

УДК 664.8.03:[634.10:634.2]:678.048

№ держ. реєстр. 0111U002553

Інвент. №

Міністерство освіти та науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Мотрного
(ТДАТУ)
72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Проректор з наукової роботи
д.т.н., професор
_____ В. Т. Надикто

**ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**Програма 3
ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА НОВИХ І ВДОСКОНАЛЕННЯ
ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОХОЛОДЖЕНИХ ТА КОНСЕРВОВАНИХ
РОСЛИННИХ ПРОДУКТІВ**

(підсумковий)

Директор НДІ АТЕ
д.т.н., професор

О. П. Прісс

Керівник НДР
д.т.н., професор

М. Є. Сердюк

2020

Рукопис закінчено 12 грудня 2020 р.

Результати роботи розглянуто Науково-технічною радою
Науково-дослідного інституту «Агротехнологій та екології»
протокол № _____ від _____

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник проекту і відповідальний виконавець – завідувач лабораторії, доктор технічних наук, доцент кандидат сільськогосподарських наук, доцент кандидат сільськогосподарських наук, доцент кандидат сільськогосподарських наук, доцент аспірант	М. Сердюк (реферат, керівництво, участь у 3.1, формування звіту) Гапріндашвілі Н.А. (участь у 3.1) Кюрчева Л. М. (участь у 3.1) Іванова І. Є. (участь у 3.1) Зарецька Д. К. (участь у 3.1) О. Прісс (керівництво, у 3.2., 3.3) Жукова В. Ф. (участь у 3.3) Кулик А. С. (участь у 3.2, 3.7) Бурдіна І. (участь у 3.2) Загорко Н. П. (участь у 3.4) Коляденко В. В. (участь у 3.4) Григоренко О. В. (участь у 3.5) Ломейко О. П. (участь у 3.6) Єфіменко Л.В. (участь у 3.6) Бандура І.І. (участь у 3.7) Данченко О. О. (участь у 3.8) Здоровцева Л. Н. (участь у 3.8) Майборода Д. О. (участь у 3.8) Сухаренко О. І. (участь у 3.8) Андрущенко М. В. (участь у 3.8)
доктор технічних наук, професор	
кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кандидат технічних наук, старший викладач аспірант	
кандидат технічних наук, доцент старший викладач	
кандидат технічних наук, доцент кандидат технічних наук, доцент аспірант	
кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач доктор сільськогосподарських наук, професор кандидат біологічних наук, доцент	
аспірант	
кандидат сільськогосподарських наук, доцент кандидат сільськогосподарських наук, доцент	

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: складається з 175 с., 81 рис., 39 табл.

Об'єкти досліджень: зміни якості та біологічної цінності плодово-ягідної та овочевої продукції протягом тривалого зберігання та консервування різними методами.

Мета роботи: подовження термінів зберігання плодово-ягідної, овочевої продукції зі збереженням високих якісних показників та біологічної цінності шляхом обґрунтування та розроблення нових нових і вдосконалення існуючих технологій консервування.

Методи досліджень: Загальнонаукові: аналізу літературних джерел та отриманих експериментальних даних, синтезу – для формування узагальнень та висновків, спостереження за процесами формування якості, експерименту – складання схеми лабораторних досліджень, моделювання — для побудови математичних моделей, індукції і дедукції – для співставлення результатів математичного моделювання з отриманими експериментальними даними, органолептичний – для визначення квалітативних показників плодів протягом зберігання. Спеціальні: виробничий – проведення дослідження зі зберігання плодів за обробки антиоксидантними композиціями у виробничих умовах; лабораторний – для досліджень фізико-хімічних, біохімічних показників, мікробіологічного забруднення; математично статистичний – для математичної обробки експериментальних даних, порівняльно-розрахунковий – для визначення економічної ефективності зберігання плодів за обробки антиоксидантними композиціями.

В результаті досліджень:

Розділ 3.1 присвячено розробці наукових засад холодильного зберігання зерняткових та кісточкових плодів з використанням обробки антиоксидантними речовинами. Досліджено вплив абіотичних чинників на зміни якості, збереженості та механізми функціонування імунної системи плодів. Експериментально доказана провідна роль низькомолекулярних антиоксидантних сполук при формуванні стрес-толерантності плодів яблуни та сливи, і високомолекулярних – плодів груші. Сформовано комплексні антиоксидантні композиції, встановлено оптимальні концентрації діючих речовин. Встановлено що обробку плодів антиоксидантними композиціями можна виконувати одним з досліджених способів: зануренням у робочі розчини, обприскуванням на лінії підготовки плодів до зберігання або обприскуванням на материнській рослині в саду. Розроблено комбінований спосіб попереднього охолодження, який передбачає на першій стадії охолодження плодів у робочих розчинах антиоксидантних композицій, на другій – доохолодження у камерах з інтенсивним рухом повітря. Доказано, що застосування розробленої технології забезпечить подовження термінів холодильного зберігання плодової продукції при максимальній збереженості природних фітонутрієнтів та товарної якості, показана її висока економічна ефективність.

В розділі 3.2 теоретично обґрунтовано та експериментально доведено ефективність удосконаленої технології зберігання зелені петрушки за використання живильного середовища на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів.

Встановлено ступінь впливу факторів: погодних умов (вплив фактору 5,2...41,4 %), сезону збирання (вплив фактору 16,8...60,8 %) та сорту (вплив фактору 0,0...47,8 %) на якість, харчову цінність і придатність до зберігання зелені петрушки.

Показано, що зелень петрушки осіннього збору накопичує більше сухих речовин, цукрів, речовин фенольної природи та пігментного комплексу, β -каротину і характеризується вищим рівнем титрованої кислотності, ніж весняне листя, а весняна зелень містить істотно більшу кількість аскорбінової кислоти.

Доведено доцільність та переваги використання гідрогелю для зберігання зелені петрушки, оскільки цей спосіб дозволяє подовжити тривалість зберігання на 12...14 діб; скоротити втрати маси на 8,3...10,9 %; підвищити вихід товарної продукції після зберігання на 1,4...2,6 % на кінець зберігання порівняно з контролем.

Розроблено комплексну антиоксидантну композицію для введення до складу живильного середовища під час зберігання зелені петрушки з метою збереження якості та подовження термінів зберігання з концентрацією компонентів наступного складу та співвідношення: іюнол – 0,024 %; хлорофіліпт – 0,25 %; аграрний гідрогель – 1 %.

Встановлено, що використання способу зберігання із доданням живильного середовища на основі аграрного гідрогелю та композиції антиоксидантів 0,024I+0,25Xл+АГ забезпечує подовження терміну зберігання до 70...100 діб, що на 40...55 діб довше, ніж в контрольних варіантах; підвищує вихід товарної продукції на 0,7...7,5 %, залежно від сорту, сезону збору за подовженого терміну зберігання порівняно з контролем.

Досліджено фізіолого-біохімічні процеси, які відбуваються під час зберігання зелені петрушки. Встановлено, що вдосконалена технологія знижує інтенсивність дихання на 39 % порівняно з контролем, наслідком чого є уповільнення темпів дисиміляції цукрів більш як удвічі, витрат титрованих кислот в 1,5 рази. Втрати аскорбінової кислоти скорочуються в середньому на 17,5 %; фенольних речовин – на 17,1 %; хлорофілів – на 43 %, каротиноїдів – на 39 %, β -каротину – на 34,6 %.

Розроблено функціонально-технологічну схему удосконаленого способу зберігання зелені петрушки на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів, що може здійснюватися з використанням існуючого технологічного обладнання. Визначено органолептичні, фізіолого-біохімічні та показники безпеки листя після зберігання.

На підставі проведених досліджень розроблено проект доповнення до ДСТУ 6010:2008 «Петрушка молода свіжа. Технічні умови». Апробація удосконаленої технології зберігання в умовах ДПДГ «Мелітопольське» МДСС ім. М. Ф. Сидоренка ІС НААН, ТОВ Агрофірма «Україна», ТОВ «Паша» підтвердила доцільність зберігання зелені петрушки за вдосконаленою технологією.

Впровадження технології зберігання зелені петрушки осіннього збору за використання антиоксидантних композицій забезпечує чистий прибуток в середньому 22656,07 грн/т продукції, рівень рентабельності становить 91,12...102,72 %. Для зелені петрушки весняного збору економічно обґрунтованим є тривалість зберігання 15 діб. При цьому чистий прибуток становить в середньому 32606,82 грн/т продукції, а рівень рентабельності – 263,10 %.

Показано, що найбільшу врожайність Васильків справжніх забезпечує субстрат з 40-відсотковим вмістом перліту: 8,67 кг/ м² при виході сухої маси 1,18 кг/ м² – у сорту Бадьорий, та 9,08 кг/ м² при виході сухої маси 0,98 кг/ м² – у сорту Філософ.

Встановлено, що найбільша врожайність всіх сортів васильків справжніх спостерігається за березневого строку висіву насіння– 8,48 кг/м² при виході сухої маси - 0,90 кг/м².

Показано, що найбільший чистий дохід сорту Бадьорий отримано за введення у склад субстрату 40 % перліту, а у сорту Філософ - за введення у склад субстрату 60 % перліту. Чистий дохід у таких варіантах дорівнює 319,9 грн/м² для сорту Бадьорий та 658,3 грн/м² для сорту Філософ, а собівартість продукції зменшується порівняно з вирощуванням на чистому торфі в 1,8 та 2,1 рази відповідно. Найвищий рівень рентабельності сорту Бадьорий отримано у варіанті з 40 % перліту– 35,6 %, а у сорту Філософ - у варіанті який містить 60 % перліту – 55,7 %.

Показано, що найбільший чистий дохід від реалізації з найменшою собівартістю одного кілограму продукції отримано за березневого строку висіву насіння. З-поміж сортів виділяється сорт Сяйво чистий прибуток якого дорівнює 522,9 грн/м² з рівнем собівартості 77,5 грн/кг. Чистий прибуток сортів Бадьорий, Рутан, Філософ та Пурпурова зоря березневого строку висіву насіння дещо нижчий і коливається у межах 239,3 – 399,5 грн/м². Найвищий рівень рентабельності отримано у варіантах з березневим строком висіву насіння – від 23,2 % у сорту Бадьорий до 40,4 % у сорту Сяйво.

Дослідження, проведені в межах розділу 3.3 присвячені виявленню та науковому обґрунтуванню впливу біопрепаратів на збереженість якості плодів впродовж тривалого холодильного зберігання.

Розроблено склад композицій біологічно активних речовин і встановлено оптимальні концентрації, які забезпечують максимальну збереженість фітонутрієнтів і підвищення виходу стандартної продукції після зберігання плодів овочів в охоложеному стані. Удосконалено технологію зберігання плодів овочів з використанням післязбиральної обробки біологічно активними речовинами біогенного і синтетичного походження та показано її економічну ефективність.

Дослідженнями у межах розділу 3.4 показано, що отримані фізико-хімічні показники дослідженої плодово-ягідної та виноградної сировини знаходяться в межах, що нормуються ДСТУ для виготовлення столових виноматеріалів. Це дозволить використовувати її для отримання високоякісної винної продукції. Отримані дані підтверджують, що при бродінні суслу разом з перетворенням цукрів змінюється склад і співвідношення органічних кислот. Склад органічних кислот впливав на повноту і кислотність виноматеріалів. Зміни рН обумовлені процесами новоутворення кислот (винною, молочною та оцтовою). Органолептичні показники, отриманих виноматеріалів відповідають білим сухим винам. Недоліком виноматеріалів була незбалансована кислотність на початку технологічного процесу витримки (зелена кислотність). Таким чином, після проведення комплексної оцінки якості вина можна зробити висновок, що з сорту Лівія отримують легкі і ніжні білі вина з цікавими відтінками в ароматі і кольорі.

Дослідження, проведені в межах теми 3.5, присвячені удосконаленню технології виробництва і підвищення якості двошарового мармеладу з плодово-

ягідної сировини на крохмальних сиропях; удосконаленню технології виробництва та розробці рецептур вишневого джему з додаванням пектиновмісної сировини; удосконаленню технології виробництва концентрованих плодкових соків (яблучного та сливового) шляхом підбору найкращих сортів, збільшення виходу соку за рахунок використання ферментних препаратів, застосування кріоконцентрування та заморожування з метою максимального збереження органолептичних властивостей та біологічної цінності натуральних соків та удосконалення технологій виготовлення плодкових компотів з високими якісними показниками та біологічною цінністю.

Результатами досліджень у межах розділу 3.6 доведено, що вакуумне охолодження є швидким та ефективним методом для охолодження плодів черешні у порівнянні зі звичайним холодильним охолодженням. За результатами науково-експериментального дослідження плодів черешні при вакуумному охолодженні розглянуто втрату маси плодів черешні, методи її зменшення, параметри тиску у камері охолодження, температури та часу при вакуумному охолодження плодів черешні.

Дослідження, проведені в межах розділу 3.7, присвячено науковому обґрунтуванню інноваційних технологій отримання та переробки грибної сировини з нових для України видів екзотичних грибів: *Pleurotus ostreatus* (Fr.) P. Kumm (5 штамів: 2301, Z, 2316, 2456, 431) *Pleurotus pulmonarius* 2314 IBK; *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini та *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., гливи золотої *Pleurotus citrinopileatus* Singer (штамм 2161), опенька зимового *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer та тропічної культури «молочного» гриба *Calocybe indica* Purkay. & A. Chandra.

Найвищі значення біологічної ефективності першої хвилі плодоношення мали штами 2316 (78,9 %) з групи «зимових» (А) і 431 (78,4 %) з групи «літніх» (В). Досліджувані групи штамів не мали достовірних відмінностей за біологічною ефективністю, що дає можливість говорити про доцільність «літнього» культивування. Зміна штамів дозволить отримувати урожай протягом усього року без додаткових економічних витрат на охолодження або обігрів культивацийних приміщень.

Результатами статистичного аналізу встановлено суттєві відмінності між досліджуваними штамми за основними морфологічними показниками зростків (маса, ширина, висота, коефіцієнт асиметрії, кількість плодкових тіл у зростку). Виявлено, що маса зростків досліджуваних «зимових» видів значно менше залежить від штамової приналежності (220,8–273,4 г), ніж «літніх» (83,4–430,7 г). Запропоновано показник коефіцієнт асиметрії зростка, який може бути корисним для розрахунку необхідних розмірів тари, що запобігатиме механічним пошкодженням продукції у процесі пакування та транспортування.

Виявлено, що морфологічні ознаки плодкових тіл штамів мали суттєві відмінності за всіма дослідженими параметрами: ширина, висота, площа, коефіцієнт асиметрії шапинки, маса плодового тіла, маса шапинки, коефіцієнт втрати маси, довжина ніжки, діаметр ніжки. Зокрема, штами групи А відрізнялися більшими розмірами і масою, порівняно зі штамми групи В. Найбільша маса ПТ визначена для штаму 2301 ($15,2 \pm 1,0$ г), а найменша – 2456 ($3,3 \pm 0,2$ г). Запропоновано показник коефіцієнту втрати маси урожаю, який показує співвідношення між шапинкою і ніжкою ПТ і дає змогу спрогнозувати кількість грибної сировини, яку буде

реалізовано за високою ціною у вигляді шапинок, та кількість сировини, яку можна переробити у грибний фарш, порошок та інші цінні продукти. Найкращий коефіцієнт отримано для плодових тіл штаму 2314 ($0,87 \pm 0,01$), а найгірший – 2456 ($0,59 \pm 0,01$), який, відповідно, не рекомендуємо до реалізації окремими плодовими тілами. Встановлено, що плодові тіла високопродуктивних штамів 2316 і 431 мали низку органолептичних недоліків.

Проведено скринінг 10 штамів опенька зимового з метою визначення морфологічних та технічних ознак, які дадуть змогу впровадити ці штами в умови індустріального грибівництва. За отриманими даними штами 2038 (біла раса), 2039 та 2337 (жовта раса) з успіхом пройшли інтродукцію в умови місцевих господарств КФК «Жовтневе» та ФОП Гончаров С.М.

Визначено, що дані штами мали найвищі показники біологічної ефективності на субстратах формули: лушпиння (400 г), гранули з лушпиння (300 г), кукурудзяна крупа (200 г), зерно ріпаку (90 г), крейда (10 г).

Загальна тривалість вегетативного розвитку та морфогенезу означених штамів на субстратах оптимальної формули суттєво не відрізнялась і складала 28-32 та 8-11 діб відповідно. Отже, технологічний цикл отримання першої хвилі плодових тіл складав від 36 до 43 діб, що відповідає даним наукової літератури.

Виявлено, що біологічна ефективність штаму 2039 опенька зимового, вирощеного в субстратних пакетах масою 1500 г була вищою в 1,6 рази порівняно з варіантом з масою пакетів 3000 г. Пошук оптимальної маси пакетів для індустріального вирощування опенька зимового має бути обґрунтованим з оглядом на вартість поліпропіленових пакетів та збільшенням трудовитрат за умов виготовлення субстрату в пакетах меншої маси.

Адаптаційні характеристики обраних штамів за умов вирощування на місцевих сільськогосподарських відходах, зокрема морфологічні особливості, вплив мікрокліматичних умов, стійкість до захворювань потребують подальших досліджень. Особливу увагу треба приділити визначенню біохімічних показників перспективних для впровадження в індустріальну культуру штамів фламуніни, як джерела функціональних речовин, що позитивно впливають на здоров'я людей.

Вивчення особливостей фізіології і морфологічних характеристик тропічної культури *C. indica* при вирощуванні на залишках місцевих сільськогосподарських відходів дозволило виробити технологічний регламент отримання цінного грибного продукту з унікальними смаковими і лікарськими властивостями.

Виявлено особливості вирощування «молочного гриба» на субстратах, виготовлених методами аеробного ферментації в високому шарі і стерилізації. Біологічна ефективність *C. indica* склала 134,4% при використанні стерильних субстратів, що в 2 рази перевищувало результати, отримані на варіанті ферментованого субстрату. Метод обробки субстрату впливає на морфологічні характеристики плодових тіл *C. indica*. Показники середньої маси і діаметру шапинки плодових тіл, отриманих на стерильних субстратах були в 2 рази вище, ніж в варіанті ферментативної обробки.

Всі отримані плодові тіла *C. indica* мали привабливу форму, інтенсивний грибний аромат і незвичайний смак, з легкими нотками перцю. Досліджений штам відрізнявся стійкістю до контамінантної мікробіоти субстратів і приміщень. Результати

випробувань є підставою для технічних рекомендацій до інтродукції тропічного гриба *S. indica* в промислове виробництво грибів України та країн зі схожими кліматичними умовами.

Визначено можливість використання доступних місцевих сільськогосподарських залишків (соломи ячменю та лушпиння соняшнику) для культивування гриба *P. citrinopileatus*, цінного їстівного виду з доведеними медичними функціями. Проаналізовано технологічні характеристики зростків, що дає можливість розрахувати розміри паковальної тари для зменшення механічних пошкоджень грибів в процесі фасування. Статистично доведено вплив складу субстрату на морфологічні ознаки та біохімічний склад плодових тіл. Виявлено позитивну кореляцію між вмістом зольних речовин у субстраті і в отриманих плодових тілах.

У розділі 3.8 досліджено вплив екстракту вівса на вміст продуктів ліпопероксидації і активність ендогенних антиоксидантів у м'ясі гусей під час його зберігання (-18°C). Для зберігання використано м'ясо двох зразків. М'ясо контрольного зразка отримане від гусей, відгодованих на стандартному раціоні. М'ясо дослідного зразка отримане від гусей, до раціону яких з 42-ої до 63-ої доби додавали екстракт вівса посівного. Термін зберігання м'яса 210 діб. Встановлено, що інтенсивне накопичення вторинних продуктів ліпопероксидації (ТБКАП) у м'ясі гусей розпочалось з 90-ої доби. Додавання екстракту вівса до раціону гусей сприяло зниженню вмісту ТБКАП у м'ясі дослідного зразка порівняно з контрольним (на 27,6 %, $p \leq 0,05$) наприкінці досліду. Додавання екстракту вівса до раціону гусей сприяло стабілізації антиоксидантного пулу в їхньому м'ясі, що підтверджується в 1,88 рази нижчим рівнем ТБКАП за ініціації пероксидного окиснення Fe^{2+} і на 36,0 % ($p \leq 0,05$) більшим коефіцієнтом антиоксидантної активності на 210-ту добу. М'ясо цього зразка характеризується вірогідно вищим умістом вітаміну Е і β -каротину наприкінці досліду. Отже, для отримання пролонгованого позитивного ефекту під час низькотемпературного зберігання м'яса доцільне додавання екстракту вівса до раціону гусей у передзабійному періоді.

Публікації. За результатами наукових досліджень опубліковано 42 наукові роботи, з них 25 статей у наукових фахових виданнях, серед яких 5 статей включено до міжнародної наукометричної бази SCOPUS та Web of science і 3 статей – у виданнях, що включені до інших міжнародних наукометричних баз, 14 тез доповідей на наукових конференціях.

Ключові слова: зберігання, яблука, плоди груші, плоди сливи, антиоксиданти, втрати маси, фізіологічні процеси, мікробіологічні хвороби, товарна якість, зелень петрушки, кабачки, джеми, соки, мармелад, вакуумне охолодження, гриби, глива, консервування, стерилізація, ферментація, поживна цінність, гуси, м'ясо, продукти ліпопероксидації, антиоксидантна активність, екстракт вівса, кореляційний аналіз.

ЗМІСТ

Тема 3.1 Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій охолодженої та консервованої плодово-ягідної продукції	10
Тема 3.2 Вдосконалення технології зберігання зелених культур	43
Тема 3.3 Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій охолодженої та консервованої овочевої продукції	55
Тема 3.4 Вдосконалення технології виготовлення алкогольних напоїв з плодово-ягідної сировини	79
Тема 3.5 Вдосконалення технології виготовлення консервів та кондитерських виробів з плодово-ягідної сировини	88
Тема 3.6 Обґрунтування параметрів і режимів технології вакуумного охолодження плодів, овочів і ягід	107
Тема 3.7 Обґрунтування існуючих та розробка нових технологій виробництва та переробки їстівних та лікарських грибів	114
Тема 3.8 Застосування біогенних екстрактів у птахівництві як технологічний засіб підвищення його ефективності	151

Тема 3.1 Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій охолодженої та консервованої плодово-ягідної продукції

**Керівник теми
Виконавці**

Сердюк М. Є.
Іванова І. Є.
Зарецька Д. К.
Кюрчева Л. М.
Гапріндашвілі Н. А.

Мета дослідження

Мета досліджень – обґрунтування наукових основ та розроблення практичних заходів із обробки антиоксидантними речовинами для подовження термінів зберігання плодової продукції з високими якісними показниками та харчовою цінністю.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні *завдання*:

- розробити критерії ідентифікації показників якості та компонентів хімічного складу, що відобразатимуть функціональний стан плодів під час збирання та дозволять прогнозувати спрямованість його змін протягом тривалого зберігання;

- встановити закономірності та розкрити механізми функціонування ендогенної імунної системи плодів, встановити можливі фактори її індукування протягом тривалого зберігання;

- встановити та обґрунтувати механізми дії розроблених антиоксидантних композицій, провести оптимізацію їх складу;

- обґрунтувати спосіб нанесення антиоксидантних композицій на поверхню плодової продукції;

- експериментальним шляхом встановити тривалість попереднього охолодження плодів різними способами, дослідити та проаналізувати вплив різних способів попереднього охолодження на їх інтенсивність дихання, тепловиділення та втрати маси; визначити оптимальний спосіб та режими попереднього охолодження;

- з'ясувати закономірності та встановити рівень впливу антиоксидантних композицій на динаміку фізичних і фізіолого-біохімічних процесів протягом холодильного зберігання плодової продукції;

- встановити динаміку розвитку окисного стресу при холодильному зберіганні плодової продукції та розкрити механізми функціонування ендогенної системи захисту;

- з'ясувати закономірності та розкрити рівень впливу антиоксидантних композицій на збереженість плодової продукції в умовах штучного холоду;

- здійснити промислову апробацію розробленої технології обробки плодової продукції антиоксидантними композиціями та її подальшого холодильного зберігання, дати оцінку економічної та соціальної ефективності.

Об'єкт дослідження

Процес зміни якості та харчової цінності плодів протягом холодильного зберігання за обробки комплексними антиоксидантними композиціями.

Предмет дослідження

Закономірності змін фізичних, біохімічних та квалітативних показників плодів яблуни, груші, сливи протягом тривалого холодильного зберігання за обробки антиоксидантними композиціями.

Матеріали та методи дослідження

В ході наукового експерименту було сформульовано наукову проблему, робочі гіпотези, розроблено програму досліджень (рис. 1), яка ілюструє взаємозв'язок етапів роботи і вирішення завдань. Загальна наукова проблема полягає в тому, що вплив стресорів різної природи спонукає істотне зростання вмісту активних форм кисню (АФК): супероксидного та гідроксильного радикалів, пероксиду водню та синглетного кисню, які пошкоджують мембрани, окислюють амінокислотні залишки білків, пошкоджують ДНК, інтенсифікують процеси дозрівання та старіння, і призводять до загибелі клітин плодової продукції. Рослини володіють достатньо високою стійкістю до окисних пошкоджень завдяки наявності ефективної багатоступеневої системи захисту, яка складається з антиоксидантних ферментів (супероксиддисмутаза, пероксидаза та інші) та низькомолекулярних антиоксидантів (фенольні речовини, аскорбінова кислота, вуглеводи, органічні кислоти та інші). Проте, тривала інтенсивна дія негативних чинників довкілля порушує узгодженість функціонування імунної системи плодів, внаслідок чого знижується їх якість та збереженість.

Для вирішення наукової проблеми сформульовано наступні робочі гіпотези:

- підвищення стрес-толерантності плодів шляхом активації природних механізмів захисту за допомогою екзогенних обробок речовинами антиоксидантної природи;
- проведення попереднього охолодження плодів у робочих розчинах комплексних антиоксидантних композицій буде супроводжуватися швидким зниженням інтенсивності дихання та тепловиділення плодів. У свою чергу, зниження інтенсивності дихання сприятиме збереженню важливих енергетичних субстратів та інгібуванню процесів післязбирального дозрівання, а зменшення тепловиділення забезпечить можливість створення оптимального та сталого режиму зберігання вже з початкових етапів. Для підтвердження робочих гіпотез виникає необхідність розробки нових комплексних антиоксидантних композицій, які будуть застосовані для обробки плодової продукції перед її подальшим зберіганням.

Введення до складу композиції речовин антимікробної дії підвищить стрес-толерантність плодів до дії біотичних стресорів протягом процесу зберігання, а речовин – плівкоутворювачів – знизить інтенсивність транспірації.

Експериментальні дослідження проведені впродовж 1998 – 2012 років, в лабораторії технології первинної переробки і зберігання продуктів рослинництва НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету м. Мелітополя. Вони склалися з п'яти дослідів.

Дослід 1. Дослідження плодової сировини як об'єкту холодильного зберігання. Дослід проводили впродовж 1998 – 2012 років. Щоденні метеорологічні дані за аналізований період зібрані на Мелітопольській метеостанції. Для дослідження обрані плоди яблуни чотирьох сортів: Айдаред, Голден Делішес, Ренет Симиренко, Флоріна; плоди груші сортів середнього терміну досягання: Вікторія та

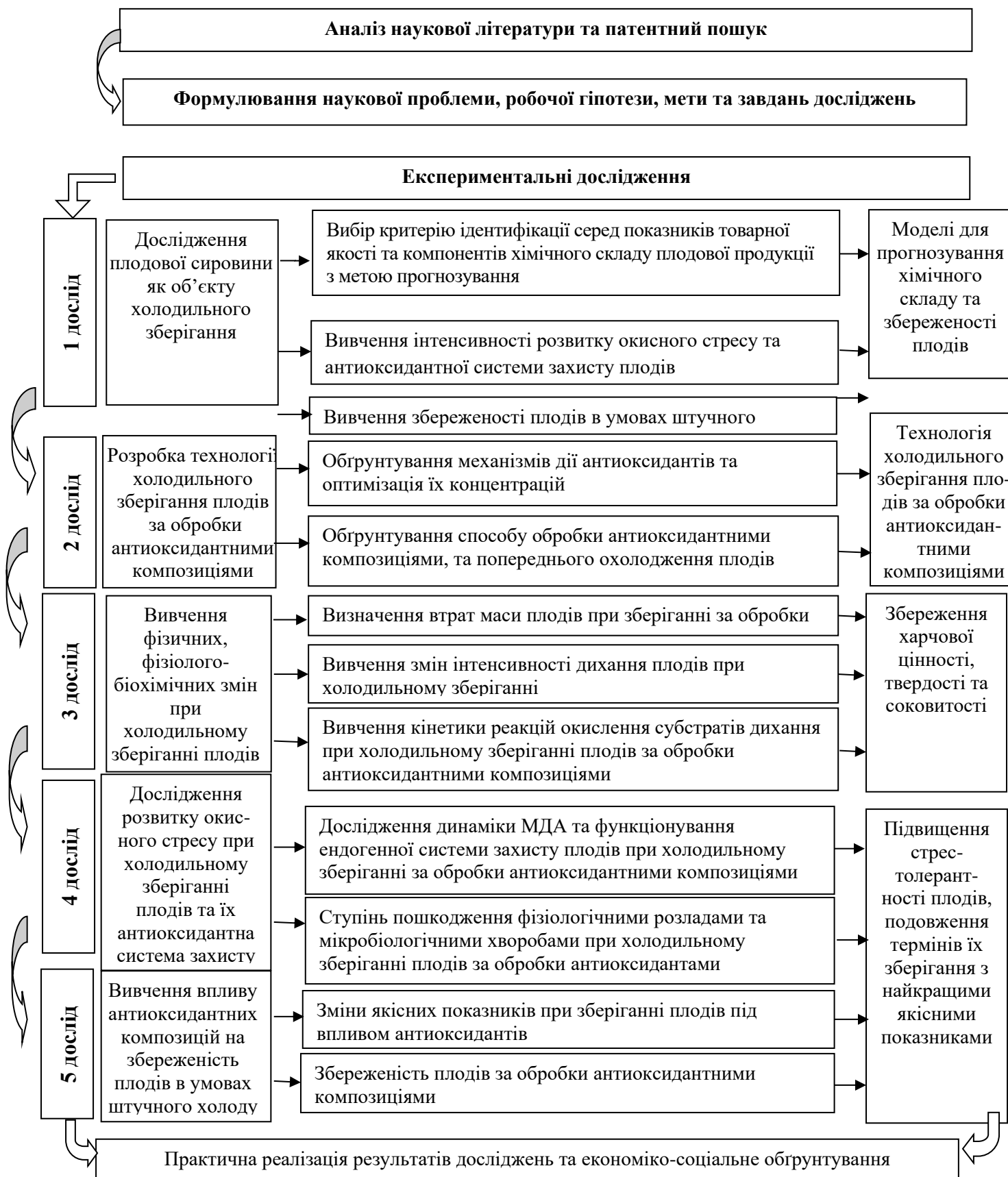


Рис. 1. Програма досліджень.

Конференція, плоди груші пізнього терміну досягання: Деканка зимова, Кюре, Ізюминка Криму; плоди сливи сортів Волошка, Стенлей та Угорка італійська.

В ході досліджень вивчений вплив абіотичних чинників на формування якісних технічних показників, харчової цінності та збереженості плодів у аспекті їх конкурентоспроможності та придатності до зберігання і технічної переробки. Були досліджені механізми формування та функціонування імунної системи плодів під впливом абіотичних стресорів.

На даному етапі досліджень визначені: маса, найбільший поперечний діаметр, висота плодів; вміст компонентів хімічного складу: сухих речовин, цукрів, органічних кислот; вміст основних компонентів імунної системи: фенольних речовин, вітаміну С та активність антиоксидантних ферментів; основні показники збереженості плодів: природні втрати маси, втрати спричинені фізіологічними розладами та мікробіологічними захворюваннями.

За результатами дослідів вибрані критерії ідентифікації та отримані моделі для прогнозування показників товарної якості, вмісту компонентів хімічного складу та збереженості плодів залежно від абіотичних чинників, показана доцільність у роки з найбільшим стресовим навантаженням індукування імунної системи плодів шляхом обробки антиоксидантними сполуками.

Дослід 2. Розробка технології холодильного зберігання плодів за обробки антиоксидантними композиціями. В межах даного дослідів за результатами аналітичних досліджень сформовані три комплексні антиоксидантні композиції (АОК). Перша – на основі синтетичних сполук: дистинолу (суміш іонолу і диметилсульфоксиду) та поліетиленгліколів (АКМ), друга – на основі природних сполук: аскорбінової кислоти, рутину у рівних частках (аскорутин) та лецитину (АКРЛ), третя – на основі комбінування синтетичного дистинолу та природного лецитину (ДЛ).

На даному етапі досліджень оптимізовані концентрації діючих речовин у антиоксидантних композиціях. Дослідження виконували у дворічній повторності. Плоди груші сортів Вікторія та Ізюминка Криму закладали на зберігання у 2000 та 2001 роках, плоди яблуні сортів Айдаред, Голден Делішес, Ренет Симиренко та Флоріна – у 2003 та 2004 роках, плоди сливи сортів Волошка та Стенлей – у 2008 та 2009 роках. Досліджували наступні концентрації діючих речовин: композиція АКМ: дистинол 0...0,048 %, ПЕГ 0...2,0%; композиція АКРЛ: аскорутин 0...1,5%, лецитин 0...6%; композиція ДЛ: дистинол 0...0,048 %, лецитин 0...6%. Ефективність впливу різних концентрацій діючих речовин визначали за середнім рівнем щодобових втрат плодів протягом зберігання, які склалися з суми втрат маси та втрат, спричинених мікробіологічними захворюваннями і фізіологічними розладами, віднесеними до кількості діб зберігання. За контроль на даному етапі досліджень приймали партії плодів без обробки.

На наступному етапі даного дослідів обґрунтований спосіб обробки плодів антиоксидантними композиціями. Дослідження виконували у дворічній повторності: плоди груші сортів Конференція та Ізюминка Криму закладали на зберігання у 2002...2003 роках, плоди яблуні сортів Айдаред та Голден Делішес – у 2005...2006 роках, плоди сливи сортів Волошка та Стенлей – у 2010...2011 роках. Нанесення антиоксидантних композицій виконували обприскуванням на

деревах у саду за 1 добу до збирання, а також у сховищах – зануренням та зрошуванням. Ефективність способу обробки визначали за величиною середніх щодобових втрат плодів протягом зберігання. За контроль на даному етапі досліджень приймали партії плодів, які оброблені водою (К 1), та без обробки (К 2).

На останньому етапі даного дослідження були обґрунтовані режими та способи попереднього охолодження плодів. Дослідження виконували у дворічній повторності: плоди груші сортів Конференція та Ізюминка Криму закладали на зберігання у 2002...2003 роках, плоди яблуні сортів Айдаред та Голден Делішес – у 2005...2006 роках, плоди сливи сортів Волошка та Стенлей – у 2010...2011 роках.

Попереднє охолодження виконували наступними способами:

Варіант 1. Яблука першого товарного сорту пакували у вислані папером ящики пошарово діагональним способом. Груші першого товарного сорту пакували у вислані папером ящики № 53 пошарово, шаховим укладанням, сливи першого товарного сорту – у ящики-лотки насипом, по 7 кг в кожному. Попереднє охолодження виконували холодним повітрям у камерах зберігання за температури 2...5°C, швидкості руху повітря 0,5 м/с, кратності повітрообміну 30 об'ємів за годину. Повторність варіанту п'ятикратна. Розмір повторності – один ящик.

Варіант 2. Пакування плодів виконували як і в першому варіанті. Попереднє охолодження виконували холодним повітрям у камерах інтенсивного охолодження за температури від мінус 2... мінус 4°C, швидкості руху повітря 3 м/с, кратності повітрообміну 90 об'ємів за годину. Повторність варіанту п'ятикратна. Розмір повторності – один ящик.

Варіант 3. Гідроохолодження: плоди яблуні, груші та сливи першого товарного сорту охолоджували у ваннах з охолоджуючим середовищем; розчини антиоксидантних композицій АКМ, АКРЛ та ДЛ, температура яких становила $1,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Після охолодження з поверхні плодів видаляли залишкову вологу повітрям температурою 2...3°C, укладали в тару та відправляли на зберігання. Повторність варіанту п'ятикратна. Розмір повторності – один ящик.

Варіант 4. Комбінований спосіб: 1 етап - попереднє охолодження плодів у робочих розчинах антиоксидантних композицій (АОК), 2 етап - доохолодження у камерах інтенсивного охолодження. Під час доохолодження одночасно відбувається і процес видалення залишкової вологи. Пакування плодів виконували аналогічно попереднім варіантам. Повторність варіанту п'ятикратна. Розмір повторності – один ящик.

За результатами дослідження 2 розроблена технологія зберігання плодів за обробки антиоксидантними композиціями.

Дослідження 3. Вивчення фізичних, фізіолого-біохімічних змін при холодильному зберіганні плодів. На цьому етапі вивчали величину втрат маси, кінетику інтенсивності дихання та реакцій окислення субстратів дихання при зберіганні плодів за обробки антиоксидантними композиціями.

Дослідження 4. Дослідження розвитку окисного стресу при холодильному зберіганні плодів та їх антиоксидантна система захисту. Розвиток окисного стресу плодів вивчали за динамікою накопичення малонового діальдегіду. На даному

етапі досліджували особливості функціонування ендогенної системи захисту плодів при зберіганні за обробки антиоксидантними композиціями.

Дослід 5. Вивчення впливу антиоксидантних композицій на збереженість плодів. На даному етапі вивчали ступінь пошкодження плодів фізіологічними розладами та мікробіологічними хворобами, зміни якісних показників, визначали збереженість плодів за обробки антиоксидантними композиціями.

Досліди 3, 4, 5 виконували у трирічній повторності: плоди яблуні сортів Айдаред, Голден Делішес, Ренет Симиренко, Флоріна закладали на зберігання у 2008...2010 роках, плоди груші сортів Вікторія, Конференція, Кюре Ізюминка Криму – у 2010...2011 роках, , плоди сливи сортів Волошка, Стенлей, Угорка Італійська – у 2010...2012 роках. В результаті досліджень визначали вплив АОК на збереженість біологічної цінності, твердості та соковитості плодів. На підставі отриманих результатів була проаналізована можливість підвищення стрес-толерантності плодів, подовження термінів їх зберігання з найкращими квалітативними показниками. Усі визначення проводили за стандартними та загальноприйнятими методиками. Результати аналізів приводили до вихідної маси.

Завершальним етапом була практична реалізація результатів досліджень та їх економіко-соціальне обґрунтування. Проведені впровадження розробленої технології зберігання плодів за обробки АОК у виробництво (2013 – 2016 рр.) і визначені економічний та соціальний ефекти від її впровадження.

Для досліджень плоди збирали з дерев, типових для певного помологічного сорту, одного віку. Агрофон на дослідних ділянках протягом усіх дослідних років був однаковим та задовольняв вимогам агротехніки. Плоди зерняткових культур закладали на зберігання у стадії знімальної, плоди сливи – технічної стиглості. Календарну дату знімання визначали за наступними якісними ознаками: розмір і маса плодів; забарвлення шкірочки та м'якуша; забарвлення насіння; смак і соковитість м'якуша; легкість відокремлення плоду від плодової гілочки; та об'єктивними показниками: йод-крохмальна проба (для яблук та груш), щільність м'якуша за пенетрометром; кількість днів від масового цвітіння та за метеорологічними даними.

Зберігали плодову продукцію у модернізованих холодильних камерах КХ – 48, які оснащені системою контролю температури Eliwell EWDR 902 та датчиками відносної вологості повітря Eliwell EWS 31. В камерах зберігання підтримували наступні режимні параметри: для плодів зерняткових культур температура $0\pm 1^{\circ}\text{C}$, для плодів сливи – мінус $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря (ВВП) – 90...95%. Система охолодження камер зберігання – батарейна. Фізичні умови зберігання в камерах визначали та контролювали згідно ДСТУ ISO 2169:2003. Контрольні ревізії при зберіганні зерняткових плодів проводили кожні 30 діб, плодів сливи – кожні 10 діб зберігання. Зміну товарної якості під час оглядів визначали після винесення їх із сховища та оtepлення до температури 15...20°C.

Математична обробка експериментальних даних і прогнозування кінцевого результату була виконана за методами варіаційної статистики з довірчою ймовірністю 0,95. У таблицях та на графічних зображеннях результатів роботи представлені середні арифметичні значення отриманих величин. Для аналізу

отриманих дослідних даних застосовували парний та множинний кореляційний, регресійний та дисперсійний аналізи. Статистичну обробку виконували за допомогою пакетів прикладних програм STATISTICA, Mathcad, Agrostat.

Результати досліджень

Дослідження плодової сировини як об'єкту холодильного зберігання

У даному розділі розроблена система критеріїв ідентичності, яка відображає функціональний стан плодів під час збирання та дозволяє прогнозувати спрямованість його змін протягом тривалого зберігання.

Математично доказано, що для плодів зерняткових культур, незалежно від терміну досягання, домінуючим стресовим погодним чинником при формуванні технічних показників товарної якості плодів є суми активних температур (САТ) останнього місяця їх дозрівання ($r = 0,84...0,95$), а для плодів сливи - САТ весь за вегетаційний період ($r = 0,99$) та абсолютні максимальні температури останнього місяця перед збиранням ($r = 0,71$). При формуванні масової частки сухих речовин та загального цукру у плодах яблуні найбільш впливовими є САТ цілого року ($r = 0,9$ та $r = 0,81$ відповідно), у плодах груші незалежно від терміну досягання - сума опадів (СО) за вегетаційний період ($r = -0,89...-0,97$), у плодах сливи – температурні показники останнього місяця формування плодів ($r = 0,89...0,97$). При формуванні вмісту титрованих кислот та аскорбінової кислоти у плодах яблуні і груші домінує кількість днів з опадами більше 1 мм та середня відносна вологість повітря (ВВП) за вегетаційний період ($r = 0,8...0,93$), у плодах сливи – кількість опадів та середня ВВП останнього місяця формування плодів ($r = 0,93$ та $r = 0,83$ відповідно). Для завчасного прогнозування вмісту основних компонентів хімічного складу побудовані математичні моделі залежності її якісних технічних показників (табл. 1) та основних компонентів хімічного складу (наведені у дисертаційній роботі) від погодних умов. Розроблені математичні моделі є необхідними для виробників при плануванні заходів щодо подальшої реалізації, переробки або зберігання зібраного врожаю.

Біологічним маркером, який характеризує ступінь руйнівної дії стресових чинників на рослинну клітину, є малоновий діальдегід (МДА). За рівнем накопичення МДА можна судити про стійкість рослини до зовнішніх стресових впливів. Стабільно-низький рівень МДА є свідченням відсутності розвитку окисного стресу та злагодженого функціонування антиоксидантної системи рослинного організму.

Основним стресовим чинником, який стимулює зростання рівня МДА і, відповідно, інтенсивність окисного пошкодження мембран плодів є суми активних температур, з єдиною видовою різницею: для плодів яблуні це САТ цілого року, для плодів групи сортів пізнього терміну досягання - САТ за вегетаційний період, для сортів середнього терміну досягання та плодів сливи – САТ за останній місяць їх формування (рис. 2.).

Таблиця 1

Моделі прогнозування якісних технічних показників плодів

Плоди	Регресійна модель	Коефіцієнт детермінації, R^2
-------	-------------------	--------------------------------

Плоди яблуні	$Y=0,664571 - 0,779842X_1 + 0,349114X_2$	0,75
Плоди груші середнього терміну досягання	$Y= 0,033 - 1,099X_3 + 1,012X_4+0,362X_5 + 0,592X_2$	0,97
Плоди груші пізнього терміну досягання	$Y= 0,435X_6 + 0,709X_2 - 0,132$	0,94
Плоди сливи	$Y= 0,647X_7 - 0,916X_5+0,515X_8 + 0,857X_2 - 0,027$	0,99

Примітка. Y – середня маса плоду, в.о., X_1 – річна кількість днів з опадами більше 1 мм, в.о., X_2 – САТ останнього місяця формування плодів, в.о., X_3 – сума опадів за вегетаційний період, в.о., X_4 – ГТК за вегетаційний період, в.о., X_5 – абсолютна максимальна температура останнього місяця формування плодів, в.о., X_6 – середні максимальні температури останнього місяця формування плодів, в.о.; X_7 – САТ за вегетаційний період, в.о., X_8 – різниця між абсолютними максимальними і мінімальними температурами останнього місяця формування плодів, в.о.



Рис. 2. Порівняльна динаміка рівня МДА у плодах груші середнього терміну досягання та САТ останнього місяця формування плодів.

Для встановлення визначального чинника у формуванні стрес-толерантності плодів проведена комплексна інтегральна оцінка та визначений глобальний вектор пріоритетів для кожного виду плодів. Отримані пріоритети свідчать, що у плодах яблуні та сливи більш ефективною в захисній відповіді при окисному стресі є участь низькомолекулярних антиоксидантних сполук, у плодах груші – антиоксидантних ферментів (рис. 3). Отже, розвиток окисного стресу під дією абіотичних чинників у плодах призводить до стимуляції їх антиоксидантної захисної системи, яка проявляється в підвищенні ендogenous рівня фенольних речовин, цукрів і активності СОД і пероксидази.

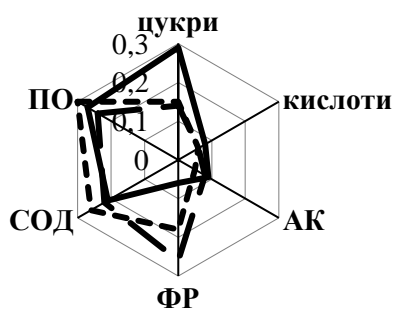


Рис. 3. Багатокутник глобальних векторів пріоритетів плодів.

