні плодів черешні під час зберігання можна зробити висновок, що високий ступінь електроіонізації повітря з перевагою у повітрі зберігання негативних іонів попереджує розвиток грибних хвороб завдяки тому, що у такому середовищі складаються несприятливі умови для проростання спор.

Встановлено, що післязбиральна обробка плодів черешні ЕІП сприяє зменшенню чисельності бактеріальних мікроорганізмів на їх поверхні у 1,5-3,0 рази (у залежності від режиму обробки) і знищує грибну мікрофлору.

Оцінка мікробіологічного забруднення оброблених і контрольних плодів підтверджує бактеріостатичний ефект електроіонізованого повітря.

4. Зміни біохімічних показників плодів черешні, які зберігалися у електроіонізованому повітряному середовищі (ЕІПС)

Клімактеричний підйом дихання у плодів більшості дослідних варіантів настає на 90 добу зберігання (табл. 7). Виключенням є варіанти із

застосуванням напруги іонізуючого електричного струму 5000 В, де клімактерикс спостерігався на 60 добу у всі роки проведення експерименту. У контрольному варіанті клімактеричний підйом дихання виникав на 40 добу, де його активність була у 2,4-5,0 рази вищою, ніж у кращих дослідних варіантах (напруга 15000 В, експозиція 5 і 10 хв.) на цьому ж етапі.

Таблиця 7

Інтенсивність дихання плодів, черешні при зберіганні у ЕПС (2003 р.)

Режим обробки	Інтенсивність дихання, мг CO <sub>2</sub> /кг/г				
	Тривалість зберігання, діб.				
	0	20	40	60	90
5000 В; 5 хв.	42,646±0,39	26,400±1,26*	28,431±1,58*	69,046±0,82	56,185±0,61
5000 В; 10 хв.	42,646±0,39	25,046±1,03*	27,754±0,39*	56,862±1,03	41,292±0,67
5000 В; 20 хв.	42,646±0,39	25,723±0,67	27,077±1,23*	50,769±0,55	33,169±0,61
10000 В; 5 хв.	42,646±0,39	23,692±0,27*	25,046±0,39*	27,754±0,27	50,092±0,27
10000 В; 10 хв.	42,646±0,39	21,662±1,03*	25,723±0,67*	28,431±0,82	51,446±1,26
10000 В; 20 хв.	42,646±0,39	20,985±1,03*	32,692±1,20*	25,723±1,13	64,984±1,87
15000 В; 5 хв.	42,646±0,39	16,246±0,67*	17,600±0,61*	18,954±0,39	33,262±0,51
15000 В; 10 хв.	42,646±0,39	17,600±1,03*	18,277±0,61*	30,812±0,38	39,264±0,67
15000 В; 20 хв.	42,646±0,39	18,954±0,67*	20,985±0,89*	24,369±1,26	52,800±2,12
Контроль (без обробки)	42,646±0,39	27,754±0,47	43,323±0,61	-	-

\*- розходження достовірні при порівнянні з контролем,  $p < 0,05$

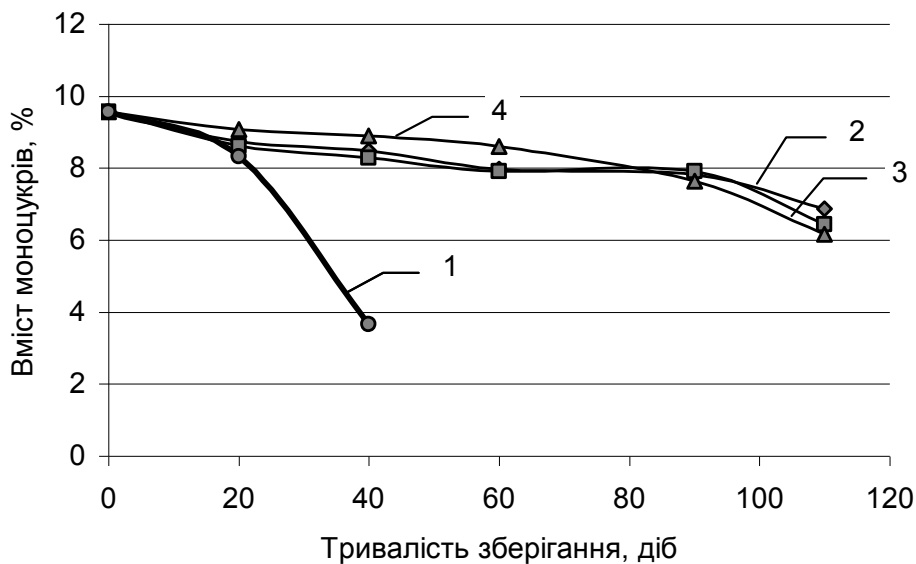


Рис. 13. Динаміка вмісту моноцукрів у плодах черешні при зберіганні у ЕПС, % (середні значення 2001-2005 рр., напруга струму іонізації 15000 В):

1 – контроль; 2 – експозиція 5 хв.; 3 - експозиція 10 хв.; 4 - експозиція 20 хв.