Найважливішим якісним показником плодової продукції вважається збереженість. Даний показник набуває особливої пріоритетності при плануванні роботи плодосховищ, визначенні необхідної кількості камер, прогнозуванні термінів

і об'ємів реалізації та переробки плодової продукції. Результатами встановлений найбільш істотний вплив температурних умов останнього місяця формування плодів яблуні, сливи та груші сортів середнього терміну досягання на їх збереженість. Збереженість плодів сливи сорту Волошка та груші сортів пізнього терміну досягання визначається температурними умовами всього вегетаційного періоду. Остаточні рівняння залежності збереженості плодів від погодних чинників (з ймовірністю 95 %) наведені у таблиці 2. Отримані регресійні моделі дозволяють прогнозувати збереженість плодів аналізованих культур і своєчасно коригувати її.

Таблиця 2

Моделі прогнозування збереженості плодів

Плоди	Регресійна модель	Коефіцієнт детермінації, R^2
Плоди яблуні	$Y = 0,032 - 1,019X_1$	0,76
Плоди груші середнього терміну досягання	$Y = 0,217 + 0,827X_1$	0,77
Плоди груші пізнього терміну досягання	$Y = 0,856X_2 + 0,446X_3 - 0,315$	0,77
Плоди сливи	$Y = 0,026 + 2,251X_4 - 1,276X_3$	0,99

Примітка. Y – збереженість плодів, в.о., X_1 – середні максимальні температури останнього місяця формування плодів, в.о., X_2 – САТ за вегетаційний період, в.о., X_3 – середні мінімальні температури останнього місяця формування плодів, в.о., X_4 – САТ останнього місяця формування плодів, в.о.

Комплексною інтегральною оцінкою встановлений домінуючий вплив низькомолекулярних антиоксидантів на збереженість плодів яблуні. Виключення становлять плоди яблуні сорту Голден Делішес, при зберіганні яких надмірні втрати маси викликають розбалансування антиоксидантної системи захисту та послаблюють природну стійкість до захворювань (рис. 5).

Провідну протекторну роль у формуванні збереженості плодів груші виконують високомолекулярні антиоксиданти – пероксидаза і СОД.

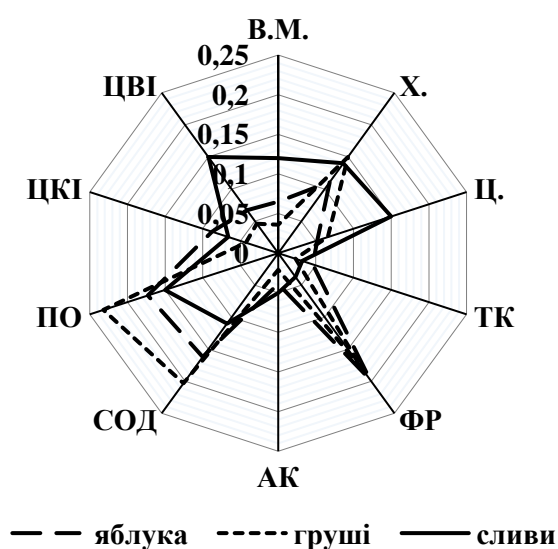


Рис. 5. Вектори пріоритетів якісних показників та компонентів антиоксидантної системи при формуванні збереженості плодів, в.о.: В.М. – втрати маси, Х. – втрати від хвороб, Ц. – цукри, ТК – титровані кислоти, ФР – фенольні речовини, АК – аскорбінова кислота, СОД – супероксиддисмутаза, ПО – пероксидаза, ЦКІ – цукрово-кислотний індекс, ЦВІ – цукрово-вітамінний індекс.

На збереженість плодів сливи усіх сортів вагомий вплив має рівень мікробіологічних захворювань та фізіологічних розладів, які є наслідком надмірних втрат маси. Серед компонентів хімічного складу провідну протекторну роль у формуванні збереженості плодів сливи виконують низькомолекулярні антиоксиданти – цукри.

Визначені вектори пріоритетів впливу компонентів хімічного складу та показників якості на збереженість плодів цілком узгоджуються з отриманими раніше векторами пріоритетів їх антиоксидантного статусу.

Технологічні аспекти застосування антиоксидантних композицій

У даному розділі сформульована теорія формування комплексних антиоксидантних композицій для екзогенної обробки плодів, згідно якої до їх складу включено синтетичні і біогенні антиоксидантні речовини, механізм дії яких є подібним до механізмів дії домінуючих у антиоксидантному статусі ендогенних природних антиоксидантів: фенольних речовин, СОД та пероксидази.

Синтетичним антиоксидантом фенольної природи, який дозволений до використання у харчовій промисловості є іонол (харчова добавка Е 321). Іонол вважається стандартним сильним інгібітором пероксидного окиснення ліпідів клітинних мембран. Він є донором атома водню та перетворює пероксидні радикали на гідропероксид. Кожна молекула іонолу деактивує дві молекули пероксидних радикалів.

Але іонол не розчинний у воді, і в якості органічного розчинника був використаний диметилсульфоксид (ДМСО, C_2H_6OS), який полегшує проникнення іонолу через біологічні бар'єри. Одночасно з цим, він є достатньо потужним антиоксидантом, який має однаковий механізм дії з антиоксидантними ферментами. Він запобігає пероксидному окисненню ліпідів, стабілізує клітинні мембрани, в тому числі і мембрани лізосомів. Диметилсульфоксид уловлює вільні радикали, перш за все OH^\bullet . Разом з тим, ДМСО підсилює синтез СОД у клітинах біологічних об'єктів. Одночасно з цим ДМСО володіє антисептичними властивостями. Отже, застосування комплексної антиоксидантної композиції «дистинол», яка включає іонол та диметилсульфоксид, сприятиме досягненню технологічного ефекту, яким не володіють окремо взяті його складові частини.

Серед природних антиоксидантів фенольної природи, які можуть бути використані з метою пролонгування збереженості, високою антиоксидантною активністю володіє рутин. Він зв'язує вільні радикали та гальмує процес ланцюгової реакції утворення нових агресивних радикалів. Рутин є ефективним інгібітором пероксидного окиснення ліпідів. Важливим механізмом дії рутину у біологічних системах вважається і хелатування іонів металів змінної валентності. Роль основного синергісту рутину належить аскорбіновій кислоті (АК). Антиоксидантні властивості АК обумовлені здатністю перехоплювати АФК. Важливою функцією АК є відновлення окислених форм інших низькомолекулярних антиоксидантів, і в першу чергу, фенольних речовин. Отже, не дивлячись на те, що за результатами інтегральної оцінки антиоксидантного статусу плодів аскорбінова кислота не сприяє пролонгуванню збереженості плодів, запропоновано використати її для посилення ефективності антиоксидантної композиції. Високий функціональний синергізм рутину та аскорбінової кислоти дає можливість зменшити концентрації діючих речовин та забезпечити високу стабільність препарату з максимальним біологічним ефектом.

Іонол та рутин не розчинні у воді. Отже, для приготування стійкої однорідної суспензії були використані емульгатори: суміш поліетиленгліколів та лецитин. Одночасно з цим, дані препарати утворюють на плодах тонку плівку, яка зменшує транспірацію, сприяють рівномірному нанесенню, розподілу і утриманню діючих речовин на поверхні та формують єдину транспортну систему пролонгованої доставки препаратів у середину клітин. Суміш поліетиленгліколів підвищує резистентність рослинних клітин до дії низьких температур. Лецитин виступає як потужний антиоксидант, механізм дії якого полягає у попередженні утворення високотоксичних вільних радикалів у рослинній клітині.

Отже, на основі проведеного аналізу механізмів дії окремих діючих речовин були розроблені комплексні антиоксидантні композиції (АОК): АКМ, яка включає іонол, диметилсульфоксид, суміш ПЕГів; АКРЛ, що містить аскорбінову кислоту, рутин, лецитин; ДЛ – до складу якої входять іонол, диметилсульфоксид, лецитин.

Для встановлення діючих концентрацій антиоксидантних речовин у комплексних композиціях проведена оптимізація. Критерієм оптимальності були мінімальні середні щодобові втрати плодів при зберіганні $g \rightarrow \min$. Параметрами оптимізації – концентрації антиоксидантів (x) та емульгаторів (y). В результаті оптимізації отримані математичні моделі (табл. 3), які відображають залежність рівня середніх щодобових втрат плодів яблуні g (%) від концентрацій дистинолу x (%) та суміші ПЕГів y (%) у композиції АКМ, концентрацій аскорутину x (%) та лецитину y (%) у композиції АКРЛ, концентрацій дистинолу x (%) та лецитину y (%) у композиції ДЛ. Таким чином, оптимізацією встановлені наступні концентрації діючих речовин у антиоксидантних композиціях:

АКМ: при зберіганні плодів яблуні Д – 0,04% , ПЕГ – 0,6%, при зберіганні плодів груші Д – 0,04%, ПЕГ – 0,6%, при зберіганні плодів сливи Д – 0,03%, ПЕГ – 0,4%.

АКРЛ: при зберіганні плодів яблуні АКР – 0,7%, Л – 3,1%, при зберіганні плодів груші АКР – 0,7%, Л – 3,0 %, при зберіганні плодів сливи АКР – 0,7%, Л – 3,7%.

ДЛ: при зберіганні плодів яблуни Д – 0,04%, Л – 2,9%, при зберіганні плодів груші Д – 0,04%, Л – 2,9 %, при зберіганні плодів сливи Д – 0,02%, Л – 3,4%.

Таблиця 3

Результати визначення оптимальних концентрацій діючих речовин

Вид плодів	Обмеження оптимізації [x]·[y]	Модель оптимізації	Координат и точки оптимуму
Композиція АКМ			
Плоди яблуни	[0,024;0,048]x[0,25;1]	$g(x,y)=27,083x^2-0,018xy + 0,0131y^2 - 2,173x-0,166y+0,127$	{x=0,040, y=0,633}
Плоди груші	[0,024;0,048]x[0,25;1]	$g(x,y)=32,060x^2-0,030xy+0,189y^2 - 2,577x-0,213y+0,158$	{x=0,040, y=0,560}
Плоди сливи	[0,024;0,048]x[0,25;1]	$g(x,y)=129,167x^2-0,521xy+1,025y^2- 7,604x-0,824y+0,606$	{x=0,030, y=0,410}
Композиція АКРЛ			
Плоди яблуни	[0,3;1]x[0;5]	$g(x,y)=0,177x^2-0,005xy+0,004y^2 - 0,238x-0,022y+0,133$	{x=0,717, y=3,076}
Плоди груші	[0,3;1]x[0;5]	$g(x,y)=0,181x^2-0,005xy+0,004y^2 - 0,243x-0,023y+0,135$	{x=0,719, y=3,010}
Плоди сливи	[0,3;1]x[0;5]	$g(x,y)=0,011x^2-0,020xy+0,047y^2 - 0,818x-0,329y+0,947$	{x=0,729, y=3,693}
Композиція ДЛ			
Плоди яблуни	[0,024;0,048]x[0;5]	$g(x,y)=35,995x^2-0,124xy+0,006y^2 - 2,625x-0,031y+0,114$	{x=0,042, y=2,9}
Плоди груші	[0,024;0,048]x[0;5]	$g(x,y)=35,995x^2-0,124xy+0,006y^2 - 2,625x-0,031y+0,114$	{x=0,041, y=2,9}
Плоди сливи	[0,024;0,048]x[0;5]	$g(x,y)=19,907x^2-0,172xy+0,054y^2 - 1,466x-0,369y+0,679$	{x=0,022, y=3,4}

З метою вибору способу нанесення антиоксидантних композицій на поверхню плодів досліджені наступні способи: занурення, зрошування у сховищі, зрошування на материнській рослині та визначений рівень щодобових втрат (рис. б). Обробка плодів антиоксидантними композиціями істотно зменшувала середні щодобові втрати плодів при тривалому зберіганні. Проте, середні щодобові втрати плодів в межах одного варіанту обробки статистично не відрізнялися між собою. Результати багатофакторного аналізу підтверджують найбільш істотний вплив фактору С - варіанта обробки плодів АОК на величину середніх щодобових втрат плодів при зберіганні (табл. 4). Вплив фактору D (спосіб обробки АОК) є несуттєвим для усіх видів плодів, з часткою впливу 0,001%. Отже, попередню обробку плодів АОК можна виконувати будь-яким з досліджених способів.

В межах наукового експерименту попереднє охолодження плодів виконували трьома способами: повітряним повільним, повітряним інтенсивним та у рідкому середовищі. Повільне охолодження проводили у камері зберігання плодів (рис.7). Параметри охолодження $T=0\pm 1^\circ\text{C}$, ВВП = 90...95%, $v = 0,1$ м/с.

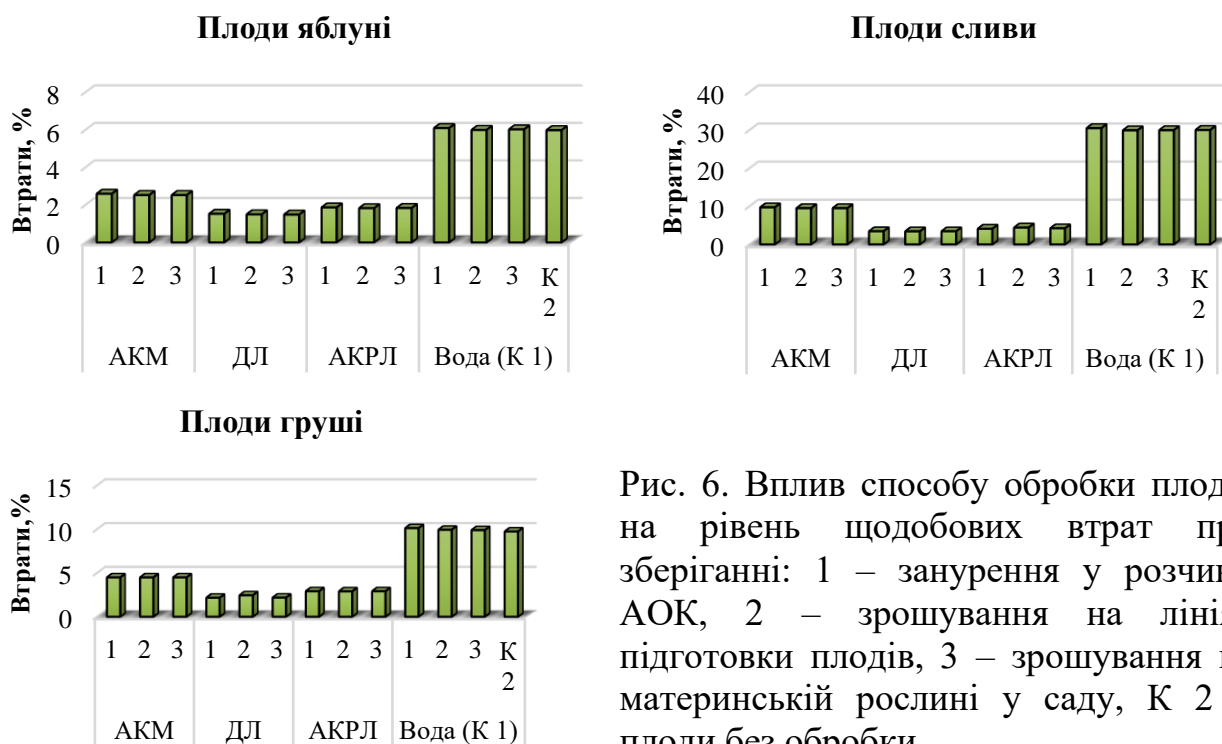


Рис. 6. Вплив способу обробки плодів на рівень щодобових втрат при зберіганні: 1 – занурення у розчини АОК, 2 – зрошування на лініях підготовки плодів, 3 – зрошування на материнській рослині у саду, К 2 – плоди без обробки.

Таблиця 4

Частка впливу фактору погодних умов у роки проведення досліджень (А), сорту (В), варіанту обробки (С) та способу обробки (Д) на рівень середніх щодобових втрат плодів за тривалого зберігання

Джерело варіації	F_T	Плоди яблуни		Плоди груші		Плоди сливи	
		F_ϕ	Частка впливу факторів	F_ϕ	Частка впливу факторів	F_ϕ	Частка впливу факторів
Фактор А	3,908	0,13	0,002	104,40	0,3	420,77	8,0
Фактор В	3,908	339,14	1,6	2493,66	7,4	58,85	1,1
Фактор С	2,669	4887,13	69,9	8958,14	79,5	1195,44	68,2
Фактор D	3,060	1,51	0,001	1,28	0,001	0,16	0,001
Взаємодія факторів							
АВ	3,908	2715,64	12,9	155,69	0,5	18,14	0,3
АС	2,669	517,42	7,4	148,32	1,3	251,81	14,4
AD	3,060	0,35	0,001	0,46	0,001	0,06	0,001
BD	3,060	0,32	0,001	0,67	0,001	0,03	0,001
BC	2,669	8,30	0,1	1034,73	9,2	77,27	4,4
CD	2,163	0,201	0,001	2,38	0,001	0,05	0,001
ABC	2,669	510,96	7,3	155,17	1,4	14,25	0,8
ABD	3,060	0,01	0,001	0,45	0,001	0,05	0,001
ACD	2,163	0,38	0,001	0,19	0,001	0,03	0,001
BCD	2,163	0,11	0,001	1,8	0,002	0,03	0,001
ABCD	2,163	23,72	0,7	24,24	0,4	24,29	2,7
Залишкове	-	-	0,001	-	0,001	-	0,001

Примітка: F_T – табличне значення критерію Фішера, F_ϕ – фактичне значення критерію Фішера

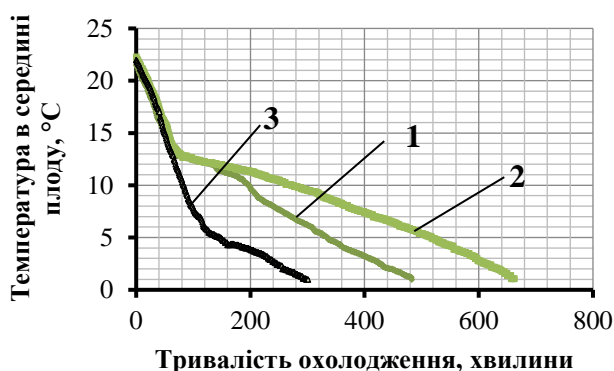


Рис. 7. Термограми охолодження плодів у камері зберігання: 1 – плодів яблуно, 2 – плодів груші, 3 – плодів сливи.

Загальна тривалість охолодження партії плодів яблуно з середнім діаметром 65 мм становила 8 годин, партії плодів груші з середнім діаметром 70 мм - 11 годин, а плодів сливи з середнім діаметром 38 мм - 5 годин.

При інтенсивному охолодженні загальна тривалість процесу до температури 0°C для плодів яблуно та груші становила близько 2 годин, а сливи 1 годину 18 хвилин (рис. 8).

При інтенсивному охолодженні загальна тривалість процесу до температури 0°C для плодів яблуно та груші становила близько 2 годин, а сливи 1 годину 18 хвилин (рис. 8).

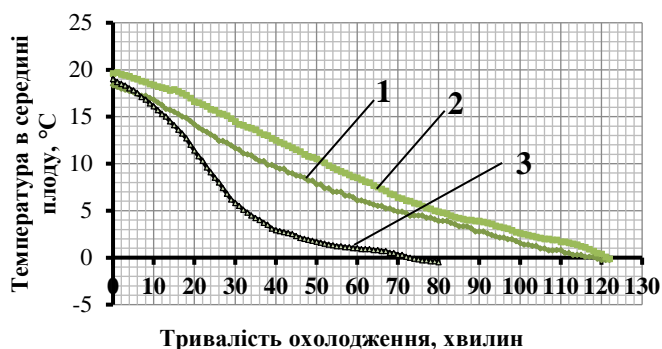


Рис. 8. Термограми охолодження плодів у камерах інтенсивного охолодження: 1 – плодів яблуно, 2 – плодів груші, 3 – плодів сливи.

Швидкість процесу попереднього охолодження в камерах інтенсивного охолодження вища, ніж у звичайних камерах зберігання у 3,7...6,3 рази залежно від виду плодів. Параметри охолодження $T = -2...-5^\circ\text{C}$, ВВП=95%, $v = 3$ м/с.

При гідроохолодженні охолодження проводили у розчинах антиоксидантів. Температура робочих розчинів встановлена експериментальним шляхом, обмежена криоскопічною температурою та становила $1,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Термограми охолодження плодів у робочих розчинах антиоксидантних композицій констатують схожу кінетику (рис. 9). Загальна тривалість охолодження плодів яблуно та груші до температури 1°C становить близько 3,5 годин, плодів сливи – 1,5 години. Швидкість процесу гідроохолодження вища за швидкість охолодження в камерах зберігання в 2,5 ...4 рази та нижча швидкості інтенсивного повітряного охолодження в 1,2...1,7 рази. Швидкість процесу охолодження істотно позначалась на інтенсивності дихання плодів. Максимальна швидкість зниження інтенсивності дихання встановлена при інтенсивному охолодженні для всіх видів плодів, з перевищенням над швидкістю повільного охолодження у 4,3...6,6 разів (табл. 5).

При гідроохолодженні охолодження проводили у розчинах антиоксидантів. Температура робочих розчинів встановлена експериментальним шляхом, обмежена криоскопічною температурою та становила $1,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Термограми охолодження плодів у робочих розчинах антиоксидантних композицій констатують схожу кінетику (рис. 9). Загальна тривалість охолодження плодів яблуно та груші до температури 1°C становить близько 3,5 годин, плодів сливи – 1,5 години. Швидкість процесу гідроохолодження вища за швидкість охолодження в камерах зберігання в 2,5 ...4 рази та нижча швидкості інтенсивного повітряного охолодження в 1,2...1,7 рази. Швидкість процесу охолодження істотно позначалась на інтенсивності дихання плодів. Максимальна швидкість зниження інтенсивності дихання встановлена при інтенсивному охолодженні для всіх видів плодів, з перевищенням над швидкістю повільного охолодження у 4,3...6,6 разів (табл. 5).

При гідроохолодженні у розчинах АОК швидкість зниження інтенсивності дихання нижча, порівняно з інтенсивним у 1,2...1,6. Проте, при інтенсивному охолодженні зафіксовані найвищі втрати маси плодової сировини (рис. 10).

Під час повільного охолодження втрати маси плодів були меншими у 2...3 рази.

Таким чином висока швидкість руху повітря інтенсифікує процес охолодження плодів, в результаті чого швидше та більш глибоко гальмується процес дихання, але при цьому збільшує їх природні втрати маси. При охолодженні плодів у розчинах АОК втрати маси плодів були взагалі відсутні, а швидкість та ступінь гальмування процесів дихання не істотно поступалися інтенсивному способу.

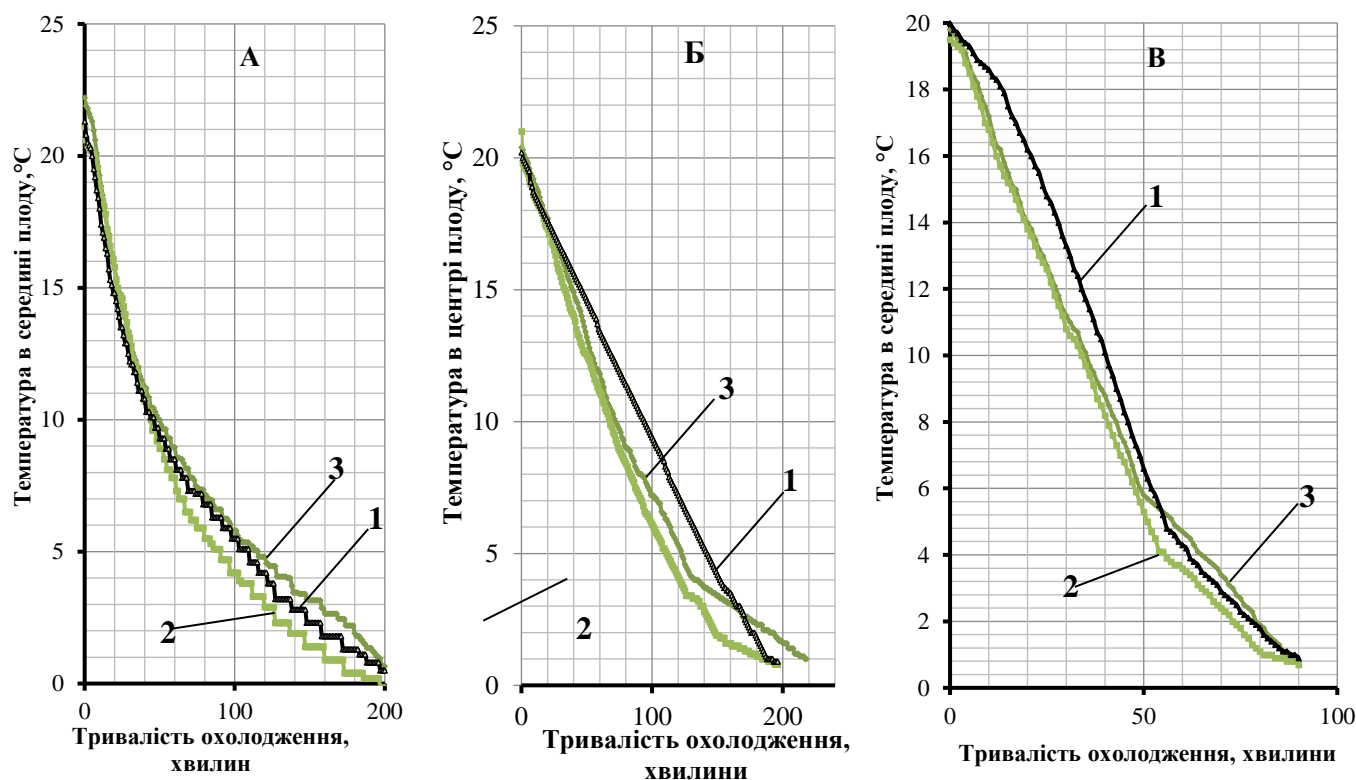


Рис. 9. Термограми охолодження плодів у розчинах АОК: А – плодів яблуні, Б – плодів груші, В – плодів сливи: 1 – АКМ, 2 – АКРЛ, 3 – ДЛ.

Таблиця 5

Константи швидкості зниження інтенсивності дихання плодів при охолодженні ($n=5, p \leq 0,5$)

Вид плодів	Константи швидкості при різних способах попереднього охолодження, k , хвил^{-1}				
	повільне	інтенсивне	ДЛ	АКРЛ	АКМ
Плоди яблуні	-0,0043	-0,0229	-0,0131	-0,0134	-0,0132
Плоди груші	-0,0036	-0,0238	-0,0129	-0,0154	-0,0150
Плоди сливи	-0,0101	-0,0438	-0,0361	-0,0387	-0,0355

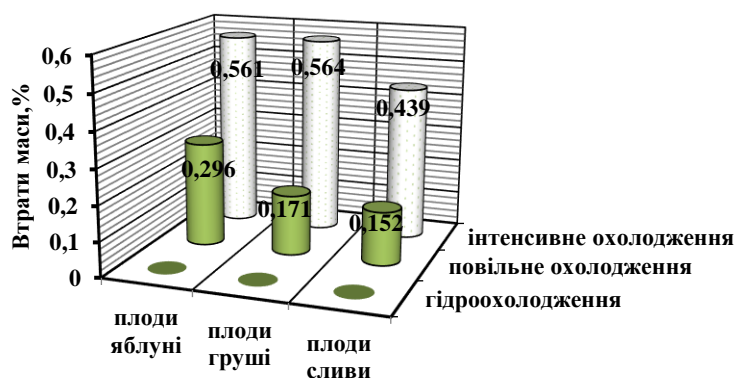


Рис. 10. Втрати маси плодів за різних способів попереднього охолодження.

З погляду на це, запропонований комбінований спосіб попереднього охолодження плодів, режимні параметри якого наступні:

плоди яблуни: 1 етап – гідроохолодження у розчинах АОК протягом 1 години до температури у центрі плоду $8,5^{\circ}\text{C}$, 2 етап – доохолодження у камері інтенсивного охолодження протягом 50 хвилин до температури у центрі плоду 1°C ;

плоди груші: 1 етап - гідроохолодження у розчинах АОК протягом 1,5 години до температури у центрі плоду 9°C , 2 етап - доохолодження у камері інтенсивного охолодження протягом 50 хвилин до температури у центрі плоду 1°C ;

плоди сливи: 1 етап – гідроохолодження у розчинах АОК протягом 40 хвилин до температури у центрі плоду 9°C , 2 етап – доохолодження у камері інтенсивного охолодження протягом 30 хвилин до температури у центрі плоду 1°C ;

Під час доохолодження одночасно відбувається і процес видалення поверхневої вологи, за якого з поверхні плодів замість природної, видалається надлишкова волога, що залишається після першого етапу технологічної обробки. Тривалість 1 та 2 етапів комбінованого попереднього охолодження плодів визначена виходячи зі швидкості процесів інтенсивного та гідроохолодження. Втрати маси плодів при комбінованому способі охолодження варіювали в межах від 0,005% для плодів сливи до 0,014% для плодів яблуни та груші, а швидкість зниження інтенсивності дихання статистично не відрізнялася від швидкості при інтенсивному охолодженні.

Отже, на основі отриманих результатів розроблені три технологічні схеми підготовки плодів до зберігання, які відрізняються між собою способом нанесення антиоксидантних композицій на поверхню плодів та способом попереднього охолодження (рис. 11).

Фізичні, фізіолого-біохімічні зміни протягом холодильного зберігання плодів за обробки антиоксидантними композиціями

У даному розділі показано, що протягом тривалого зберігання відбувається зростання втрат маси плодів як у контрольному, так і в дослідних варіантах. Проте, у плодах дослідних варіантів швидкість зростання була значно нижчою. Найбільший позитивний ефект виявлений при зберіганні за обробки композиціями ДЛ та АКРЛ. При цьому швидкість зростання втрат маси була в 1,1...2,3 рази меншою порівняно з плодами контрольних варіантів. Отже, обробка АОК сприяла зниженню природних втрат маси у 1,1...3,1 рази залежно від виду плодів та варіанту обробки. Найбільш ефективно зниження зафіксоване при зберіганні плодів сливи. При цьому, композиція АКМ знижує рівень щодобових

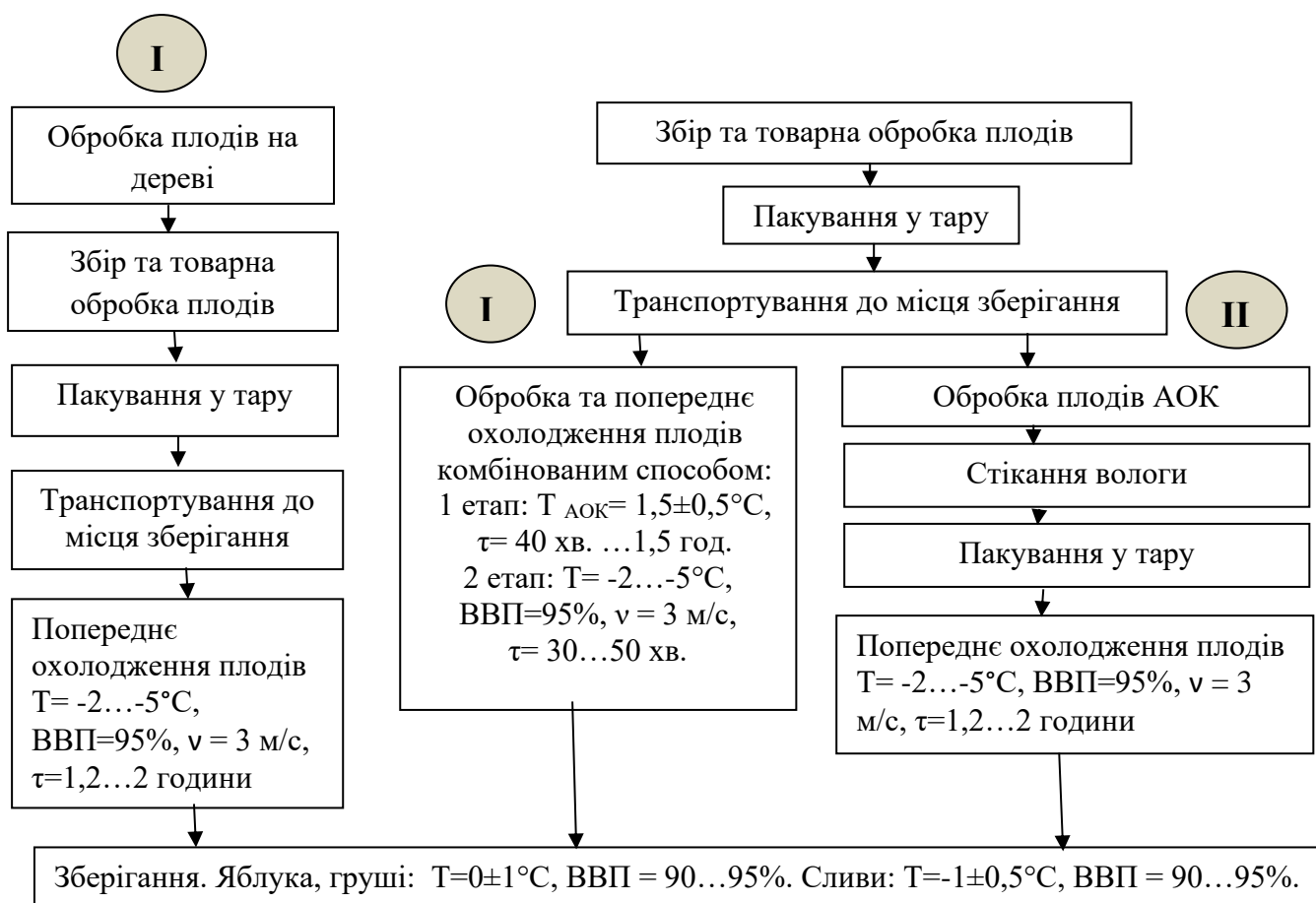
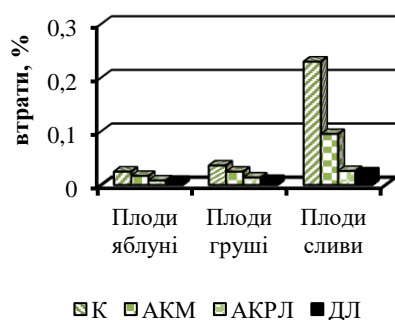


Рис. 11. Технологічна схема підготовки плодів до зберігання: І – з обробкою плодів АОК на материнській рослині, ІІ – з обробкою, шляхом занурення у АОК; ІІІ – з обробкою зрошуванням АОК.

втрата маси у 2,4 рази, композиція АКРЛ – у 8,8 разів, композиція ДЛ – у 9,8 разів.



Для інших видів плодів встановлений дещо нижчий, але статично достовірний позитивний ефект (рис. 12).

Рис. 12. Середні щодобові втрати маси при зберіганні плодів за обробки антиоксидантними композиціями, %.

Високий позитивний ефект від застосування комплексних антиоксидантних композицій ДЛ та АКРЛ може бути пояснений тим, що лецитин, який є природним фосфоліпідом та поверхнево-активною речовиною, вступає у взаємодію з ліпідами кутикулярного шару, в результаті чого створюється стійка додаткова мембранна система у вигляді плівки на поверхні плодів, яка і інгібує процес випаровування вологи.

Дихання є основним фізіологічним процесом післязбирального періоду, який виконує в рослинному організмі три основні функції. По-перше, вивільнена

при окисненні субстратів енергія перетворюється в конвертовані форми клітинної енергії та використовується для підтримання життєвих функцій та подальшого розвитку плодів. Друга – забезпечення клітини метаболітами, які утворюються при окисненні субстратів та використовуються в різноманітних біосинтезах. В результаті збалансованого протікання біохімічних процесів відбуваються процеси дозрівання та плоди набувають найкращих споживчих властивостей. Третя функція пов'язана з термогенезом, тобто розсіюванням енергії у вигляді тепла. В результаті чого, плоди з високою інтенсивністю дихання виділяють у простір камери велику кількість тепла, що вимагає значно більшої холодопродуктивності обладнання. Кількісне значення інтенсивності дихання характеризує зміни фізіологічного стану плодів протягом періоду зберігання.

Під час збирання і закладання на зберігання (т.1) плоди виділяли значну кількість вуглекислого газу з варіюванням в межах 15...40 мг CO₂/кг·год залежно від виду, сорту та року досліджень (рис.13). Після попереднього охолодження (т.2) зафіксоване зниження рівня інтенсивності дихання в середньому в 1,5...10 разів. При подальшому зберіганні інтенсивність дихання постійно зростає з досягненням максимального значення у яблук контрольних варіантів на 120...150 добу, у плодів груші середнього терміну досягання - на 90...120 добу, пізнього – 90...210 добу, у плодів сливи – на 30...60 добу залежно від сорту та року досліджень.

В середньому за три роки клімактерикс для плодів яблуні контрольних варіантів сортів Айдаред та Голден Делішес наступав через 130 діб, сортів Ренет Смиренка та Флоріна – через 150 діб, плодів груші сортів середнього терміну досягання – через 100 діб, плодів груші сорту Кюре – через 150 діб, сорту Ізюминка Криму – через 170 діб, плодів сливи сорту Волошка – через 40 діб, сорту Угорка Італійська – через 47 і сорту Стенлей – через 50 діб зберігання. На заключному етапі зберіганні спостерігається різкий спад інтенсивності дихання, який відбувається внаслідок зниження активності окиснювальних ферментів та супроводжується швидким накопиченням в рослинній тканині спирту та ацетальдегіду. Результатом цих процесів є швидке перезрівання та старіння плодів.

При зберіганні плодової продукції за обробки антиоксидантними композиціями інгібуються процеси дихального метаболізму плодів, а клімактеричний підйом дихання у плодів яблуні відсувається на 10...30 діб, у плодів груші – на 40...50 діб, а плодів сливи – на 40...90 діб, порівняно з плодами контрольних варіантів. Найбільш ефективними для зниження ІД під час тривалого зберігання плодів виявились антиоксидантні композиції ДЛ та АКРЛ (рис. 13). Обробка даними композиціями зменшувала і тепловиділення плодів у 1,5 рази порівняно з плодами контрольних варіантів, та в 1,2 рази, порівняно з плодами, що зберігалися за обробки АКМ (табл. 6).

При зберіганні плодів за обробки АОК зафіксовано статично достовірне зниження втрат сухих речовин.

Найбільш ефективною виявилася обробка композицією ДЛ з втратами сухих речовин для всіх видів плодів на рівні 2,3% від початкового значення.

Таблиця 6

Тепловиділення плодів при зберіганні за обробки АОК ($n=5, p \leq 0,5$)

Вид плодів	Тепловиділення плодів за різних варіантів обробки, кДЖ/кг °С			
	К	АКМ	АКРЛ	ДЛ
Плоди яблуні	350,611	267,537	232,091	222,841
Плоди груші	406,111	364,059	274,172	245,282
Плоди сливи	500,328	390,171	330,039	324,513

Експериментально підтверджено, що обробка плодів антиоксидантними композиціями знижує інтенсивність післязбирального перетворення цукрів та забезпечує високу збереженість розчинних сахаридів в плодах дослідних варіантів після тривалого зберігання (рис. 14).

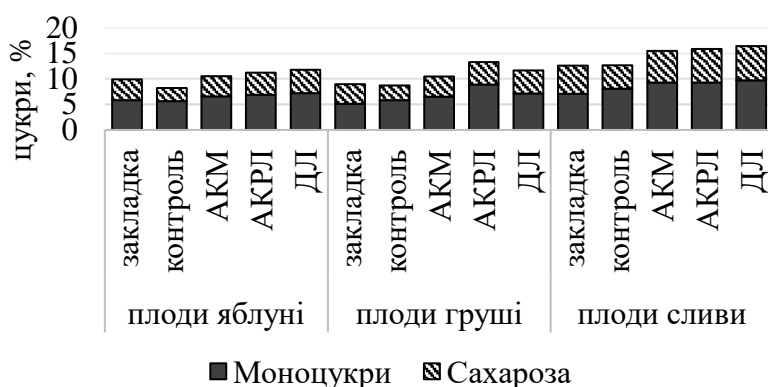


Рис. 14. Масова частка та співвідношення розчинних сахаридів після тривалого зберігання плодів, %.

Масова частка розчинних сахаридів після зберігання у плодах контрольних варіантів усіх видів менша

за початкове значення. Найбільш істотно зменшувався вміст сахарози. При зберіганні плодів з використанням АОК вміст розчинних сахаридів, у тому ж разі і сахарози, не тільки не зменшувався, а і був вищим за початкове значення.

Повне оцукрення крохмалю при зберіганні плодів яблуні і груші пізнього терміну досягання за обробки АОК АКМ відбувалося на 30...60 діб, за обробки АКРЛ та ДЛ – на 60...90 діб, плодів груші середнього терміну досягання, відповідно, на 60 та 90 діб пізніше, ніж у плодах контрольних варіантів.

При зберіганні плодів за обробки АОК перехід протопектину у розчинний пектин відбувається більш повільними темпами, про свідчать розраховані константи швидкості (табл. 7). Найбільші константи швидкості гідролізу протопектину були отримані для усіх видів та сортів плодів контрольних варіантів. Причому, максимальні значення встановлені для плодів, що характеризуються меншою лежкістю (сливи та груші середнього терміну досягання), дещо нижчі – для плодів з високою лежкістю (яблука та груші пізнього терміну досягання). Після тривалого зберігання найбільшою кількістю пектинових речовин характеризувалися плоди яблуні сортів Айдаред та Флоріна, груші сортів Кюре та Ізюминка Криму та сливи сорту Стенлей. Обробка плодів АОК сприяла кращій збереженості пектинових речовин протягом зберігання, що пояснюється інгібуючою дією антиоксидантів на окисно-відновні процеси, і в першу чергу, на дихання.

Кореляційним аналізом підтверджена участь пектинових речовин як у вуглеводному обміні плодів ($r=0,54...0,98$), так і у процесі дихання ($r=0,44...0,99$).

Таблиця 7

Константи швидкості гідролізу протопектину в плодах при зберіганні за обробки АОК ($n=5, p \leq 0,5$)

Вид плодів	Константи швидкості, k_{III} , діб ⁻¹ , $\times 10^{-2}$			
	К	АКМ	АКРЛ	ДЛ
Плоди яблуні	-0,87	-0,51	-0,36	-0,22
Плоди груші середнього терміну досягання	-0,93	-0,46	-0,27	-0,10
Плоди груші пізнього терміну досягання	-0,69	-0,32	-0,22	-0,14
Плоди сливи	-2,41	-0,76	-0,52	-0,29

Зниження швидкості взаємоперетворення пектинових речовин при післязбиральному дозріванні плодів супроводжується зниженням швидкостей розм'якшення тканин (табл.8) та позитивно позначається на консистенції: вони значно довший час залишаються твердими, хрусткими та соковитими.

Таблиця 8

Константи швидкості зниження твердості плодів при зберіганні за обробки АОК ($n=5, p \leq 0,5$)

Вид плодів	Константи швидкості, k_T , діб ⁻¹ , $\times 10^{-2}$			
	К	АКМ	АКРЛ	ДЛ
Плоди яблуні	-0,35	-0,27	-0,19	-0,12
Плоди груші середнього терміну досягання	-0,53	-0,26	-0,14	-0,07
Плоди груші пізнього терміну досягання	-0,34	-0,11	-0,06	-0,04
Плоди сливи	-1,15	-0,32	-0,19	-0,12

Післязбиральна обробка плодів антиоксидантними композиціями істотно знижує рівень щодобових втрат органічних кислот. Найбільший позитивний ефект для всіх видів та сортів плодів встановлений при використанні композиції ДЛ, за обробки якою втрати кислот були у 1,2...4,5 разів меншими, ніж у плодах контрольних варіантів.

Окисний стрес та антиоксидантна система захисту плодів при холодильному зберіганні

У даному розділі експериментальними даними доведено, що під час обробки АОК, попереднього охолодження та протягом початкового періоду холодової адаптації була зафіксована акумуляція МДА у всіх видів та сортів плодів як у контрольних, так і дослідних варіантах (рис. 15). Подальший період холодової адаптації у плодах контрольних варіантів характеризувався зниженням вмісту МДА та його стабілізацією. Тривалість стабілізаційного періоду була різною та залежала від сортових особливостей плодів. Максимальною тривалістю стабілізаційного періоду характеризувалися контрольні плоди яблуні сорту Флоріна (майже 90 діб), дещо нижчою (60 діб) – плоди яблуні сортів Голден

Делішес та Ренет Сими́ренка і плоди груші сортів Кю́ре та Ізю́минка Криму, мінімальною (20...30 діб) – плоди груші сортів Ві́кторія і Конфе́ренція та сливи сорту Стенлей.

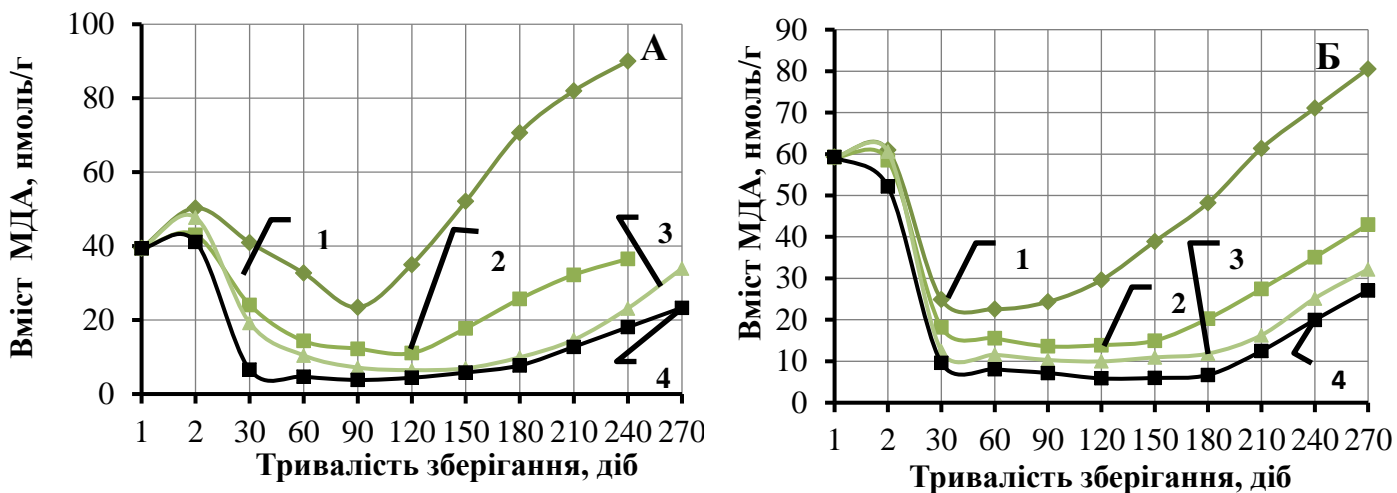


Рис. 15. Динаміка МДА при зберіганні плодів за обробки антиоксидантними композиціями: А – плоди яблуни сорту Айдаред, Б – плоди груші сорту Ізюминка Криму: 1 – контроль, 2 – АКМ, 3 – АКРЛ, 4 – ДЛ.

У контрольних варіантах плодів яблуни сорту Айдаред та сливи сортів Волошка і Угорка Італійська період стабілізації взагалі відсутній. Подальший період зберігання супроводжувався значним накопиченням МДА, що свідчить про початок процесу окисної деструкції клітинних мембран. Швидкість зростання вмісту МДА, і, відповідно, інтенсивність окисного пошкодження мембран, була різною та визначалась видовими та сортовими особливостями плодів. Максимальна швидкість зростання вмісту МДА зафіксована у плодів яблуни сорту Ренет Сими́ренка, плодів груші сорту Кю́ре і плодів сливи сорту Волошка. Застосування антиоксидантних композицій при зберіганні плодів супроводжувалось більш глибокою та тривалою стабілізацією вмісту МДА у постадаптаційний період, відсувало початок процесів окисної деструкції клітинних мембран на 30...120 діб та значно зменшувала їх швидкість, і, як наслідок, сприяло меншій акумуляції МДА у останній період зберігання.

Транзиторне посилення генерації АФК під час обробки плодів антиоксидантними речовинами, попереднього охолодження та подальшої холодової адаптації супроводжувались незначним підвищенням (в межах 1%) активності СОД у контрольних варіантах плодів яблуни сортів Айдаред та Флоріна, груші сортів Ві́кторія, Конфе́ренція, Ізю́минка Криму та сливи сортів Стенлей та Угорка італійська (рис. 16). Слід зазначити, що провідна роль у антиоксидантному статусі цієї групи плодів належить саме СОТ. Натомість, у плодах інших досліджених сортів активність СОТ знижувалась на 1 % порівняно з початковим значенням. Провідна роль у формуванні ендогенної імунної системи даної групи плодів належить низькомолекулярним антиоксидантним сполукам.

Подальша динаміка активності СОД при зберіганні плодів контрольних варіантів була схожою у межах зазначених груп.

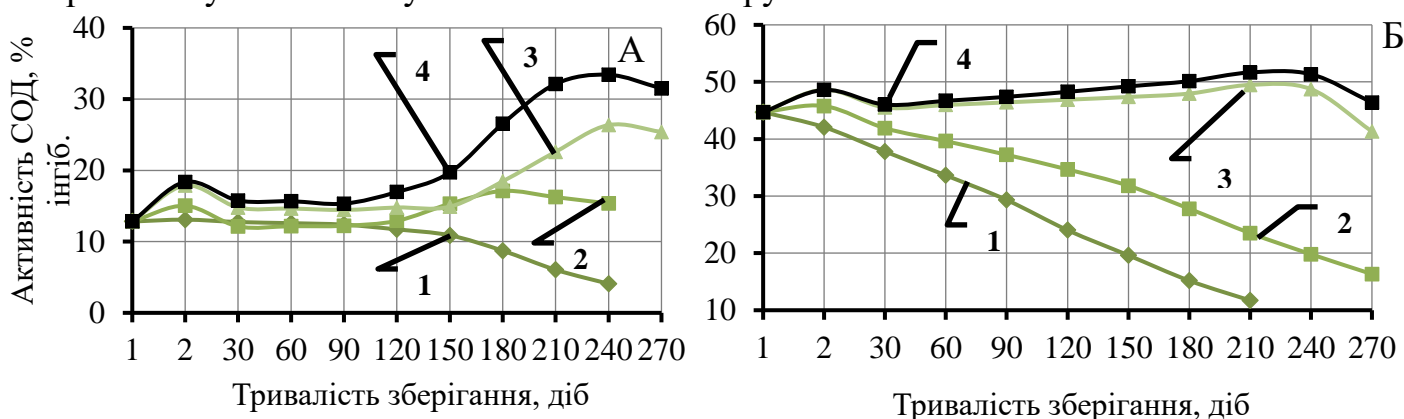


Рис. 16. Динаміка активності СОД при зберіганні плодів за обробки антиоксидантними композиціями: А – плоди яблуни сорту Айдаред, Б – плоди груші сорту Кюре: 1 – контроль, 2 – АКМ, 3 – АКРЛ, 4 – ДЛ.

При зберіганні плодів першої групи відзначалась стабілізація активності СОД з незначним підвищенням перед точкою клімактерису та з подальшим різким падінням. У плодах другої групи зниження активності СОД спостерігалось протягом всього періоду зберігання, що є свідченням незначної участі ферменту у знешкодженні АФК. Екзогенна обробка плодів антиоксидантними композиціями стимулювала активність СОД. Так, середнє збільшення активності СОД при застосуванні композиції АКМ для плодів яблуни становило 11%, для плодів груші – 5%, плодів сливи – 7%, при застосуванні композиції АКРЛ відповідно 25, 10 та 15% та композиції ДЛ відповідно – 27, 10 та 16% по відношенню до початкового рівня. Більш високий рівень активності СОД у оброблених плодів пов'язаний з інтенсивною утилізацією АФК та ВР та виступає захистом проти перезрівання і старіння плодів.

Обробка антиоксидантними композиціями, попереднє охолодження та подальша холодова адаптація стимулюють активність пероксидази як в контрольних так і дослідних варіантах усіх видів та сортів плодів (рис. 17).

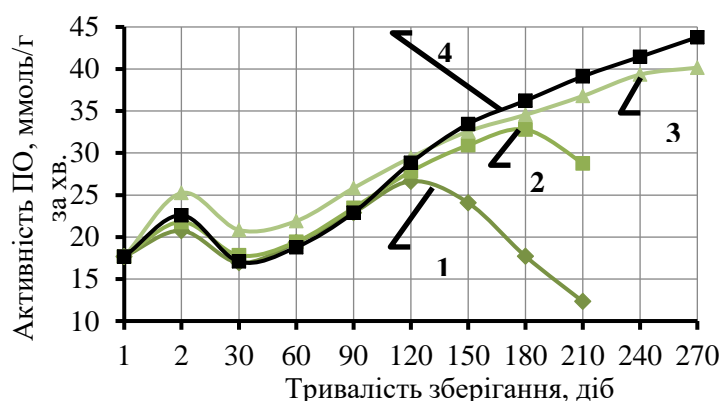


Рис. 17. Динаміка активності пероксидази при зберіганні плодів яблуни сорту Голден Делішес за обробки антиоксидантними композиціями: 1 – контроль, 2 – АКМ, 3 – АКРЛ, 4 – ДЛ.

Після транзитного підвищення, при подальшому зберіганні плодів як контрольних, так і дослідних варіантів, активність ПО на короткий період знижувалась, а надалі встановлювалась чітка тенденція до її постійного зростання. Максимальні значення активності ПО у плодах контрольних варіантів корелюють з настанням точки клімактерису. На

останньому етапі зберігання плодів контрольних варіантів, активність даного ферменту починала стрімко падати. У плодах усіх дослідних варіантів зростання активності ПО тривало до закінчення зберігання, що пов'язано з утилізацією перекису водню, який утворюється в результаті реакції дисмутації, що каталізується СОД, а також в результаті посиленого тканинного дихання.

Кореляційним аналізом підтверджено участь антиоксидантних композицій у регуляції активності пероксидази. Так, на останньому етапі зберігання, між рівнем МДА та активністю ПО для плодів контрольних варіантів встановлений сильний зворотній зв'язок, що свідчить про її інактивацію ($r=-0,76\dots-0,99$ залежно від сорту). Натомість, при зберіганні плодів за обробки антиоксидантними композиціями між зазначеними показниками встановлений сильний прямий зв'язок ($r=0,77\dots0,99$ залежно від сорту), що є свідченням безпосередньої участі ферменту у метаболічних процесах. Таким чином, висока активність антиоксидантних ферментів у плодах, які зберігаються за обробки АОК, проявляється у швидкій та більш істотній активації ендогенної захисної системи у відповідь на дію стресора.

Обробка антиоксидантними композиціями статистично достовірно зменшувала швидкість метаболізму фенольних речовин при зберіганні плодів. Максимальний вміст фенольних речовин, який характеризує настання повної споживчої стиглості плодів був зафіксований для дослідних варіантів плодів яблуні пізніше на 120 діб, плодів груші – на 90 діб, плодів сливи – на 80 діб порівняно з плодами контрольних варіантів (рис. 18).

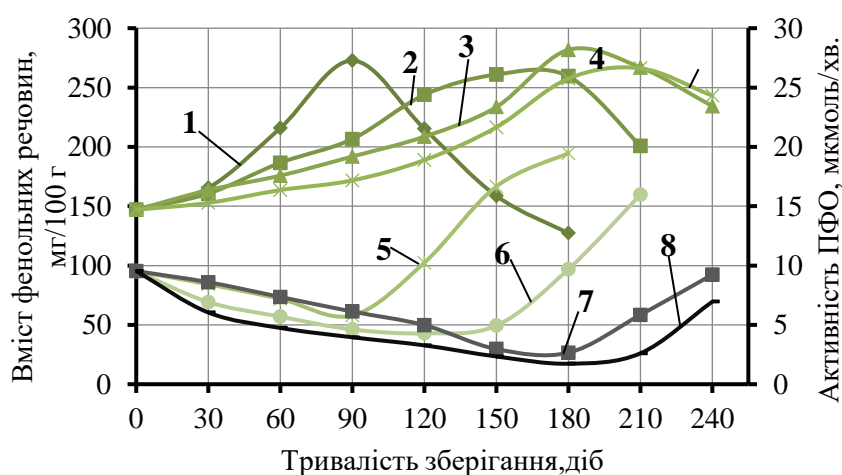


Рис. 18. Динаміка фенольних речовин (ФР) та активності поліфенолок-сидази (ПФО) при зберіганні плодів груші сорту Вікторія за обробки антиоксидантними речовинами: 1 – контроль ФР, 2 – АКМ ФР, 3 – АКРЛ ФР, 4 – ДЛ ФР, 5 – контроль ПФО, 6 – АКМ ПФО, 7 – АКРЛ ПФО, 8 – ДЛ ПФО.

– АКМ ПФО, 7 – АКРЛ ПФО, 8 – ДЛ ПФО .

Подальше окиснення фенольних сполук у плодах, оброблених АОК відбувається значно повільніше, ніж у плодах контрольних варіантів. При цьому була виявлена статистично достовірна різниця в дії всіх досліджених композицій на константу швидкості окиснення фенольних речовин як у порівнянні між собою, так і з контрольним варіантом. На кінець зберігання вміст фенолів у плодах яблуні за обробки композицією АКМ був вищим порівняно з плодами контрольного варіанту в 1,4...1,8 рази, а композиціями АКРЛ та ДЛ – в 1,8...2,7 рази залежно від помологічного сорту. Для плодів груші перевищення становило відповідно

1,1...1,6, 1,2...1,8, та 1,7...1,9 рази, а для плодів сливи відповідно в 1,1...1,4, 1,1...1,5 і 1,2...1,7 рази.

Кореляційним аналізом підтверджено існування тісного прямого зв'язку між швидкістю фенольного метаболізму та швидкістю зростання інтенсивності дихання плодів. Коефіцієнт кореляції між k_{ID} та $k_{ФР}$ на стадії анаболізму варіював в межах 0,91...0,99, а на стадії катаболізму – в межах 0,87...0,99 залежно від виду плодів. Отже, зростання швидкості інтенсивності дихання плодів стимулює збільшення швидкості накопичення фенольних речовин в період післязбирального дозрівання і швидкості їх розпаду в період перезрівання і старіння. Було встановлено і існування тісного прямого зв'язку між швидкістю фенольного метаболізму та швидкістю розвитку окисного стресу. Коефіцієнт кореляції між $k_{МДА}$ та $k_{ФР}$ на стадії анаболізму варіював в межах 0,98...0,99, а на стадії катаболізму – в межах 0,82...0,99 залежно від виду плодів.

Таким чином, на першому етапі зберігання, в період активного післязбирального дозрівання плодів, саме фенольні речовини відіграють провідну роль у захисті рослинної клітини від руйнівної дії АФК та вільних радикалів. Поряд з цим, ФР разом з високомолекулярними антиоксидантами є основними компонентами єдиної ендогенної системи захисту. Зміна вмісту ФР у рослинній тканині, модифікує функціонування антиоксидантних ферментів. Внаслідок цього, на останньому етапі зберігання, під час перезрівання та старіння плодів, яке супроводжується швидким накопиченням МДА, відбувається зниження вмісту ФР на фоні зростання активності ПО.

Застосування антиоксидантних композицій сприяє зниженню активності ПФО порівняно з контрольним варіантом. Період стимулювання її активності починався пізніше на 50...120 діб залежно від виду плодів і варіантів обробки. В кінці зберігання активність ПФО у варіантах з обробкою АКМ була нижче за контрольний варіант в 1,2...2,3 рази, з обробкою АКРЛ – в 1,2...2,8 рази, з обробкою ДЛ – в 1,6...3,6 рази залежно від виду та сорту плодів.

При зберіганні плодів за обробки АОК зафіксовано істотно нижчі швидкості окислення аскорбінової кислоти, що сприяло зменшенню рівня її щодобових втрат порівняно з контрольним варіантом. Розраховані коефіцієнти кореляції встановлюють існування тісного зворотного зв'язку між рівнем втрат маси плодів та вмістом АК протягом зберігання ($r = -0,82...-0,99$). Отже, як у контрольних, так і у дослідних варіантах, надмірні втрати маси плодів протягом зберігання інтенсифікують витрати аскорбінової кислоти та навпаки.

Вплив антиоксидантних композицій на збереженість плодів

У розділі показано, що обробка АОК гальмує розвиток фізіологічних розладів при зберіганні плодів та сприяє різкому скороченню їх щодобових втрат. Рівень щодобових втрат від фізіологічних розладів при зберіганні плодів за обробки композицією АКМ був у 1,6...2,2 рази, композицією АКРЛ – у 2,5...3 рази, і ДЛ – у 3,3...4 рази меншим у порівнянні з плодами контрольних варіантів (рис. 19).

Кореляційним аналізом підтверджено існування тісного прямого зв'язку між рівнем щодобових втрат плодів внаслідок фізіологічних розладів та швидкістю зростання інтенсивності дихання ($r = 0,83...0,93$ залежно від виду), швидкістю зростання вмісту МДА ($r = 0,82...0,93$ залежно від виду) та кінцевим вмістом МДА

($r = 0,87 \dots 0,93$ залежно від виду). Таким чином, застосування АОК сприяло нормалізації метаболічних процесів, підвищенню стрес-толерантності плодів, та, як наслідок, зменшенню рівня щодобових втрат від фізіологічних розладів протягом всього періоду зберігання.

Найменший середній рівень щодобових втрат від мікробіологічних захворювань зафіксований при зберіганні плодів яблуни за обробки композицією АКМ, плодів груші та сливи за обробки композицією ДЛ (рис.19).

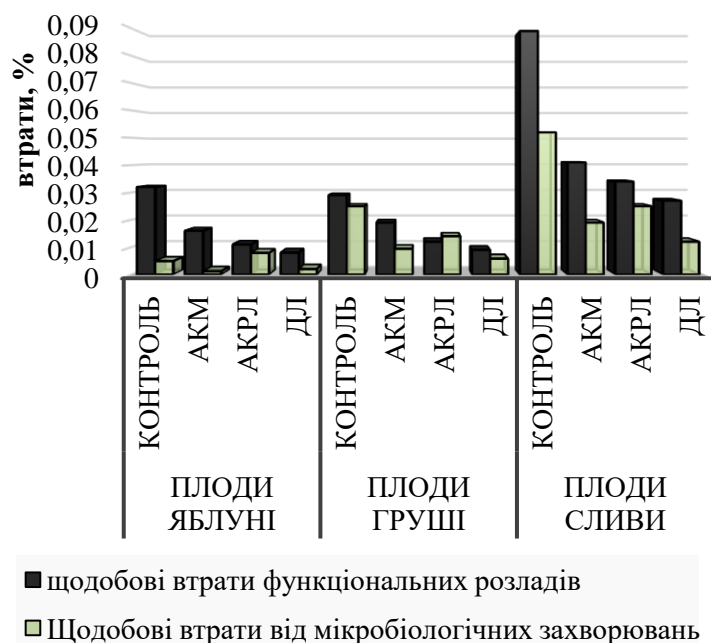


Рис. 19. Рівень щодобових втрат від фізіологічних розладів та мікробіологічних захворювань при зберіганні плодів за обробки АОК, %.

Найвищим характеризувалися усі плоди контрольних варіантів. При цьому кількісне значення аналізованого показника було в 2...3,5 рази вищим, порівняно з плодами, що зберігалися за обробки композиціями АКМ та ДЛ. При зберіганні плодів яблуни за обробки композицією АКРЛ рівень щодобових втрат

статистично не відрізнявся від контролю, натомість при зберіганні інших видів плодів був істотно нижчим за контрольний варіант.

Показано, що максимальна кількість стандартної продукції при зберіганні плодів яблуни зафіксована за обробки композицією ДЛ. Сумарна кількість стандартної продукції в даному варіанті становила 96,26%, а технічного браку і абсолютного відходу – всього 1,63%. При зберіганні плодів груші та сливи отримані аналогічні результати. Кількість стандартної продукції у всіх дослідних партіях плодів була вищою за 90% проти 85,6% у контрольних партіях плодів груші та 84,3% плодів сливи. Органолептичні показники партій плодів, що зберігалися за обробки АОК були оцінені як «хороші» та «відмінні», тобто їх дегустаційна оцінка варіювала в межах 8...10 балів.

Середня трирічна тривалість зберігання плодів яблуни контрольних варіантів становила 203 доби з виходом стандартної продукції 87%. Обробка плодів яблуни композицією АКМ сприяла збільшенню тривалості зберігання на 15 діб, причому середній вихід стандартних плодів становив 93%. При зберіганні яблук за обробки композиціями АКРЛ та ДЛ середня тривалість зберігання зростала на 55 діб, порівняно з плодами контрольних варіантів, при середньому виході стандартної продукції відповідно 93 та 96%.

Тривалість зберігання плодів груші сортів середнього терміну досягання становив 160 діб з виходом стандартної продукції 84%. Композиція АКМ пролонгувала період зберігання плодів даної групи на 50 діб зі збільшенням

виходу стандартної продукції на 4%, композиціями АКРЛ і ДЛ – на 60 діб зі збільшенням виходу стандартної продукції відповідно на 6 і 10% порівняно з плодами контрольних варіантів. Плоди груші групи сортів пізнього терміну досягання зберігалися в середньому 215 діб з виходом стандартної продукції 86%. Обробка композиціями АКМ, АКРЛ та ДЛ подовжувала тривалість їх зберігання на 45 діб зі збільшенням виходу стандартної продукції відповідно на 5%, 6 і 9% порівняно з плодами контрольних варіантів.

Середня тривалість зберігання плодів сливи контрольних варіантів становила 70 діб з виходом стандартної продукції 83%. Композиція АКМ пролонгувала період зберігання плодів на 40 діб зі збільшенням виходу стандартної продукції на 4%, композиціями АКРЛ і ДЛ – на 70 діб зі збільшенням виходу стандартної продукції відповідно на 6 і 9% порівняно з плодами контрольних варіантів.

Оцінка економічної ефективності та соціального ефекту впровадження результатів дослідження у виробництво

У розділі показано, що впровадження розробленої технології за рахунок скорочення природних втрат маси, збереження якісних показників та подовження термінів зберігання забезпечує стабільно високі показники економічної ефективності: для плодів яблуні рівень рентабельності зростає на 33...41%, для плодів груші середнього терміну досягання – на 59...92%, пізнього терміну досягання – 27...52%, і для плодів сливи – на 43...118 % залежно від варіанту обробки.

ВИСНОВКИ

На підставі теоретичних узагальнень та експериментальних досліджень науково обґрунтовано концептуальні засади та реалізовані практичні рішення технології холодильного зберігання плодової продукції, яка ґрунтується на підвищенні адаптивного потенціалу плодів до негативної дії стресових абіотичних та біотичних чинників шляхом екзогенної обробки речовинами антиоксидантної природи.

1. Доказано, що на процес формування показників товарної якості плодової продукції домінуючий вплив мають аномально високі температурні показники, причому для плодів зерняткових культур – це показники останнього місяця їх дозрівання ($r=0,84...0,95$), а для плодів сливи – всього вегетаційного періоду ($r=0,99$). При формуванні компонентів хімічного складу плодової сировини окрім аномально високих температур, визначальними є низька відносна вологість повітря, недостатня кількість опадів та нерівномірність їх випадання. Розроблена система критеріїв ідентифікації, яка відображає функціональний стан плодів під час збирання, та дозволяє прогнозувати спрямованість його змін протягом тривалого зберігання.

2. Встановлено домінуючий вплив температурних умов останнього місяця дозрівання ($r=0,86...0,96$) на збереженість плодів яблуні, сливи та груші сортів середнього терміну досягання. На збереженість плодів сливи сорту Волошка та груші сортів пізнього терміну досягання істотно впливають температурні умови всього вегетаційного періоду ($r=0,78...0,90$). Розроблені математичні моделі, які встановлюють залежність збереженості плодів від стресових погодних чинників

та сприяють більш ефективному плануванню заходів щодо їх реалізації, переробки або зберігання.

3. Встановлено, що пріоритетними чинниками стрес-толерантності плодів яблуни та сливи є низькомолекулярні антиоксидантні сполуки: фенольні речовини, цукри, аскорбінова кислота та органічні кислоти. Натомість, у плодах груші першим захисним бар'єром на шляху вільно-радикального окислення є антиоксидантні ферменти – пероксидаза і супероксиддисмутаза. Розраховані вектори пріоритетів впливу компонентів хімічного складу та показників якості на збереженість плодів цілком узгоджуються з векторами пріоритетів їх антиоксидантного статусу.

4. Розроблені та науково обґрунтовані комплексні антиоксидантні композиції: АКМ, яка включає дистинол (суміш іонолу та диметилсульфоксиду), поліетиленгліколі (ПЕГ); ДЛ, що включає дистинол та лецитин; АКРЛ, складовими якої є аскорбінова кислота, рутин, лецитин. Встановлені оптимальні концентрації діючих речовин у антиоксидантних композиціях: у композиції АКМ оптимальна концентрація дистинолу варіює в межах 0,3...0,4 %, ПЕГів – 0,4...0,6 %, у композиції АКРЛ відсотковий вміст аскорутину становить 0,72...0,73%, лецитину – 3,0...3,7 %, у композиції ДЛ відсотковий вміст дистинолу становить 0,22...0,42 %, лецитину – 2,9...3,4%. Варіювання концентрацій обумовлено видовими особливостями плодів.

5. Проведеним багатофакторним дисперсійним аналізом не виявлено існування взаємозв'язку між рівнем середніх щодобових втрат плодів під час тривалого зберігання та способом нанесення антиоксидантних композицій на їх поверхню. Це дає змогу рекомендувати проведення попередньої обробки плодів антиоксидантними композиціями одним з досліджених способів: зануренням у робочі розчини, обприскуванням на лінії підготовки плодів до зберігання або обприскуванням на материнській рослині в саду.

6. Розроблено та науково обґрунтовано комбінований спосіб попереднього охолодження, який передбачає на першій стадії охолодження плодів у робочих розчинах антиоксидантних композицій до температури у геометричному центрі 8...9°C, на другій стадії – доохолодження до температури у геометричному центрі плоду 1...2°C у камерах з інтенсивним рухом повітря. Температура розчинів антиоксидантних композицій 1,5±0,5 °C. Тривалість першої стадії для плодів груші 1,5 години, плодів яблуни – 1 година, плодів сливи – 40 хвилин. Режимні параметри другої стадії: температура -2...-5°C, відносна вологість повітря 95%, швидкість руху повітря 3 м/с.

7. Встановлено, що обробка антиоксидантними композиціями сприяє зниженню рівня щодобових втрат маси плодів у 1,5...9,8 разів, гальмує процеси дихального метаболізму, а клімактеричний підйом дихання відтермінує на 10...90 днів порівняно з необробленими плодами. В партіях плодів, які зберігалися за обробки антиоксидантними композиціями зафіксовано зниження рівня тепловиділення у 1,5 рази, зменшення витрат сухих речовин у 4,9...7,0 разів, зниження у 1,1...5,0 разів інтенсивності процесів післязбирального перетворення розчинних сахаридів, у 1,6...4,7 разів швидкості оцукрення крохмалю, та у 1,7...9,3 рази швидкості витрати пектинових речовин. Доведено, що обробка плодів

антиоксидантними композиціями у 1,3...3,8 рази підвищує збереженість вільних кислот у порівнянні з контрольним плодами.

8. Доведено, що застосування антиоксидантних композицій при холодильному зберіганні стабілізує процеси окисної деструкції клітинних мембран та індукує ендогенну систему захисту плодової продукції, про що свідчить зниження швидкості акумуляції малонового діальдегіду в 2,1...3,4 рази та фенольного метаболізму – в 1,5...5,4 рази, зростання активності супероксиддисмутази та пероксидази. Показано, що застосування композиції АКРЛ сприяє підвищенню вмісту аскорбінової кислоти з перших діб зберігання та зменшує її щодобові втрати в 3,0...7,0 разів порівняно з плодами контрольних варіантів.

9. Встановлено, що екзогенна обробка плодів антиоксидантними композиціями забезпечує максимальне збереження квалітативних показників дослідних плодів за істотно вищої вітамінної цінності, зниження рівня щодобових втрат від фізіологічних розладів у 1,6...4,0 рази та у 2,0...3,5 рази – від мікробіологічних захворювань, подовження терміну зберігання на 15...70 діб при збільшенні виходу стандартної продукції на 4...10 %, порівняно з необробленими плодами.

10. Упровадження розробленої технології зберігання плодової продукції з обробкою антиоксидантними композиціями забезпечує зростання рівня рентабельності у 1,8...5,8 разів порівняно зі звичайним холодильним зберіганням та дозволяє отримати економічний ефект на рівні 3085...12456 грн/т залежно від виду плодів та варіанту їх обробки. Найвищий соціальний ефект від збільшення виходу стандартної продукції отримано при зберіганні плодів груші середнього терміну досягання та плодів сливи.

Список публікацій за розділом 3.1

Статті у наукових фахових виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus

1. Serdyuk M., Stepanenko D., Priss O., Kopylova T., Gaprindashvili N., Kulik A. ... & Kozonova J. Development of fruit diseases of microbial origin during storage at treatment with antioxidant compositions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Т. 3. № 11 (87). P. 45–51.
2. Serdyuk M., Stepanenko D., Baiberova S., Gaprindashvili N., Kulik A. Substantiation of selecting the method of pre-cooling of fruits. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 4. №. 11 (82). P. 62–68.
3. Сердюк М. Є., Степаненко Д. С., Кюрчев С. В. Дослідження інтенсивності процесу втрати маси плодів сливи під час зберігання. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2016. Т. 1. №. 10 (79) С. 42–49.
4. Dzyuba N., Telezhenko L., Kalugina I., Kozonova Y., Serdyuk M., Danchenko O., Sukharenko E., Zdorovtseva L., Hidzhelitskyi V. Determining biological value and quality indicators of beverages of the drink-breakfast type. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. 6/11 (96).с. 6-15.
5. Serdyuk M., Pylypenko L., Gaprindashvili N., Sukharenko E., Baiberova S. Changes of pectin substances content during the pear fruits storage with

antioxidant compositions treatment. *Journal of Chemistry and Technologies* 27.1 (2019). С. 48-57. DOI: <https://doi.org/10.15421/081905>

6. Danylova O., Serdyuk M., Pylypenko L., Pelykh V., Lopotan I., Iegorova A. Screening of Agricultural Raw Materials and Long-Term Storage Products to Identify Bacillary Contaminants. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer, Cham, 2019. 641-653.
7. Hospodarenko H., Chernov O., Prokopchuk I., Serdyuk M. Technological Properties of Winter Wheat Grain Depending on the Ecological and Geographical Origin of a Variety and Weather Conditions. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer, Cham, 2019. 699-705..

Статті у закордонних виданнях, які включенні до міжнародних наукометричних баз

8. Serdyuk M., Stepanenko D., Priss O., Kopylova T., Gaprindashvili N., Kulik A. ... & Kozonova J. Investigation of the influence of antioxidant compositions on development of microbiological spoilage in storage of fruits. *EUREKA: Life Sciences*. 2017. №. 3. P. 24– 29.
9. Serdyuk M., Stepanenko D., Baiberova S., Gaprindashvili N., Kulik A. The study of methods of preliminary cooling of fruits. *EUREKA: Life Sciences*. 2016. №. 3. P. 57– 62.

Статті у фахових виданнях України, які включенні до міжнародних наукометричних баз

10. Serdyuk M., Velichko I., Priss O., Danchenko O., Kurcheva L. & Baiberova S. Substantiation of the choice of optimal concentrations of active ingredients of the antioxidant composition for fruit treatment before storage. *Technology audit and production reserves*. 2017. Т. 3. №. 3 (35). С. 44–49.
11. Сердюк М. Є. Зміни вуглеводного комплексу плодів при зберіганні за обробки антиоксидантними композиціями. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2017. №. 53 (1274). С. 137-145.
12. Сердюк М. Є., Степаненко Д. С., Байберова С. С., Гапріндашвілі Н. А. Дослідження впливу способів обробки антиоксидантними композиціями на збереженість плодів. *Technology audit and production reserves*. 2016. Т. 4. №. 4 (30). С. 43–47.
13. Сердюк М. Є., Байберова С. С., Гапріндашвілі Н. А., Сухаренко О. І. Вплив обробки антиоксидантними композиціями на вихід стандартної плодової продукції після холодильного зберігання. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2017. №23 (1245). С. 176–182.
14. Сердюк М.Є., Гапріндашвілі Н. А., Байберова С. С. Кінетика інтенсивності дихання плодів яблуни при зберіганні плодів яблуни за обробки антиоксидантними композиціями. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2017. Вип. 17. Т.1. С. 150–158.

15. Сердюк М. Є., Гапріндашвілі Н. А. Визначення збереженості плодів яблуні *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2016. №12 (1184). С. 181–188.
16. Сердюк М. Є., Байберова С. С. Вплив абіотичних факторів на розвиток фізіологічних розладів та мікробіологічних захворювань під час холодильного зберігання плодів яблуні. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2016. Вип. 16. Т. 1. С. 192–204.
17. Прісс О. П., Сердюк М. Є. Зберігання плодоовочевої продукції з використанням обробки біологічно активними речовинами. *Інноваційний розвиток харчової індустрії: зб. наук. праць за матеріалами V Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ. 14 груд. 2017 р.)*. Київ: Інститут продовольчих ресурсів НААН, 2017. С. 105–107.
18. Малкіна В. М., Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Кривонос І. А., Білоус Е. С. Регресійний аналіз залежності урожайності вишні від гідротермічних факторів в умовах мультиколінеарності. *Наукові горизонти: збірник наукових праць, 2019*. Вип. 11 (84). С. 51-60. doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-51-60
19. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Малкіна В. М., Шкіндер-Бармина А. М., Кривонос, І. А. Урожайність вишні залежно від кліматичних умов років вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 4. С. 38-50. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)-5.
20. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Герасько Т. В., Білоус Е. С., Кривонос, І. А. Урожайність черешні залежно від кліматичних умов років вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 3 (103). с. 52-60. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-3(103)-8.
21. Serdyuk M., Ivanova I., Malkina V., Kryvonos I., Tymoshchuk T., Ievstafieva K. The formation of dry soluble substances in sweet cherry fruits under the influence of abiotic factors. *Scientific Horizons, 2020. № 03 (88), С.127–135*. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-127-135.
22. Ivanova I., Serdyuk M., Kryvonos I., Yeremenko O., Tymoshuk T. Formation of flavoring qualities of sweet cherry fruits under the influence of weather factors. *Scientific Horizons, 2020. № 04 (89). с. 72–81*. doi: 10.33249/2663-2144-2020-89-4-72-81.
23. Іванова І. Є., Сердюк М. Є. Вплив абіотичних чинників півдня степової зони України на формування врожайності черешні. *Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural sciences: Collective monograph*. Riga: Izdevniecība “Baltija Publishing”, 2020. Р. 1. р.290-307. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-73-0/1.15>
24. Зарецька Д. К., Сердюк М. Є. Вплив заморожування на хімічний склад зелені м'яти перцевої. *Праці ТДАТУ, 2020*. Вип. 20, Т. 1.с.142-150. DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-142-150
25. Зарецька Д. К., Сердюк М. Є. Зміни хімічного складу м'яти перцевої після заморожування та криогенного зберігання. Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2020: Матеріали IV Всеукраїнської наукової конференції (10 квітня 2020 р., м. Дніпро). Дніпро: “Середняк Т.К.”, 2020. с.150 – 152.

26. Сердюк М. Є., Григоренко О. В., Сухаренко О. І., Коляденко В. В. Зміни функціональних властивостей фруктової та ягідної сировини протягом криогенного зберігання. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія: Нові рішення в сучасних технологіях*, 2020. №2 (4). С. 126–133. doi:10.20998/2413-4295.2020.02.16
27. Прісс О. П., Сердюк М. Є., Жукова В. Ф., Сухаренко О. І., Коляденко, В. В. Гарбузові цукати – ласощі з функціональними властивостями. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2020. №2 (4). С. 119–125. doi:10.20998/2413-4295.2020.02.15
28. Шагова І.Н., Зарецька Д. К., Мелкумова Д. С., Сердюк М. Є. Заморожена м'ята, як напівфабрикат для приготування напоїв. VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультет агротехнологій та екології: матеріали VIII Всеукр. наук.- техн. конф., 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. с. 67.
29. Тарнавська Д. О., Сердюк М. Є. Оцінка сортової придатності плодів яблуні для виробництва чіпсів. VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультет агротехнологій та екології: матеріали VIII Всеукр. наук.- техн. конф., 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. с. 68.
30. Колісниченко К. А., Зарецька Д. К., Сердюк М. Є. Обґрунтування вибору способу та режимів проведення гідротермічної обробки плодів айви для виготовлення замороженого напівфабриката. VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультет агротехнологій та екології: матеріали VIII Всеукр. наук.- техн. конф., 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. с. 69.
31. Тривайло А.В., Зарецька Д. К., Сердюк М. Є. Обґрунтування вибору способу та режимів проведення гідротермічної обробки плодів кизилу для виготовлення замороженого напівфабриката VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультет агротехнологій та екології: матеріали VIII Всеукр. наук.- техн. конф., 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. с. 70.
32. Зарецька Д. К., Сердюк М. Є. Вплив способів гідротермічної обробки на вміст аскорбінової кислоти в айвовому напівфабрикаті. Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернетконференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. с.111.
33. Сердюк М. Є., Тарнавська Д. О. Оцінка сортової придатності яблук для виробництва чіпсів. Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернетконференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. с.119.

34. Сердюк, М. Є., Кюрчева, Л. М., Андрущенко, М. В., Жукова, В. Ф. Вплив розчинів нанометалів на інтенсивність окисно-відновних процесів при зберіганні плодів груші. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 2019, №9 (1). 17 с. DOI:10.31388/2220-8674-2019-1-55. (50 %).
35. Зарецька, Д. К., & Сердюк, М. Є. Зміни хімічного складу м'яоти перцевої після заморожування та криогенного зберігання. *Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2020: Матеріали IV Всеукраїнської наукової конференції, 10 квітня 2020 р., м. Дніпро. – Дніпро: “Середняк Т.К.”, 2020. с.151 – 242.*(50 %)
36. Коляденко В. В., Сердюк М. Є. Динаміка зміни маси ягід чорної смородини під час зберігання. *Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції: матеріали Міжнародної студентської науково-практичної конференції, м.Мелітополь, 2019. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Лих», 2019. С. 46 – 51.* (50%).
37. Сердюк М. Є., Бартиш Д. І. Обґрунтування вибору компонентного складу замороженої суміші для приготування гарячих вітамінних напоїв. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; за загальною редакцією д.т.н. професора Надикто В.Т. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В. 2019. Ч.1. С. 134 – 137. ISBN 978-617-7566-85-3.* (90%).
38. Сердюк М. Е., Присс О. П. Использование антиоксидантной композиции для длительного хранения плодов. *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей IV Международной научно-практической конференции (Минск, 21–22 марта 2019 года) / редкол.: В. Я. Груданов [и др.]. Минск : БГАТУ, 2019. 428 с. С. 33-36.* (50 %).
39. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Малкіна В. М., Коваленко І. М. Оцінка впливу погодних чинників на урожайність кісточкових культур в контексті ефективного управління садівництвом в умовах півдня степової зони України. *The 3rd International scientific and practical conference “Perspectives of world science and education” (November 27-29, 2019) CPN Publishing Group, Osaka, Japan. 2019. p. 191-202.* (50%)
40. Бартиш Д. І., Сердюк М. Є. Плодово-ягідні заморожені суміші – перспективне джерело вітамінів. *VII Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультет АТЕ: матеріали VII Всеукр. науч.-техн. конф., 11 – 12 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 10.*
<http://www.tsatu.edu.ua/nauka/wp-content/uploads/sites/49/ate.pdf>
41. Бартиш Д. І., Сердюк М. Є. Обґрунтування вибору компонентів складу замороженої суміші для приготування гарячих вітамінних напоїв. *Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Херсон. 14-15 березня 2019 р.: Херсон: Видавничий дом «Гельветика», 2019. С.18 – 21.*

42. Бартиш Д. І., Сердюк М. Є. Зміни вмісту аскорбінової кислоти у плодово-ягідній замороженій суміші. *Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції: матеріали Міжнародної студентської науково-практичної конференції, м.Мелітополь, 2019.* – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Лих», 2019. С. 8 – 15.
43. Індик В. С., Іванова І. Є., Сердюк М. Є. Визначення придатності сортів черешні середнього терміну досягання до заморожування за величиною втрати соку. *Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції: матеріали Міжнародної студентської науково-практичної конференції, м.Мелітополь, 2019.* – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Лих», 2019. С. 74 – 79.
44. Караулова С. С., Сердюк М. Є. Впили розчинів нанометалів на інтенсивність дихання при зберіганні плодів груші. *Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції: матеріали Міжнародної студентської науково-практичної конференції, м.Мелітополь, 2019.* Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Лих», 2019. С. 15– 19.
45. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Герасько Т. В., Білоус Е. С., Кривонос І. А. Визначення придатності сортів черешні та вишні до заморожування за критерієм кріорезистентності. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2018. 8(2). 8 с.
46. Сердюк М. Є., Сухаренко О. І., Коляденко В. В. Прогнозування товарної якості плодів груші за критерієм ідентифікації. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2018. 8(2). 12 с.

Тема 3.2 Вдосконалення технології зберігання зеленних культур

Керівник теми
Відповідальні виконавці

О.П.Прісс
І.О. Коротка
А.С. Кулик

Мета досліджень

Мета досліджень полягала в удосконаленні та обґрунтуванні технології зберігання зеленних культур, яка б сприяла ефективному збереженню якості за оптимальних термінів зберігання.

Для досягнення цієї мети поставлено наступні завдання:

- визначити фактори, що впливають на якість, харчову цінність і придатність до зберігання зеленних культур;
- дослідити доцільність використання гідрогелю для зберігання зелені петрушки, кінзи;
- провести скринінг антиоксидантних речовин для зелені петрушки, кінзи і встановити їх оптимальні концентрації для збереження якості та подовження термінів зберігання;
- розробити і теоретично обґрунтувати комплексні антиоксидантні композиції для введення до складу живильного середовища під час зберігання зелені петрушки і кінзи з метою збереження її якості та подовження термінів зберігання;
- дослідити фізіолого-біохімічні процеси, які відбуваються під час зберігання зелені, та їх вплив на показники якості сировини;
- розробити технологічну схему підготовки і зберігання зелені петрушки за використання аграрного гідрогелю та антиоксидантів, провести промислову апробацію;
- дослідити вплив удосконаленої технології зберігання на показники якості зелені петрушки під час зберігання;

Об'єкт дослідження

Процес формування і збереження фітонутрієнтів зеленних культур при вирощуванні і зберіганні

Предмет дослідження

Фізичні, біохімічні, фізіологічні зміни в зеленних культурах різних сортів і сезонів збору під час вирощування і зберігання.

Матеріали і методи досліджень

Рослинні матеріали, умови вирощування та збирання. Досліджували зелень петрушки, вирощену навесні та восени в умовах відкритого ґрунту згідно з ДСТУ 6010: 2008 «Петрушка молода свіжа. Технічні умови». Використовували сорти

Оскар і Новас, внесені в державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Досліджували збереженість зелені петрушки за дії гідрогелю та антиоксидантів. Зелень розфасовували у пучки та вкладали стеблами у пакети, задалегідь наповнені розчинами гідрогелю аграрного з доданням антиоксидантів. Використовували 1 %-ний розчин синтетичного полімеру аграрного гідрогелю (АГ) без додання і з доданням природного бактерицидного препарату хлорофіліпту (ХЛ) у концентраціях 0,125; 0,25; 0,5; 1,0 % з доповненням і без антиоксиданту іонолу (І) в концентраціях 0,012; 0,024; 0,036 %. Зелень петрушки зберігали в модернізованих холодильних камерах. Температура зберігання ($1\pm 0,5$) °С, відносна вологість повітря (95 ± 3) %. За контроль приймали зелень, яку зберігали за тих самих умов у холодильнику. Визначали вплив гідрогелю аграрного і його композицій з хлорофіліптом та іонолом на якісні, органолептичні, фізіологічні та біохімічні показники зелені петрушки сортів Оскар і Новас весняного та осіннього збору за стандартними та загальноприйнятими методиками у п'ятикратній повторності.

У дослідженнях використовували сорти васильків справжніх: Бадьорий і Рутан, які мають зелене забарвлення листків, а також Філософ і Пурпурова зоря з фіолетовим забарвленням та Сяйво в якого основне забарвлення зелене з антоціановим вкрапленням.

Вирощували васильки справжні розсадним способом без застосування штучного електродосвічування. Температурний режим підтримували вдень в сонячну погоду на рівні 22-24 °С, в похмуру погоду – 18-20 °С та вночі на рівні 15-16 °С. Температуру субстрату цілодобово підтримували на рівні 20-22 °С. Підтримку вологості субстрату на рівні 80 % НВ здійснювали за рахунок регулярного поливу.

Закладання дослідів проводили відповідно до «Методики дослідної справи в овочівництві та баштанництві» (2001). Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками і стандартами. Вегетаційні і лабораторні досліді закладали рендомізованими блоками у п'ятиразовому повторенні. Площа облікової ділянки 2 м², повторення п'ятиразове. В кожній обліковій ділянці було обрано по 5 облікових рослин, за якими проводили фенологічні спостереження та біометричні вимірювання.

Фенологічні спостереження за рослинами проводили за методикою описаною В. Ф. Мойсейченко (1992). Відмічали дату висіву насіння, настання фенофаз росту і розвитку рослин: появу поодиноких (15 %) та масових сходів (75–80 %); утворення першого справжнього листка; початок бутонізації і цвітіння.

Біометричні вимірювання проводили на 5 облікових рослинах васильків справжніх у 5 повтореннях кожного варіанту досліді. Вимірювали висоту рослин, діаметр їхньої кореневої шийки та всієї рослини, також визначали площу листків рослин та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) за методикою описаною З. М. Грицаєнко (2003). Облік урожаю проводили з кожної ділянки окремо. Під час його збирання визначали масу однієї рослини та вагове співвідношення листків та стебел.

Для виявлення впливу досліджуваних елементів технологій визначали: вміст сухих речовин (СР) – термогравіметричним методом за ДСТУ ISO 751:2004; вміст сухих розчинних речовин (СРР) – рефрактометричним методом за ДСТУ ISO 2173:2007; масову концентрацію цукрів - ферицианідним методом за ДСТУ 4954:2008; титровану кислотність - ДСТУ 4957:2008; вміст поліфенольних речовин – за допомогою реактива Фоліна-Деніса за ДСТУ 4373:2005; вміст хлорофілів та каротиноїдів – спектрофотометричним методом; вміст аскорбінової кислоти (АК) – за відновленням реактиву Тільманса; активність супероксиддисмутази (СОД) (КФ 1.15.1.1) – за здатністю до інгібування реакції аутоокислення адреналіну в лужному середовищі; вміст малонового діальдегіду (МДА) – тіобарбітуровим методом; вміст ефірних олій – шляхом гідродистиляції за методикою А. С. Гінзберга (1987). Математичну обробку результатів досліджень проводили за Б. А. Доспеховим (1985) та комп'ютерними програмами “Microsoft Office Excel 2007” і “Agrostat”.