Наприкінці зберігання дослідні варіанти характеризувались рівнем виділення CO<sub>2</sub> у 1,2-1,6 (варіанти з використанням напруги іонізуючого електричного струму 5000 В) і у 1,3-1,5 рази (варіанти з використанням напруги

іонізуючого електричного струму 10000 В і 15000 В) нижчим, ніж у контрольному варіанті.

Найменше значення цього показника зафіксовано у дослідних варіантах із використанням напруги іонізаційного струму 15000 В і експозиції 5 і 10 хвилин, що дозволяє значно знизити інтенсивність дихання плодів і затримати настання клімактериксу, тим самим продовжуючи термін їхнього зберігання.

Аналогічні закономірності були отримані і по інших дослідних роках. Результати наших досліджень доводять, що динаміка вмісту органічних кислот мала однотипний характер у всі роки проведення експерименту. У контролі (рис. 14) після 40 доби зберігання концентрація титрованих кислот у плодах зменшилася у 1,7 рази. У кінці зберігання вміст органічних кислот у варіантах, що зберігалися у електроіонізованому повітряному середовищі перевищувала цей показник у контролі в 1,01-1,54 рази при значно більшому періоді зберігання.

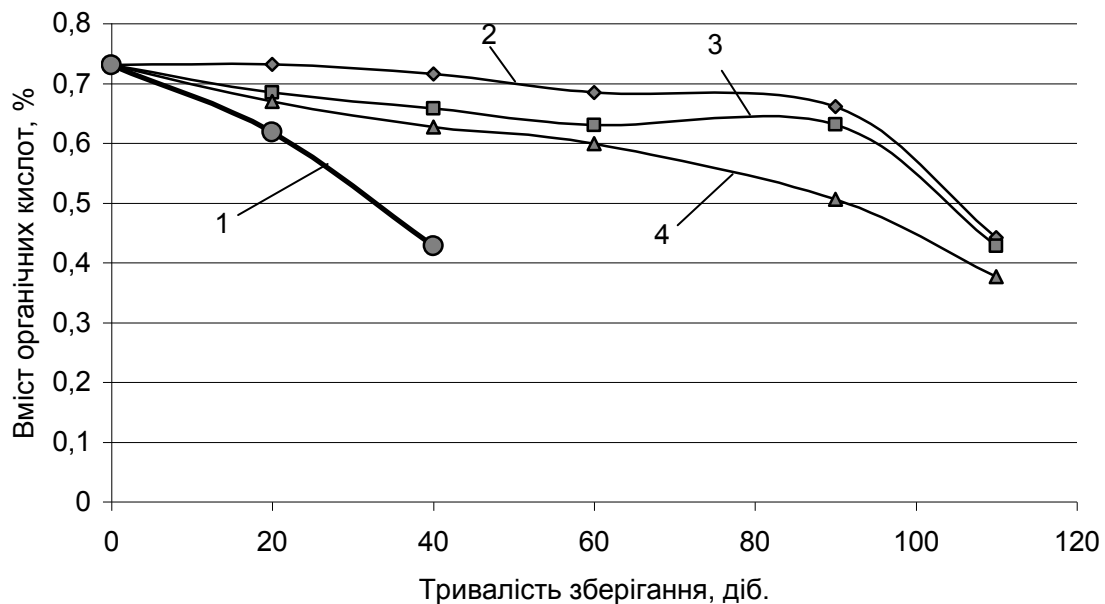


Рис. 14. Динаміка вмісту органічних кислот у плодах черешні при зберіганні у ЕІПС, % (середні значення 2001-2003 рр., напруга струму іонізації 15000 В): 1 – контроль; 2 – експозиція 5 хв.; 3 – експозиція 10 хв.; 4 – експозиція 20 хв.

Максимально збереглися кислоти у варіантах, де використовувалось повітря, іонізоване електричним струмом напругою 15000 В при експозиції 5 і 10 хвилин.

Післязбиральна обробка плодів іонізованим повітрям позитивно впливає на вміст фенольних сполук під час зберігання. Встановлено, що у варіантах з обробкою плодів черешні повітрям, іонізованим електричним струмом напругою 5000 В, на кінець зберігання залишилась мінімальна кількість (у порівнянні з іншими дослідними варіантами) цих речовин (56,5-61,4%) від первісного значення.