Результати аналізів приводили до вихідної маси. Математичну обробку результатів здійснювали загальноприйнятими статистичними методами та з використанням комп'ютерних програм “Microsoft Office Excel 2007”, Agrostat, Statistika.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розроблено технологію зберігання зелені петрушки з використанням аграрного гідрогелю та антиоксидантів. Для тривалого зберігання відбирали петрушку за ДСТУ 6010. Зелень витримували в камері попереднього охолодження впродовж 6 год за температури $(5 \pm 1) ^\circ\text{C}$. Відтак зелень петрушки розфасовували у пучки по 150 г і вкладали стеблами у поліетиленові пакети розміром 80×30 мм, задалегідь наповненими розчинами гідрогелю аграрного з доданням антиоксидантів у вказаних концентраціях.

Досліджено вплив удосконаленої технології зберігання зелені петрушки з використанням аграрного гідрогелю та антиоксидантів з урахуванням сортових особливостей, періоду збирання листя на органолептичні показники, хімічний склад і безпечність за токсикологічними показниками.

Показано, що комплексна органолептична оцінка зелені петрушки, яка зберігається з використанням аграрного гідрогелю та антиоксидантів, позиціонується в інтервалі «відмінної якості» (4,6...5,0 балів), в той час, як оцінка контрольних зразків – в інтервалі «задовільної якості» (2,1...3,0 балів).

Використання удосконаленої технології для зберігання зелені петрушки дозволяє зберегти істотно вищу кількість поживних речовин порівняно з контрольними зразками.

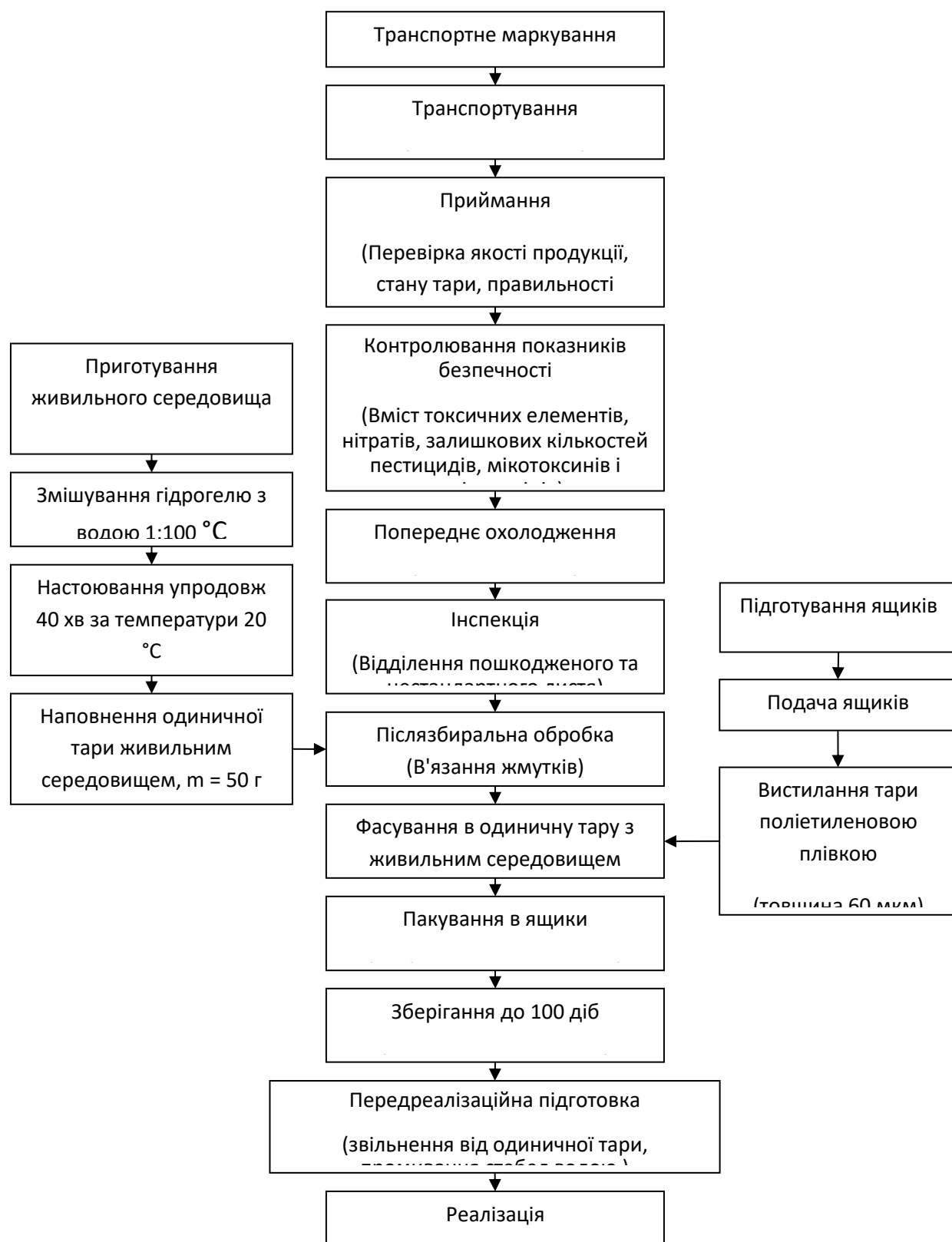


Рис. 20. Функціонально-технологічна схема зберігання зелені петрушки в живильному середовищі

Використання способу зберігання на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів сприятливо позначилося на збереженості АК, втрати якої в дослідних варіантах на кінець зберігання контролю були на 3,5...17,6 % нижчими (рис.21).

Таблиця 9

Показники хімічного складу зелені петрушки

Показник	Сорт	Сезон	Вихідні значення	Значення показника на кінець зберігання		
				контрольного зразка		дослідного зразка
				контроль	дослід	
Сухі речовини, %	Оскар	Весна	18,87	12,02	18,79	12,87
		Осінь	21,02	15,72	20,48	15,58
	Новас	Весна	17,57	13,07	17,95	13,40
		Осінь	17,98	13,08	17,94	15,39
НІР ₀₅			0,77	1,52	1,12	1,61
Цукри, г/100 г	Оскар	Весна	1,51	1,14	1,34	1,12
		Осінь	2,16	1,57	2,01	1,53
	Новас	Весна	0,93	0,82	0,93	0,76
		Осінь	1,28	1,00	1,23	1,17
НІР ₀₅			0,65	0,34	0,49	0,36
Титрована кислотність, %	Оскар	Весна	0,10	0,27	0,20	0,15
		Осінь	0,24	0,32	0,32	0,27
	Новас	Весна	0,20	0,30	0,29	0,28
		Осінь	0,18	0,33	0,33	0,13
НІР ₀₅			0,04	0,13	0,12	0,12

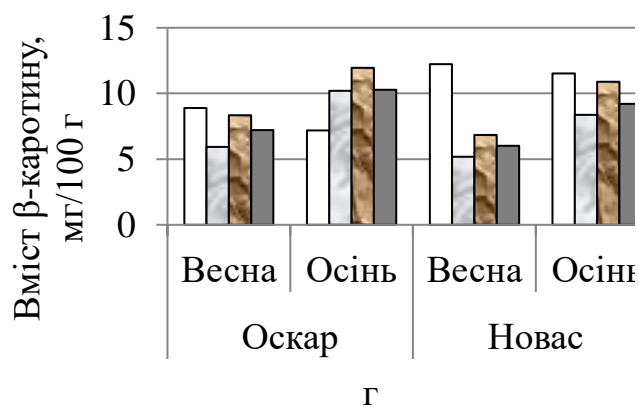
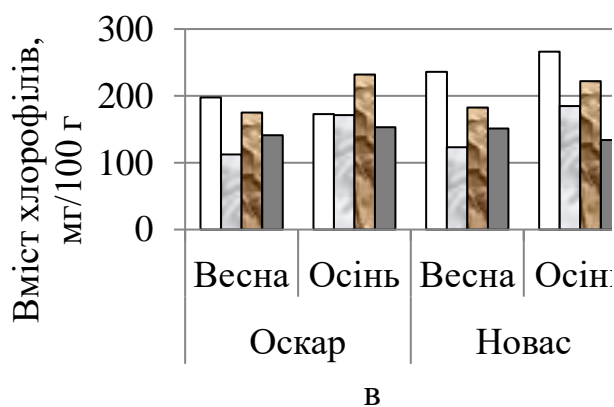
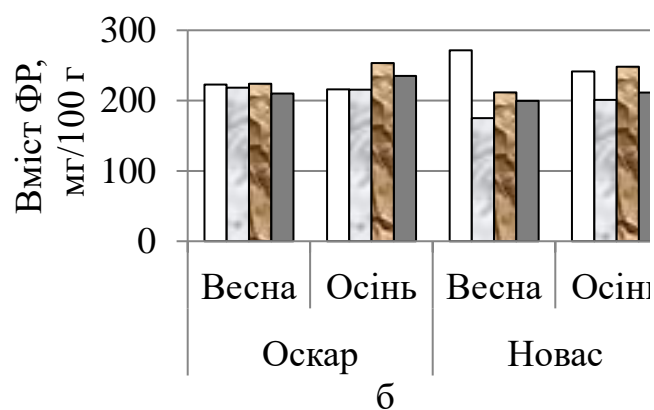
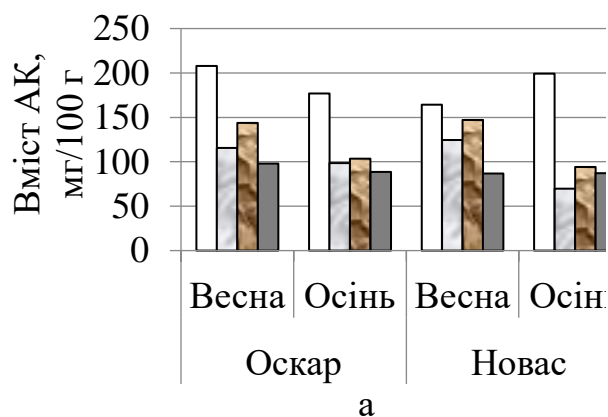


Рис. 21. Зміна вмісту біологічно активних речовин під час зберігання зелені петрушки: а – АК; б – ФР; в – хлорофіли; г – β -каротин; \square – вихідний вміст; \square – контроль (на кінець зберігання); \blacksquare – I + Хл+ АГ (на кінець зберігання контролю); \blacksquare – I + Хл+ АГ (на кінець зберігання)

Втрати ФР у петрушці, яку зберігали з використанням аграрного гідрогелю та антиоксидантів, на кінець зберігання контрольних варіантів були нижчими на 2,5...19 %.

Розроблено рекомендації виробникам, споживачам, переробникам з використання зелені петрушки у консервній промисловості та закладах харчування проект доповнення до ДСТУ 6010:2008 «Петрушка молода свіжа. Технічні умови».

Зелень петрушки після зберігання можна використовувати у консервній промисловості як компонент плодоовочевих консервів або для сушіння; закладах харчування – для споживання у свіжому вигляді, як складову частину салатів або дизайну гарніру; додання до перших страв, виробів із м'яса та риби з метою підвищення їх харчової цінності.

ВПЛИВ СТРОКІВ ВИСІВУ НАСІННЯ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВАСИЛЬКІВ СПРАВЖНІХ

Найменшу кількість цукрів та найбільшу кількість титрованих кислот васильки справжні накопичували за лютогового строку висіву – 0,27 г/100г та 1,54 % відповідно. За березневого та квітневого строку висіву рівень цукрів збільшувався на 62,1 % та 89,7 % відповідно, а титрована кислотність зменшувалась на 29,2 % та 33,1 % відповідно.

Аналізуючи формування пігментного комплексу в листках залежно від строків висіву насіння видно, що сорти Рутан, Філософ та Пурпурова зоря накопичували найбільшу кількість хлорофілів за лютогового строку висіву, а сорти Бадьорий та Сяйво – за висіву у березні та квітні (рис. 23.).

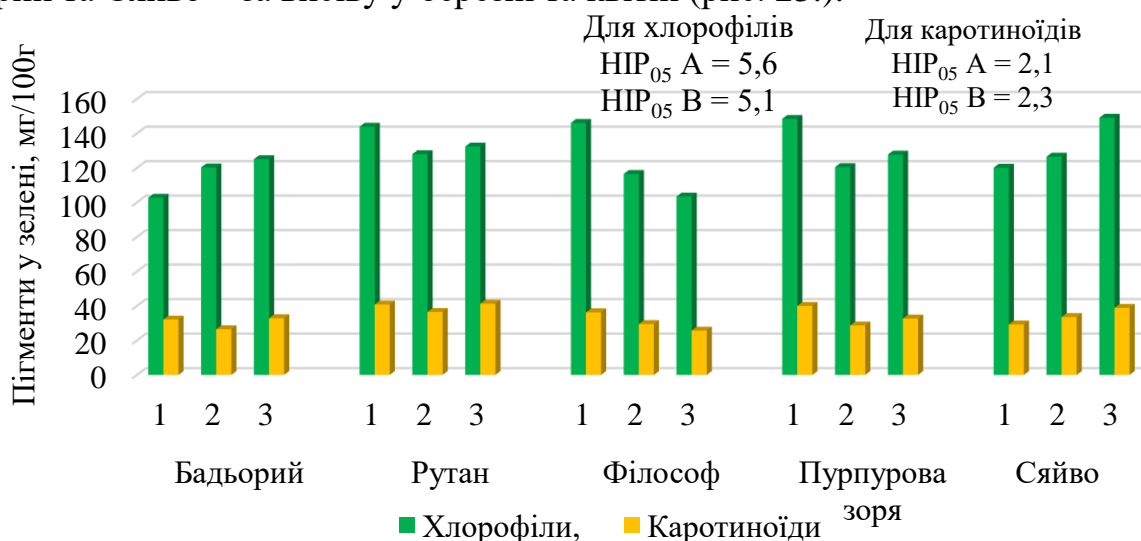


Рис. 23. Пігментний комплекс зелені васильків справжніх залежно від строків висіву насіння, мг/100г (1 – III декада лютого; 2 – II декада березня; 3 – II декада квітня)

Збільшення рівня каротиноїдів за лютневого та квітневого строку висіву насіння порівняно з березневим свідчить про адаптацію рослин до певних стресових умов: нестачі світла за раннього висіву та надмірної температури повітря за пізнього строку висіву.

Під час висіву насіння у другій декаді квітня васильки справжні в середньому за сортами накопичували найменшу кількість поліфенольних речовин – 212,4 мг/100г (рис. 24).

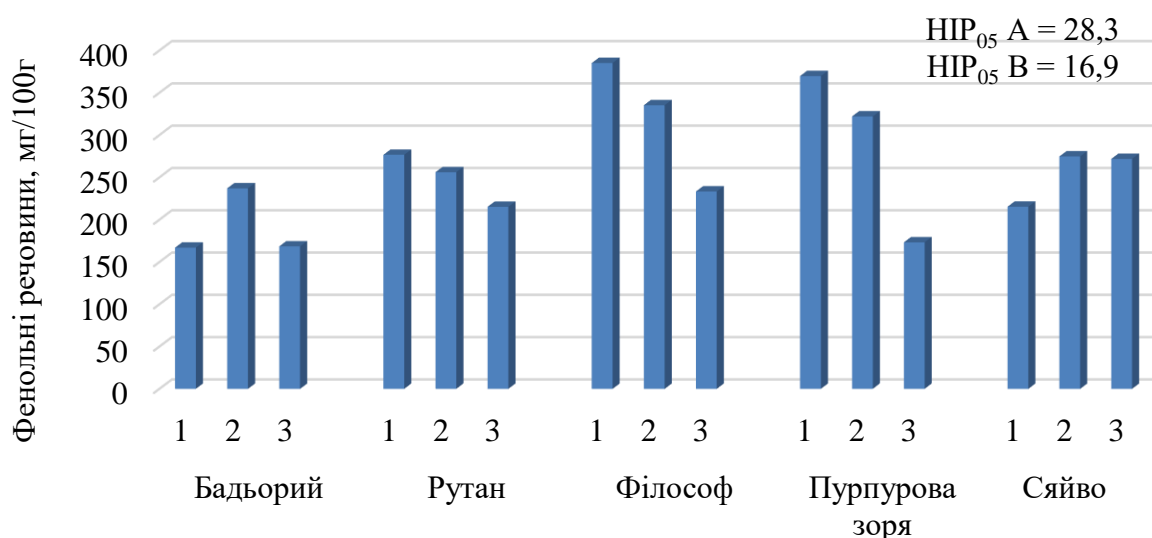


Рис. 24. Поліфенольні сполуки у зелені васильків справжніх, мг/100г (1 – III декада лютого; 2 – II декада березня; 3 – II декада квітня)

За лютневого та березневого строків висіву насіння цей показник коливався в межах 282,7 – 285,0 мг/100г; достовірної різниці між цими варіантами виявлено не було. Найбільшу кількість АК рослини накопичували за лютневого строку висіву насіння – 91,6 мг/100г (рис. 25).

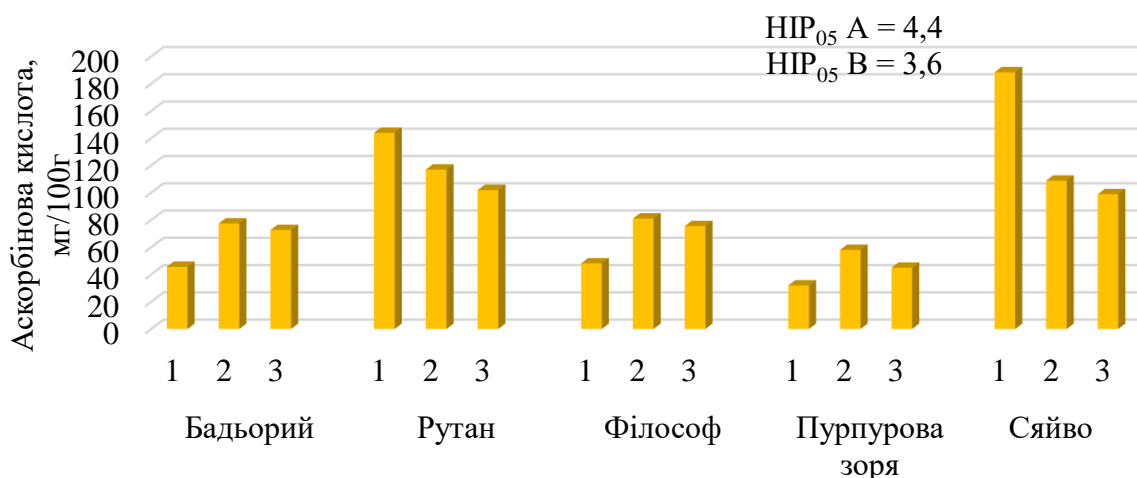


Рис. 25. Аскорбінова кислота у зелені васильків справжніх, мг/100г (1 – III декада лютого; 2 – II декада березня; 3 – II декада квітня)

Особливо чітко це простежується у сортів Рутан та Сяйво, у яких за лютневого строку висіву насіння вміст АК збільшувався до 143,9 та 188,3 мг/100г відповідно, що було більшим порівняно з березневим строком в 1,2 та в 1,7 рази.

Встановлено, що підвищення вмісту ефірних олій забезпечується висіванням насіння васильків справжніх у більш пізні строки. Так, незалежно від сорту, найбільшу кількість ефірних олій було отримано за квітневого строку висіву насіння – 0,27 %, що більше за березневий строк висіву в 1,6 рази та за лютневий в 2,7 рази.

В усіх сортах за лютневого строку висіву насіння спостерігається суттєве підвищення рівня МДА в середньому до 18,74 нмоль/г, що вказує на більш несприятливі умови для росту і розвитку васильків справжніх. Рослини березневого строку висіву мали рівень МДА менший на 32,7 %, квітневого строку – на 36,6 %.

Чітко простежується зміни активності СОД залежно від строків висіву насіння васильків справжніх. Найбільша активність СОД була виявлена у рослин лютневого строку висіву – 61,26 у. о. Під час висіву насіння у березні цей показник був меншим на 76,1 %, а за висіву насіння у квітні – на 70,3 %, що вказує на більш сприятливі умови вирощування.

ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтовано та експериментально доведено ефективність удосконаленої технології зберігання зелені петрушки за використання живильного середовища на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів.

2. Встановлено ступінь впливу факторів: погодних умов (вплив фактору 5,2...41,4 %), сезону збирання (вплив фактору 16,8...60,8 %) та сорту (вплив фактору 0,0...47,8 %) на якість, харчову цінність і придатність до зберігання зелені петрушки.

3. Показано, що зелень петрушки осіннього збору накопичує більше сухих речовин, цукрів, речовин фенольної природи та пігментного комплексу, β -каротину і характеризується вищим рівнем титрованої кислотності, ніж весняне листя, а весняна зелень містить істотно більшу кількість аскорбінової кислоти.

4. Доведено доцільність та переваги використання гідрогелю для зберігання зелені петрушки, оскільки цей спосіб дозволяє подовжити тривалість зберігання на 12...14 діб; скоротити втрати маси на 8,3...10,9 %; підвищити вихід товарної продукції після зберігання на 1,4...2,6 % на кінець зберігання порівняно з контролем.

5. Встановлено та обґрунтовано оптимальні концентрації антиоксидантних речовин у складі живильного середовища на основі аграрного гідрогелю для подовження терміну зберігання зелені петрушки до 65...100 діб – іонол у концентрації 0,024 %; хлорофіліпт у концентрації 0,25 %.

6. Розроблено комплексну антиоксидантну композицію для введення до складу живильного середовища під час зберігання зелені петрушки з метою збереження якості та подовження термінів зберігання з концентрацією

компонентів наступного складу та співвідношення: іонол – 0,024 %; хлорофіліпт – 0,25 %; аграрний гідрогель – 1 %.

7. Встановлено, що використання способу зберігання із доданням живильного середовища на основі аграрного гідрогелю та композиції антиоксидантів 0,024І+0,25Хл+АГ забезпечує подовження терміну зберігання до 70...100 діб, що на 40...55 діб довше, ніж в контрольних варіантах; підвищує вихід товарної продукції на 0,7...7,5 %, залежно від сорту, сезону збору за подовженого терміну зберігання порівняно з контролем.

8. Досліджено фізіолого-біохімічні процеси, які відбуваються під час зберігання зелені петрушки. Встановлено, що вдосконалена технологія знижує інтенсивність дихання на 39 % порівняно з контролем, наслідком чого є уповільнення темпів дисиміляції цукрів більш як удвічі, витрат титрованих кислот в 1,5 рази. Втрати аскорбінової кислоти скорочуються в середньому на 17,5 %; фенольних речовин – на 17,1 %; хлорофілів – на 43 %, каротиноїдів – на 39 %, β -каротину – на 34,6 %.

9. Встановлено, що застосування живильного середовища з композицією антиоксидантів індукує високомолекулярну систему антиоксидантного захисту тканин через підвищення активності супероксиддисмутази в 1,6 рази; каталази в 1,3 рази та пероксидази в 1,6 рази, порівняно з контролем.

10. Розроблено функціонально-технологічну схему удосконаленого способу зберігання зелені петрушки на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів, що може здійснюватися з використанням існуючого технологічного обладнання. Визначено органолептичні, фізіолого-біохімічні та показники безпеки листя після зберігання.

11. На підставі проведених досліджень розроблено проект доповнення до ДСТУ 6010:2008 «Петрушка молода свіжа. Технічні умови». Апробація удосконаленої технології зберігання в умовах ДПДГ «Мелітопольське» МДСС ім. М. Ф. Сидоренка ІС НААН, ТОВ Агрофірма «Україна», ТОВ «Паша» підтвердила доцільність зберігання зелені петрушки за вдосконаленою технологією.

Впровадження технології зберігання зелені петрушки осіннього збору за використання антиоксидантних композицій забезпечує чистий прибуток в середньому 22656,07 грн/т продукції, рівень рентабельності становить 91,12...102,72 %. Для зелені петрушки весняного збору економічно обґрунтованим є тривалість зберігання 15 діб. При цьому чистий прибуток становить в середньому 32606,82 грн/т продукції, а рівень рентабельності – 263,10 %.

11. Показано, що найбільшу врожайність забезпечує субстрат з 40-відсотковим вмістом перліту: 8,67 кг/м² при виході сухої маси 1,18 кг/м² – у сорту Бадьорий, та 9,08 кг/м² при виході сухої маси 0,98 кг/м² – у сорту Філософ.

12. Встановлено, що найбільша врожайність всіх сортів васильків справжніх спостерігається за березневого строку висіву насіння – 8,48 кг/м² при виході сухої маси - 0,90 кг/м².

13. Показано, що найбільший чистий дохід сорту Бадьорий отримано за введення у склад субстрату 40 % перліту, а у сорту Філософ - за введення у склад

субстрату 60 % перліту. Чистий дохід у таких варіантах дорівнює 319,9 грн/м² для сорту Бадьорий та 658,3 грн/м² для сорту Філософ, а собівартість продукції зменшується порівняно з вирощуванням на чистому торфі в 1,8 та 2,1 рази відповідно. Найвищий рівень рентабельності сорту Бадьорий отримано у варіанті з 40 % перліту – 35,6 %, а у сорту Філософ - у варіанті який містить 60 % перліту – 55,7 %.

14. Показано, що найбільший чистий дохід від реалізації з найменшою собівартістю одного кілограму продукції отримано за березневого строку висіву насіння. З-поміж сортів виділяється сорт Сяйво чистий прибуток якого дорівнює 522,9 грн/м² з рівнем собівартості 77,5 грн/кг. Чистий прибуток сортів Бадьорий, Рутан, Філософ та Пурпутова зоря березневого строку висіву насіння дещо нижчий і коливається у межах 239,3 – 399,5 грн/м². Найвищий рівень рентабельності отримано у варіантах з березневим строком висіву насіння – від 23,2 % у сорту Бадьорий до 40,4 % у сорту Сяйво.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РОЗДІЛОМ 3.2

1. [Бурдіна І. О.](#), Прісс О. П. Вплив компонентного складу субстрату на пігментний комплекс та фотосинтетичну продуктивність васильків справжніх. [Науковий вісник Національного ун-ту біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія.](#) 2016. Вип. 235. С. 40–47.
2. Burdina I. O., Priss O. P. Effect of the substrate composition on yield and quality of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Horticultural Research.* 2016. Vol. 24(2). P. 109–118.
3. Прісс О.П., Бурдіна І.О. Вплив компонентного складу субстрату на біологічно активні речовини антиоксидантного типу в зелені базилику. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2017. Вип. 17. Т 1. С. 140 – 149.
4. Priss O., Burdina I., Kiurchev S., Verkholantseva V., Stepanenko D. Effect of seed sowing period on polyphenolic compounds content in basil (*Ocimum basilicum* L.) under greenhouse conditions // *Technology audit and production reserves.* 2017. Vol. 4. № 3 (36). P.42 – 45. [DOI:10.15587/2312-8372.2017.109329](#)
5. Прісс О. П., Бурдіна І. О. Вплив строків висіву насіння на ріст, розвиток та формування врожайності васильків справжніх (*Ocimum basilicum* L.). *Таврійський науковий вісник: науковий журнал.* 2017. Вип. 97. С. 100 – 112.
6. Прісс О. П., Бурдіна І. О.. Вплив строків висіву насіння на фотосинтетичну діяльність базилику в умовах плівкових теплиць. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2017. Вип. 2 (94). С. 93 – 107.
7. Прісс О. П., Бурдіна І. О. Вплив строків висіву насіння на вміст сухих речовин у зелені базилику в умовах плівкових теплиць. *Агробіологія.* 2017. Вип. 2. С. 102–108.
8. Бурдіна І. О., Прісс О.П. Вміст біологічно активних речовин у васильках справжніх різних сортів. *Наукові здобутки у вирішенні актуальних*

- проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: VII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів: матеріали доповідей. Київ, 2017. С. 196 – 198.
9. Бурдіна І. О., Прісс О.П. Формування врожайності васильків справжніх у плівкових теплицях залежно від строків висіву насіння. Новітні агротехнології. Теорія та практика: Міжнародна науково-практична конференція присвячена 95-річчю від дня заснування Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ, 11 липня, 2017 року: матеріали доповідей. Київ, 2017. С. 65 – 67.
 10. Бурдіна І. О., Прісс О.П. Чиста продуктивність фотосинтезу базилику залежно від строків висіву насіння в умовах плівкових теплиць. Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва і рослинництва: III Міжнародна науково-практична конференція, м. Умань, 24-25 травня, 2017 року: матеріали доповідей. Умань, 2017. С. 211 – 213.
 11. Прісс О.П., Бурдіна І.О. Функціонування системи антиоксидантного захисту базилику залежно від компонентного складу субстрату. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2018. Вип. 18. Т 1. С. 300 – 306.
 12. Прісс О.П., Коротка І.О., Сердюк М.Є., Сухаренко О.І. Фітонутрієнти базилику вирощеного в умовах захищеного ґрунту. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2019. Вип. 19. Т 1. С. 188–195.
 13. Бурдіна І. О., Прісс О.П., Злоєдова А.В. Харчова цінність малопоширених зеленних культур, вирощених в умовах плівкових теплиць. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: II Міжнародна науково-практична конференція до 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету та 50-річчя Харківського державного університету харчування та торгівлі, м. Мелітополь, 5 вересня, 2017 року: матеріали доповідей. Мелітополь, 2017. С. 221 – 222.
 14. Priss Olesia, Yevlash Viktoria. Technology of fresh herbs storage using hydrogel and antioxidant composition/ O. Priss V. Yevlash: 7th Edition of the International Conference [BIOTECHNOLOGIES, PRESENT AND PERSPECTIVES], 24-25 November, "Stefan cel Mare" University Suceava, Romania. – 2017. – С. 23.
 15. Прісс, О. П., Булавицька, К. В., & Коляденко, В. В. Зберігання зелені шпинату в живильному середовищі. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету, 2018, Вип. 8, том 2, 8 с.
 16. Прісс О.П. Сучасні підходи до зберігання плодів і овочів/ Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Мелітополь-Кирилівка, 7-8 червня 2018 р.);
 17. Прісс О. П., Сухаренко О. І., Коляденко В. В., Нестеров Ю. Ю. Зберігання зелені коріандру (*coriandrum sativum* L.) в живильному середовищі.

- Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету, 2019. Вип. 9, том 1, 10 с.
18. Нестеров, Ю. Ю., Прісс О.П. Проблеми у зберіганні зелені коріандру. Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Херсон, 14-15 березня 2019 р. – Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2019. –с. 538-540.
 19. Прісс О.П., Коротка І.О., Сердюк М.Є., Сухаренко О.І. Фітонутрієнти базилику вирощеного в умовах захищеного ґрунту. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету // 2019. Вип. 19. Т 1. С. 188–195.
 20. Priss O., Korotka I., Simakhina, G., Koliadenco V., Kolisnychenko T. Effect of Seed Sowing Period on Antioxidant Protection of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Under Greenhouse Conditions // *Modern Development Paths of Agricultural Production*. – Springer, Cham, 2019. P. 769 – 775. [DOI:10.1007/978-3-030-14918-5_75](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_75)
 21. Прісс О.П., Коротка І.О., Сердюк М.Є., Сухаренко О.І. Фітонутрієнти базилику вирощеного в умовах захищеного ґрунту. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2019. Вип. 19. Т 1. С. 188–195.
 22. Прісс О. П., Коротка І. О., Клепакова Ю. О., Золотухіна З.В. Фонд сухих речовин зелені васильків залежно від компонентного складу субстрату. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання / ТДАТУ ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев.- Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - Вип. 20, т. 1. С 115-124.

Тема 3.3. Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій охолодженої та консервованої овочевої продукції

Керівник теми
Виконавець

О. П. Прісс
В.Ф. Жукова

Мета дослідження

Метою досліджень обрано вплив теплової обробки плодів на збереженість якості та біологічної цінності плодів.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження проведені в ТДАТУ імені Дмитра Моторного на базі лабораторії технології первинної переробки та зберігання продуктів рослинництва НДІ Агротехнологій та екології, м. Мелітополь, Україна.

Цінність плодівих овочів визначається наявністю важливих антиоксидантних речовин, вміст яких залежить від виду овочів і широко варіює в межах одного виду, залежно від гідротермічних умов (табл. 10).

Таблиця 10

Ендогенні антиоксиданти плодівих овочів, $x \pm s$, $n = 16$

Антиоксиданти	Огірки	Кабачки	Томати	Перець
Аскорбінова кислота (АК), мг/100г	$6,7 \pm 1,3$	$14,6 \pm 4,1$	$17,3 \pm 1,1$	$125,3 \pm 18,8$
Фенольні речовини (ФР), мг/100г	$27,7 \pm 6,7$	$20,4 \pm 9,4$	$45,2 \pm 4,9$	$142,5 \pm 17,7$
Каротиноїди, мг/100г	$3,4 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,5$	$8,6 \pm 0,8$	$5,0 \pm 2,4$
Цукри, г/100г	$3,0 \pm 0,7$	$3,6 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,2$	$3,8 \pm 1,4$
Супероксиддисмутаза (СОД), у.о.	$63,9 \pm 4,5$	$14,9 \pm 12,1$	$82,0 \pm 5,5$	$84,3 \pm 6,8$
Каталаза (КАТ), мкмоль $H_2O_2/г \times хв$	$94,9 \pm 29,5$	$43,8 \pm 9,2$	$31,5 \pm 8,8$	$65,7 \pm 11,8$
Пероксидаза (ПО), мкмоль $H_2O_2/г \times хв$	$101,9 \pm 29,9$	$85,0 \pm 25,0$	$20,4 \pm 8,7$	$50,7 \pm 17,5$

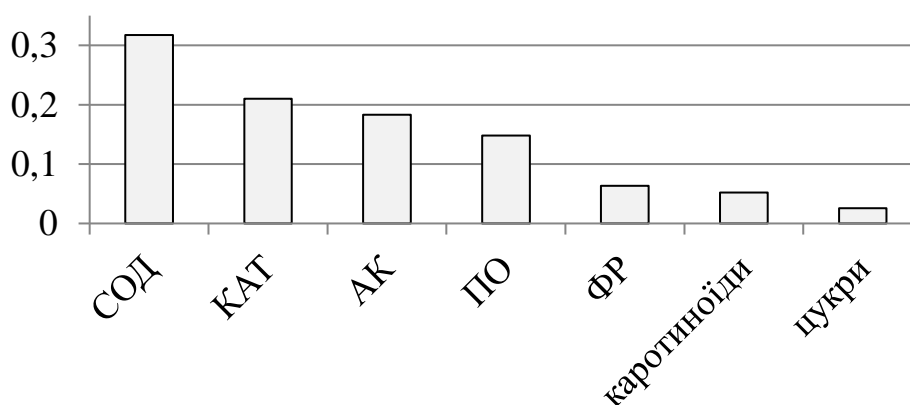


Рис. 26. Ранжування ендогенних АО в тканинах плодівих овочів

Під час визначення балів важливості антиоксидантної системи овочів врахування індивідуального внеску в антиоксидантний статус, кореляційні зв'язки між компонентами антиоксидантної системи та з інтенсивністю пероксидації тканин дозволило виключити суб'єктивізм оцінювання. На основі парного

кореляційного аналізу вмісту ендогенних антиоксидантів і МДА, проведено ранжування компонентів антиоксидантної системи захисту тканин плодів овочів (рис.26).

За інтегральною оцінкою АОС найвищий статус мають плоди солодкого перцю ($I_{AO} = 0,43$), мінімальний у кабачків ($I_{AO} = 0,12$). Огірки за рахунок потужної системи високомолекулярних АО мають вищу інтегральну оцінку ($I_{AO} = 0,25$), ніж томати ($I_{AO} = 0,20$). Основний вклад в антиоксидантний статус пасльонових овочів вносять низькомолекулярні антиоксиданти. У плодів гарбузових овочів провідну роль в антиоксидантному захисті відіграють ферментні антиоксиданти.

Для кожного виду продукції побудовано регресійні моделі залежності виходу стандартної продукції від концентрації іонолу, які дозволили встановити їх оптимум (рис. 27).

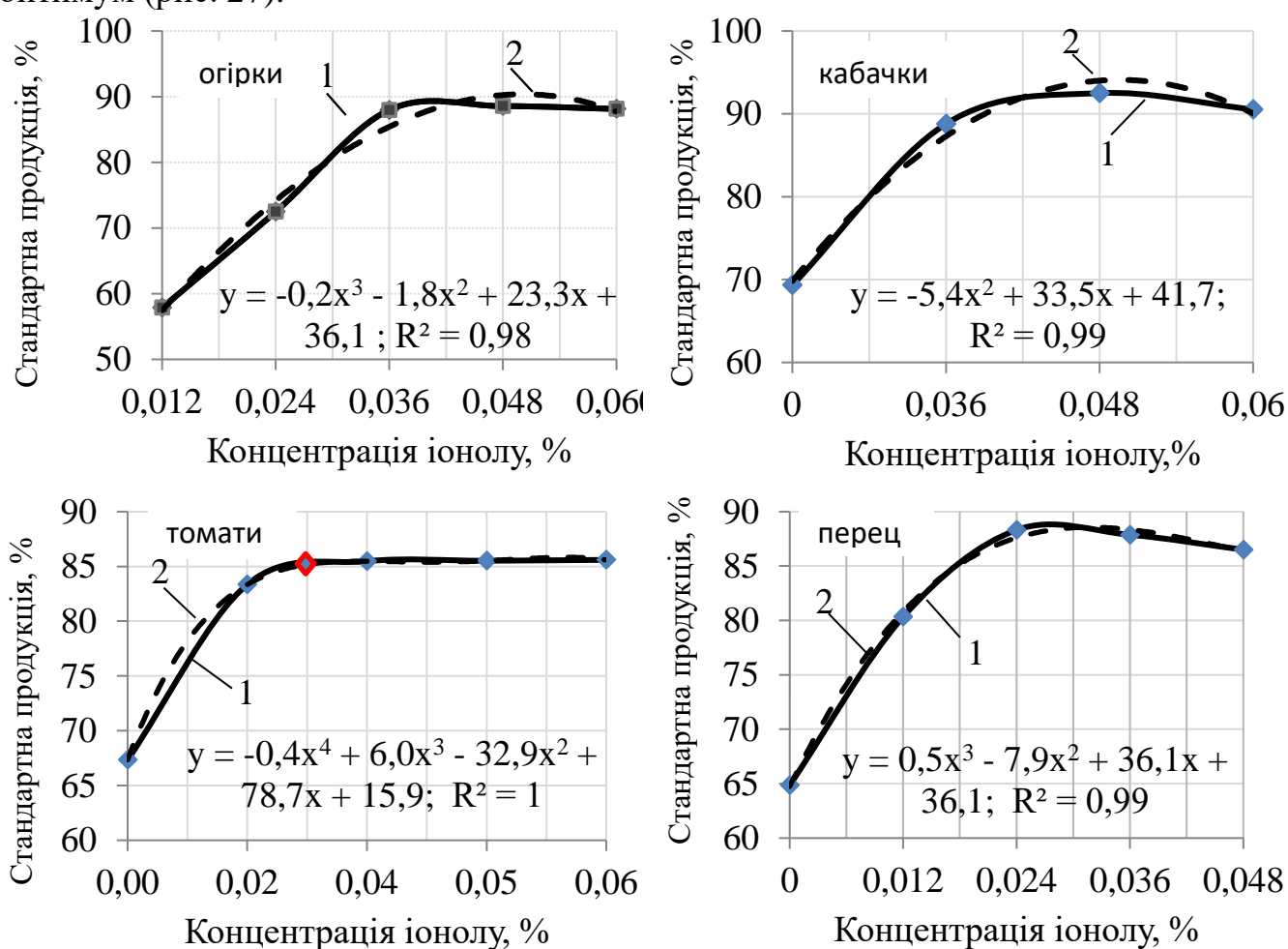


Рис.27. Залежності виходу стандартної продукції від концентрації іонолу: 1–експериментальна крива; 2 – апроксимована поліномініальна крива

Оптимальна концентрація іонолу у поєднанні з 4 % лецитину становить для огірків 0,036 %; для кабачків 0,048 %; для томатів 0,030 %; для перцю 0,024 %. Встановлені оптимальні концентрації іонолу обернено корелюють з інтегральними оцінками антиоксидантного статусу плодів овочів ($r = -0,85$).

Подібним чином за отриманими даними побудовано регресійні моделі та встановлено оптимальні концентрації хлорофіліпту: 0,38% для огірків; 0,75% для кабачків (рис.28).

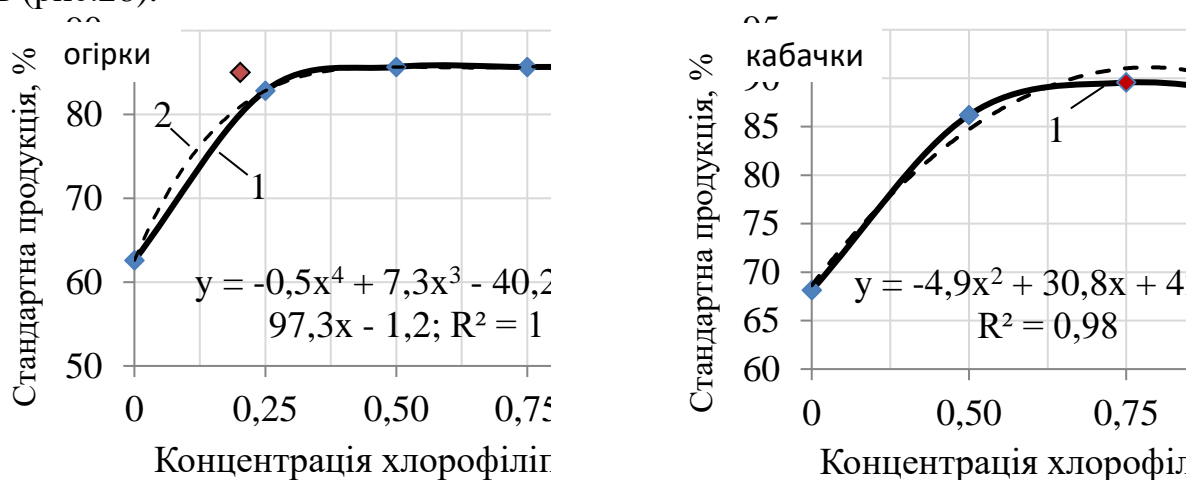


Рис.28. Залежності виходу стандартної продукції овочів від концентрації хлорофіліпту: 1 – експериментальна крива; 2 – апроксимована поліномініальна крива

Регресійна та експериментальна криві вказують, що оптимальним є водний екстракт кореня хрону (Хр), отриманий у співвідношенні сировини та води 1:2 (рис. 29).

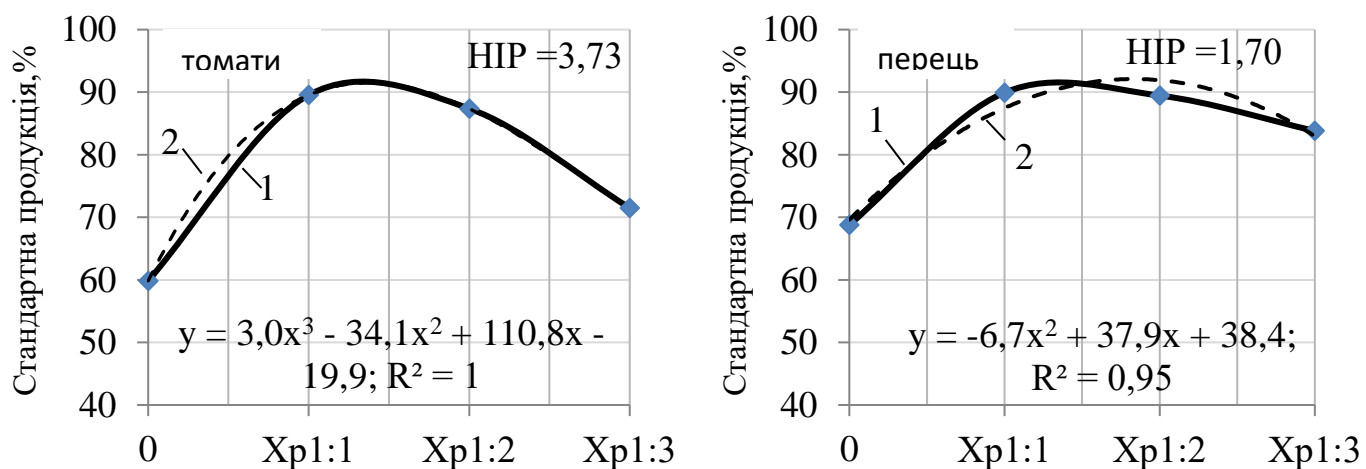


Рис.29. Залежності виходу стандартної продукції овочів від дії різних екстрактів кореня хрону: 1 – експериментальна крива; 2 – апроксимована парабола

На основі отриманих результатів розроблено композиції біологічно активних речовин для післязбиральної обробки гарбузових (табл. 11) і пасльонових овочів (табл. 12).

Таблиця 11

Композиції біологічно активних речовин для післязбиральної обробки гарбузових овочів

Композиція	Позначення	Складові	Концентрація, %	
			Огірок	Кабачок
Біогенна	Хл + Л	Хлорофіліпт	0,38	0,75

		Лецитин	4,00	4,00
Біогенно-синтетична	Хл + І	Хлорофіліпт	0,38	0,75
		Іонол	0,036	0,048
Трикомпонентна	Хл + І + Л	Хлорофіліпт	0,38	0,75
		Іонол	0,036	0,048
		Лецитин	4,00	4,00

Таблиця 12

Композиції біологічно активних речовин для післязбиральної обробки пасльонових овочів

Композиція	Позначення	Складові	Концентрація	
			Томати	Перець
Біогенна	Хр + Л	Екстракт кореня хрону	1:2	1:2
		Лецитин, %	4,00	4,00
Біогенно-синтетична	Хр + І	Екстракт кореня хрону	0,030	0,024
		Іонол, %	4,00	4,00
Трикомпонентна	Хр + І + Л	Екстракт кореня хрону	1:2	1:2
		Іонол, %	0,030	0,024
		Лецитин, %	4,00	4,00

Сполучення теплової обробки та екзогенних композицій антиоксидантів індукує холодову толерантність огірків. В плодах з тепловою обробкою двокомпонентними композиціями перші ознаки переохолодження відмічені на 7 діб пізніше, ніж у плодах з тепловою обробкою водою (рис. 30).

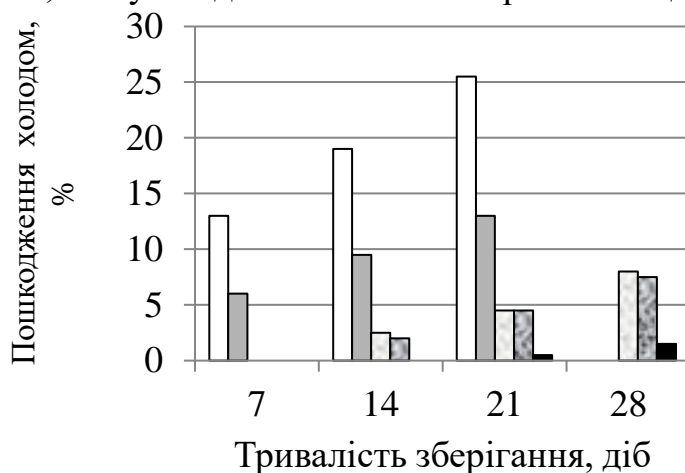


Рис. 30. Пошкодження холодом огірків:
□ – без обробки; ■ – ТО водою; □ – ТО Хл + Л;
■ – ТО Хл + І; ■ – ТО Хл + І + Л

Плоди з тепловою обробкою трикомпонентною композицією виявляли чутливість до холоду лише на кінець зберігання. За умови використання теплової обробки двокомпонентними композиціями кількість огірків з холодовими пошкодженнями (ХП) майже втричі менша, ніж за теплової обробки водою та в 6

разів нижча порівняно з плодами без обробки. Найменші пошкодження в огірках з тепловою обробкою трикомпонентною композицією.

Двофакторний аналіз підтвердив, що вирішальний вплив на холодове пошкодження огірків має фактор обробки антиоксидантними композиціями на рівні 81...85 % (табл. 13).

Таблиця 13

Частка впливу фактора теплової обробки композиціями антиоксидантів (А) та гібриду (В) на рівень пошкодження холодом огірків, $P_{0,95}$

Джерело варіації	Теплова обробка Хл + Л		Теплова обробка Хл + І		Теплова обробка Хл + І + Л	
	Критерій Фішера, F_{ϕ}	Частка впливу факторів	Критерій Фішера, F_{ϕ}	Частка впливу факторів	Критерій Фішера, F_{ϕ}	Частка впливу факторів
Фактор А	56,94	80,77	56,94	80,77	72,35	85,07
Фактор В	0,78	0,55	0,78	0,55	0,74	0,44
Взаємодії АВ	0,78	1,11	0,78	1,11	0,74	0,87
Залишкове	–	17,56	–	17,56	–	13,62

Примітка. F_T для фактору А – 3,49, для фактору В – 4,35, для АВ – 3,49.

Толерантність кабачків до дії знижених температур має сортові відмінності (рис. 31). Плоди гібриду Кавілі холод пошкоджує вже на 6 добу зберігання. Вищу стійкість до переохолодження мав гібрид Таміно: ознаки пошкодження холодом з'являлися на 12 добу. Теплова обробка композиціями антиоксидантів відсуває прояви ХП на тиждень для обох гібридів. В оброблених кабачках гібриду Кавілі пошкодженість холодом знижується у 20 разів, а у Таміно травм від переохолодження можна уникнути зовсім.

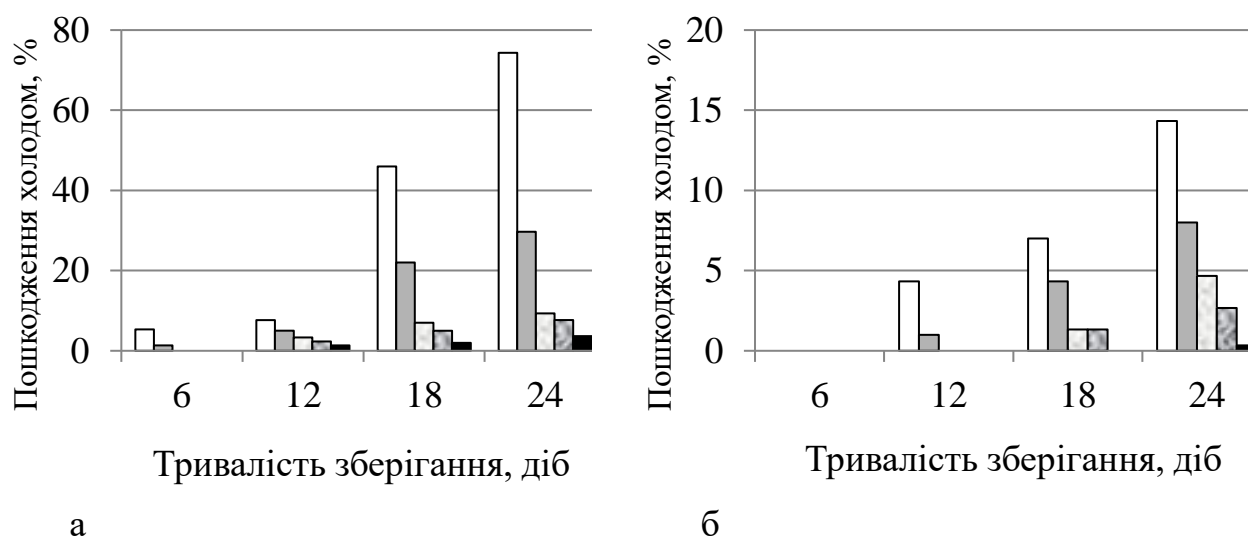


Рис. 31. Пошкодження холодом кабачків Кавілі (а) і Таміно (б):

□ – без обробки; □ – ТО водою; □ – ТО Хл+Л; □ – ТО Хл+І; ■ – ТО Хл+І+Л

Двофакторний аналіз показав, що фактор гібриду для кабачків є значущим за всіх варіантів обробки. Однак, у разі застосування теплової обробки трикомпонентною композицією частка впливу композицій АО зростає до 45 % за значимого впливу фактора гібриду (табл. 14).

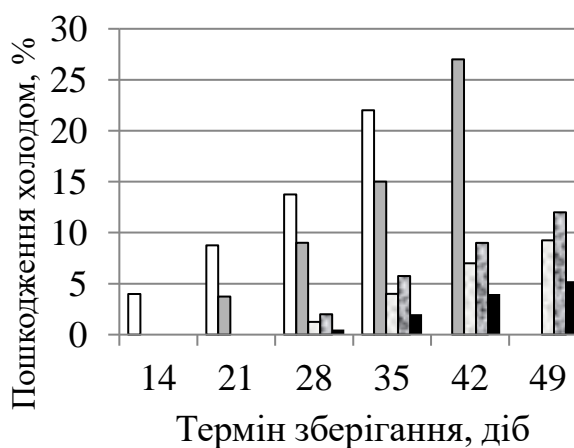
У помідорах за дії теплової обробки двокомпонентними композиціями розвиток ХП відсувається на 2 тижні, рівень пошкодження холодом знижується у 5 разів порівняно з плодами без обробки (рис. 32, а). Теплова обробка трикомпонентною композицією скорочує рівень пошкодження холодом помідорів у 10 разів. Двофакторний аналіз показав, що у разі застосування теплової обробки антиоксидантними композиціями цьому фактору належить ключова роль, яка становить 69...84 %. Для солодкого перцю теплова обробка трикомпонентною композицією зменшує рівень пошкоджених холодом плодів у 8 разів (рис. 32, б). Двофакторний аналіз підтвердив вирішальний вплив фактору теплової обробки антиоксидантними композиціями (78...84 %).

Таблиця 14

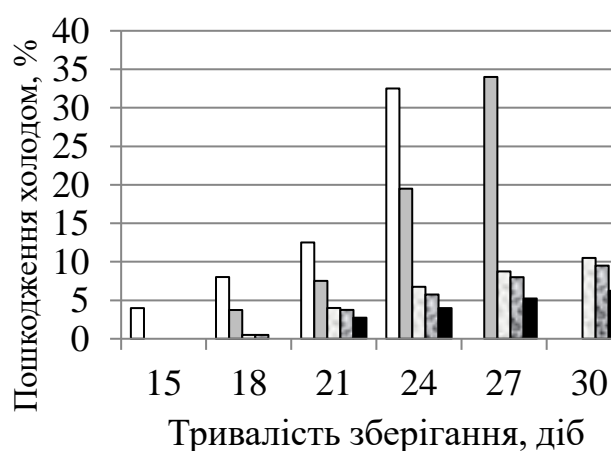
Частка впливу фактора теплової обробки композиціями антиоксидантів (А) та гібриду (В) на рівень пошкодження холодом кабачків, $P_{0,95}$

Джерело варіації	Теплова обробка Хл + Л		Теплова обробка Хл + І		Теплова обробка Хл + І + Л	
	Критерій Фішера, F_{ϕ}	Частка впливу факторів	Критерій Фішера, F_{ϕ}	Частка впливу факторів	Критерій Фішера, F_{ϕ}	Частка впливу факторів
Фактор А	55,87	26,59	94,47	35,12	192,02	44,90
Фактор В	103,90	49,45	124,54	46,31	147,04	34,38
Взаємодії АВ	37,42	17,81	37,51	13,95	75,13	17,57
Залишкове	–	6,15	–	4,63	–	3,16

Примітка. F_T для факторів та їх взаємодії – 4,35.



а



б

Рис. 3.3.7. Пошкодження холодом плодів томату (а) і солодкого перцю (б): □ – без обробки; ■ – ТО водою; □ – ТО Хл + Л; ■ – ТО Хл + І; ■ – ТО Хл + І + Л.

Застосування двокомпонентних композицій у поєднанні з тепловою обробкою дозволяє подовжити терміни зберігання на 5...10 діб залежно від виду овочів (табл. 15). Теплова обробка трикомпонентними композиціями подовжує термін зберігання овочів на 12...20 діб порівняно з необробленими плодами, зменшує середньодобові втрати маси огірків у 5 разів, кабачків – у 3 рази, томатів і солодкого перцю – в 1,8 рази. В оброблених плодах за подовженого терміну зберігання збільшується вихід стандартної продукції на 14 % для огірків, на 6,5 % для кабачків, на 5 % для томатів і солодкого перцю. Дегустаційний бал оброблених трикомпонентними композиціями плодів після зберігання вищий на 0,3 бала для огірків, на 0,2 бала для кабачків, на 0,7 бала для томатів, на 0,3 бала для солодкого перцю. Теплова обробка плодів овочів композиціями БАР знижує кількість мікроорганізмів на поверхні плодів овочів та зменшує ризик ураження патогенами за подовженого терміну зберігання (табл. 16).

Таблиця 15

Збереженість плодів овочів за комбінованого впливу теплової обробки та композицій антиоксидантів

Показник	Варіант обробки	Огірки	Кабачки	Томати	Перець
Тривалість зберігання, діб	Без обробки	13	12	30	18
	ТО біогенними композиціями	16	18	40	25
	ТО біогенно-синтетичними композиціями	16	18	35	25
	ТО трикомпонентними композиціями	26	24	50	32
Середньодобові природні втрати маси, %	Без обробки	0,44	0,21	0,16	0,25
	ТО біогенними композиціями	0,12	0,10	0,11	0,17
	ТО біогенно-синтетичними композиціями	0,13	0,12	0,12	0,17
	ТО трикомпонентними композиціями	0,10	0,06	0,09	0,13
	НІР ₀₅	0,02	0,05	0,01	0,01
Вихід стандартної продукції після зберігання, %	Без обробки	78,88	89,13	83,8	83,41
	ТО біогенними композиціями	90,71	90,95	85,9	88,49
	ТО біогенно-синтетичними композиціями	89,48	91,76	86,3	86,78
	ТО трикомпонентними композиціями	92,99	95,63	88,6	86,71
	НІР ₀₅	1,30	0,82	1,34	0,98

Дегустаційний бал	Без обробки	3,6	3,8	6,9	8,0
	ТО біогенними композиціями	3,8	4,0	7,6	8,3
	ТО біогенно-синтетичними композиціями	3,8	4,0	7,5	8,3
	ТО трикомпонентними композиціями	3,9	4,0	7,6	8,3
	НІР ₀₅	0,09	0,06	0,79	0,24

Таблиця 16

Рівень мікробіологічних уражень плодів після зберігання

Плоди	Варіант	Тривалість зберігання, діб	Мікробіологічні захворювання, %
Огірки	Без обробки	13	1,62
	ТО Хл+І+Л	26	1,29
Кабачки	Без обробки	12	1,06
	ТО Хл+І+Л	24	0,18
Томати	Без обробки	30	4,79
	ТО Хр+І+Л	50	1,89
Перець	Без обробки	18	4,15
	ТО Хр+І+Л	32	1,24

Спираючись на отримані результати, розроблено технологію зберігання плодів овочів з післязбиральною тепловою обробкою композиціями антиоксидантів. Функціонально-технологічна схема післязбиральної обробки та зберігання плодів овочів передбачає теплову обробку розробленими композиціями біологічно активних речовин способом занурення в розчини антиоксидантів температурою 42 °С на 10 хв для гарбузових овочів і в розчині температурою 45 °С на 15 хв для пасльонових овочів. Після висихання плоди вкладають в ящики, вистелені поліетиленовою плівкою та закладають на зберігання за режимів, оптимальних для кожного виду плодів овочів.

У сьомому розділі «Вплив теплової обробки композиціями біологічно активних речовин на інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів під час холодильного зберігання гарбузових овочів» розглянуто інтенсивність дихання, динаміку сухих речовин (СР), сухих розчинних речовин (СРР), титрованих кислот і функціонування системи антиоксидантного захисту тканин огірка та кабачка впродовж зберігання. Післязбиральна тепла обробка композиціями антиоксидантів впливає на фізіолого-біохімічні процеси під час зберігання овочів. Застосування теплової обробки трикомпонентною композицією антиоксидантів інгібує інтенсивність дихання (ІД) огірків, що свідчить про сповільнення протікання метаболічних процесів. В оброблених плодах кількість сухих речовин в середньому вища на 11 %, сухих розчинних речовин – на 13 %.

Теплова обробка огірків композицією антиоксидантів гальмує темпи дисиміляції розчинних сахаридів від 12 до 42 відсотків, залежно від гібриду, та гальмує нарощування титрованої кислотності на кінцевому етапі на 4 %.

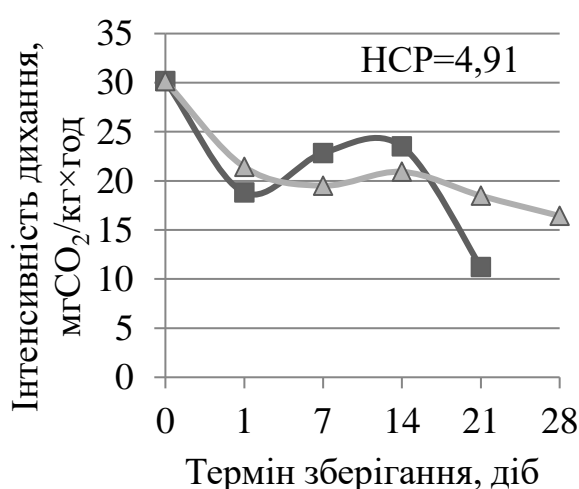
Як видно з матриці парних кореляцій, між ІД та титрованою кислотністю існують сильні обернені залежності, тобто, саме кислоти можуть виступати основним субстратом дихання під час зберігання огірків. Сила зв'язку для плодів з тепловою обробкою композицією антиоксидантів зростає до $-0,96$, що говорить про вищий ступінь залучення кислот у дихальний газообмін.

Застосована обробка стабілізує функціонування антиоксидантної системи огірків. Оброблені плоди демонструють мінімальні відхилення від початкового значення малонового діальдегіду (МДА) протягом усього періоду зберігання та гальмування темпів інактивації супероксиддисмутази, що сприяє діяльності СОД на рівні 60 % від початкового значення через 28 діб зберігання.

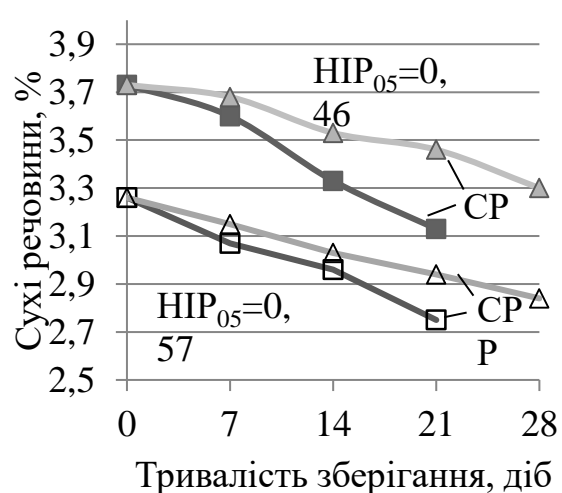
Застосована обробка індукує активність каталази в огірках на фоні зниження активності пероксидази, що характерне під час сповільнення процесів старіння. Встановлені сильні обернені кореляції між пероксидазною та каталазною і супероксиддисмутазною активністю свідчать про високий ступінь саморегуляції процесів утилізації перексиду водню.

Під час зберігання плодоовочевої продукції відбувається закономірне зниження вмісту аскорбінової кислоти. Теплова обробка трикомпонентною композицією антиоксидантів на 15...18 % гальмує активність аскорбатоксидази (АКО), що дозволяє в 1,5 рази сповільнити деградацію АК.

Під час зберігання гарбузових овочів характерною їх особливістю є новоутворення таких сполук фенольної природи, як лігнін і суберин. Тож огірки стабільно накопичували загальні поліфеноли з різницею тільки в інтенсивності цього процесу в оброблених і необроблених плодах (рис. 33).

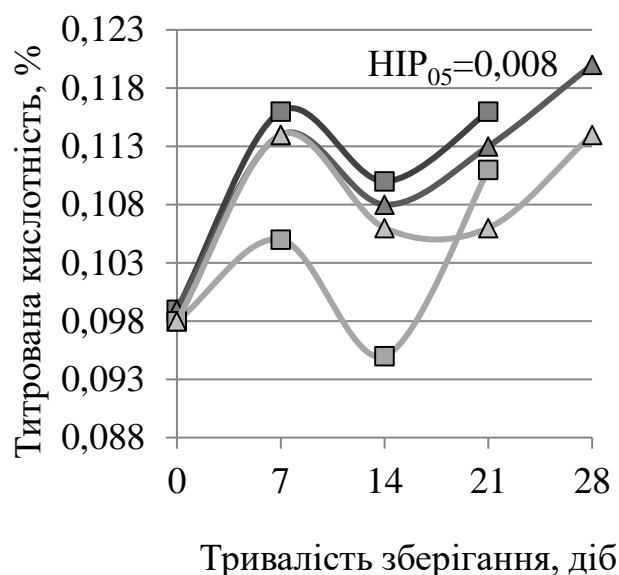
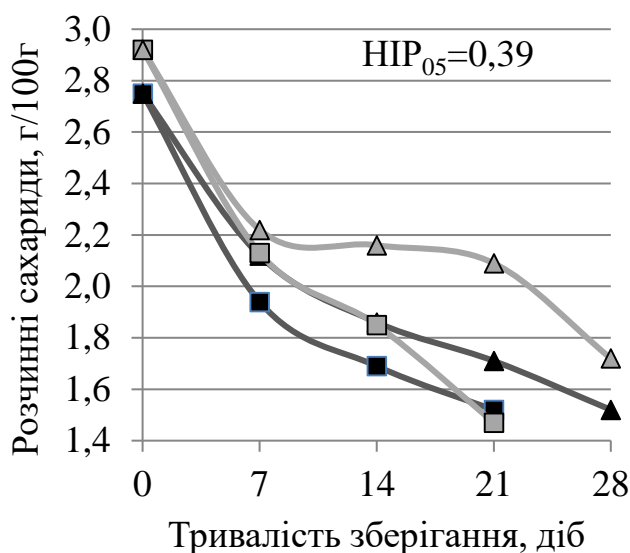


а



б

Рис. 33. Динаміка інтенсивності дихання (а) та сухих речовин (б) під час зберігання огірків: —■— без обробки; —▲— Хл + І + Л



а

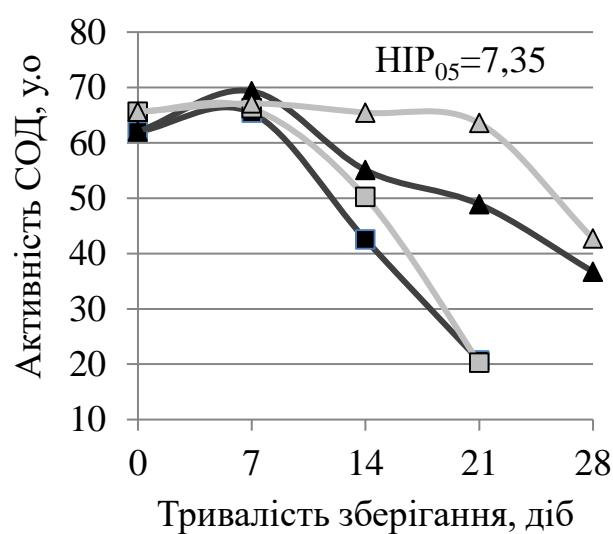
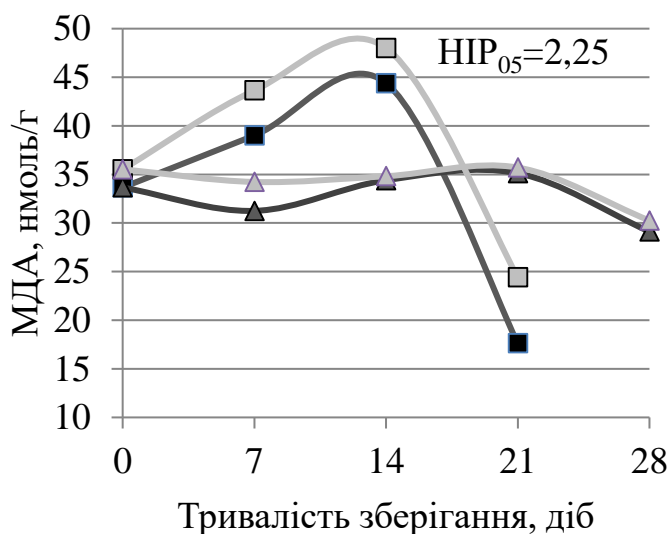
б

Рис.34. Динаміка вмісту цукрів (а) та титрованих кислот (б) під час зберігання огірків: —■— — Афіна без обробки; —□— — Маша без обробки; —▲— — Афіна ТО Хл + І + Л; —△— — Маша ТО Хл + І + Л

Таблиця 18

Парні кореляції між інтенсивністю дихання і вмістом сухих речовин під час зберігання огірків

Показник	Без обробки				Теплова обробка Хл+І+Л			
	ІД	СР	цукри	кислотність	ІД	СР	цукри	кислотність
ІД	1	0,94	0,84	-0,79	1	0,76	0,95	-0,96
СР	0,94	1	0,87	-0,66	0,76	1	0,89	-0,78
цукри	0,84	0,87	1	-0,88	0,95	0,89	1	-0,88
кислотність	-0,79	-0,66	-0,88	≈1	0,96	-0,78	-0,88	≈1



а

б

Рис.35. Динаміка МДА (а) та активності СОД (б) під час зберігання огірків:

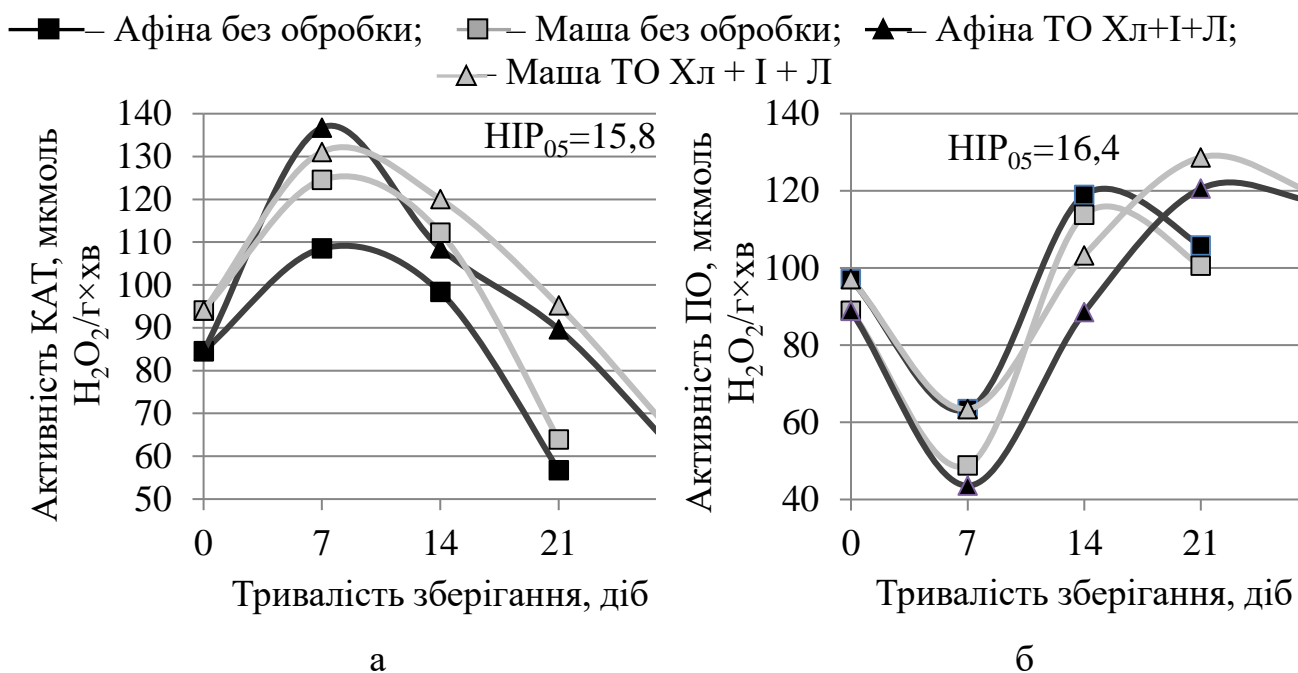
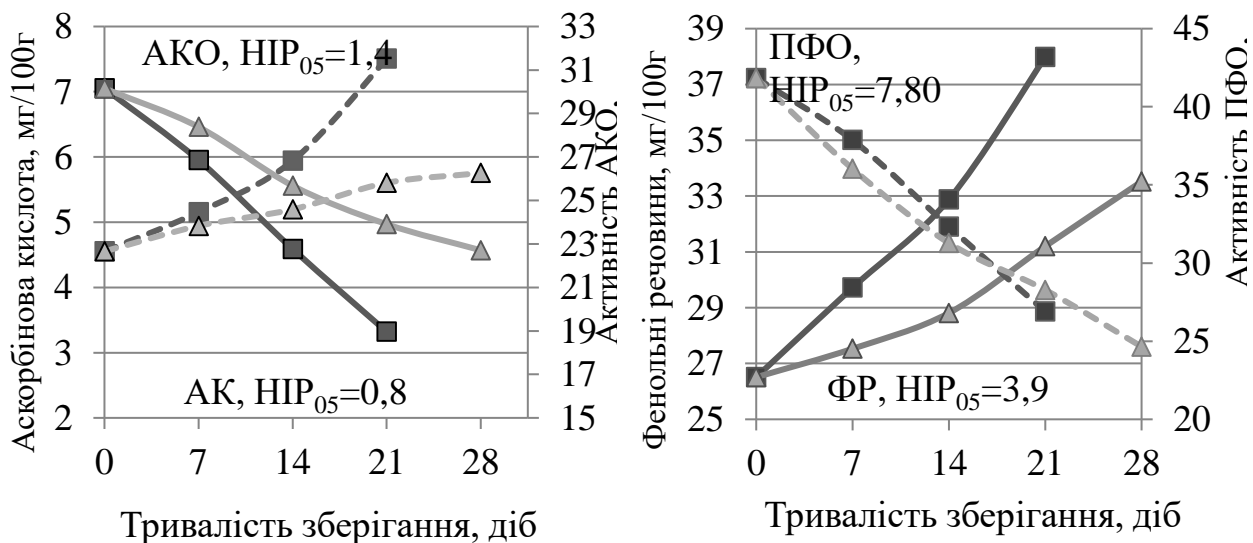


Рис.36. Активність КАТ (а) та ПО (б) під час зберігання огірків:
 —■— — Афіна без обробки; —□— — Маша без обробки; —▲— — Афіна ТО Хл+І+Л;
 —△— — Маша ТО Хл + І + Л

Таблиця 19

Парні кореляційні залежності між інтенсивністю дихання, МДА та високомолекулярними антиоксидантами під час зберігання огірків

Показник	Без обробки					Теплова обробка Хл + І + Л				
	ІД	МДА	СОД	КАТ	ПО	ІД	МДА	СОД	КАТ	ПО
ІД	1	0,71	0,85	0,64	-0,16	1	0,40	0,53	0,02	-0,25
МДА	0,71	1	-0,79	0,57	-0,10	0,40	1	-0,96	-0,81	0,23
СОД	0,85	-0,79	1	0,80	-0,64	0,53	-0,96	1	0,84	-0,85
КАТ	0,64	0,57	0,80	1	-0,46	0,02	-0,81	0,84	1	-0,80
ПО	-0,16	-0,10	-0,64	-0,46	1	-0,25	0,23	-0,85	-0,80	1



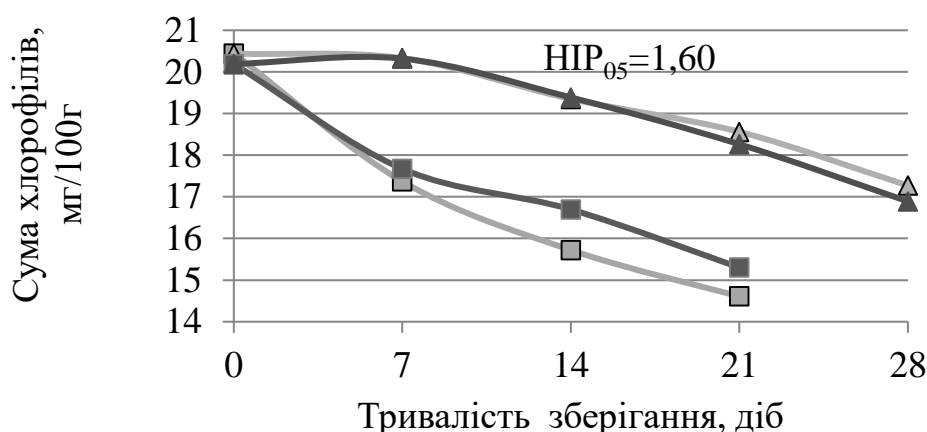


Рис. 37. Динаміка хлорофілів під час зберігання огірків:

- Афiна без обробки;
- △— Афiна, ТО Хл + I + Л, —◇— Маша без обробки,
- ▲— Маша ТО Хл + I + Л

Теплова обробка огірків композицією антиоксидантів уповільнила темпи зростання загальних поліфенолів на 20 %. Під час зберігання огірків неминучими є процеси деградації хлорофілів і каротиноїдів. Під час зберігання контрольних партій обох гібридів вже на 7 добу зберігання втрати хлорофілів сягають 15 %, а до кінця зберігання зростають до 35 %. Такі втрати хлорофілів дозволяють візуально спостерігати пожовтіння і втрату споживчих якостей у контрольних плодів вже на 14 добу зберігання. Після застосування антиоксидантної композиції втрати хлорофілів зменшуються на 20 %, а каротиноїдів – на 22 % порівняно з необробленими плодами (рис. 37).

Подібно до огірків, кабачки, після теплової обробки антиоксидантами та охолодження, показують більш глибоке гальмування ІД, що пояснюється сумісним впливом охолодження, термообробки і антиоксидантів. В оброблених кабачках відновлення рівня дихання не відбувається і після тривалої лаг-фази (18 діб), йде повільне зменшення ІД. Такий характер респіраторної кривої свідчить про відсутність метаболічних розладів та нормальне функціонування рослинних тканин, що дозволяє знизити втрати сухих речовин під час зберігання кабачків (рис. 38).

Вміст СР і СРР в оброблених кабачках після 24 діб зберігання знаходився на тому самому рівні, що і в контролі після 12 діб зберігання.

Теплова обробка кабачків композицією антиоксидантів на 15 % інгібує втрати розчинних сахаридів і сповільнює приріст титрованої кислотності на 38 % (рис. 39).

Вплив обробки плодів кабачка на динаміку малонового діальдегіду та високомолекулярних антиоксидантів подібний до огірків.

Теплова обробка композицією антиоксидантів дозволяє стабілізувати вміст МДА практично на одному рівні протягом всього періоду зберігання кабачків (рис. 40). Застосована обробка підвищує діяльність СОД на початку та стабілізує до 18 доби зберігання на тому самому рівні, що і під час закладання на зберігання.

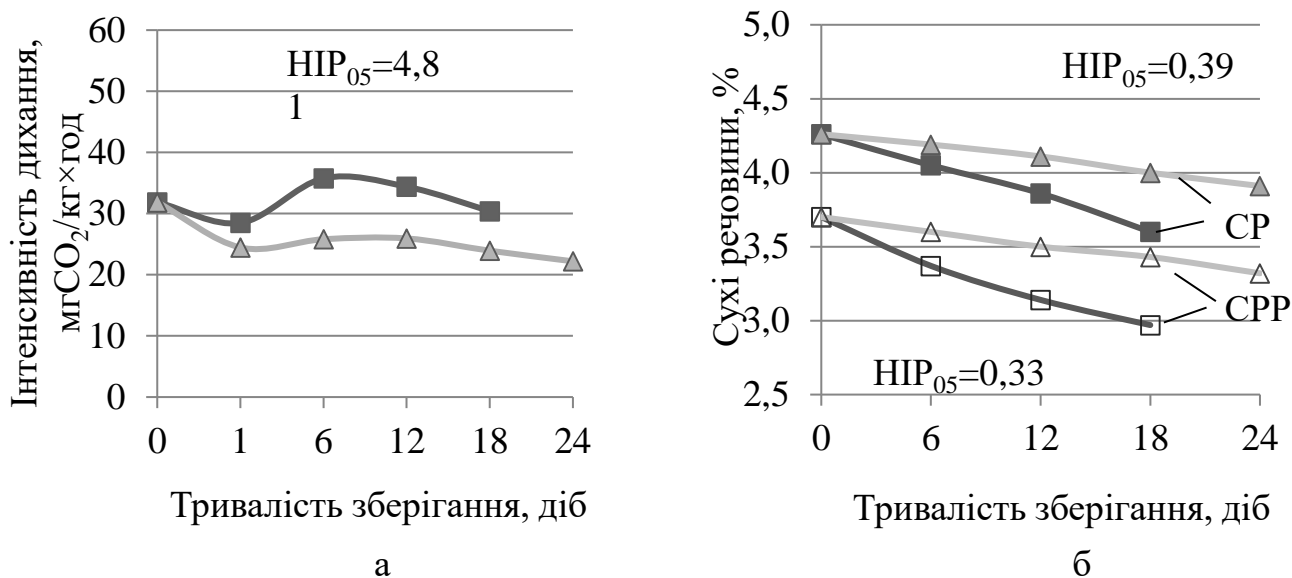


Рис. 38. Динаміка інтенсивності дихання (а) та сухих речовин (б) під час зберігання кабачків: —■— без обробки; —▲— теплова обробка Хл + I + Л

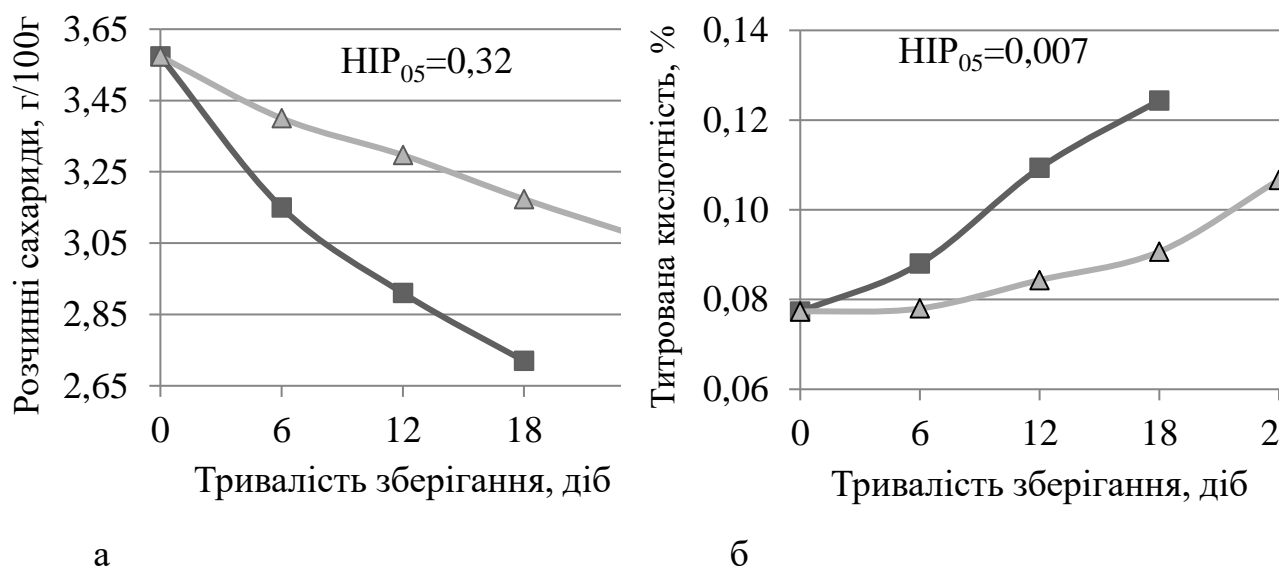


Рис. 39. Динаміка цукрів (а) та титрованих кислот (б) під час зберігання кабачків: —■— без обробки; —▲— теплова обробка Хл + I + Л

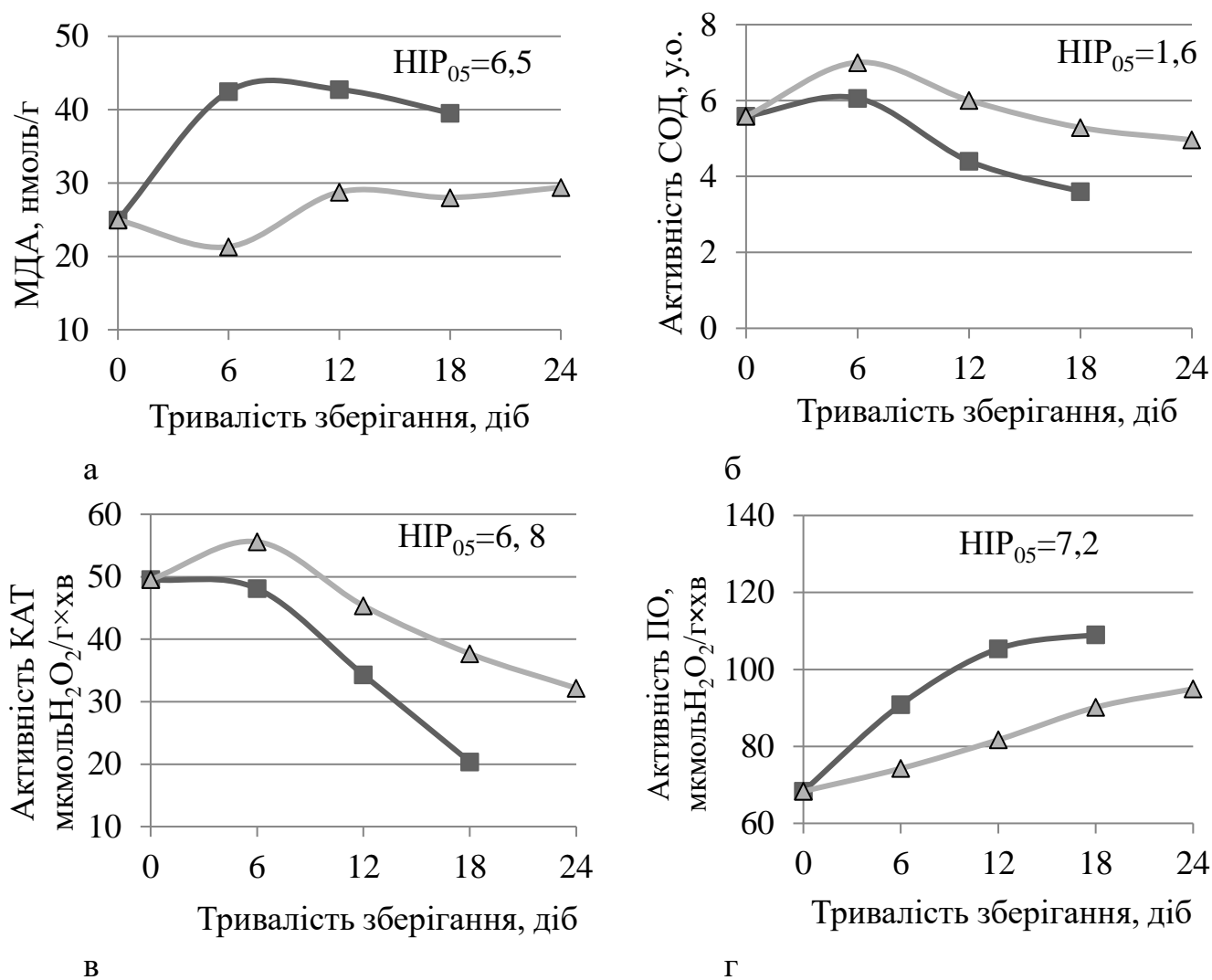


Рис. 40. Динаміка кількості МДА (а) та активності СОД (б), КАТ (в), ПО (г) під час зберігання кабачків: Δ – без обробки; \blacksquare – теплова обробка Хл+І+Л

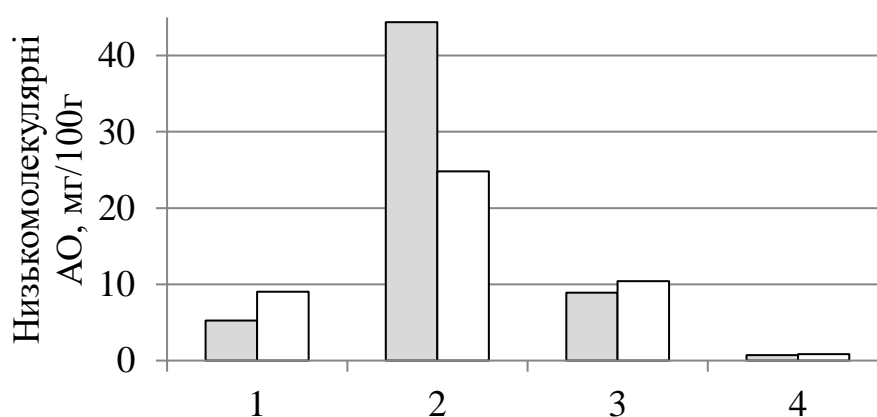


Рис. 41. Вміст низькомолекулярних антиоксидантів в кабачках після зберігання: \blacksquare – без обробки; \square – теплова обробка Хл + І + Л; 1 – АК ; 2 – ФР; 3 – хлорофіли; 4 – каротиноїди

Теплова обробка кабачків композицією антиоксидантів індукує активність КАТ. Після 24 діб зберігання, активність КАТ в оброблених плодах знаходиться

на тому самому рівні, що і в контрольних на дванадцять добу. Використання теплової обробки композицією антиоксидантів знижує темпи приросту активності пероксидази під час зберігання кабачків. Теплова обробка композицією антиоксидантів сповільнює темпи деградації аскорбінової кислоти в кабачках на 29 %, нарощування фенольних сполук в 1,8 рази, деградацію хлорофілів на 17 % і каротиноїдів на 21 % (рис. 41).

Одночасне індукування високо- та низькомолекулярної системи антиоксидантного захисту тканин гарбузових овочів за умови використання теплової обробки антиоксидантами дозволяє підтримувати високу концентрацію фітонутрієнтів плодів огірка та кабачка протягом подовженого зберігання.

Застосування обробки дозволяє віддалити настання дихального клімактериксу в помідорах на 15 діб та стабілізує інтенсивність дихання солодкого перцю протягом всього періоду зберігання, що сприяє кращій збереженості субстратів дихання (рис. 42).