В контрольному зразку на 40 добу остаточна кількість поліфенолів склала 43,5% від початкового вмісту. Більш за все фенольних сполук збереглося у плодах дослідних варіантів, де застосовували напругу

іонізаційного електричного струму 15000 В і експозицію 5 і 10 хвилин. На кінець зберігання їх було 95% порівняно з їх первісною кількістю. Після 90 доби кількість фенольних сполук у дослідних варіантах різко знижується, що пояснюється їх інтенсивним руйнуванням при перестиганні плодів.

Результати кореляційного аналізу свідчать про криволінійну форму зв'язку між вмістом фенольних сполук і тривалістю зберігання. Отримані рівняння регресії мають вигляд:

$$y = -0,0005x^3 + 0,0977x^2 - 6,1308x + 374,55 \quad (\text{напруга струму іонізації } 5000 \text{ В}) \quad (15)$$

$$y = -0,0007x^3 + 0,1025x^2 - 4,4468x + 372,686 \quad (\text{напруга струму іонізації } 10000 \text{ В}) \quad (16)$$

$$y = -0,0005x^3 + 0,0698x^2 - 3,0016x + 363,07 \quad (\text{напруга струму іонізації } 15000 \text{ В}) \quad (17)$$

де  $y$  – вміст суми фенольних сполук, мг/%;

$x$  – тривалість зберігання, днів.

Вміст антоціанів у плодах черешні на кінець зберігання при різних режимах обробки був неоднаковим, різним був і характер зміни їхньої кількості. У плодах контрольного варіанту на 40 добу кількість антоціанів складала 46% їх первісного значення. Плоди набули бурого забарвлення, смак і зовнішній вигляд значно погіршилися. У всіх дослідних варіантах виявлено тенденцію до постійного зниження вмісту антоціанів до 60 доби і незначного підвищення до 90 доби. Після досягнення максимуму на 90 добу зберігання у всіх дослідних зразках вміст антоціанів зменшується з різною швидкістю, що супроводжується значним збуренням тканин і погіршенням смаку плодів. У кращих варіантах (напруга 15000 В, експозиція 5 і 10 хв.) схоронність антоціанів склала 95-97% їх первинного вмісту.

Отримані рівняння регресії дозволяють судити про зміну вмісту антоціанів у плодах черешні у залежності від терміну зберігання:

$$y = -0,0004x^3 + 0,0664x^2 - 4,014x + 202,85 \quad (\text{напруга струму іонізації } 5000 \text{ В}) \quad (18)$$

$$y = -0,0005x^3 + 0,0755x^2 - 3,3843x + 205 \quad (\text{напруга струму іонізації } 10000 \text{ В}) \quad (19)$$

$$y = -0,0003x^3 + 0,0509x^2 - 2,3117x + 201,67 \quad (\text{напруга струму іонізації } 15000 \text{ В}) \quad (20)$$

де  $y$  – вміст антоціанів, мг/%;

$x$  – тривалість зберігання, днів.

Аналіз отриманих результатів показав, що у контрольному варіанті процес накопичення плодами продуктів неповного окислення – етилового спирту та ацетальдегіду, проходив у стислі строки. Вже на 40 добу зберігання вміст етилового спирту у них збільшився у 20, ацетальдегіду – у 36,8 разів у порівнянні з первісним значенням, що у 4,8-7,7 і в 2,1-20,1 разів, відповідно, перевищувало їх вміст у плодах дослідних варіантів, у яких через 90 днів зберігання вміст продуктів неповного окислення стає у 3,6-9,0 (етилового спирту) і у 2,6-9,3 (ацетальдегіду) разів більше початкового.

Кращими за даними показниками були варіанти з використанням для іонізації повітря напруги електричного струму 15000 В і експозиції 5 і 10 хвилин. Проведені кореляційний і регресійні аналізи отриманих експериментальних даних підтверджують, що між режимами іонізації повітря, тривалістю зберігання й вмістом продуктів неповного окислення існують залежності, рівняння регресії яких мають вигляд:

$$y = 0,0024x^2 + 0,3382x + 4,8625 \quad (\text{напруга струму іонізації } 5000 \text{ В}) \quad (21)$$

$$y=0,0019x^2+0,337x+7,0511 \quad (\text{напруга струму іонізації } 10000 \text{ В}) \quad (22)$$

$$y=0,0027x^2+0,643x+9,5621 \quad (\text{напруга струму іонізації } 15000 \text{ В}), \quad (23)$$

де  $y$  – вміст етилового спирту мг/%;

$x$  – тривалість зберігання, діб.

$$y=4E-0,6x^3-0,0006x^2+0,053x+0,0932 \quad (\text{напруга струму іонізації } 5000\text{В}) \quad (24)$$

$$y=4E-0,6x^3-0,0006x^2+0,0483x+0,2209 \quad (\text{напруга струму іонізації } 10000 \text{ В}) \quad (25)$$

$$y=3E-0,6x^3-0,0004x^2+0,016x+0,0959 \quad (\text{напруга струму іонізації } 15000 \text{ В}) \quad (26)$$

де  $y$  – вміст ацетальдегіду мг/%;

$x$  – тривалість зберігання, діб.