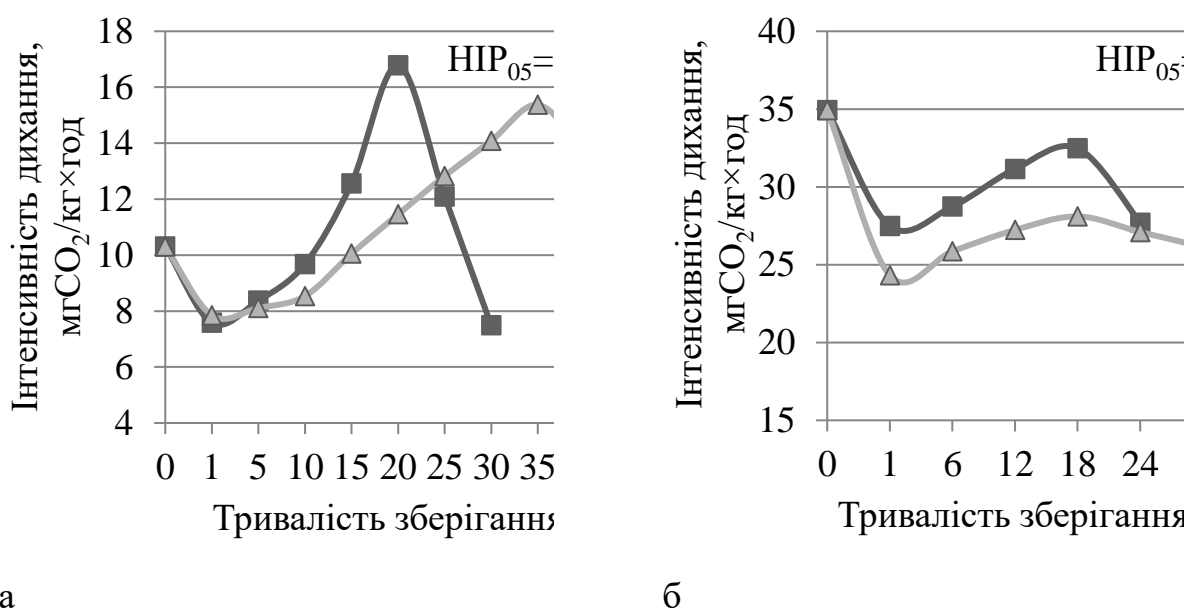


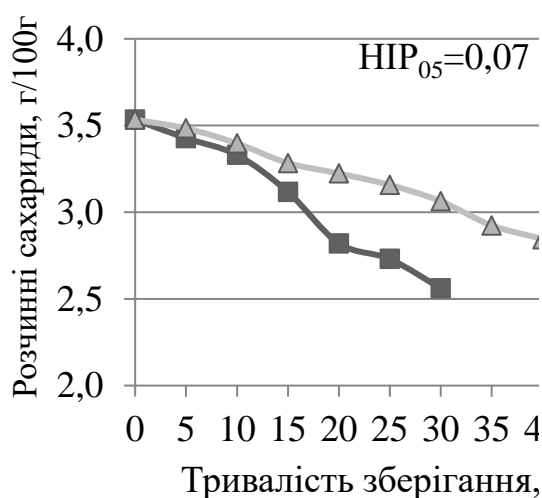
Рис. 42. Динаміка інтенсивності дихання томатів (а) та солодкого перцю (б) під час зберігання: ■ — без обробки; ▲ — теплова обробка Хр + І + Л

Використання теплової обробки композицією антиоксидантів дозволяє сповільнити деградацію сухих речовин на 16 % у томатів та на 5,6 % у солодкому перці. Темпи дисиміляції цукрів удвічі нижчі в оброблених помідорах та в 1,2 рази у солодкому перці, ніж в контрольних варіантах (рис.43).

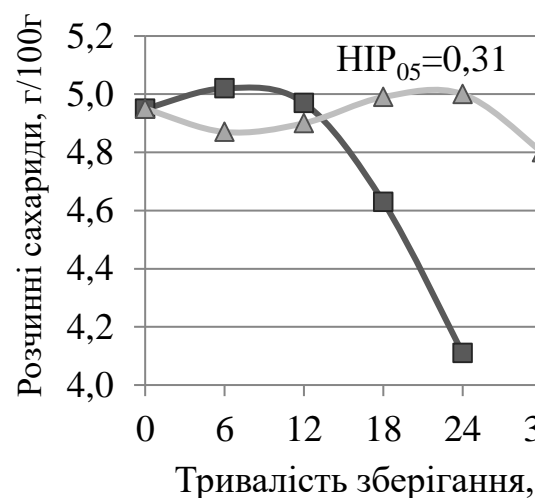
Застосована обробка сповільнює темпи зниження титрованої кислотності відносно томатів контрольних груп. Через 30 діб зберігання рівень титрованих кислот в помідорах з тепловою обробкою антиоксидантами в середньому на 20 % був вищим ніж в контролі (рис. 3.3.21, а). Відомо, що під час зберігання плодів перцю зростання титрованої кислотності на першому етапі зумовлене розпадом сильної щавлевої кислоти і синтезом лимонної кислоти в недисоційованій формі. Надалі інтенсивність дихання зростає, що потребує активного залучення кислот у якості субстратів і призводить до зниження концентрації вільних кислот. Відтак

зростання титрованої кислотності зумовлене утворенням протонуваних кислот з низькими константами кислотності та повільнішим залученням органічних кислот у дихальні процеси.

Теплова обробка композиціями антиоксидантів стабілізувала окиснювальні процеси під час зберігання томатів і солодкого перцю. Кількість малонового діальдегіду знаходилася практично на одному рівні впродовж перших двох тижнів зберігання оброблених томатів (рис. 43, а). Навіть через 50 діб зберігання рівень малонового діальдегіду в помідорах з тепловою обробкою композицією антиоксидантів рівень МДА нижчий в 1,4...2 рази, ніж у контрольних на 30 добу. Подібний вплив виявила обробка під час зберігання солодкого перцю. Кількість продуктів перекисного окиснення ліпідів у солодкому перці з обробкою нижча в 1,9 рази порівняно з контрольними групами (рис. 43, б).



а

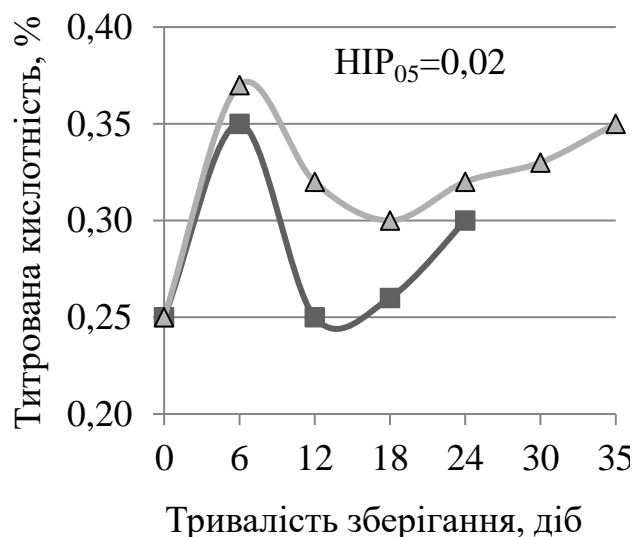
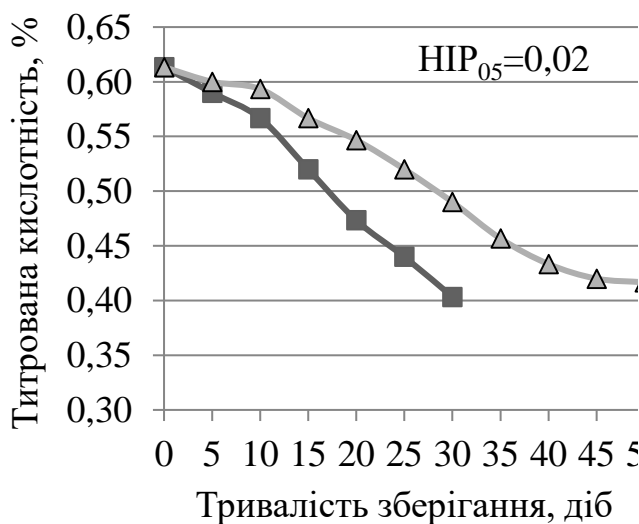


б

Рис. 43. Динаміка загальної кількості цукрів у помідорах (а) та перці (б):

■ — без обробки; ▲ — теплова обробка Хр + І + Л

Застосована обробка сповільнює темпи нарощення титрованої кислотності в плодах солодкого перцю на 25 % (рис. 44 б).



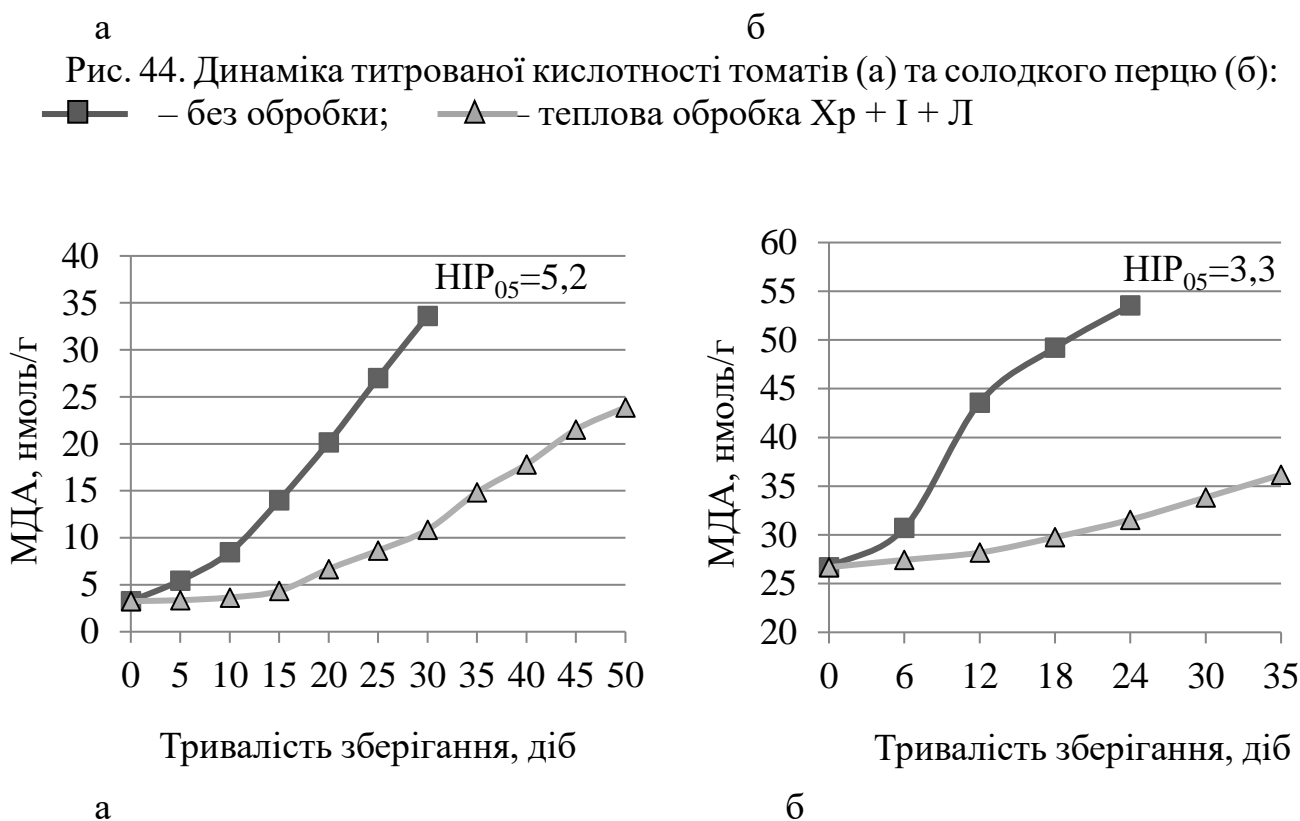


Рис. 45. Динаміка кількості МДА томатів (а) та солодкого перцю (б) під час зберігання: —■— без обробки; —▲— теплова обробка Хр + І + Л

Стабілізацію окиснювальних процесів під час зберігання томатів і солодкого перцю за дії теплової обробки композиціями антиоксидантів підтверджує сповільнення швидкості інактивації супероксиддисмутази в 1,3...1,8 рази, порівняно з необробленими плодами (рис. 46).

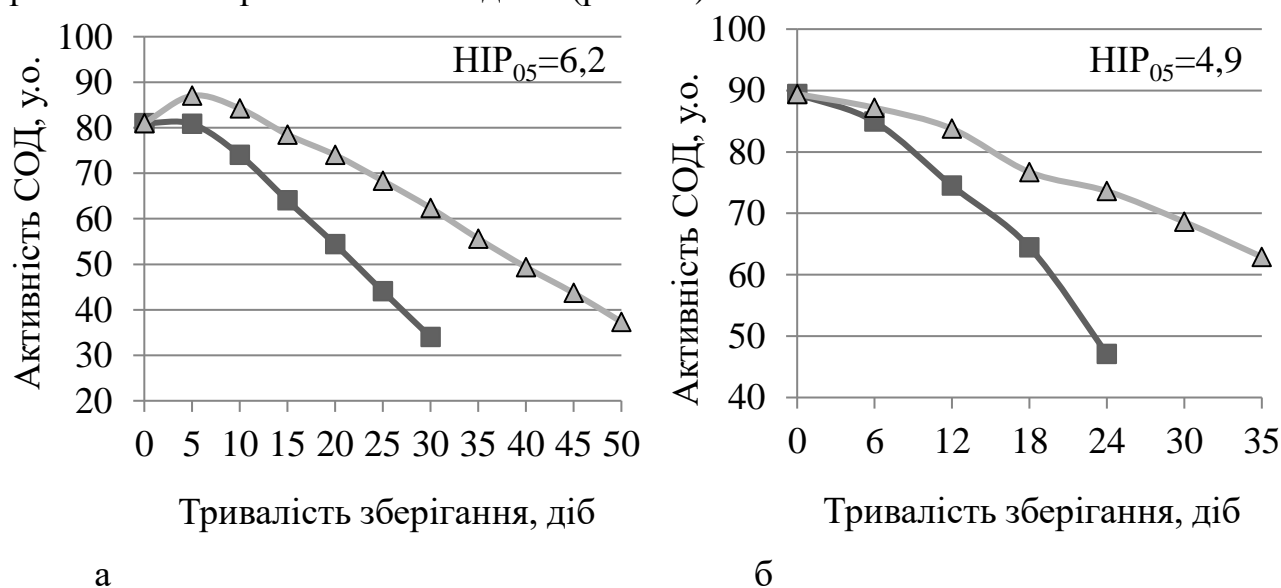


Рис. 46. Динаміка активності СОД томатів (а) та солодкого перцю (б) під час зберігання: —■— без обробки; —▲— теплова обробка Хр+І+Л

Застосована обробка також сповільнює інактивацію інших високомолекулярних антиоксидантів у плодах солодкого перцю. Активність КАТ в оброблених перцях вища, ніж у контролі в 1,4 рази, а пероксидази вдвічі (рис. 47).

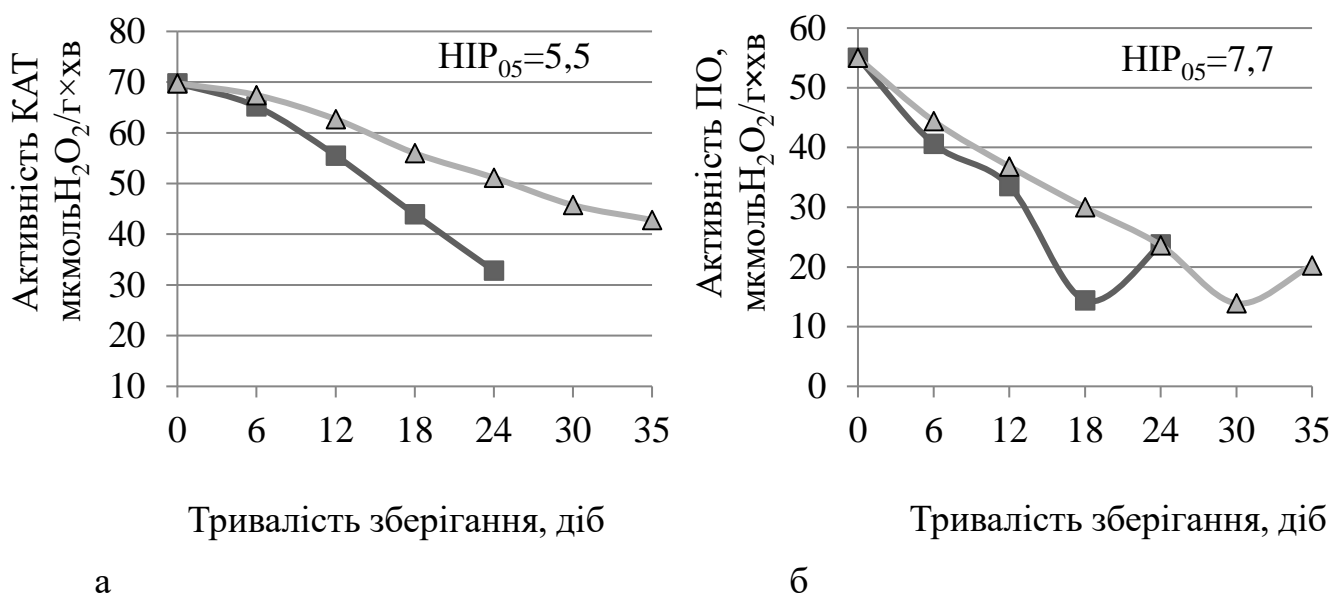


Рис. 47. Динаміка активності КАТ (а) та ПО (б) під час зберігання солодкого перцю: — без обробки; — теплова обробка Хр + I + Л

Теплова обробка антиоксидантами кардинально змінює характер динаміки каталазної та пероксидазної активності в плодах томатів, індукуючи активність каталази в 1,7 рази на фоні зниження активності пероксидази (рис. 48).

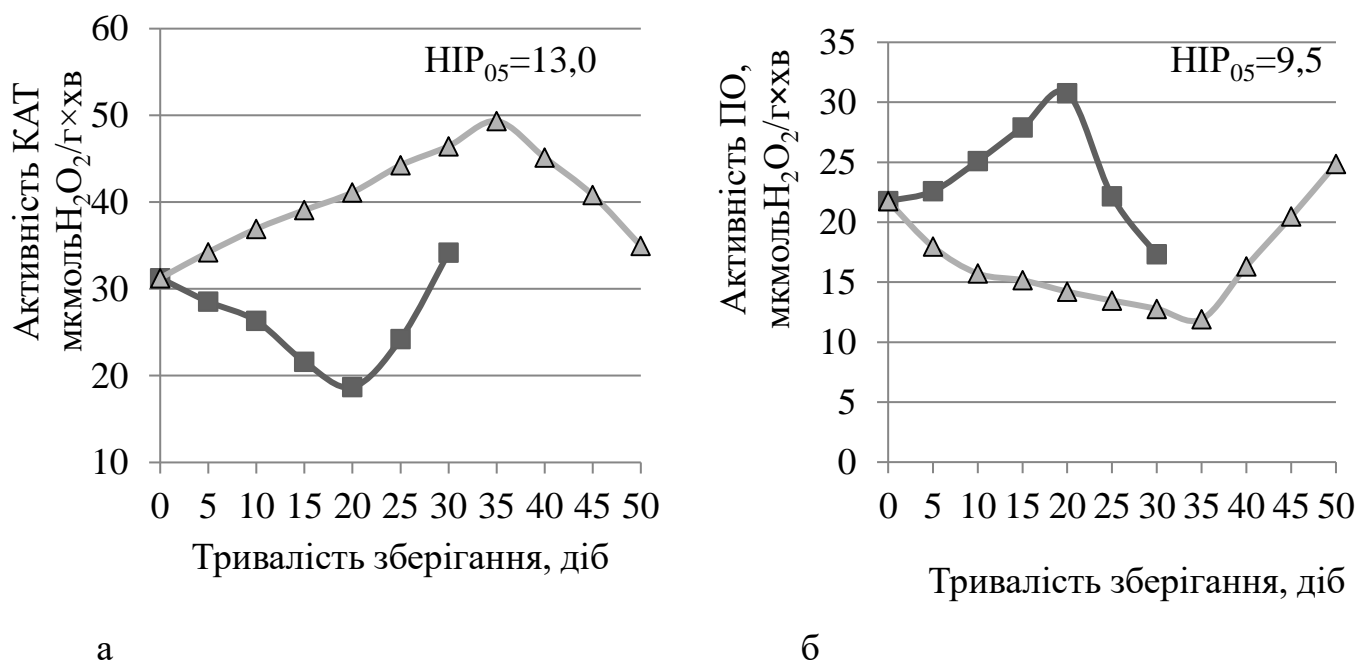


Рис. 48. Динаміка активності КАТ (а) та ПО (б) під час зберігання томатів: — без обробки; — теплова обробка Хр + I + Л

Одночасна зміна характеру динаміки пероксидази оброблених томатів на протилежний забезпечує узгодженість функціонування системи високомолекулярних антиоксидантів для ефективної утилізації активних форм кисню. Застосована обробка інгібує активність окиснювальних ферментів у пасльонових овочах, що дозволяє зберегти на 25 % більше аскорбінової кислоти та фенольних речовин та на 7 % більше каротиноїдів порівняно з необробленими плодами (рис. 49).

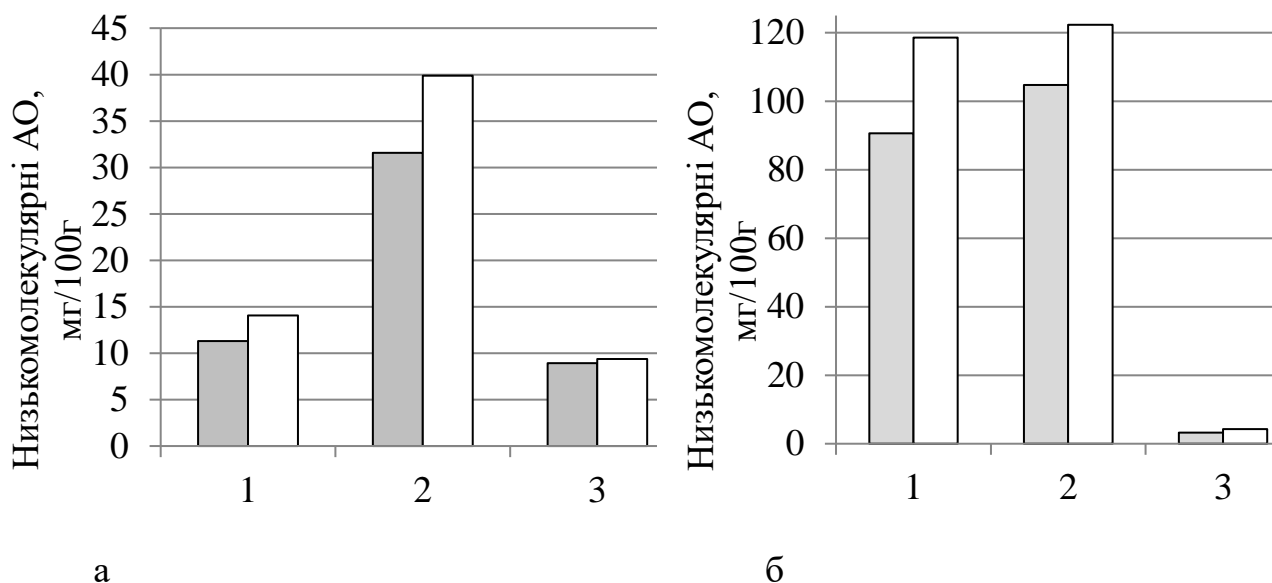


Рис. 49. Вміст низькомолекулярних антиоксидантів в помідорах (а) та перці (б) після зберігання: – без обробки; – теплова обробка Хр + І + Л; 1 – АК; 2 – ФР; 3 – каротиноїди

ВИСНОВКИ

На основі методу аналізу ієрархій розроблено методіку визначення інтегральної оцінки антиоксидантного статусу плодових овочів. Врахування індивідуального внеску компонентів системи захисту в антиоксидантний статус у взаємозв'язку з інтенсивністю пероксидації тканин дозволило виключити суб'єктивізм оцінювання. Розрахована інтегральна оцінка свідчить, що серед досліджуваних овочів найвищий антиоксидантний статус мають плоди перцю ($I_{AO} = 0,43$), а мінімальний – кабачки ($I_{AO} = 0,12$). Огірки за рахунок потужної системи високомолекулярних антиоксидантів мають вищу інтегральну оцінку ($I_{AO} = 0,25$), ніж помідори ($I_{AO} = 0,20$). Основний вклад в антиоксидантний статус пасльонових овочів вносять низькомолекулярні антиоксиданти. У плодів гарбузових овочів ключову роль в антиоксидантному захисті тканин відіграють ферментні антиоксиданти.

Доведено і науково обґрунтовано, що вибір оптимальних концентрацій екзогенних антиоксидантів повинен враховувати антиоксидантний статус плоду. Найвищі концентрації екзогенних біологічно активних речовин необхідні для підтримання антиоксидантного статусу тканин кабачка, а мінімальні концентрації – для перцю. Оскільки пасльонові овочі характеризуються потужною системою низькомолекулярних антиоксидантів, то корегування потребує

високомолекулярна складова. Оптимальна концентрація іонолу у поєднанні з 4 % лецитину для огірків становить 0,036 %; для кабачків – 0,048 %; для томатів – 0,030 %; для перцю – 0,024 %. Встановлені оптимальні концентрації іонолу обернено корелюють з інтегральними оцінками антиоксидантного статусу плодів овочів ($r = -0,85$). Для стабілізації зеленого забарвлення гарбузових овочів встановлено оптимальні концентрації хлорофіліпту: 0,38 % для огірків; 0,75 % для кабачків. Для корегування ферментативного захисту пасльонових овочів необхідним є застосування водного екстракту кореня хрону у співвідношенні сировини та екстрагенту 1:2.

Науково обґрунтовано та розроблено композиції біологічно активних речовин для післязбиральної обробки плодів овочів, які за рахунок антиоксидантної та бактерицидної дії компонентів дозволяють сповільнити післязбиральний метаболізм. Для корекції антиоксидантного захисту гарбузових овочів розроблено біогенну композицію хлорофіліпту з лецитином (Хл + Л), біогенно-синтетичну композицію хлорофіліпту з іонолом (Хл + І) та трикомпонентну композицію хлорофіліпту, іонолу і лецитину (Хл + І + Л). Для пасльонових овочів: біогенна композиція на основі екстракту кореня хрону з лецитином (Хр + Л), біогенно-синтетична композиція іонолу з лецитином і трикомпонентна композиція антиоксидантів на основі екстракту кореня хрону з іонолом та лецитином (Хр + І + Л).

Доведено і науково обґрунтовано, що поєднання композицій біологічно активних речовин з тепловою обробкою індукує холодову толерантність плодів овочів, що забезпечує відтермінування ознак пошкодження холодом на 6...20 діб. За умови застосування теплової обробки овочів двокомпонентними композиціями кількість плодів з холодовими пошкодженнями зменшується у 3,2...6,1 рази порівняно з необробленими плодами. Теплова обробка трикомпонентними композиціями антиоксидантів дозволяє зменшити пошкодження плодів холодом у 8,1...20,3 рази порівняно з плодами без обробки.

Показано, що застосування двокомпонентних композицій у поєднанні з тепловою обробкою дозволяє подовжити терміни зберігання на 5...10 діб, залежно від виду овочів. Теплова обробка трикомпонентними композиціями подовжує термін зберігання овочів на 12...20 діб порівняно з необробленими плодами, зменшує середньодобові втрати маси огірків у 5 разів, кабачків у 3 рази, томатів і перцю в 1,8 рази. В оброблених плодах за подовженого терміну зберігання збільшується вихід стандартної продукції на 14 % для огірків, на 6,5 % для кабачків, на 5 % для томатів і перцю. Теплова обробка плодів овочів композиціями біологічно активних речовин знижує кількість мікроорганізмів на поверхні плодів овочів і зменшує ризик ураження патогенів під час подовженого терміну зберігання.

Науково обґрунтовано та розроблено функціонально-технологічну схему післязбиральної обробки та зберігання плодів овочів, яка передбачає теплову обробку розробленими композиціями біологічно активних речовин способом занурення в розчини антиоксидантів температурою 42 °С на 10 хв для гарбузових овочів і в розчини температурою 45 °С на 15 хв для пасльонових овочів. Після висихання плоди вкладають в ящики, вистелені поліетиленовою плівкою та

закладають на зберігання за режимів, оптимальних для кожного виду плодкових овочів.

Показано, що застосування теплової обробки трикомпонентною композицією антиоксидантів інгібує інтенсивність дихання огірків і кабачків та сповільнює метаболізм сухих речовин та сухих розчинних речовин на 10 %, розчинних сахаридів на 12...42 % порівняно з необробленими плодами. Теплова обробка композицією антиоксидантів гальмує нарощування титрованої кислотності в гарбузових овочах на кінцевому етапі зберігання на 4...38 %.

Доведено, що теплова обробка композиціями біологічно активних речовин стабілізує окиснювальні процеси та індукує систему антиоксидантного захисту гарбузових овочів, свідченням чого є зниження вмісту малонового діальдегіду в 1,3 рази, темпів інактивації супероксиддисмутази в 2,5 рази, індукування активності каталази в 1,7 рази на фоні зниження активності пероксидази, яке характерне під час сповільнення процесів старіння в гарбузових овочах. Застосування теплової обробки гарбузових овочів композицією антиоксидантів дозволяє сповільнити деградацію аскорбінової кислоти в середньому на 40 %, уповільнити темпи зростання суми поліфенолів на 50 %, деградацію хлорофілів на 18 % і каротиноїдів на 21% порівняно з необробленими плодами.

Показано, що застосування теплової обробки трикомпонентною композицією антиоксидантів дозволяє віддалити настання дихального клімактериксу в помідорах на 15 діб та стабілізує інтенсивність дихання перцю протягом всього періоду зберігання, що сприяє кращій збереженості субстратів дихання: деградація сухих речовин сповільнюється на 16 % (помідори) та на 5,6 % (перець), темпи дисиміляції цукрів знижуються удвічі в помідорів та в 1,2 рази у перець. Обробка сповільнює темпи зниження титрованої кислотності у помідорах 20 % та нарощення титрованої кислотності в плодах перецю на 25 %.

Доведено, що теплова обробка композиціями антиоксидантів стабілізувала окиснювальні процеси під час зберігання помідорів та перецю. Рівень малонового діальдегіду в оброблених плодах знижувався в 1,9...3,2 рази, швидкість інактивації супероксиддисмутази – в 1,3...1,8 рази порівняно з необробленими. Обробка сповільнює інактивацію каталази у плодах перецю в 1,4 рази, пероксидази – вдвічі порівняно з необробленими плодами. Теплова обробка антиоксидантами кардинально змінює характер динаміки каталазної та пероксидазної активності в плодах помідорів, індукуючи активність каталази в 1,7 рази на фоні зниження активності пероксидази, що гарантує високий антиоксидантний статус плодів і дозволяє подовжити термін зберігання. Теплова обробка помідорів композицією антиоксидантів інгібує активність аскорбатоксидази та поліфенолоксидази в 2,4 рази, що дозволяє зберегти в оброблених плодах на 20...25 % більше аскорбінової кислоти, на 10...25 % фенольних речовин та на 7...25 % каротиноїдів у порівнянні з необробленими.

Список публікацій за розділом 3.3

1. Прісс, О. П. Вплив теплової обробки біологічно активними речовинами на функціонування системи низькомолекулярних антиоксидантів під час зберігання плодів перецю / О. П. Прісс, Н. П. Загорко // Вісник НТУ «ХП», Серія:

Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 12 (1184). – С. 169-175.

2. Прісс, О. П. Вплив теплової обробки антиоксидантами на вміст біологічно активних речовин впродовж зберігання кабачків / О. П. Прісс // Технологический аудит и резервы производства. 2016 – № 1/1(27). – С. 72–76.

3. Прісс, О. П. Вплив теплової обробки біологічно активними речовинами на інтенсивність дихання томатів впродовж зберігання/ О. П. Прісс, Г. М. Бандуренко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2016. – Вип. 16, Т. 1. – С. 89–98.

4. Priss O. The influence of antioxidant heat treatment on utilization of active oxygen forms during storage of cucumbers / O.Priss, O.Danchenko, V.Yevlash, V. Zhukova and al. // Technology audit and production reserves.– 2017. – Vol. 4/3 (36). – P. 35–41.

5. Прісс О.П. Вплив теплової обробки антиоксидантами на вміст біологічно активних речовин впродовж зберігання огірків / О.П.Прісс, В.Ф. Жукова, Д.Г.Лебеза, І.Є.Іванова // Харчова наука і технологія. – 2017. - № 11 (4). – С. 36-43. Наукове фахове видання (Web of Science).

6. Osokina N. Substantiation of the use of spice plants for enrichment of wheat bread / N.Osokina, K.Kostetska, H.Gerasymchuk, V. Voziiian, L. Telezhenko, O. Priss, V. Zhukova, V. Verkholyantseva, N. Palyanichka, D. Stepanenko // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 4/11 (88). – P. 16–22. Наукове фахове видання (Scopus).

7. Прісс О.П. Вплив абіотичних факторів на інтенсивність дихання плодів овочів впродовж зберігання / О.П.Прісс, В.В.Євлаш, С.В. Кюрчев, В.Ф. Жукова та ін. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2017. – №6/11(90). – С. 27-34(Scopus).

8. Dzyuba N. Development of the formulation and quality assessment of immunostimulating fresh-mixes with a balanced potassium-protein composition / Dzyuba N., Telezhenko L., Kashkano M., V. Zhukova and al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. - 1/11 (91). – P. 33-39. Наукове фахове видання(Scopus).

9. Priss O. Optimized concentration of exogenous antioxidants for the storage of zucchini fruit / O. Priss, V. Zhukova // Journal of Chemistry and Technologies. – 2019. – 27(1). – P.48-57 (Web of Science).

10. Жукова В.Ф. Вплив антиоксидантної обробки плодів на збереженість якості гетерозисних сортів томата з генами уповільненого досягання / В.Ф. Жукова, Н.А. Гапріндашвілі, О.І. Сухаренко, В.В. Коляденко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2019. – Вип. 19, Т. 3. – С. 268-275.

11. Telezhenko L., Diduch G., Kolesnichenko S., Zhukova V. Development of Emulsion Sauce Technology for Preventive Nutrition. In: Nadykto V. (eds) Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham. 2019. P. 785-792.

Тези

12. Жукова В.Ф. Вплив абіотичних факторів на інтенсивність дихання томатів впродовж зберігання / Харчові добавки. Харчування здорової та хворої

людини : матеріали VIII Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. – Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2018. – С.85-86.

13. Жукова В.Ф. Вплив ступеню стиглості томатів на тривалість зберігання за обробки антиоксидантами / Агроєкологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства : матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Мелітополь-Кирилівка: ТДАТУ, 2018. – С. 42 .

14. Жукова В.Ф. Оптимальні концентрації екзогенних антиоксидантів для зберігання томатів / Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції (17-18 травня 2018 р., м. Умань). Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2018. – С.84-85.

15. Жукова В.Ф. Особливості зберігання бульбоплодів і коренеплодів / Актуальні проблеми тилового забезпечення Національної гвардії України. Збірник наукових праць круглого столу академії Нацгвардії. – Харків, 2018. – С. 26-28.

16. Романюк М.В. Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у плодах томата при зберіганні за використання теплової обробки антиоксидантною композицією / М.В. Романюк, В.Ф. Жукова // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених, магістрантів та студентів підсумками наукових досліджень 2017 року «Інноваційні агротехнології» Мелітополь: ТДАТУ, 2018. - Випуск V. – С. 85-86.

17. Гресько К.В. Динаміка втрати маси впродовж зберігання плодів томата з генами уповільненого досягання за антиоксидантної обробки / К.В. Гресько, М.А. Захарченко, В.Ф. Жукова // Матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф., 11-22 листопада 2019 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – С. 13.

18. Danchenko M.1, Ruban G., Klimashevsky V., Danchenko O.1, Konovalenko T., Dyuzhikova T., Zhukova V., Sukharenko O., Kolyadenko V., Gaponenko T. On The Peculiarities Of Vitamin E Influence On The Quality Of Geese Meat. 3rd International Conference «Smart Bio», 02-04 May 2019. Kaunas, Lithuania. 2019. С.175.

19. Жукова В.Ф. Роль аліментарного фактора в профілактиці та лікуванні коронавірусу COVID–19 / В.Ф. Жукова, Д.О.Майборода, А.І. Ганчева // Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 24 листопада 2020 р. Мелітополь : ТДАТУ, 2020. – С. 209-211.

20. Жукова В.Ф. Вплив гарбузового борошна на харчову цінність кондитерських виробів / В.Ф. Жукова, Д.С. Шеховцова // Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультет агротехнологій та екології: 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - С.52.

21. Жукова В.Ф. Вплив біопрепаратів на рівень мікробіологічних і фізіологічних хвороб плодів томату при зберіганні / В.Ф. Жукова, О.В.Бутенко // Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультет агротехнологій та екології: 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - С.53.

22. Прісс О.П. Черешневі страви як головний гастрономічний спеціалітет мелітопольського регіону / О.П. Прісс, В.Ф. Жукова, П.О. Ротань // Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності», 26-27 листопада 2020 року. Львів: ЛДУФК, 2020. – С.44-47.

Тема 3.4. Вдосконалення технології виготовлення алкогольних напоїв з плодово-ягідної сировини

Керівник теми
Виконавці

Загорко Н. П.
Коляденко В. В.

Розділ 3.4.4 Зміни динаміки вмісту основних компонентів зброджуваного сусла за дії дикої дріжджової флори

Мета досліджень

Вивчення придатності плодово-ягідної продукції для технічної переробки на високоякісні плодово-ягідні вина в умовах Південного Степу України, виявлення та наукове обґрунтування впливу дикої мікрофлори на органолептичні показники виноматеріалів, динаміку зміни вмісту основних компонентів зброджуваного сусла.

Об'єкт дослідження

Плодова і ягідна продукція, технологічні процеси виробництва столових вин.

Предмет дослідження

Біохімічний склад плодів та ягід в умовах Південного Степу України на придатність для отримання виноматеріалів, сусло отримане з плодово-ягідної сировини та виноматеріали, столові вина.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Технологічні і фізико-хімічні дослідження сусла і виноматеріалів, вироблених з винограду абрикосу, черешні, суниці, вирощених в умовах Південного Степу України, проводилися в на базі лабораторії технології первинної переробки та зберігання продуктів рослинництва НДІ Агротехнологій та екології в Таврійському державному агротехнологічному університеті імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Склад отриманих виноматеріалів був досліджений за загальноприйнятими методиками. Об'ємну частку етанолу у зброджуваному суслі визначали по ДСТУ 4112.3-2002 Вина і виноматеріали. Визначання вмісту спирту, масову концентрацію цукрів ДСТУ ГОСТ 13192:2009 Вина, виноматеріали і коньяки. Метод визначення цукрів, леткі кислоти – ДСТУ 4112.14-2002 Вина і виноматеріали. Визначання летких кислот, відносну щільність – ДСТУ 4112.1-2002 Вина і виноматеріали. Визначання густини та відносної густини за температури 20°C, рН – потенціометрично.

Дегустація виноматеріалів проводилася за 10-бальною шкалою. При оцінці якості враховувалися наступні показники: колір, гармонійність, повнота смаку і аромату отриманого вина.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досліджень збирали плоди з досягненням технічного ступеня стиглості, типові за забарвленням і формою, відповідно до ДСТУ.

У ході наукових дослідів вивчалася кількість і якість соку, який отримували з плодів і ягід. Найбільш придатні для отримання натуральних соків і виноматеріалів плоди, в яких екстрактних речовин не менше 19 г/дм^3 , цукрів більше 9 г/100 дм^3 , органічних кислот $5 - 9 \text{ г/дм}^3$, ЦКІ яких $10 - 15$ одиниць і вище [6, 8, 22, 23, 24].

Загальне варіювання масової концентрації цукрів у черешні середнього строку досягання знаходиться в діапазоні $12,3 - 14,7 \text{ г/100 дм}^3$, що дозволяє планувати природний наброд спирту в межах $7,4 - 8,8 \%$ об. Кількість вільних органічних кислот, а також їх кислих і середніх солей складає в середньому $0,53 - 0,78\%$. Проведений аналіз експериментальних даних за значеннями цих показників в плодах черешні дозволив визначити, що ЦКІ достатньо високий і складає $16,9 - 26,7$. Високий ЦКІ характеризує високу оцінку смаку плодів, відповідно і виготовлених з них соків.

Вміст цукрів в абрикосовому соку значно менший і складає $4,9 - 5,4 \text{ г/100 дм}^3$, а титрована кислотність знаходилася в межах $1,7 - 2,1 \text{ г/100 дм}^3$, що відповідно позначилося на цукрокислотному індексі, який знаходився в межах $2,3 - 3,2$.

На вміст цукрів у ягодах суниці впливає комплекс факторів, у першу чергу сума опадів і сума активних температур за вегетаційний період. Аналіз даних біохімічного соку з ягід суниці виявив, що вміст загального цукру не перевищував $6,7 \text{ г/100 дм}^3$, рівень титрованих кислот $- 1,01 \text{ г/100 дм}^3$, а ЦКІ відповідно становив $6,6$.

Масова концентрація цукрів у винограду Лівія $17 - 18 \%$, кислотність $- 5 - 9 \text{ г/л}$, цукрокислотний індекс знаходився в межах $2,0 - 3,4$.

Виноград, що поступив на переробку, відповідав основним вимогам, що пред'являються до сировини. Накопичення цукрів у винограді має велике технологічне значення. Саме за цим показником, як правило, визначають терміни збору винограду, а також складають приблизний прогноз показника міцності в виноматеріалах, які отримують надалі. Масова концентрація цукрів в суслі склала $18,2 \text{ г/100 см}^3$.

Мінімальне значення цукрів у відповідності ГОСТ 31782-2012 «Виноград свіжий машинного та ручного збирання для промислової переробки. Технічні умови» для білих сортів винограду складає $16,0 \text{ г/100 см}^3$. Таким чином, отримане сусло відповідало вимогам нормативного документу. Вміст титрованих кислот у винограді не нормується, але згідно практики оптимальне значення цього показника повинне знаходитися в межах $6,0-8,0 \text{ мг/дм}^3$ [19, 20, 22]. Надалі, в процесі приготування виноматеріалів, концентрація кислот впливає на утворення смаку готової продукції. Вміст титрованих кислот, був незначно вищий за оптимальні межі і склав $8,7 \text{ г/дм}^3$. При цьому необхідно відмітити, що сусло мало високу цукристість для білих сортів винограду. Виходячи з цього, рівень титрованої кислот в межах, що перевищують $8,0 \text{ мг/дм}^3$, вважається цілком допустимим. Бродіння виконане стаціонарним способом в скляних балонах при температурі $20-24^\circ\text{C}$. При отриманні в/м бродіння проводили на дикій мікрофлорі.

Виноматеріал отримували шляхом відділення гребенів, подрібнення м'язги, настоюванням на твердих частках з подальшим відділенням сусла, збродження

сусла, зняття з дріжджового осаду, аерація сусла та повне збродження. Активна стадія бродіння протікала в анаеробних умовах.

До чинників, що визначають інтенсивність процесу бродіння і формування якості натуральних вин, відносять концентрацію цукрів в середовищі, расу дріжджів, температурний режим бродіння, аерацію, рН сусла, його хімічний склад, кількість осаду та вихід сусла. [1, 5, 7].

За науковими даними [3, 5, 14, 16] основним чинником, що впливає на інтенсивність і хід бродіння, є температура. Температура бродіння значно впливає на швидкість виброджування цукрів, хімічний склад виноматеріалів і на якість вина. З підвищенням її до 27 – 30°C швидкість бродіння збільшується. Також з підвищенням температури підвищується активність дріжджів, розмноження відбувається швидше, а значить вони швидше виснажуються. Вже при температурі вище 30 °C відбувається масове відмирання дріжджових клітин, а при збільшенні температури до 37 – 40°C бродіння припиняється і отримуються недоброди, які місять залишковий цукор, що створює сприятливі умови для розвитку хвороботворних мікроорганізмів (оцтовокислих бактерій). Число дріжджових клітин у кінці бродіння тим більше, чим нижче температура. Тому температура між 30 і 35°C є обмежуючим чинником бродіння.

Крім того підвищення температури негативно впливає на вміст у виноматеріалів ефірних олій, які і створюють згодом основу букета вина. Під час бродіння CO₂ проходячи через шар рідини, насичуються парами ефірних олій і виносять їх в атмосферу. З 1 л сусла виділяється під час бродіння до 50 л CO₂. Чим вище температура, тим більша кількість ароматичних речовин виноситься в атмосферу з CO₂. Зниження температури бродіння сприяє збереженню ароматичних речовин в вині. При повільному бродінні, що проводиться при низьких температурах, вина відрізняються свіжим і чистим сортовим ароматом, гармонійним тонким смаком.

Зброджування сусла при 18 – 20°C і швидке зняття виноматеріалів з дріжджового осаду сприяє отриманню виноматеріалів з яскравим сортовим ароматом. При температурі бродіння вище або нижче 18 – 20 °C кількість вищих спиртів скорочується. З пониженням температури бродіння до 10 – 12°C, якщо при цьому не застосовуються спеціально виведені холодостійкі раси дріжджів, бродіння йде дуже повільно і цукор, як правило, повністю не зброджується, що також сприяє отриманню недобродів.

На інтенсивність і якість бродіння також має вплив аерація при метаболізмі дріжджів. За допомогою кисню можна управляти розмноженням дріжджів, зброджуванням сусла і формувати букет готового продукту.