Найбільші втрати щільності плодів спостерігалися у всіх варіантах дослідів при застосуванні експозиції 20 хвилин. Швидкість зміни цього показника у контрольних зразках значно вища, ніж у дослідних: на 40 добу зберігання опірність проколюванню у плодів контрольного варіанту зменшилась у 2,1 рази. У плодів дослідних варіантів на даному етапі зберігання цей показник практично не змінився. На кінець зберігання (90 доба) він зменшився у 1,2-1,8 рази у порівнянні з початковим значенням. Найкращі результати отримано у дослідях з застосуванням напруги іонізаційного електричного струму коронного розряду напругою 15000 В і тривалістю обробки 5 і 10 хвилин, де втрата плодами щільності складала 13-14%.

Аналіз гістологічних зрізів довів, що при зберіганні плодів черешні поряд із біохімічними змінами виникають зміни в їх клітинній структурі. Як показали результати наших досліджень, процес структурних змін менш за все торкнувся плодів, оброблених повітрям, іонізованим електричним струмом напругою 10000 і 15000 В. Доведено, що застосування електроіонізованого повітря при зберіганні плодів черешні дозволило їх зберегти без істотних порушень в організації клітин, що у значній мірі визначило якість плодів після зберігання.

## 5 Розрахунок економічної ефективності зберігання плодів черешні у ЕПС

Принцип розрахунку економічної ефективності зберігання плодів полягає в обліку і порівнянні витрат на зберігання продукції та приросту виручки від її реалізації у результаті зміни ціни.

Таблиця 8  
Економічна ефективність зберігання плодів черешні у ЕПС  
(2001-2005 р.)

Режим обробки	Втрати при зберіганні, грн.	Соівартість зберігання, грн./т	Економічна ефективність, грн./т	Чистий прибуток, грн./т	Рівень рентабельності, %
Строк зберігання 90 діб					
15000 В; 5хв.	126,00	5474,53	4245,47	3945,47	72,1
Контроль*	1260,00	6608,53	-1568,53	-1851,83	-23,4

\* - дані на 40 добу зберігання

Застосування ЕПС значно підвищує якість плодів на кінець періоду зберігання, а покращення органолептичних показників та збереження повноцінного запасу біологічно активних речовин, які складають цілющі властивості плодів, збільшують попит на таку продукцію.

Запропонована технологія впроваджена у виробничо-комерційному кооперативі „Холод”.

Матеріали досліджень покладені у основу „Технологічної інструкції із зберігання плодів черешні у електроіонізованому повітряному середовищі”.

### **Висновки по розділу**

Результати проведених досліджень по зберіганню плодів черешні дозволяють зробити наступні висновки:

1. Розроблено, випробувано в умовах виробництва і запатентовано пристрої для електронно-іонної обробки плодів на основі електроіонізації повітря в полі коронного розряду, що забезпечують стабільне отримання необхідної концентрації іонів негативної полярності й озону.

2. Запропонований спосіб зберігання плодів черешні дозволив перейти до її тривалого (до 90 діб) зберігання.

3. Визначено режими зберігання плодів свіжої черешні. При зберіганні плодів черешні свіжої в герметично запаяних поліетиленових пакетах масою 1 кг при температурі  $+1^{\circ}\text{C}$  кращими параметрами іонізуючого електричного струму коронного розряду є: напруга 15000 В, експозиція 5 хв., при яких створюється іонізоване повітряне середовище з оптимальною для даного сорту плодів черешні концентрацією негативних іонів ( $32,2 \cdot 10^5$  –  $38,4 \cdot 10^5$  іон/см<sup>3</sup>) і озону (порядку 2,0 мг/м<sup>3</sup>). Такі умови дозволили зберегти плоди черешні до трьох місяців з виходом товарної продукції першого гатунку 97%, проти контролю – 47,4%.

4. Після збирання на поверхні плодів черешні виділені гриби родів *Botrytis* sp, *Alternaria* sp, *Monilia* sp, *Trichoderma* sp, *Aspergillus* sp, *Mucor* sp. Обробка плодів електроіонізованим повітрям будь-якої концентрації зменшувала кількість мікроорганізмів на їхній поверхні.

Встановлено, що чисельність епіфітної мікрофлори на поверхні плодів свіжої черешні при їхньому зберіганні із застосуванням електроіонізованого повітря залежить від величини напруги іонізуючого електричного струму, експозиції обробки, а також від тривалості зберігання.

Отримані теоретичні лінії регресії свідчать про те, що чисельність виявлених мікроепіфітів має тенденцію до збільшення від вихідного рівня з різною швидкістю в залежності від режиму іонізації повітря. Використання напруги електричного струму іонізації 15000 В і експозиції 5 хв. зменшувало загальне мікробіологічне забруднення у 2,2 рази.

5. При доведенні концентрації негативних іонів у середовищі зберігання до меж, що рекомендуються, в 2,25 раз збільшується тривалість зберігання, у 1,7 рази уповільнюються процеси дихання, в 3,21 рази знижується витрата цукрів, практично залишаються без змін органічні

кислоти та фенольні сполуки, значно зменшується накопичення у тканинах плодів недоокислених продуктів.

6. Отримані математичні моделі виявлених закономірностей дозволяють з високою точністю прогнозувати вихід плодів першого товарного гатунку в залежності від режимів іонізації повітря, вміст цукрів, фенольних сполук, антоціанів, етилового спирту та ацетальдегіду в плодах черешні на всіх етапах їх зберігання.

7. Запропонований спосіб зберігання дозволяє зберегти плоди з незначним зниженням їхньої механічної міцності. Якщо опірність плодів проколюванню в контролі вже на сорокову добу зменшилася в 2,1 рази, то на цей момент в плодах інших варіантів цей показник практично не змінився, вони залишалися щільними, без ознак зів'янення. До кінця зберігання опірність проколюванню зменшилася в 1,2 рази в порівнянні з первісною величиною.

8. Аналіз гістологічних зрізів довів, що при зберіганні плодів черешні поряд із біохімічними змінами виникають зміни в їхній клітинній структурі, які менш за все торкнулися плодів, оброблених іонізованим повітрям, що дозволило зберегти їх без істотних порушень в організації клітин і на 60-70 діб відсунути початок деструкційних процесів, що в значній мірі визначило транспортабельність плодів і їх якість після зберігання.

9. Оцінка економічної ефективності показала, що застосування при зберіганні електроіонізованого повітря дозволяє дістати прибуток 3945,47 грн. на 1 т продукції при незначному збільшенні її собівартості і збільшити рівень рентабельності процесу зберігання до 72,1%.

10. З урахуванням результатів досліджень розроблена і затверджена «Технологічна інструкція із зберігання плодів черешні в електроіонізованому повітряному середовищі».

### Література

1. Сердюк М. Є. Вплив обробки препаратами природного походження на товарну якість плодів груші / М. Є. Сердюк, Н. А. Гапріндашвілі, О. С. Мироничева // *Виноградство и виноделие*. – 2005. - №2 – С. 35-37.
2. Сердюк М. Є. Вплив післязбиральної обробки природними антиоксидантами на товарні якості плодів груші Деканка зимова при тривалому зберіганні / М. Є. Сердюк, Н. А. Гапріндашвілі // *Праці / Таврійська державна агротехнічна академія*. – Мелітополь, 2002. – Вип. 7. – С. 48-51.
3. Сердюк М. Є. Зміни антиокислювального комплексу в плодах груші під час тривалого зберігання з використанням антиоксидантів / М. Є. Сердюк, Н. А. Гапріндашвілі, О. С. Мироничева // *Наукові доповіді НАУ*.-2006. - №3(4). – С. 1-6.
4. Гапріндашвілі Н.А. Зміна вмісту вітаміну С в плодах груші, оброблених антиоксидантами при довгостроковому зберіганні / Н.А. Гапріндашвілі, М.Є. Сердюк // *Матеріали IV-ої Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів 24-26 вересня*. –

- Миколаїв: Миколаївський державний аграрний університет, 2008р. – С. 31-35.
5. Сердюк М.Є. Вплив обробки антиоксидантними препаратами природного походження на інтенсивність окисних процесів в плодах груші закладених на зберігання / М.Є. Сердюк, Н.А. Гапріндашвілі // Агромех-2004: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 22-24 вересня. – Львів: Львівський державний аграрний університет, 2004. – С. 77-82.
  6. Прісс, О. П. Динаміка фенольних речовин плодів огірка при зберіганні з використанням антиоксидантних препаратів / О. П. Прісс, Т.Ф. Прокудіна // Перспективна техніка і технології – 2008: матеріали IV-ої міжнародної науково-практичної конференції студентів і молодих учених. – Миколаїв: МДАУ, 2008. – С. 22–25.
  7. Прісс, О. П. Товарное качество плодов томатов при хранении с использованием антиоксидантных препаратов / О. П. Прісс, В. Ф. Жукова // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: доклады Международной научно-технической конференции, Минск, 12-13 июня 2008 г. Ч. 2. – Минск. – 2008. – 396 с. – С. 206–208.
  8. Прісс, О. П. Динаміка інтенсивності дихання огірків при зберіганні з використанням антиоксидантів / О. П. Прісс Т.Ф. Прокудіна// Вісник Львівського державного аграрного університету: Агрономія. – Львів. держ. агроуніверситет. – 2006. – № 10. – С. 271–273.