За низької забезпеченості дріжджів киснем блокується синтез стиrolу і ненасичених жирних кислот, що призводить до уповільнення синтезу клітинних мембран і росту клітини. Підвищується рівень діацетилу, оцтового альдегіду, діоксиду сірки при бродінні, тому що синтезується недостатня кількість глікогену, в результаті чого розмноження клітин сповільнюється і знижується активність популяції із-за зниження кількості клітин. І навпаки висока забезпеченість дріжджів киснем призводить до накопичення зайвої біомаси і утворення метаболітів бродіння, що негативно впливають на смак вина. Критична

концентрація розчиненого кисню складає 0,015 – 0,03 мг/дм³, нижче цієї концентрації зростання культури дріжджів обмежується, в результаті погіршується їх фізіологічний стан. Але для кожного штаму дріжджів існує своя критична концентрація кисню і тому одним з важливих завдань є точний розрахунок дозування кисню. На розчинення кисню і споживання його дріжджами впливають кількість клітин, їх дихальна активність, міра перемішування і концентрація суслу (чим більше сухих речовин в суслі, тим менше розчинності кисню). Аерація здійснювалася наступним способом: кисень вводився в сусло якомога дрібнішими бульбашками після внесення дріжджів для підвищення швидкості розмноження, в результаті чого відбувається раннє утворення і редукція діацетилю.

Від величини активної кислотності (рН) залежить кількісне співвідношення первинних і вторинних продуктів бродіння, схильність вина до окислення і помутнінь [3]. Активна або реальна кислотність (водневий показник) вказує на міру дисоціації органічних кислот, що містяться в суслі та вині, і є найбільш точною характеристикою кислотності суслу і вина. При рН зброджуваного середовища вище 3 клітини дріжджів дрібніють, набувають округлої форми, в протоплазмі накопичується жир, значно збільшується інтенсивність гліцеропіровиноградного бродіння, що супроводжується зниженням виходу етилового спирту. Вміст гліцерину, оцтової і бурштинової кислот збільшується з підвищенням рН, приріст бурштинової кислоти в цьому випадку менше, ніж оцтової. Високі концентрації оцтової кислоти утворюються при рН 6, що призводить до збільшення вмісту ацетоіна і 2,3-бутиленгліколю [5, 9].

Найбільші зміни в процесі бродіння зазнає цукор, найбільша частина витрачається на утворення етанолу, менша – на побічні продукти бродіння (вищі спирти, органічні кислоти, гліцерин і інші сполуки).

За даними графіку концентрація цукру в суслі швидко знижується на ранніх стадіях бродіння (4 – 7 день). Між вмістом цукру та вмістом етанолу спостерігається зворотно-пропорційна залежність.

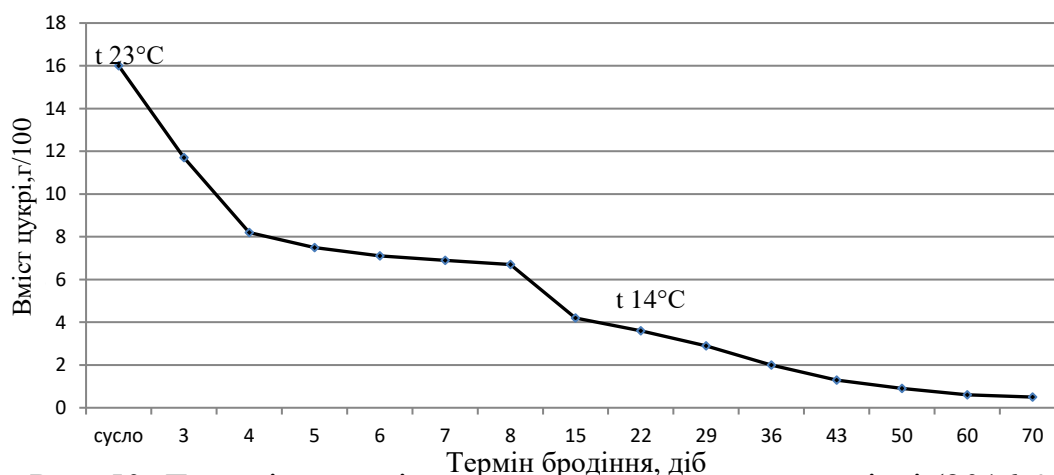


Рис. 50. Динаміка цукрів у виноградному виноматеріалі (2016-2019)

Основним продуктом спиртового бродіння є етанол, який утворюють дріжджі під час зброджування цукрів. Фактичний вихід етанолу з 1 г цукру становить 0,58 – 0,6 мл, що залежить від стану та раси дріжджів. Показана на рисунку 3 крива описує динаміку вмісту етилового спирту у виноматеріалі. Як

видно з представлених даних міцність отриманого виноматеріалу дещо знижується на 7 і 15 добу.

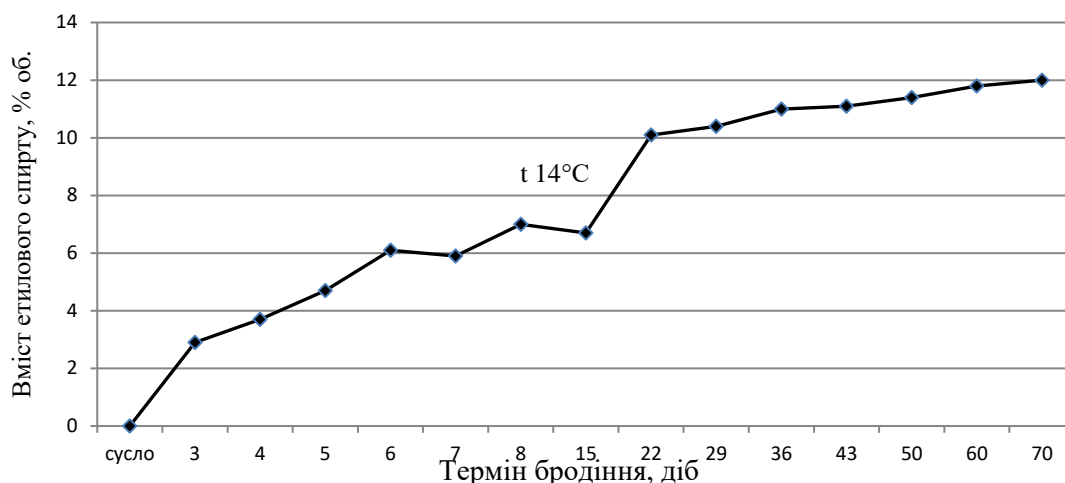


Рис. 51. Динаміка етилового спирту у виноградному виноматеріалі (2016-2019)

Така динаміка етилового спирту пояснюється інтенсифікацією життєдіяльності дріжджів, що супроводжується збільшенням кількості CO_2 , який у свою чергу, виносить з зброджуючого середовища легколеткі ароматичні речовини і етиловий спирт [20].

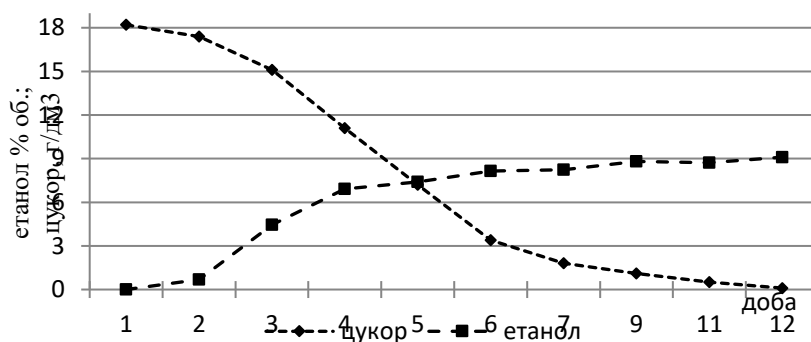


Рис. 52. Динаміка зміни вмісту цукрів та етанолу при бродінні суслу за дії дикої мікрофлори (2019).

При зброджуванні суслу в інтервалі 7 – 12 діб спостерігається деяке зниження швидкості утворення етанолу, можливою причиною були несприятливі умови бродіння: висока кислотність та нижча концентрація поживних речовин. Накопичення етанолу закінчилося на 12 добу і його вміст складав 9,6 % об. Об'ємна частка етилового спирту згідно ДСТУ 4806:2007 «Вина. Загальні технічні умови» для білих сухих виноматеріалів складає 9,0 – 14,0 % [11]. Таким чином, отриманий виноматеріал відповідає вимогам нормативного документу.

Органічні кислоти визначають бактерицидні, смакові та ароматичні властивості вина. Недостатня кислотність робить смак вина простим, висока – призводить до різкого, грубого смаку, тому важливо знати які зміни вони зазнають в процесі виробництва молодих вин. Органічні кислоти частково надходять у вина з винограду і частково утворюються у процесі ферментації як інтермедіанти

метаболізму дріжджів [7]. На рис. 4 представлені дані досліджень по встановленню вмісту органічних кислот у виноматеріалі.

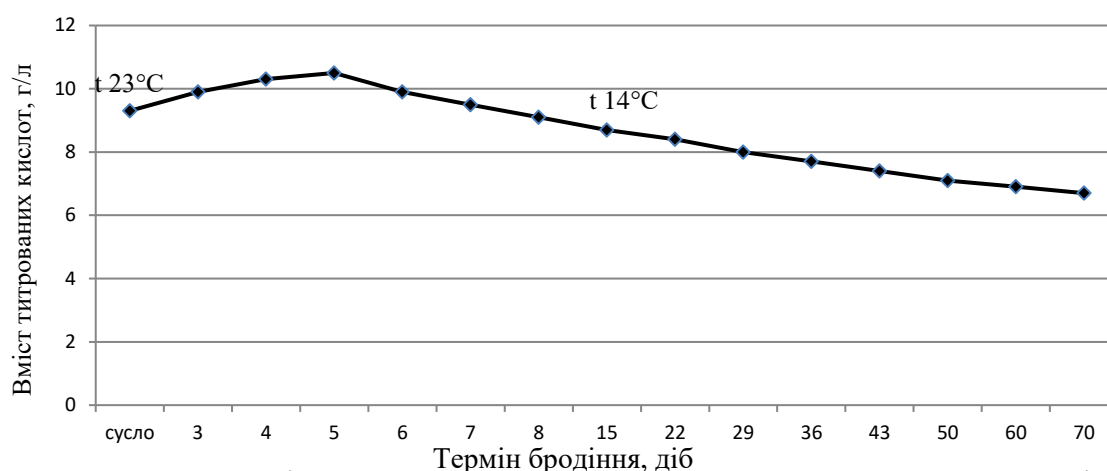


Рис. 53. Динаміка титрованих кислот у виноматеріалі

В процесі зброджування сусла утворюється винна, молочна та оцтова кислоти, при одночасному зниженні вмісту яблучної, лимонної і бурштинової кислот [10, 17, 20]. Аналіз фізико-хімічного складу виноматеріалів, отриманих в умовах мікровиноробства за класичною технологією виробництва білих виноградних вин, показав, що показник титрованої кислотності, знаходився в межах 7,3 г/дм³, рівень рН – на рівні 3,5. Незначне зниження титрованої кислотності і рН при зброджуванні можна пояснити змінами вмісту та складу кислот [19].

Незначне збільшення вмісту титрованих кислот в процесі бродіння мезги, оскільки проводили перемішування, що поліпшило процес екстракції органічних кислот з вакуолей клітин м'якуша ягід винограду, де в основному містяться органічні кислоти [18]. Концентрації органічних кислот, що визначають смак і гармонійність букета виноматеріалу, показав, що їх масова концентрація не збалансована, відмічений підвищений вміст усіх певних органічних кислот. При проведенні дегустації було відмічено, що виноматеріал світло солом'яного забарвлення, з чистим, винним ароматом, з повним смаком, але негармонійною свіжістю. Після закінчення бурного бродіння спостерігається поступове зменшення кислотності зброджуваного виноградного сусла до 6,7 г/л.

Хімічні і фізичні аналізи дозволяють тільки в деякій мірі охарактеризувати склад і якість вина. У вині є значне число речовин в дуже мінімальних кількостях, які важко визначити сучасними методами аналізу. Між тим, вони можуть мати істотний вплив на букет і смак. Тому незамінним методом оцінки якості вина є дегустація [2]. Органолептичні властивості вин формуються за рахунок взаємодії ароматичних і смакових характеристик, причому ароматичні створюють здебільшого леткі з'єднання, з іншого боку, смакові компоненти впливають на вміст летких речовин в паровій фазі, їх розподіл і співвідношення, що свідчить про нерозривність процесу дегустації [25].

Органолептичні властивості вин формуються за рахунок взаємодії ароматичних і смакових характеристик, причому ароматичні створюють здебільшого леткі з'єднання, з іншого боку, смакові компоненти роблять вплив на

вміст летких речовин в паровій фазі, їх розподіл і співвідношення, що свідчить про нерозривність процесу дегустації [25]. Основні елементи вина, що оцінюються при дегустації, - прозорість, колір, аромат (букет), смак, тип.

Колір вина обумовлений присутністю меланоїдинів і фенольних речовин. З фенольних з'єднань забарвлення вина надають: лейкоантоциани (лабільні, тому, легко окислюються і полімеризуються, обумовлюють зміну кольору червоних вин при дозріванні), флавоноїди і флавонолігнани (жовтий колір), антоциани (різноманітні відтінки фіолетового і синього кольорів). Буquet вина, обумовлений ароматом летких речовин, вторинних і побічних продуктів спиртового бродіння суцільного і головним чином ароматом речовин, що утворюються в процесі витримки і технологічних обробок вина. Смак вина, відчуття, що виникає при дії нелетких і летких речовин вина, на смакові рецептори людини, розташовані на язичку і слизової оболонки рота. Основними смаковими ознаками вина є спиртуозність, терпкість, солодкість, кислотність, повнота (екстрактивність) і гармонія.

В ході досліджень була проведена органолептична оцінка досліджуваних зразків вина, результати представлені в таблиці 20.

Таблиця 20

Органолептична оцінка столового виноматеріалу

Показники	Характеристика	Максимальний бал
Прозорість	прозоре без блиску	0,4
Колір	яскравий «живий» колір	0,4
Аромат	дуже тонкий, розвинений, ніжний	2,4
Смак	добре виражена кислотність, свіжість і гармонічність смаку	4,1
Типовість	невелике відхилення від типу, добра	0,8

За результатами органолептичної оцінки вино отримало 8,1 балів з 10. Вино має солом'яно-жовтий колір, приємно виражений аромат виноградних ягід. Смак із складною тональністю добре вираженою кислотністю. Смак злагоджений, багатий. Тривалий приємний післясмак.

ВИСНОВКИ

Отримані фізико-хімічні показники дослідженої плодово-ягідної та виноградної сировини знаходяться в межах, що нормуються ДСТУ для виготовлення столових виноматеріалів. Це дозволить використовувати її для отримання високоякісної винної продукції.

Отримані дані підтверджують, що при бродінні суцільного разом з перетворенням цукрів змінюється склад і співвідношення органічних кислот. Склад органічних кислот впливав на повноту і кислотність виноматеріалів. Зміни рН обумовлені процесами новоутворення кислот (винною, молочною та оцтовою). Органолептичні показники, отриманих виноматеріалів відповідають білим сухим винам. Недоліком виноматеріалів була незбалансована кислотність на початку технологічного процесу витримки (зелена кислотність).

Таким чином, після проведення комплексної оцінки якості вина можна зробити висновок, що з сорту Лівія отримують легкі і ніжні білі вина з цікавими відтінками в ароматі і кольорі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авидзба, В.Б. Виноградарство и виноделие Абхазии / В.Б. Авидзба // Виноделие и виноградарство. 2006. – №1. – С. 14 – 15.
2. Алмаши К. К.Солнце в бокале / К. К. Алмаши, Л.У. Ниязбекова – Ужгород: Карпати, 1975 – с.110
3. Багатурия, Н. Ш. Влияние температуры алкогольного брожения на состав и качество виноградных вин / Н. Ш. Багатурия, Н. А. Бегиашвили, Б. Н. Багатурия // Виноделие и виноградарство. – 2010. – №6. – С. 30–32.
4. Багатурия Н. Ш. Грузинское виноделие. Теория и практика. / Н. Ш. Багатурия. – Тбилиси, 2010. – 210 с.
5. Валуйко, Г.Г. Технология вина: учебник / Г. Г. Валуйко, В. А. Домарецкий, В. О. Загоруйко. – К. : Центр учебной литературы, 2003. – 604 с.
6. Вечер А.С. Сидры и яблочные игристые вина / А. С. Вечер, Л. А. Юрченко. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 135 с.
7. Воробьёва, Т. Н. Получение натуральной экологически безопасной винодельческой продукции / Т. Н. Воробьёва, А. А. Волкова, Ю. А. Ветер // Виноделие и виноградарство. – 2010. – №5. – С. 32–33.
8. Герасимов, М. А. Технология вина / М. А. Герасимов. Москва: Пищевая промышленность, 1964. – 640 с.
9. Гугучкина Т.И. и др. Роль органических кислот в формировании органолептических свойств виноматериалов из протоклонов винограда сорта Совиньон белый / Т.И. Гугучкина, Н.М. Агеева, Л.Э. Чемисова, Л.П. Трошин // Инновационные технологии и тенденции в развитии и формировании современного виноградарства и виноделия. – ГНУ Анапская ЗОСВиВ СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии, 2012. – С. 222-228.
10. Гусакова Г.С. Изучение влияния рас дрожжей на состав виноматериалов. / Г.С. Гусакова, С.Н. Евстафьев // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология, – 2014. – № 5 (10). – С. 39 – 46.
11. ДСТУ 4806:2007 «Вина. Загальні технічні умови»
12. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. – [Чинний від 26-03-08]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 14 с.
13. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення цукрів. – [Чинний від 26-03-08]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 18с.
14. Косюра, В. Т. Основы виноделия : учебное пособие / В.Т. Косюра, Л.В. Донченко, В. Д. Надыкта. – М. : Дели принт, 2004. – 440 с
15. Кудлай, Д.В. Научное обоснование и совершенствование технологии производства натуральных белых вин из низкосахаристого винограда / Д.В. Кудлай: автореф. дис. канд. техн. наук. – Краснодар, 2004.

16. Мищенко, Н.А. Кислотопониження виноматеріалів з допомогою іммобілізованих в каррагинан кліток / Н.А. Мищенко, Т.І. Давиденко, Н.І. Размадзе, Л.А. Матвійчук, Г. І. Бондаренко // *Виноградарство і виноделіє*. – 1994. – №2. – С. 115-124.
17. Преображенська А.А., Бобкова Л.М. Динаміка органічних кислот при бродінні суслу // *Виноделіє і виноградарство*. 1970. № 1. С. 15–16
18. Родопуло, А.К. Основи біохімії виноделія / А.К. Родопуло. – М.: Легка і харчова промисловість, 1983. – 240 с.
19. Селиверстова І. В., Іванова Л. А., Іванов А. А. Використання даних аналізу органічних кислот в виноградних виінах при проведенні ідентифікації // *Партнери і конкуренти*. – 2003. – №5.
20. Спіро Н. Количесвенне змінення органічних кислот при бродінні суслу для виробництва білих столових вин // *Градин і лазарска наука*. 1972. № 9. С. 99 – 103.
21. Фрукти та овочі свіжі. Відбирання проб. ДСТУ ISO 874-2002. - [Чинний від 2003-10-01]. – К. : Держстандарт України, 2003. – 5 с.
22. Шольц-Куликов, Е. П. О пользе вина / Е. П. Шольц-Куликов // *Виноделіє і виноградарство*. 2005. - №2. - С. 53-55.
23. Шольц Е. П. Виноделіє по-новому / Е. П. Шольц, ред. Г. Г. Валуйко // Симферополь: Таврида. – 2009. – 320 с.
24. Шольц Е. П. Технологія переробки винограда / Е. П. Шольц, В. Ф. Пономарев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 447 с.
25. Якуба Ю. Ф. Органолептична оцінка якості виноградних вин з використанням методів статистичного моделювання / Ю. Ф. Якуба, З. А. Темердашев, А. А. Халафян // *Аналитика і контроль*. 2014. Т. 18. № 4. – С. 385 – 391.

Список публікацій за розділом 3.4.4

1. Загорко Н. П., Коляденко В. В., Кашуба А. А. Відомості щодо виробництва плодово-ягідних вин в Україні. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип 20, т.2 С. 211-219.
2. Москаленко О. В., Загорко Н. П. Технологічне значення ферментів у виноробстві. Матеріали щорічної VII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і магістрантів ТДАТУ імені Дмитра Моторного (11-22 листопада 2019 року) <http://www.tsatu.edu.ua/nauka/n/naukovi-vydannja/>
3. Загорко Н. П., Кашуба А. А., Коляденко В. В. Огляд виробництва плодово-ягідних вин. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/naukova-dijalnist/statti-vykladachiv/praci-tdatu/>

Тема 3.5. Вдосконалення технології виготовлення консервів та кондитерських виробів з плодово-ягідної сировини

Керівник теми

О. В. Григоренко

Виконавці

К. А. Гарабajій

В. В. Карнаушенко

Розділ 3.5.1 Удосконалення технології виробництва пастильно-мармеладних та желейних виробів з плодової сировини

Однією з актуальних проблем галузі є розробка нових і удосконалення існуючих технологій пастильно-мармеладних та желейних виробів з плодової сировини з метою розширення асортименту та додавання функціональних властивостей цієї групи виробів.

Двошаровий мармелад відноситься до групи комбінованих кондитерських виробів, що складаються з напівфабрикатів з різними структурно-реологічними і органолептичними характеристиками. Таке поєднання надає виробам привабливий зовнішній вигляд, і приємні смакові властивості. Для регулювання структурно-механічних властивостей виробів без цукру або зі знизеним вмістом, і забезпечення необхідної текстури можуть бути використані регулятори консистенції (як правило, полісахариди). З цієї точки зору особливий інтерес представляє полідекстроза, використання якої при виробництві мармеладних мас дозволить отримувати пастильно-мармеладні вироби з необхідними властивостями, забезпечити високі показники якості продукції дієтичного призначення, здатної задовольнити високі вимоги сучасного споживача.

Основні матеріали дослідження. В результаті досліджень встановлено, що заміна глюкози, патоки і половини цукру в рецептурі желейного шару дозволяє отримати драглі з необхідними структурними властивостями. При повній заміні всіх цукристих компонентів на крохмальні сиропи спостерігається зниження міцності драглю на пектині на 36%, а на агарі – на 45%. Показано, що повна заміна всіх цукристих компонентів сиропами супроводжується зниженням в 1,8 разів в'язкості мармеладних мас на пектині і збільшенням в 2,5 рази – на агарі.

На підставі оптимізації технологічних параметрів приготування збивних мас на пектині при використанні фруктози з полідекстрозою рекомендовано зниження температури збивання на 10 °С, що дозволяє скоротити тривалість збивання на 4 хв. Встановлено, що використання крохмальних сиропів у поєднанні з полідекстрозою, а також фруктози з полідекстрозою знижує інтенсивність збільшення сухих речовин при зберіганні в 3,2 рази, сприяє збереженню якості двошарового мармеладу, оскільки сповільнюється зацукрювання виробів при зберіганні і їх органолептичні і структурні характеристики не погіршуються протягом усього нормативного терміну зберігання.

Висновки. На підставі узагальнення теоретичного матеріалу і експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність використання крохмальних сиропів в технології двошарового мармеладу на різних драглеутворювачах. Показана можливість регулювання міцності желейного мармеладу при заміні цукру на крохмальні сиропи і фруктозу з полідекстрозою.

Розділ 3.5.2 Удосконалення технології виробництва та розробка рецептур вишневого джему з додаванням пектиновмісної сировини

На думку багатьох вітчизняних і зарубіжних учених, одним із ефективних способів корекції порушень обмінних процесів в організмі людини є чинник харчування. Саме тому виникає необхідність розробки та виробництва повноцінних харчових продуктів. Для цього пропонується коректування їхнього хімічного складу й підвищення в них вмісту вітамінів, мінеральних елементів, пектинів, що затримують надходження шкідливих речовин до організму людини, підвищують його загальну резистентність. Як перспективний детоксикант у профілактичному й лікувальному харчуванні, що нейтралізує шкідливу дію металів і допомагає їх позбутися, використовується пектин і пектиновмісні продукти. До останніх належать джеми, варення та інші продукти переробки рослинної сировини. Однак їхнє виробництво на сьогодні знижується через низьку конкурентоспроможність та одноманітність асортиментіві.

Обов'язковою умовою для вироблення джему присутність у сировині не менше 1 % пектинових речовин у поєднанні з такою ж кількістю кислот. При розробці рецептур актуальною є технологія продуктів із заданим хімічним складом, а також проектування рецептурного багатокомпонентного складу харчових сумішей .

Для визначення оптимальних співвідношень складу компонентів рецептури доцільна оптимізація технології створення композиції, а не кінцевого продукту, оскільки її характеристики якості є керованими на відміну від таких готового продукту. Ось чому при створенні багатокомпонентного продукту необхідно:

- врахувати хімічний склад продукту, який проектується;
- скласти балансові рівняння за хімічним складом;
- встановити обмеження (відповідно до вимог нормативних документів).

Об'єкти та матеріали досліджень

З метою збагачення вишневого джему пектиновмістними речовинами було використано такі сорти плодів і ягід як Джонаголд (яблуко), сорт Ядерна (смородина), сорт Карат (аґрус) та Сорт Йонкер Ван Тетс (порічка).

Сорт гібридної вишні Нічка формує великі плоди, масою не менше 7 грамів кожен. Кістянки мають широкосерцевидну форму, покриті глянсовою насичено-червоною шкіркою. М'якоть вишень пружна і соковита, запах вишневий, а смак - черешневий.

Кісточки плодів середнього розміру, добре відділяються від м'якоті. Дозріває урожай, як каже опис сорту, в середині літа. Нічка досить добре переносить транспортування. Її плоди можна перевозити на значні відстані, при цьому вони не втратять своїх властивостей. З одного дерева можна зібрати не більше 10 кілограмів плодів. Тобто, назвати вишню високоврожайний не можна. Однак, недостатня кількість плодів компенсується їх якістю.

За смаком ягідки Нічка кислуваті, але, незважаючи на це, мають широкий спектр застосування. Вишні активно вживають свіжими, їх сушать, морозять. Крім того, з плодів готують варення, пастилу, джем або консервують їх.

Джонаголд (яблука). Отриманий від схрещування Голден Делішес з Джонатаном. Яблука «Джонаголд» мають досить великі розміри, а вага одного плоду може варіюватися від 170 до більш ніж 250 грамів. Харчова цінність: білків – 0,45 г., жирів 0,46 г., вуглеводів 11,75 г.

Яблука сорту «Джонаголд» відносяться до плодів універсального призначення. Їх можна використовувати в свіжому вигляді, а також для консервації, а саме виготовлення соків, компотів, пюре. Сорт затребуваний для приготування сухих порошоків для дитячого харчування, а також в якості сировини для варення, джемів і десертів.

Стійкість до грибних захворювань відносно висока. Перспективний для Степу України.

Сорт Ядерна (смородина) відноситься до чорних сортів смородини. Ягоди великі, даний сорт смородини є рекордсменом за величиною плодів. На одній плодоніжці налічується до 10 ягід, різної величини. Найбільша ягода досягає до 8-10 грам. Плоди чорного кольору, круглої форми. Ягода з досить товстою шкіркою і дрібними жовто-коричневими насінням всередині. М'якоть щільна, соковита, смородина володіє солодко-кислим насиченим смаком і приємним ароматом. Дозрівання ягід починається в червні і вже до середини літа ягоди повністю готові до збирання.

Сорт Карат (агрус). Сорт раннього строку достигання. Ягоди великі (4,6-6,7 г), одномірні, широко-овальної форми, темно-червоного кольору, з сухим відривом. М'якоть соковита, кисло-солодка, ніжного смаку (8,6 бала). Знімальна стиглість настає у третій декаді червня. Придатні до механізованого збирання. Використання універсальне. Транспортабельність висока. У плодах міститься, %: сухих розчинних речовин – 11,4, цукрів – 7,0, кислот – 1,2, а також, мг/100 г сирової маси: вітаміну С – 20, фенольних сполук – 93.

Сорт Йонкер Ван Тетс (порічка). Сорт раннього строку достигання. Кущі сильнорослі, прямостоячі, лише під масою великого врожаю гілки нахилиються. Пагони товсті, довгі, легко ламаються в основі багаторічних гілок. Листя темно-зелене, шкірясте, гофроване, пластинка по центральній жилці складена, в основі пластинка середньоглибока з широкою вирізкою. Грона довгі, з 17...25 квітками, розміщені густо. Ягоди великі (маса 0,7...0,9 г), вирівняні, округлі, темно-червоні, кисло-солодкі, смачні. Самоплідність висока. Стійкий проти грибних хвороб.

Методика проведення досліджень

Для виробництва джему із плодів вишні отримували плодову масу після попередньої підготовки, сортування, миття, видалення кісточок. Її змішували з підготовленим цукром, дотримуючись рецептури закладки компонентів. Плодову масу уварювали, за 5-10 хв до закінчення варіння додавали структуроутворююче пюре й варили до вмісту сухих розчинних речовин у готовому продукті не менше 68 %. Джем фасували в тару закупорювали та стерилізували за встановленими режимами. Для приготування структуроутворюючого пюре плоди порічок, агрусу, яблук смородини піддавали сортуванню та інспекції, милі в проточній воді бланшували 3-5 хв при температурі 90-100 °С. Розварену масу протирали через сита з діаметром отворів 1.2 і 0.8 мм.

Умови проведення дослідження

З метою підвищення біологічної цінності джемів із вишні шляхом оптимізації рецептур за рахунок додавання пектиновмісної сировини (порічок, агрусу, чорної смородини, яблук) застосовано моделі прогнозування їхнього складу. Отримані розрахунки перевірено експериментальними дослідженнями. Проектування та розробку здійснено з дотриманням вимог щодо можливості проведення багатоваріантних розрахунків, конкретний вибір яких відбувається з урахуванням технічних, технологічних і організаційно-економічних умов виробництва.

Згідно з вимогами технологічної інструкції отриману плодову масу після попередньої підготовки вишні (сортування, миття, видалення камінчика), змішували з цукром й уварювали. За 5–10 хв до закінчення варіння додавали структуроутворююче пюре, для приготування якого порічки, агрус, яблука й чорна смородина проходили сортування та інспекцію, миття у проточній воді, бланшування 3–5 хв при температурі 90–100 °С та протирання через сита з діаметром отворів 1.2 і 1.8 мм. Процес варіння джемів закінчували при вмісті сухих речовин не менше 68 %, після чого розфасовували в тару та стерилізували за встановленими режимами.

Результати досліджень

За результатами досліджень встановлено, що сухих речовини у джемі коливаються від 67.7% до 68.8%: найменше у яблучному, найбільше – у порічковому пюре, вміст цукру – від 62.2% до 62.4%, титрованих кислот – від 0.9% до 1.2%, розчинного пектину – від 0.6% до 1.08.

Значна частина сухих розчинних речовин джемів, а це 91 %, припадає на цукри. Вміст титрованих кислот у джемах коливався у межах 1 %. Це становить лише 1.5–1.7 % вмісту сухих розчинних речовин, але цілком достатньо для желеутворення. Консистенція та структурно-механічні властивості джемів пов'язані з вмістом пектину, проте вміст його у вишневому джемі контрольного варіанта занижений – 0.38 %.

Із заміною частини плодової маси вишні на пюре яблучне, чорносмородинове, порічкове, агрусове в кількості 10 % вміст пектину в продукті підвищився в 1.6 рази. Заміна маси вишні на 25 % чорно- смородинового й 35 % яблучного та 40 % агрусового й порічкового пюре збільшила кількість пектину в 1.8–2.8 рази. Підвищення вмісту пектину до межі 0.7–1.0 % надає високих желеутворюючих властивостей дослідним зразкам джему (див. табл. 1). Джеми вишнево-яблучний, вишнево-чорносмородиновий, вишнево-порічковий, вишнево-агрусовий оцінено дегустаторами на відмінно .

Висновки

В результаті досліджень встановлено, що вміст сухих речовини у джемі коливається від 67.7% до 68.8%: найменше – у яблучному, найбільше – у порічковому пюре, вміст цукру – від 62.2% до 62.4%, титрованих кислот – від 0.9% до 1.2%, розчинного пектину – від 0.6% до 1.08. Сухі речовини на 91% складаються з цукру.

За додаванням 10 % смородини, агрусу, яблук і порічки вміст пектину в джемові вдалося збільшити в 1.6 рази, а при додаванні 25% , навіть і до 2.8 рази.

Підвищення вмісту пектину до межі 0.7–1.0 % надає високих желеутворюючих властивостей дослідним зразкам джему .

Визначено, що виробництво джему з додаванням пектиновмістної речовини суттєво покращує його органолептичні властивості за показниками – зовнішній вигляд, консистенція, аромат і смак. Це пов'язано з гармонійним поєднанням вишні з желеутворюючим пюре з інших видів сировини. Джеми вишнево-яблучний, вишнево-чорносмородиновий, вишнево-порічковий, вишнево-агрусковий оцінено дегустаторами на відмінно.

Доведено, що для отримання джему з желеподібною 4 консистенцією відмінної якості необхідно на 40 % замінити вишневе 5 пюре порічковим або агрусковим, або на 35 % – яблучним, або на 25 % – 6 чорносмородиновим.

Отже, виробництво джему запропонованим способом суттєво покращує його органолептичні властивості за показниками зовнішнього вигляду, консистенції, аромату і смаку. Це пов'язано з гармонійним поєднанням вишні з желеутворюючим пюре з інших видів сировини.

Розділ 3.5.3 Удосконалення технології виробництва концентрованого яблучного соку.

Матеріали та методи дослідження

Експериментальна частина роботи, проводилася в лабораторії кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.

Об'єктом досліджень були яблука (сорти: Чемпіон, Голден, Декоста) культивовані в Запорізькій області осіннього і зимового урожаю.

Повторність дослідів була п'ятикратною.

Якість яблучного соку обумовлюється особливостями помологічних і товарних сортів, умовами вирощування плодів, строками збирання, періодом і умовами зберігання та транспортування плодів і технологією виготовлення соку.

Хімічний склад та органолептичні властивості соків залежно від сорту яблук значно відрізняються.

Сорт Чемпіон – смак яблука Чемпіона відноситься до солодких десертних, оцінюється в 5 балів, тільки м'якоть не надто соковита, досить пухка. Яблуко має приємний аромат і тонкою шкіркою, але при цьому щільною. Тому транспортабельність плодів середня. Лежкість врожаю залежить від місця його зберігання: в холодильній камері – до 5 місяців, у погребі – до 2 місяців.

Сорт Голден – яблука великі: 160-200 г, рівноважні. Зовнішній забарвлення плодів в період технічної зрілості зеленувато-жовтий з займає значну площу розмито-смуғастим оранжево-червоним рум'янцем, більш вираженим на плодах, які ростуть на незагущені, відкритих прямого попадання сонячних променів гілках. М'якоть середньої щільності з характерним сорту кремовим відтінком, смак десертний, кисло-солодкий

Сорт Декоста – плоди більші за середній розмір, вагою 170 - 210 г, високотоварні, одномірні, округлі, зеленувато-жовті, з оранжево-червоним розмито-смуғастим яскравим рум'янцем який з'являється в кінці серпня. М'якоть жовта, щільна, соковита, відмінного, дуже гармонійного, кисло-солодкого смаку.

Для виробництва концентрованого яблучного соку із яблук ми отримували плодову масу після попередньої підготовки, сортування, миття.

Основними сокоутримуючими речовинами є пектини, тому їх обробляють пектолітичними ферментами, які розщеплюють пектинові речовини. Ферментів додають у кількості 0,05% від маси мезги (або роблять пробну обробку ферментами, щоб перевірити їх активність). Для пробної обробки сік нагрівають до 30-40°C, змішують з ферментами у співвідношенні 5:1 і залишають на 20 хв. Потім у підігріту до 40-45°C мезгу вносять визначену кількість ферменту і витримують від 3 до 6 год. залежно від сировини, а потім пресують.

Яблука є значною сировиною для виробництва соку, завдяки досить вирівняному цукрово-кислотному індексу. Відношення маси цукру до маси кислоти в 1л яблучного соку коливається в середньому 15:1.

Використанню ферментів рослинного походження в харчовій промисловості останнім часом надається багато уваги. Для збільшення соковіддачі яблук за допомогою солодових ферментів використовували солод ячменю, отриманий при таких умовах: зерно промивали в проточній воді, замочували при температурі 16-17 °C протягом 24 годин і витримували при температурі 20-25 °C. На 4-5-у добу пророщене зерно – солод використовували для отримання соків.

Застосування ферментів є ефективним технологічним прийомом, який приводить до збільшення виходу соку, полегшує його подальше відділення, збільшує швидкість вилучення соку з сировини з метою збільшення соковіддачі і максимального збереження біологічно активних речовин в готовому продукті.

Обробка пектолітичними ферментами сприяє руйнуванню пектинових речовин в клітині плодів, в результаті чого поліпшується виділення соку із м'якоті і збільшується вихід соку.

Ферментні препарати виробляють на спеціалізованих заводах ферментної промисловості при вирощуванні на різних поживних середовищах культури плісеневих грибків.

Готові очищені ферментні препарати мають вигляд сухого порошку і мають високу ферментативну активність, так що для руйнування пектинових речовин у фруктовому сировину досить додати до мезги 0,05-0,1% порошку. Активність неочищених препаратів нижче. Для кращого розподілу ферменту порошок спочатку заливають невеликою кількістю води, ретельно перемішують і додають отриману суспензію до роздробленої плодової маси (мезги), нагрітої до 35-40°C. Мезгу з ферментним препаратом витримують до 1 години. За цей час пектинові речовини руйнуються.

В результаті вихід яблучного соку завдяки ферментній обробці збільшується приблизно на 15-25%.

Результати дослідження

Важливими показниками якості сировини є органолептичні параметри. В ході проведення досліджень ми визначали запах, смак, зовнішній вигляд, колір та консистенцію. Найяскравішим ароматом характеризувалися яблука сорту Голден, про що свідчать результати органолептичної оцінки. Усі сорти яблук мали відмінний зовнішній вигляд та консистенцію. Найвищі бали за показником

забарвлення отримали сорти Голден та Декоста. За смаковими характеристиками найбільш виражений смак був у сорта Голден.

Таким чином найвищий бал у результаті органолептичного аналізу отримали яблука сорту Голден – 4,8, дещо нижчий отримав сорт Декоста 4,5, та найнижчий бал отримав сорт Чемпіон – 4,3.

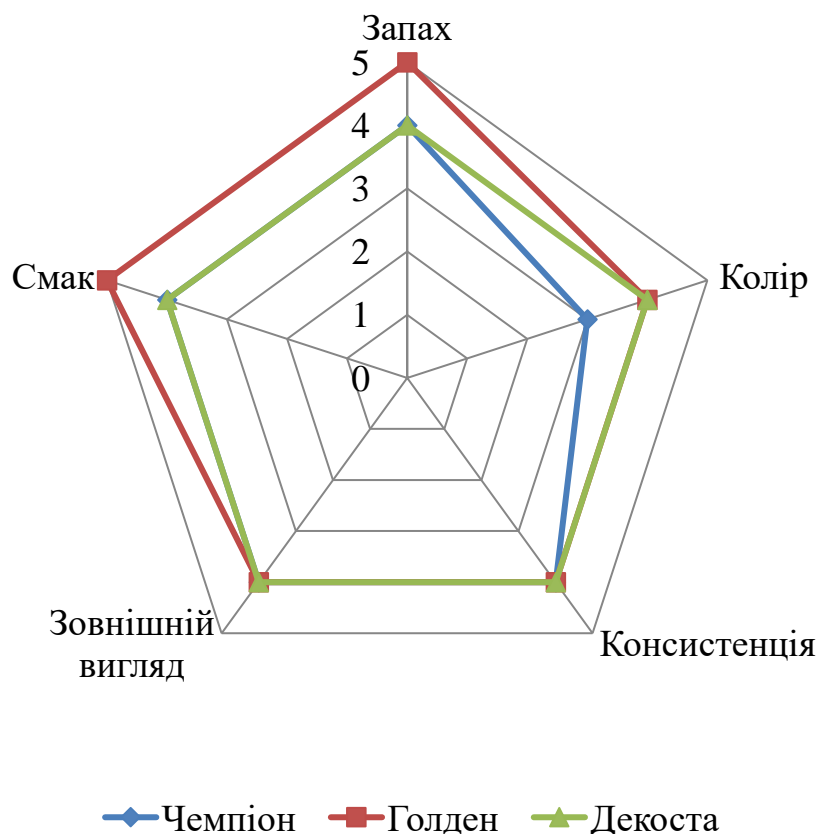


Рисунок 54. Діаграма сировини за органолептичними показниками

Важливим показником якості сировини для її придатності до використання у консервній галузі є масова частка цукру. Найбільший вміст цукру мали яблука сорту Чемпіон – 11,4, а найменший вміст Декоста.

Не менш важливим критерієм відбору є титрована кислотність. За рівнем титрованої кислотності яблука сорту найбільше в сорті Чемпіон - 1,4, найменше Декоста – 1.

Однак показником який визначає смак сировини є цукрово-кислотний індекс. За результатами проведених досліджень ми встановили що найбільшим він був для яблук сорту Декоста.

Титрометричний метод аналізу використовували для визначення вмісту вітаміну С. Дослідження вмісту вітаміну С базується на здатності аскорбінової кислоти до окиснення в дегідроаскорбінову 2,6- дихлорофеноліндофенол, окислюючи аскорбінову кислоту, відновлюється до безбарвної сполуки. Розчин натрієвої солі 2,6- дихлорофеноліндофенолу (реактив Тільманса) в нейтральному і лужному середовищі має синє забарвленням, в кислому середовищі приймає рожеве забарвлення.

Сорт, міра стиглості та умови вирощування впливають на вміст у плодах вітаміну С більшою мірою, ніж на інші складові. Середня кількість аскорбінової кислоти в яблуках, вирощуваних в Степу України, — 9 мг /100 г сирової маси. За результатами нашого дослідження, середній інтервал коливання вмісту вітаміну С (L-аскорбінової кислоти) залежно від помологічного сорту складає 8,5 – 10,5 мг%.

Для виробництва соків більш придатні сорти з високою соковитістю (оптимальним вмістом води, сухих розчинних і екстрактивних речовин), помірною кислотністю, незначною кількістю дубильних речовин та максимальним вмістом біологічно активних речовин (наприклад, заліза).

Активну кислотність визначали потенціометричним способом з використанням приладу рН-метра та індикаторного електроду.

Сухий залишок досліджували з використанням рефрактометричного методу, який базується на вимірюванні показника заломлення світла.

Таблиця 21

Хімічний склад сировини (яблук)

Назва сорту	Масова частка цукрів, %	Титров. кислот.	Цукроки слотний індекс.	рН	Вітамін С	Органо-лептична оцінка(5-б.)
Чемпіон	11,4	1,4	8,14	3,24	9	4,3
Голден	9,9	1,2	8,25	3,1	8,5	4,8
Декоста	8,4	1	8,4	3,54	10,5	4,5

Найкращим сортом для виготовлення концентрованого соку вибрано Голден, тому що його показники мають найкращу органолептичну оцінку та ароматичні властивості.

Встановлено, що з яблук підданих попередній термічній обробці вихід концентрованого соку становить 70% (табл.21) . При проведенні ферментної обробки вихід соку істотно збільшується і становить 85%.

Таблиця 22

Хімічний склад концентрованих яблучних соків без обробки та з ферментною обробкою

Найменування	Концентрований яблучний сік (з попереднім бланшуванням)	Концентрований яблучний сік (з ферментної обробкою)
Вихід соку, %	70	85
Вміст сухих речовин, %	14,8	12,5

Вміст сухих розчинних речовин, % (за рефрактометром,	13,0	11,2
Масова частка сухих речовин, %	66	65
Масова частка цукрів, %	20	19,9
Титрована кислотність у перерахунку на яблучну	1,0	1,0
Цукрово-кислотний індекс	20	19,9
Масова частка осаду, %	1,9	1,7

За показниками хімічного складу зокрема вихід соку, вміст сухих речовин, вміст розчинних сухих речовин, масова частка сухих речовин, масова частка цукрів, титрована кислотність, цукрово-кислотний індекс, масова частка осаду, концентрований яблучний сік отриманий з бланшованих та оброблених ферментними препаратами яблук практично не відрізнявся про що свідчать результати поведених аналізів (табл. 23).

Таблиця 23

Фізико – хімічні показники концентрованого яблучного соку з ферментною обробкою

Найменування показника	Норми для соку	Дослідний зразок соку	Методи аналізу
Вміст титр. кислот. що найбільше	2,0	0,9	По ГОСТ 25555.0
Масова частка цукрів,%	20	19,9	
Вміст осаду,%	0,2	0,2	По ГОСТ 8756.9
Колір, одиниці оптичної щільності	0,4	0,4	-
Зміст пектинових речовин	Не допускається	Не допускається	По ГОСТ 29059
Домішки рослинного походження	Не допускається	Не допускається	По ГОСТ 26323
Сторонні домішки	Не допускається	Не допускається	-
Мінеральні домішки	Не допускається	Не допускається	По ГОСТ 25555.3

Розділ 3.5.4 Удосконалення технології виробництва концентрованого сливового соку замороженого.

Характеристика сортів сливи, включених до експерименту. Волошка - сорт сливи пізнього строку дозрівання української селекції. Отримано сорт в Мліївському НДІ садівництва України ім.Сіміренка Л.П. в 1997 році в результаті схрещування сортів Угорка італійська x Велика синя.Селекціонери: Ільчишин І.І., Шевченко А.М., Ласковий В.Ф.