## **Розділ 3.4 Виробничі випробування нових технологій зберігання плодів та ягід**

### **1.6.3.4.1 Виробничі випробування нових технологій зберігання яблук**

У результаті зберігання зі застосуванням антиоксидантів продукції на 31,89 % і 32,60 % відповідно й у максимальному ступені зберегти смакові і поживні властивості плодів яблуні.

Результати даної роботи впроваджені в ВАТ “Червоний фронт”. На тривале зберігання було закладено 100 т яблук. Прибуток від зберігання склав 146550 грн.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

З метою збільшення тривалості зберігання яблук, підвищення виходу стандартної продукції за рахунок зниження втрат від мікробіологічних і фізіологічних захворювань і зниження природної втрати маси, рекомендується обробляти їх відразу ж після зняття комплексними препаратами антиоксидантів, до складу яких входять : диметилсульфоксид - 10 %, L - аскорбінова кислота - 1 %, вода - інше, і диметилсульфоксид - 10 %,  $\alpha$ -токоферол - 2 %, лецитин - 4 %, вода - інше. При обробці плодів перед закладанням на зберігання пропонується використовувати “Технологічну інструкцію по довгостроковому зберіганню яблук з використанням антиоксидантів ТІ”

Впровадження запропонованих способів обробки яблук перед закладанням на зберігання забезпечує одержання високих прибутків і значно збільшує рівень рентабельності.

У результаті досліджень були також розроблені і вивчені антиоксидантні препарати біогенного походження фенольного характеру на основі водних екстрактів кори сосни, зелених оплоднів волоського горіха і синтетичного антиоксиданту дистинол, застосування яких для післязбиральної обробки яблук дозволить збільшити вихід стандартної продукції відповідно на 32,4, 29,7 і 30,6 % та максимально зберегти антиоксидантні властивості плодів яблуні.

За результатами дослідів розроблена і затверджена „Технологічна інструкція з тривалого зберігання яблук із застосуванням антиоксидантів” ТИ В 00334830.064 – 2002.

Результати роботи році пройшли виробничі випробування в дослідному господарстві «Мелітопольське» Інституту зрошуваного садівництва УААН. На тривале зберігання було закладено 30 т яблук. Економічний ефект від зберігання закладеної продукції склав 46384,58 грн.

За результатами досліджень і їхньої виробничої апробації розроблена технологічна схема зберігання яблук, оброблених антиоксидантами, що включає: збір плодів; попереднє сортування в саду; пакування в ящики; доставку і приймання; інспекцію і калібрування; попереднє охолодження; обробку антиоксидантами; сушіння; пакування в стандартну тару (ящики №

3); маркірування; закладення на зберігання в камери при температурі  $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  і вологістю  $95 \pm 1\%$ , зберігання і реалізацію.

Запропонована технологія впроваджена в дослідному господарстві «Мелітопольське» Інституту зрошуваного садівництва УААН з економічним ефектом 22623,45 - 23054,25 гривень на тонну продукції.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

З метою збільшення тривалості зберігання яблук сорту Ренет Симиренка, підвищення виходу стандартної продукції за рахунок зниження втрат від мікробіологічних і фізіологічних захворювань і зниження природної втрати маси, рекомендується відразу після збирання обробляти плоди композиціями біогенних антиоксидантів, до складу яких входять: водний екстракт зелених оплоднів волоського горіху (1:9) і 1 % гліцерину та водний екстракт кори сосни (1:9) і 1 % гліцерину. Для комплексу водний екстракт зелених оплоднів волоського горіху і 1 % гліцерину час обробки складає 10 секунд, для водного екстракту кори сосни і 1 % гліцерину - час обробки 15 секунд. При обробці плодів яблуні антиоксидантами перед закладенням на зберігання пропонується використовувати „Технологічну інструкцію з тривалого зберігання яблук із застосуванням антиоксидантів” ТІ У 00334830.064.

#### **1.6.3.4.2 Виробничі випробування нових технологій зберігання черешні**

Застосування повітря, іонізованого електричним струмом напругою 15000 В при експозиції 5 хвилин при зберіганні плодів черешні, дозволило отримати 97,24% продукції першого товарного гатунку при максимальному збереженні її смакових якостей.

Розроблена та затверджена „Технологічна інструкція із зберігання плодів черешні у електроіонізованому повітряному середовищі” ТІ У 0310ПКФ4.051М-2004, Мелітополь, 2004 р. Результати даної роботи пройшли виробничі випробування у виробничо-комерційному кооперативі „Холод”. Економічний ефект від зберігання закладеної продукції склав 4245,47 грн. на тону продукції.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

З метою збільшення тривалості зберігання плодів черешні, підвищення виходу продукції першого товарного гатунку за рахунок зниження втрат від мікробіологічних і фізіологічних захворювань, рекомендується після попереднього охолодження обробляти плоди перед закладенням на зберігання повітрям, іонізованим електричним струмом напругою 15000 В, експозицією 5 хвилин. При цьому пропонується використовувати „Технологічну інструкцію із зберігання плодів черешні у електроіонізованому повітряному середовищі”.

Упровадження запропонованого способу зберігання забезпечує отримання високих прибутків і значно збільшує рівень рентабельності виробництва.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ковтун М.Е. Обоснование использования новых антиоксидантных препаратов для длительного хранения плодов груши/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Ялта, 1997.
2. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда/ Институт винограда и вина “Магарач”. – Киев, 1998. – 151 с.
3. Барабой В.А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. - Киев: ”Наукова думка”, 1976. – 202 с.
4. Николаевский В.В., Еременко А.Е., Иванов И.К. Биологическая активность эфирных масел. – М. Медицина, 1987 – 144с.
5. Шишкина Н.С., Вершковская В.В. Новое в технологии хранения плодов и овощей//Обз. инф. сер. 27/ВНИИ инф. и техн. – экон. исслед. агропром.
6. Гудковский В.А. Длительное хранение плодов: Прогрессивные способы. – Алма – Ата: Кайнар, 1978. – 151 с.
7. Широков В. П., Волосов Ю. В. Влияние метеорологических условий выращивания на продолжительность хранения плодов // Плодоовощное хозяйство. – 1972. - №5. – с. 21 – 23.
8. Кретович В. Л. Биохимия растений. – М.: Высшая школа, 1986. – 503 с.
9. Smirnoff Nicolas. The function and metabolism of ascorbic acid in plants// Ann. Bot. (USA). – 1996. – 78, № 6. – p. 661 – 669.
10. Blanpied I.D., Smoch R.M. Storage ET fresh market apples. Ithaca. N.Y. / 1982/- 19 p.- /Inform. Bull./ Cornell Univ. New York State College of Agriculture and Life Sciences; 191/.
11. Kalt W., Kushad M. M. The role of oxidative stress and antioxidants in plant and human health: Introduction to the Colloquium // Hort. Science/ 35 (40), July 2000
12. Л. Ф. Скалецька, Г. І. Подпрятков Біохімія плодів та овочів. Навч. посібн. Київ, 1999.
13. Абрамова Ж.И., Оксигендлер Г.И. Человек и противокислительные вещества. – Л.:
14. Широков Е.П., Полегаев В.А. Хранение и переработка плодов и овощей. – М.: Агропромиздат, 1988. – 302 с.
15. Цепалов В. Ф. Метод количественного анализа антиоксидантов с помощью модельной реакции иницированного окисления.// Исследование синтетических и природных антиоксидантов in vitro и in vivo. – М.: Наука, 1992 г.
16. Ципруш Р. Я., Казак Л.Ф. Физико – химические особенности яблок и их изменения при хранении // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, - 1982. - № 11. – с.23 – 25.
17. Сердюк М. Є. Вплив антиоксидантних препаратів на природну втрату маси плодів яблуні при тривалому зберіганні / М. Є. Сердюк, С. С. Байберова // Перспективна техніка і технології-2008: IV міжнар. наук.-

- практ. конф., 24–26 верес. 2008 р.: матер. конф. – Миколаїв, 2008. – С. 8–1
18. Безменнікова В.М. Вплив післязбиральної обробки природними антиоксидантами на товарну якість плодів / В.М. Безменнікова, М.Є. Сердюк, Н.А. Гапріндашвілі // Збірник науково методичних праць з питань національно-громадського виховання студентів / ТДАТА. – Мелітополь, 2005. – С. 205.
  19. Іванченко В. Й. Вплив антиоксидантів природного і синтетичного походження на заражуваність плодів яблук сорту Ренет Симиренка мікробіологічними захворюваннями при тривалому зберіганні / В. Й. Іванченко, О. С. Мироничева, М. Є. Сердюк // Праці / Таврійська державна агротехнічна академія. - Вип. 1. - Т. 23. – Мелітополь: ТДАТА, 2001. – С. 45 – 51.
  20. Іванченко В. Й. Вплив антиоксидантів біогенного походження на природний збиток маси плодів яблуні при тривалому зберіганні / В. Й. Іванченко, В. В. Калитка, М. Є. Сердюк, О. С. Мироничева // Праці / Таврійська державна агротехнічна академія. - Вип. 1. - Т.16. – Мелітополь: ТДАТА, 2000. – С. 14 – 16
  21. Сердюк М. Є. Динаміка окисних процесів при тривалому зберіганні яблук з використанням антиоксидантів / М. Є. Сердюк, С. С. Байберова // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – 2008. – № 93. – С. 86–91.
  22. Сердюк, м. Е.; Безменнікова, В. М. Влияние антиоксидантного препарата АОК-М на товарные качества плодов абрикосов при хранении. 2008. <https://rep.bsatu.by/handle/doc/5147>
  23. Калитка В. В. Інтенсивність окисних процесів під час тривалого зберігання плодів абрикосу, оброблених антиоксидантними препаратами / В. В. Калитка, М. Є. Сердюк, В. М. Безменнікова // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету: наукове видання / УДАУ. - Умань, 2007. - Вип. 65, ч. 1: Агрономія. – С. 229-233.
  24. Калитка В. В. Вплив антиоксидантного препарату АОК-М на інтенсивність окисних процесів під час зберігання плодів абрикосу / В. В. Калитка, М. Є. Сердюк, В. М. Безменнікова // Перспективна техніка і технології — 2008: матер. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 24-26 вересня 2008 р.) / МДАУ. - Миколаїв, 2008. - С. 17-22.
  25. Калитка В. В. Зміни вмісту пектинових речовин в плодах абрикосу оброблених АОК-М при зберіганні / В. В. Калитка, В. М. Безменнікова // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету / ЛНАУ; за ред. В. Г. Ткаченко. - Луганськ, 2008. - № 93. – С. 44-47.
  26. Сердюк М. Є. Вплив обробки препаратами природного походження на товарну якість плодів груші / М. Є. Сердюк, Н. А. Гапріндашвілі, О. С. Мироничева // Виноградарство и виноделие. – 2005. - №2 – С. 35-37.

- 27.Сердюк М. Є. Вплив післязбиральної обробки природними антиоксидантами на товарні якості плодів груші Деканка зимова при тривалому зберіганні / М. Є Сердюк, Н. А. Гапріндашвілі // Праці; / Таврійська державна агротехнічна академія.– Мелітополь, 2002. – Вип. 7. – С. 48-51.
- 28.Сердюк М. Є. Зміни антиокислювального комплексу в плодах груші під час тривалого зберігання з використанням антиоксидантів / М. Є. Сердюк, Н. А. Гапріндашвілі, О. С. Мироничева // Наукові доповіді НАУ.-2006. - №3(4). – С. 1-6.
- 29.Гапріндашвілі Н.А. Зміна вмісту вітаміну С в плодах груші, оброблених антиоксидантами при довгостроковому зберіганні / Н.А. Гапріндашвілі, М.Є. Сердюк // Матеріали IV-ої Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів 24-26 вересня. – Миколаїв: Миколаївський державний аграрний університет, 2008р. – С. 31-35.
- 30.Сердюк М.Є. Вплив обробки антиоксидантними препаратами природного походження на інтенсивність окисних процесів в плодах груші закладених на зберігання / М.Є. Сердюк, Н.А. Гапріндашвілі // Агромех-2004: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 22-24 вересня. – Львів: Львівський державний аграрний університет, 2004. – С. 77-82.
- 31.Прісс, О. П. Динаміка фенольних речовин плодів огірка при зберіганні з використанням антиоксидантних препаратів / О. П. Прісс, Т.Ф. Прокудіна // Перспективна техніка і технології – 2008: матеріали IV-ої міжнародної науково-практичної конференції студентів і молодих учених. – Миколаїв: МДАУ, 2008. – С. 22–25.
- 32.Прісс, О. П. Товарное качество плодов томатов при хранении с использованием антиоксидантных препаратов / О. П. Прісс, В. Ф. Жукова // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: доклады Международной научно-технической конференции, Минск, 12-13 июня 2008 г. Ч. 2. – Минск. – 2008. – 396 с. – С. 206–208.
- 33.Прісс, О. П. Динаміка інтенсивності дихання огірків при зберіганні з використанням антиоксидантів / О. П. Прісс Т.Ф. Прокудіна// Вісник Львівського державного аграрного університету: Агрономія. – Львів. держ. агроуніверситет. – 2006. – № 10. – С. 271–273.