Сливи сорту Волошка мають великі плоди, масою (50-55г.), овальної форми, вирівняні. Черевний шов глибокий, вузький. Воронка глибока, вузька. Плідоніжка довга, середньої товщини. Шкірочка нерівномірною темно-синього забарвлення з зеленувато-фіолетовими, іноді іржавими плямами і коричневими точками, з сильним восковим нальотом. М'якоть жовто-зелена, щільна, хрящувата, соковита, кисло-солодка, доброго смаку. Кісточка середньої величини, овальної форми, добре відділяється від м'якоті. Універсального використання: вживаються в свіжому вигляді і для приготування високоякісних продуктів технічної переробки: соків, варення, джемів, компотів, сухофруктів, для сушки.

Угорка італійська (Угорка Сочинська, Французький чорнослив) -старінний європейський сорт сливи пізнього строку дозрівання. З'явився сорт на півночі Італії і вже в середині ХХ століття придбав всесвітню популярність. Широко поширений в Україні. Плоди середнього розміру і великі, масою (35-50г.), Неодновимірному, подовжено-овальної форми. Гарний зовнішній вигляд плодів. Шкірочка темно-синя, майже чорна, з дрібними підшкірними крапками, вкрита густим пруїновим нальотом. М'якоть зеленувато-жовта з білими прожилками, у кісточки часто з червоними жилками, щільна, слабволокніста, ароматна, слабо запашна, соковита, солодка з легкою кислинкою, дуже гарного смаку. Кісточка середньої величини, легко відділяється від м'якоті. Плоди універсального призначення. Плоди придатні для приготування високоякісного чорносливу, компоту, соку, варення, джему і вживання в свіжому вигляді.

Стенлей (Stenly) - сорт сливи пізнього строку дозрівання американської селекції. Плоди великі, масою (50г.). Оберненояцеподібні форми, неравнобокi. Верхівка округла, форма підстави витягнута (з шийкою). Воронка середньої глибини. Черевний шов добре виражений, не розтріскується. Шкірочка середньої товщини, пухкої консистенції, відділяється насилу, зелена, покривна забарвлення - темно-фіолетова, майже чорна, суцільна, опушення відсутнє. Підшкірні точки в середній кількості, бурого забарвлення, штрихи відсутні. Восковий наліт густий. М'якоть жовто-зелена, хрящувата, щільна, соковита, ароматна, солодка з невеликою кислинкою, доброго смаку. Кісточка середньої величини, подовжено-овальна, світло-коричнева, добре відділяється від м'якоті.

Основні матеріали досліджень. При вилученні соку мезгу піддають пресуванню, поступово збільшуючи тиск, щоб запобігти потраплянню м'якоті в сік або розриву мішківини. Високій вихід соку зумовлюється ефективною попередньою обробкою сировини. Концентрування соків шляхом випарювання слід проводити таким чином, щоб продукт зазнавав мінімальних змін. Так, суспензії і колоїдної речовини з високою молекулярною масою (пектинові, білкові і дубильні) при випаровуванні осідають на поверхні нагрівання і можуть викликати локальний перегрів і пригорання. Для збереження натуральних властивостей соків випарювання проводять за якомога низьких температур і в

найкоротший термін. Фасують сік сливовий концентрований у полімерну упаковку «Tetra Pak», потім заморожують у скороморозильному апараті за температури мінус $35 \pm 2^\circ\text{C}$ при досягненні температури у центрі продукту мінус $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Зберігають сік у морозильних камерах за температури мінус $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Висновки

1. В результаті досліджень встановлено, що вміст сухих речовини у концентрованому яблучному соку (з попереднім бланшуванням) становить 66%, а з ферментною обробкою 65%, вміст цукру в яблучному концентрованому соку (з попереднім бланшуванням) 20%, а концентрований яблучний сік з ферментною обробкою має 19,9% , вміст титрованих кислот незмінний та дорівнює 1. Доведено, що виробництво концентрованого соку з ферментною обробкою суттєво покращує вихід соку (на 15%) та його органолептичні властивості за показниками – зовнішній вигляд, консистенція, аромат і смак.

2. Запропоновано шляхи удосконалення технології заморожування сливового соку концентрованого із максимальним збереженням вихідних властивостей сировини. В результаті досліджень встановлено, що за фізико-хімічними показниками сік після заморожування та 9 місяців низькотемпературного зберігання зберіг свої корисні властивості на 83-93%, в порівнянні з свіжим соком. Тому отримані дані підтверджують, що заморожування та зберігання за низьких температур максимально зберігає харчову та біологічну цінність продукту.

3. Розроблено рецептуру і технологію соку «Мелітопольський сливовий з виноградним вином та родзинками». До рецептури входять: плоди сливи сорту Стенлей, сік яблучний, виноградне вино, родзинки, цукор буряковий, кислота лимонна у певному співвідношенні. Доведено, що отриманий новий продукт володіє високими споживчими властивостями та підвищеною біологічною цінністю.

Розділ 3.5.5 Удосконалення технології виробництва плодкових компотів з високими якісними показниками та біологічною цінністю

Вибір теми наукових досліджень обумовлюється такими факторами: високий попит на консерви оздоровчого, функціонального та дитячого харчування; збереженість у компотах високого вмісту вітамінів, мікроелементів, харчових волокон; збереженість кольору світлозabarвлених консервів та добрих органолептичних показників.

Розробка рецептури консервів «Компот айвовий» з попередньою обробкою плодів айви бланшуванням та додаванням 2% аскорбінової кислоти здійснювалася на основі експериментальних досліджень та за допомогою математичного моделювання. Завдяки бланшуванню краще зберігся колір у шматочків айви; нейтралізовано мікроорганізми та ензими, які є в плодах тому, що термічна обробка допомагає відтермінувати або, в деяких випадках, запобігти процесу псування; а також досягли розм'якшення структури м'якоті айви перед консервацією та збереження корисних речовин. Оскільки при варці та зберіганні компотів шматочки айви можуть темніти та втрачати вітамін С, було прийнято рішення додаткове збагачення компотів аскорбіновою кислотою.

Результати визначення органолептичних та фізико-хімічних показників дослідних зразків компотів занесені в таблицю 24.

Таблиця 24

Показники якості зразків компоту айвового

Показники	Контроль (компот айвовий)	Компот айвовий з попереднім бланшуванням айви	Компот айвовий з попереднім бланшуванням айви та додаванням 2% аскорбінової кислоти
Сухі розчинні речовини (за рефрактометром), %	12	13	16,5
Цукри (редукуючі+сахароза), %	4,77	9,36	9,68
Титровані кислоти, мг/100 г	0,13	0,16	0,23
Вітамін С, мг/100 г	4,4	5,5	6,5
Дегустаційна оцінка, бали	4	4,8	5

У компотах з айви з додаванням аскорбінової кислоти титрована кислотність зросла у 1,8 разів, вміст вітаміну С підвищився з 4,4 до 5,5-6,5 мг\100 г. Вищий вміст вітаміну С у компотах 2 та 3 зразка порівняно з контрольним зразком пояснюється попередньою обробкою айви, внесенням аскорбінової кислоти, що сприяють збільшенню вмісту БАР, підвищенням антиоксидантної активності та більш низькими режимами стерилізування. Крім того, має місце підвищення вмісту сухих розчинних речовин з 12% до 13-16,5%, та, зокрема, сахарози у плодах (порівняно зі значеннями у контрольному зразку) за рахунок дифузії сахарози з сиропу.

Виготовлений компот з попереднім бланшуванням айви та додаванням аскорбінової кислоти, характеризується також відмінною органолептичною оцінкою якості – 5 балів.

Отже, попередня обробка плодів айви бланшуванням та додавання 2% аскорбінової кислоти поліпшує органолептичні та фізико-хімічні показники продукту у порівнянні з контрольним зразком, про що свідчать результати дегустаційної та експериментальної оцінки компотів.

Список публікацій за темою 3.5

1. Григоренко О.В. Методологія дослідження реологічних характеристик кондитерських мас // Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК півдня України» за підсумками наукових досліджень у 2014 р.: матер. конф. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015.

2. Байберова С.С. Науково-дослідна робота студентів – невід’ємна складова освітнього процесу у ВНЗ / С.С. Байберова, О.В. Григоренко // Збірник науково-методичних праць ТДАТУ. – 2015.

3. Григоренко О.В. Фізико-хімічні показники та реологічні властивості яблучного пюре різних сортів та методів обробки / О.В. Григоренко, С.С. Байберова, Г.В. Антонова // Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: Міжнародна науково-практична конференція, 8-11 вересня 2015 р.: [тези]/ редкол.: Кюрчев В.М., Черевко О.І. [та ін.]. – Харків: ХДУХТ, 2015. – С. 241-243.

4. Богдан Д. Реологічні та структурно-механічні властивості сировини, напівфабрикатів і готових кондитерських виробів / Д. Богдан, О.В. Григоренко // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2014 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

5. Мовчан Є. Класифікація методів і засобів визначення реологічних та структурно-механічних характеристик кондитерських мас / Є. Мовчан, О.В. Григоренко // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2014 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

6. Генцицький М. Екологічний вплив використання суперабсорбентів у сільськогосподарському виробництві / М. Генцицький, О.В. Григоренко // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2014 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Випуск 2. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

7. Татарінцева А. Шляхи вирішення проблеми утилізації твердих побутових відходів / А. Татарінцева, О.В. Григоренко // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2014 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Випуск 2. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

8. Тельчарова А. Використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні / А. Тельчарова, О.В. Григоренко // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2014 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Випуск 2. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

9. Григоренко О.В. Підвищення ефективності процесу сушіння плодів з використанням абсорбційної сушарки // Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК півдня України» за підсумками наукових досліджень у 2015 р.: матер. конф. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016.

10. Стручаев Н.И. Абсорбционная сушилка для сочных растительных продуктов / Н.И. Стручаев, Е.В. Григоренко, Н.П. Загорко // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти: збірник наукових праць. – Вип. 4. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. – С. 248-260.

11. Вовченко А. Аналіз сучасних технологій виробництва фруктових соків / А. Вовченко, О.В. Григоренко // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2015 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

12. Кравченко А. Аналіз асортименту та особливості виробництва овочевих соків / А. Кравченко, О.В. Григоренко // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2015 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

13. Фенагеева Д. Сучасні способи виробництва квашеної капусти / Д. Фенагеева, О.В. Григоренко // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2015 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

14. Богдан Д. Технологія виробництва плодово-ягідного мармеладу з підвищеною біологічною цінністю / Д. Богдан // Збірник творчих робіт з конкурсу «Найкращий зі спеціальності» (Агрономія, Харчові технології та інженерія, Маркетинг). – Мелітополь, ТДАТУ, 2016. – С. 75-89.

15. Мовчан Є. Використання безвідходних технологій при переробці яблук / Є. Мовчан // Збірник творчих робіт з конкурсу «Найкращий зі спеціальності» (Агрономія, Харчові технології та інженерія, Маркетинг). – Мелітополь, ТДАТУ, 2016. – С. 90-116.

16. Григоренко О.В. Удосконалення технології виробництва соку яблучного натурального прямого віджиму: Праці Таврійського державного агротехнологічного університету / Григоренко О.В., Мовчан Є.І. – Вип. 17. Т 1. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – С. 172-177.

17. Григоренко О.В. Обґрунтування напрямів удосконалення технології виробництва натурального соку прямого віджиму: тези доповіді міжнародній науковій конференції в Wyższa Szkoła Biznesu - National-Louis University (м. Новий Сонч, Польща) 19-23 червня 2017 р. – 2017. – С. 66-67.

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

19. Патент на корисну модель: МПК (2017.01) F26B 9/00 Україна. Абсорбційна сушарка / Стручаєв М.І., Постол Ю.О., Шуляк Н.О., Григоренко О.В. – № u 2017 06646, замовл. 27.06.17, опубл. 09.10.17.

20. Вовченко А.А. Аналіз сучасних технологій виробництва желейних та пастильно – мармеладних виробів / А.А. Вовченко, О.В. Григоренко // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та

магістрантів за підсумками наукових досліджень 2016 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

21. Фенагеева Д.К. Інноваційні технологічні підходи при зберіганні плодів яблук у розвинених країнах Європи / Д.К. Фенагеева, О.В. Григоренко // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2016 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

22. Мовчан Є.І. Удосконалення технології виробництва соку яблучного натурального прямого віджиму / Є.І. Мовчан, О.В. Григоренко // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2016 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

23. Гарабажій К.А. Дослідження показників якості соку яблучного натурального у відповідності до вимог стандартів / К.А. Гарабажій, О.В. Григоренко // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2016 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

24. Масловська А.С. Використання нетрадиційних видів сировини та Інноваційних інгредієнтів у технології плодово-ягідних джемів / А.С. Масловська, О.В. Григоренко // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2016 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

25. Чекмак А.П. Аналіз прогресивних технологій зберігання та переробки картоплі в Україні та Європі / А.П. Чекмак, О.В. Григоренко // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2016 року «Інноваційні агротехнології». – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Режим доступу: <http://rmus.tsatu.edu.ua/konf-tsatu/iat.html>.

26. Григоренко О.В. Удосконалення технології варених ковбас з використанням горохової пасти / Григоренко О.В., Важенкова В.К. // Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції рослинництва: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Мелітополь-Кирилівка: ТДАТУ. – 2018. – С. 40-41.

27. Palamarchuk I. Optimization of the parameters for the process of grain cooling/ Igor Palamarchuk, Sergey Kiurchev, Valentyna Verkholtantseva, Nadiia Palianychka, Olena Hryhorenko// V Międzynarodowa Konferencja ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII techniki, technologie, innowacje 20-22 czerwca 2018 r. – Krynica-Zdrój. „RENEWABLE ENERGY SOURCES: engineering, technology, innovation” June 20-22. – Krynica (Poland), 2018. – P. 91.

28. Osokina N., Liubych V., Novak L., Pushkarova-Bezdil T., Priss O., Verkholtantseva V., Hryhorenko O., Pusik V., Pusik L. Elucidation of the mechanism that forms breadbaking properties of the spelt grain Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 2/11(92). P. 39-47.

29. Osokina N., Liubych V., Novak L., Pushkarova-Bezdil T., Priss O., Verkholtantseva V., Hryhorenko O., Pusik V., Pusik L. Analysis of bakery properties of grain of new varieties and lines of wheat spelts. *EUREKA: Life Sciences*, (2), 2018. P. 41-46.

30. Карнаушенко В.В. Удосконалення технології виробництва сливового соку замороженого / В.В. Карнаушенко, О.В. Григоренко // Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ (присвячується 80-річчю Запорізької області). Факультет агротехнологій та екології: всеукраїнська науково-технічна конференція, збірник тез доповідей. м. Мелітополь, 19-23 листопада 2018 року. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – С. 17.

31. Нестеренко Д. Г. Збагачення вишневих джемів піктиновмісним плодовим пюре / Д. Г. Нестеренко, О.В. Григоренко // Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ (присвячується 80-річчю Запорізької області). Факультет агротехнологій та екології: всеукраїнська науково-технічна конференція, збірник тез доповідей. м. Мелітополь, 19-23 листопада 2018 року. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – С. 20.

32. Гарабажій К. А. Аналіз технологій виробництва концентрованого яблучного соку / К. А. Гарабажій, О.В. Григоренко // Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ (присвячується 80-річчю Запорізької області). Факультет агротехнологій та екології: всеукраїнська науково-технічна конференція, збірник тез доповідей. м. Мелітополь, 19-23 листопада 2018 року. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – С. 15.

33. Важенкова В.К. Застосування білоквмісних добавок з гороху у технології варених ковбас / В.К. Важенкова, О.В. Григоренко // Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ (присвячується 80-річчю Запорізької області). Факультет агротехнологій та екології: всеукраїнська науково-технічна конференція, збірник тез доповідей. м. Мелітополь, 19-23 листопада 2018 року. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – С. 14.

34. Корж Г. А. Підвищення якості двошарового мармеладу з використанням крохмальних сиропів / Г.А. Корж, О.В. Григоренко // Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ (присвячується 80-річчю Запорізької області). Факультет агротехнологій та екології: всеукраїнська науково-технічна конференція, збірник тез доповідей. м. Мелітополь, 19-23 листопада 2018 року. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – С. 19.

35. Nina Osokina, Hennadii Tkachenko, Yana Yevchuk, Olena Hryhorenko. Use of Alternative Types of Fuel for Grain Drying. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer, Cham. 2019. P. 763-768.

36. Olena Yereemeva, Yevgen Kharchenko, Hennadii Tkachenko, Iryna Shapoval, Olena Hryhorenko. Investigation of the Grinding Mode of Enriched Wheat Products to the Rolling Mill 1-Grinding System of the Milling Mill of Wheat Grinding.

Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham. 2019. P. 807-814.

37. Патент на корисну модель: Пат. МПК 131500 Україна. Спосіб отримання замороженого фасованого сливового соку/ С.М. Стручасєв, О.В. Григоренко, В.В. Карнаушенко. Опубл. 25.01.2019, Бюл. №2.

38. Григоренко О.В. Збереженість біологічної цінності компонентів заморожених ягідних сумішей за тривалого низькотемпературного зберігання / Григоренко О.В., Загорко Н.П. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – Вип. 19, т. 1. – С. 164-169.

39. Григоренко О.В. Розширення асортименту та поліпшення якості хлібобулочних виробів з тритикале / Григоренко О.В. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – Вип. 19, т. 3. – С. 268-273.

40. Sylwester Tabor, Aleksandr Lezhenkin, Serhii Halko, Aleksandr Miroshnyk, Stepan Kovalyshyn, Aleksandr Vershkov, Olena Hryhorenko. [Mathematical simulation of separating work tool technological process](#). *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, XXII International Scientific Conference POLSITA 2019 “Progress of mechanical engineering supported by information technology”, V.132. 01025 (2019). 10 p.

41. Карнаушенко В.В. Збереженість корисних властивостей сировини при виробництві сливового соку замороженого / В.В. Карнаушенко, науковий керівник – Григоренко О.В. Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної дробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Херсон, 14-15 березня 2019 р. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2019. – С.62-63.

42. Карнаушенко В.В. Прогресивний спосіб консервування плодоовочевих соків за низьких температур / В.В. Карнаушенко, О.В. Григоренко // Матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ імені Дмитра Моторного 11-22 листопада 2019 р. Факультет агротехнологій та екології. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – С. 14.

43. Гарабажій К. А. Вплив ферментної обробки на вихід яблучного соку концентрованого соку / К. А. Гарабажій, О.В. Григоренко // Матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ імені Дмитра Моторного 11-22 листопада 2019 р. Факультет агротехнологій та екології. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – С. 12.

44. Igor Palamarchuk, Sergey Kiurchev, Valentyna Verkholtantseva, Nadiia Palianychka, Olena Hryhorenko. [Optimization of the Parameters for the Process of Grain Cooling](#). *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation*. Springer, Cham. 2020. P. 981-988.

45. Григоренко О.В., Петрич Т.Л. Інноваційна технологія виробництва крафтового зефіру з обліпихою та імбиром. Innovative development of hotel and restaurant industry and food production: proceedings of I International scientific and practical Internet conference. Prague, Oktan-Print s.r.o., 2020, P.34-36. The publication

is assigned with a DOI number: <https://doi.org/10.46489/OKPR-01.https://www.oktanprint.cz/p/congress-proceedings-student-section/>

46. Сердюк М. Є., Григоренко О. В., Сухаренко О. І., Коляденко В. В. Зміни функціональних властивостей фруктової та ягідної сировини протягом криогенного зберігання. *Вісник НТУ «ХП»*, Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. Харків: НТУ «ХП». 2020. № 2. С. 126-132.

47. Задорожна Я.С., Григоренко О.В. Технологія плодів компотів функціонального призначення. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ імені Дмитра Моторного 01-18 листопада 2020 р. Факультет агротехнологій та екології. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 73.

48. Хмура Ю.Ю., Григоренко О.В. Виробництво хлібобулочних виробів із цілнозернового борошна. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ імені Дмитра Моторного 01-18 листопада 2020 р. Факультет агротехнологій та екології. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 74.

49. Гейман Ю.Є., Григоренко О.В. Технологія йогуртів з добавками для лікувально-дієтичного та оздоровчого харчування. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ імені Дмитра Моторного 01-18 листопада 2020 р. Факультет агротехнологій та екології. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 75.

50. Бородіна М.С., Григоренко О.В. Інноваційна технологія квашення перцю солодкого. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ імені Дмитра Моторного 01-18 листопада 2020 р. Факультет агротехнологій та екології. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 76.

51. Важенкова В.К., Григоренко О.В. Удосконалення технології варених ковбас з білковмісними наповнювачами. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ імені Дмитра Моторного 01-18 листопада 2020 р. Факультет агротехнологій та екології. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 77.

52. Ємельянов Д.О., Григоренко О.В. Розробка технології картопляних харчоконцентратів. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ імені Дмитра Моторного 01-18 листопада 2020 р. Факультет агротехнологій та екології. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 78.

53. Бондаренко Д.О., Григоренко О.В. Історія виникнення коктейлів сімейства сауер і їх місце у сучасній барній справі. Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р.: [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 244-246.

54. Мелкумова Д.А., Григоренко О.В. Етнічна вірменська кухня в умовах карантину. Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р.: [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 277-280.

55. Бондаренко Д.О. Варіації коктейльного аперитиву на основі джину “negroni” та коктейлю “margarita” на основі текили. Сучасні інноваційні технології у сфері готельно-ресторанного господарства: матеріали III Студентської наукової Інтернет-конференції, 17 червня 2020 р. Чернівці. С. 9-12.

Розділ 3.6. Обґрунтування параметрів і режимів технології вакуумного охолодження плодів, овочів і ягід

Керівник теми
Відповідальні виконавці

О. П.Прісс
О. П. Ломейко

Мета досліджень

Метою дослідження є розробка і обґрунтування режимів вакуумного охолодження і зберігання плодів черешні, які б забезпечували подовження термінів короткострокового зберігання плодів з високою якістю.

Для досягнення цієї мети поставлено наступні завдання:

- провести теоретичні дослідження процесу вакуумного охолодження плодів черешні;
- дослідити вплив вакуумного охолодження на тривалість зберігання та якість плодів черешні;
- дослідити вплив різних факторів охолодження на якість плодів черешні;
- експериментально визначити і обґрунтувати раціональні режими охолодження і зберігання плодів черешні;
- провести виробничі випробування вакуумного охолодження плодів черешні та їх подальшого короткострокового зберігання.

Об'єкт дослідження

Технологічний процес вакуумного охолодження плодів черешні.

Предмет дослідження

Зміни товарних, фізіологічних та хімічних характеристик плодів при зберіганні з використанням вакуумного охолодження.

Матеріали і методи досліджень

Для проведення експериментальних досліджень відбиралися районовані сорти черешні пізнього строку досягання: Крупноплідна, Мелітопольська Чорна, Удівительна, що внесені в державний реєстр сортів України. Товарну обробку плодів черешні проводили вибираючи цілі, міцні, чисті та не уражені плоди 1 товарного сорту, згідно з вимогами ГСТУ 01.1-37-162:2004.

Свіжозібрані плоди черешні доставлялися до експериментальної лабораторії щоранку. Температура плодів черешні в цей час складала 25°C. Зважування плодів перед та після процесу охолодження проводилося за допомогою електронних ваг з точністю $\pm 0,01$ г.

Експериментальні дослідження з охолодження плодів черешні проводили у установці для вакуумного охолодження рослинної сировини. Для зберігання використовувалась холодильна камера КХР-6 при температурі 0–7°C.

В процесі випробувань продукт завантажувався у вакуумну камеру, закриваються дверці, запускається вакуум-насос (спочатку другий каскад) і включається охолодження. Вільна вода починає випаровуватися, коли рівень вакууму доводиться до температури кипіння води при початковій температурі, відповідній початковій температурі продукту.

Після охолодження продукту до заданої температури вакуум-насос відключається, вакуум заповнюється. За допомогою гарячого повітря або води з охолоджуючих змішувачів віддаляється іній. Після зливу з камери тала вода з повітрям готова для наступної партії продукту.

Під час проведення випробувань змінними параметрами були:

1. тиск (величина вакууму в камері), Па;
2. температура повітря в камері, С;
3. тривалість охолодження продукту, хв.

Для проведення випробувань процесу вакуумного охолодження плодів черешні на основі існуючих аналогів іноземного виробництва та літературних джерел було вдосконалено установку для вакуумного охолодження рослинної сировини, яка дозволяє в широких межах змінювати і автоматично підтримувати температуру та тиск всередині камери. Конструкція установки для вакуумного охолодження рослинної сировини дозволяє підтримувати необхідну температуру у камері (0–7 °С) та тиск, який можна встановлювати в діапазоні від 101 325 Па (атмосферний тиск) до 1 325Па.

Оцінка впливу режиму вакуумного охолодження на процес охолодження та якість продукції було визначено за такими параметрами:

1. вміст вітаміну С, мг/100г;
2. вміст цукрів, %;
3. інтенсивність дихання, CO₂/кг год;
4. загальна кислотність, %;
5. втрата маси, %;
6. оцінка товарної якості плодів черешні, %;

Всі заміри робляться у трьохкратній повторності для кожного досліду.

За контроль приймали плоди, що не піддавалися вакуумному охолодженню.

Визначення показників виконували за стандартними методиками.

Відбір і підготовка проб до аналізів проводилися згідно з методичними рекомендаціями зі зберігання та переробки продукції рослинництва.

Залежність використання різних режимів вакуумного охолодження плодів черешні від зміни товарних якостей, біохімічного складу та фізіологічного стану плодів при короткостроковому зберіганні вивчалася на основі:

- товарного аналізу відповідно до методичних рекомендацій по зберіганню плодів, овочів і винограду;
- природної втрати маси відповідно до методичних рекомендацій по зберіганню плодів, овочів і винограду.

Втрата маси G , % розраховувалась за формулою:

$$G = \frac{G_n - G_i}{G_n} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де G_n - початкова маса плодів черешні, кг;

G_i – маса плодів черешні на момент лабораторного аналізу, кг.

При дослідженні втрати маси плодів черешні в процесі вакуумного охолодження застосовувалися різні методи:

1. традиційне вакуумне охолодження;

2. охолодження з розпилюванням води та покриттям поліетиленовою плівкою перед вакуумним охолодженням;
3. вакуумне охолодження з внесенням до вакуумної камери піддонів з водою.

Математичну обробку результатів досліджень проводили за Б.А. Доспеховим і комп'ютерною програмою Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

За результатами досліджень у 2016-2020 роках було визначено, що період охолодження плодів черешні з температури 25°C до точки, коли температура продукту досягає 2°C складає 40 хв при тиску у вакуумній камері 29кПа. Випробування було зупинено у цій точці, тому що подальше зниження тиску та збільшення періоду охолодження призводить до замерзання продукту та, як наслідок, зниження його ринкової вартості.

Результати експериментальних випробувань представлені на графіках (Рис. 1,2,3).

Аналіз приведених графіків показує, що час вакуумного охолодження від температури 25°C до 2°C становить 40 хвилин. Крім того, охолодження як на поверхні, так і всередині плодів черешні відбувається рівномірно протягом усього процесу охолодження.

При знятті плодів зі зберігання фіксувалася їх втрата маси:

- черешні сорту Мелітопольська чорна: без додавання води 1,84%, з додаванням води – 0,88%, з додаванням води та покриттям поліетиленовою плівкою – 0,63%;
- сорту Крупноплідна відповідно: 1,98%, 1,23%,0,96%;
- сорту Удівительна: 2,16%,1,64%,1,23%.

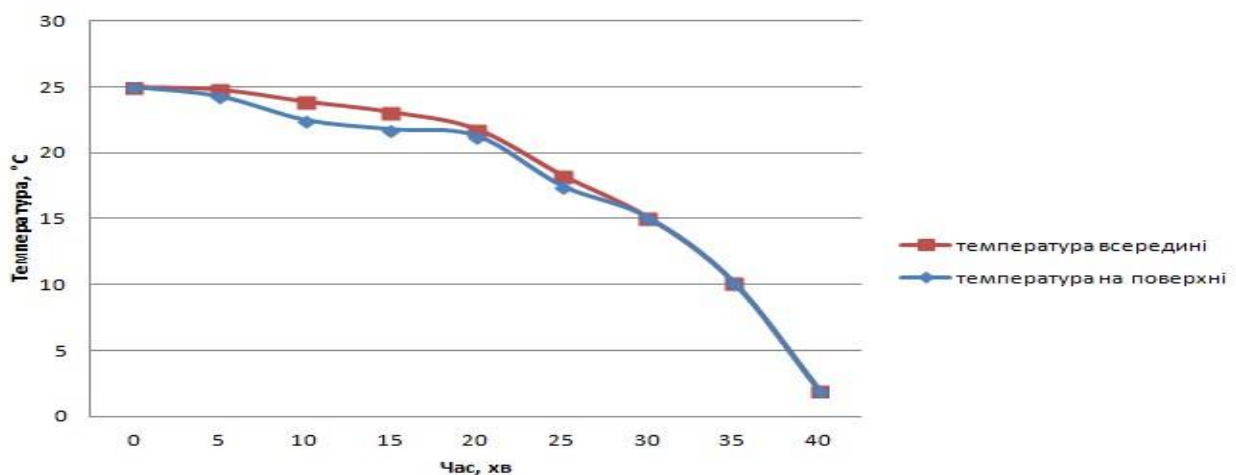


Рис.55. Зміна температури при вакуумному охолодженні плодів черешні сорту Мелітопольська чорна

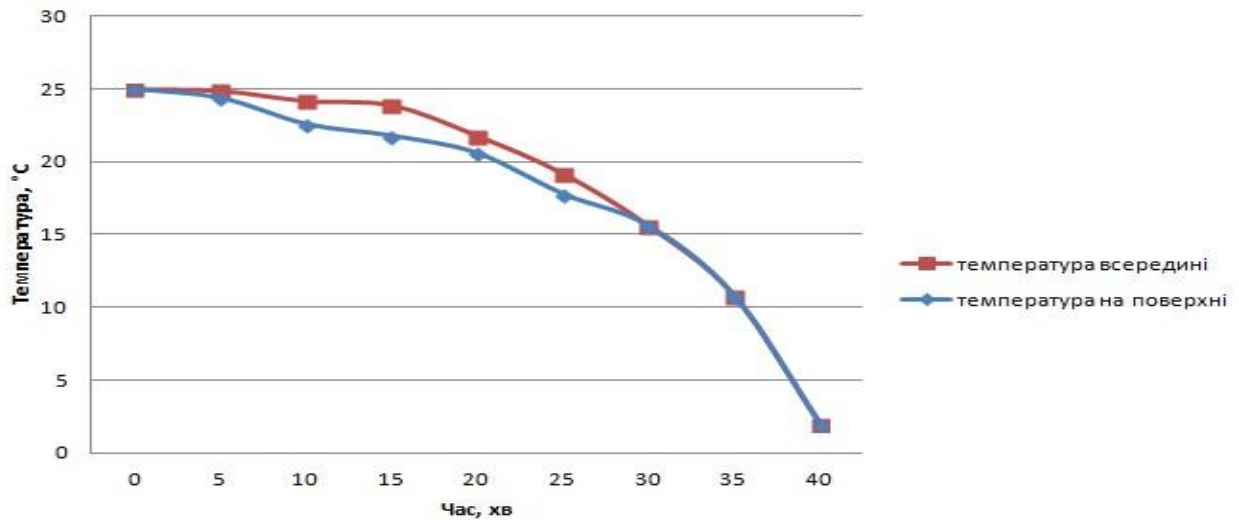


Рис.56 Зміна температури при вакуумному охолодженні плодів черешні сорту Крупноплідна

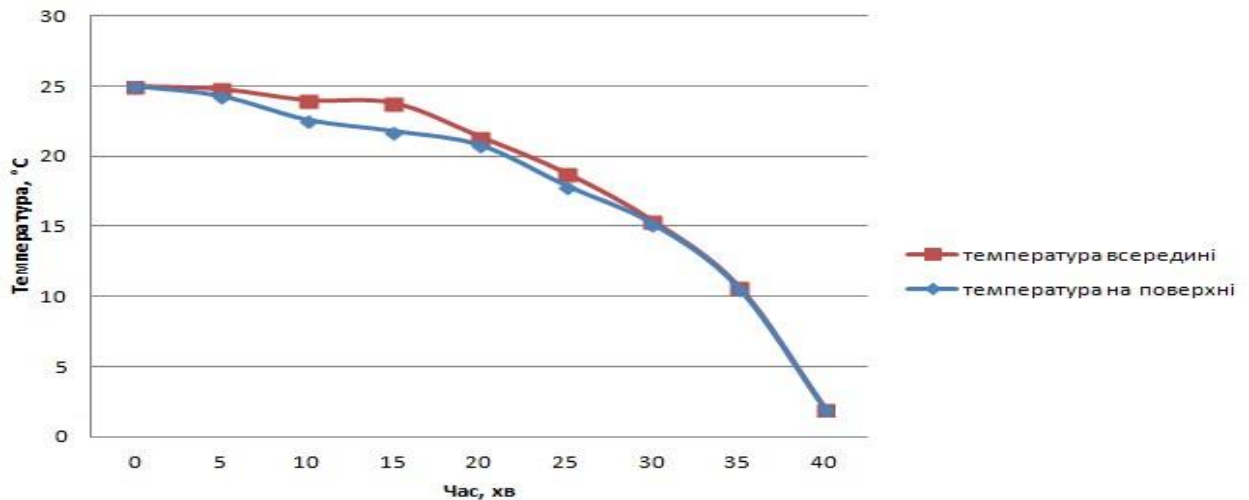
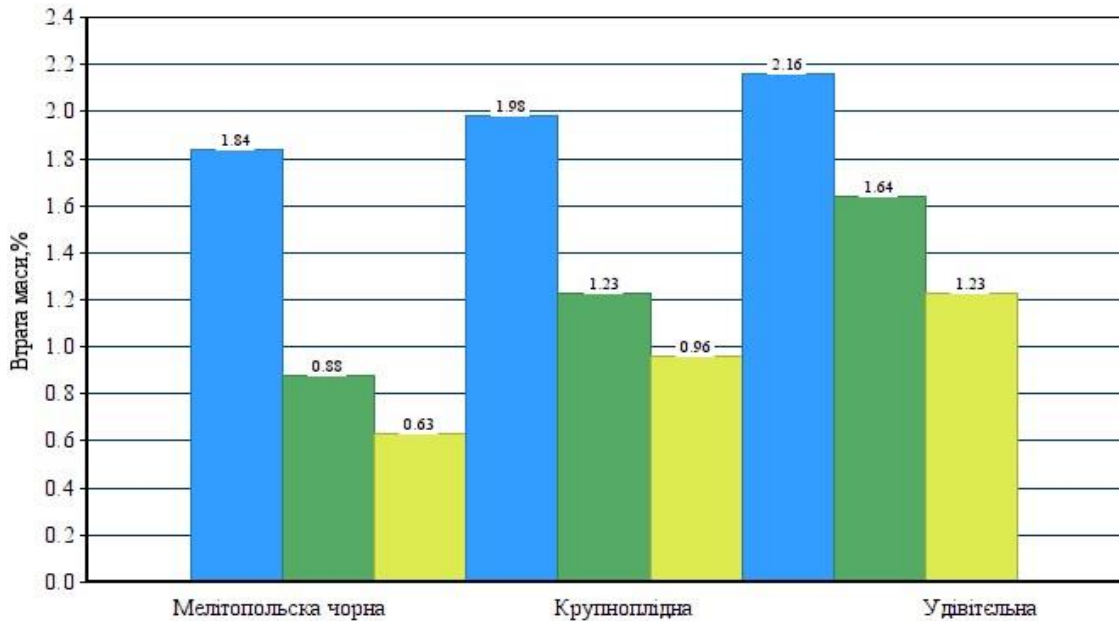


Рис.57. Зміна температури при вакуумному охолодженні плодів черешні сорту Удівительна

Аналіз результатів даного експерименту на рис. 4 показує, що найвище значення втрати маси становить при звичайному вакуумному охолодженні без додавання води. Ці значення становлять для плодів черешні Мелітопольська чорна, Крупноплідна та Удівительна 1,84; 1,98; 2,16% відповідно.

У той же час, ми бачимо, що значення втрати маси зменшується, коли продукт піддається вакуумному охолодженню при достатньому зволоженні. Значення втрати маси при додаванні води становлять 0,88% для плодів черешні сорту Мелітопольська чорна, 1,23% для сорту Крупноплідна, 1,64% для сорту Удівительна.

Найнижчі значення втрати маси становлять при розприскуванні води та покритті плодів черешні поліетиленовою плівкою: 0,63%; 0,96%; 1,23% відповідно для сортів Мелітопольська чорна, Крупноплідна, Удівительна.



- - втрата маси при звичайному вакуумному охолодженні, %;
- - втрата маси при вакуумному охолодженні з додаванням води, %;
- - втрата маси при вакуумному охолодженні з додаванням води та покриттям поліетиленовою плівкою, %.

Рис. 58. Втрата маси при вакуумному охолодженні плодів черешні

При аналізі фізичних характеристик плодів черешні, охолодженої вакуумним способом, бачимо, що найнижче значення втрати маси зафіксовано для плодів черешні сорту Мелітопольська чорна (0,63%), питомий об'єм яких також найнижчий (0,78 г/см³). Для сорту Крупноплідна значення втрати маси та питомого об'єму 0,96 % і 0,83 г/см³, а для сорту Удівительна 1,23% і 0,91 г/см³.

Таким чином, можна зробити висновок, що існує лінійна залежність між питомим об'ємом продукту та втратою маси.

З метою розширення терміну зберігання у виробничих умовах при збереженні якості плодів черешні було проведено вивчення закономірностей динаміки біохімічних речовин і органолептичних властивостей плодів черешні при вакуумному охолодженні та зберіганні.

На рис. 2 наведено порівняльні дані параметрів та режимів звичайного холодильного зберігання (контрольного способу) та холодильного зберігання з попереднім вакуумним охолодженням плодів черешні.

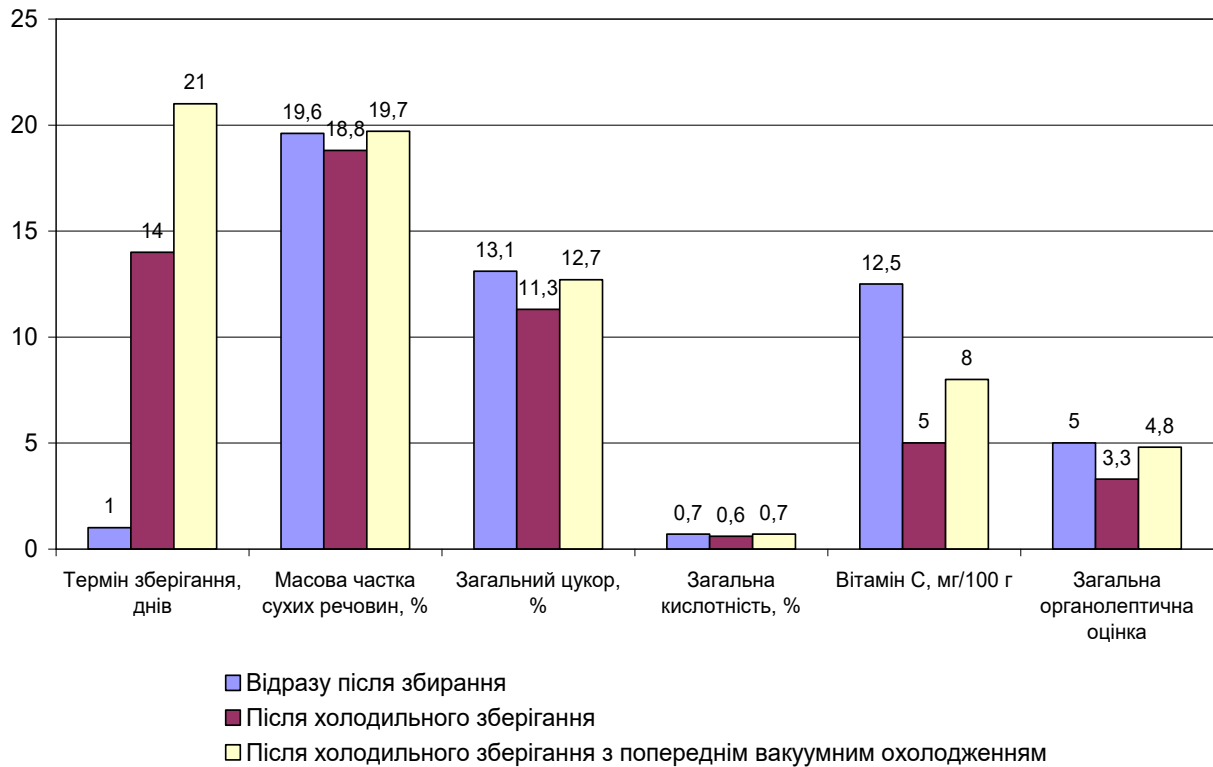


Рис. 59. Фізико-хімічні показники якості плодів черешні.

Висновки

1. Теоретично обґрунтовано та експериментально доведено ефективність вакуумного охолодження плодів черешні, що подовжує термін їх подальшого короткострокового зберігання.
2. Час вакуумного охолодження плодів черешні сортів Мелітопольська чорна, Крупноплідна та Удівительна від температури 25°C до 2°C складає близько 40 хв.
3. Охолодження вакуумним способом плодів черешні як на поверхні, так і всередині плодів відбувається рівномірно.
4. Зниження тиску у вакуумній камері з атмосферного до робочого відбувається за 5 хвилин. Точка спалаху в процесі вакуумного охолодження відбувається при значенні тиску 29 кПа. Подальше зниження тиску призводить до замерзання плодів.
5. Встановлено лінійну залежність між питомим об'ємом плодів черешні та втратою маси. Чим нижче питомий об'єм плодів черешні, тим нижче значення втрати маси, та навпаки.
6. В процесі вакуумного охолодження плодів черешні визначено максимальні показники втрати маси плодів черешні різних сортів: Мелітопольська чорна - 1,8%, Крупноплідна - 1,9%, Удівительна - 2,2%.
7. Доведено, що найнижчі значення втрати маси становлять при попередньому розпилюванні води на поверхню плодів черешні та покритті їх перед вакуумним охолодженням поліетиленовою плівкою: Мелітопольська чорна - 0,6%, Крупноплідна - 1,1%, Удівительна - 1,2%.

8. На підставі проведених виробничих випробувань, можна зробити висновок, що вакуумне охолодження є швидким та ефективним методом для охолодження плодів черешні у порівнянні зі звичайним холодильним охолодженням. Вакуумне охолодження плодів черешні дозволяє збільшити термін їх короткострокового зберігання до 21 діб.

Список публікацій за розділом 3.6

1. Ломейко О.П., Арестов А.Ю. Обґрунтування досліджень вакуумного охолоджувача рослинної сировини: Новый научно-производственный журнал "Пищевая наука и технология - 2010". Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2010.
2. Ломейко О.П., Арестов А.Ю. Обґрунтування необхідності використання вакуумного охолодження рослинної сировини: Всеукраїнська науково-практична конференція "Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торгівлі". Харків: ХДУХТ, 2010.
3. Ломейко О.П., Арестов А.Ю. Вплив режимів вакуумного охолодження на збереженість та якість плодів черешні: Журнал "Холодильная техника и технология". Одеса: ОГАХ, 2010.
4. Ломейко О.П., Арестов А.Ю. Вплив режимів вакуумного охолодження на збереженість та якість плодів черешні: Наукові праці. Випуск 39. Том 1. Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2011. с. 187-190.
5. Ломейко О.П., Арестов А.Ю. Вплив режимів вакуумного охолодження на збереженість та якість плодів черешні. Международная научно-техническая конференция "Современные проблемы холодильной техники и технологии" Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2011. с 120-122.
6. Ломейко О.П., Арестов А.Ю. Вплив режимів вакуумного охолодження збереженість та якість плодів черешні: Журнал "Харчова наука і технологія". Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2011.
7. Ломейко О. П. Теоретичне дослідження технології вакуумного охолодження при зберіганні продукції рослинництва / О. П. Ломейко, Л. В. Єфіменко. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2015. – №15. – С. 56–65.
8. Ломейко О.П. Efficiency of preliminary cooling of berries/Ломейко О.П. Кулінченко В.Р. //8 th Central European Congress on Food, Kyiv, 2016
9. Ломейко О. П. Використання методу вакуумного охолодження для попереднього охолодження плодів черешні / О. П. Ломейко, Л. В. Єфіменко. // Актуальні проблеми енергетики та екології. – 2016. – С. 276–279.
10. Ломейко О. П. Використання вакуумного охолодження при зберіганні плодів черешні /О.П. Ломейко, Л.В. Єфіменко // Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. -Кропивницький, 2017.-С.101-103.
11. Lomeiko O., Yefimenko L., Tarasenko V. Vacuum Cooling Technology for Pre-Cooling of Cherry Fruits / Modern Development Paths of Agricultural Production // Trends and Innovations. – 2019. – С. 281-288.

Тема 3.7 Обґрунтування існуючих та розробка нових технологій виробництва та переробки їстівних та лікарських грибів

Керівник теми

Бандура І. І.

Виконавці:

Кулик А. С.

3.7.1 Аналіз біологічної ефективності та факторів якості грибів роду глива (*Pleurotus* (Fr.) P. Kumm) як моделі ефективного культивування ксилотрофів з високою функціональною цінністю.

Мета досліджень

Провести морфологічну та органолептичну оцінку штамів гливи для підбору сортименту високопродуктивних і цінних за споживчими властивостями культиварів для зимового і літнього культивування та придатності до реалізації у свіжому або переробленому вигляді.

Матеріали та методика досліджень

Аналізували дані, отримані у результаті лабораторних і виробничих досліджень з 2011 по 2019 рік включно, які проводили у лабораторії ТДАТУ та на підприємствах ФОП Севастьянович і ТОВ НВП «Грибний лікар» (с. Садове Мелітопольського району Запорізької області).

Досліджували 2 групи штамів: з низькотемпературним оптимумом плодоношення (12–16 °С – група А) і високотемпературним (19–24 °С – група В). До першої групи віднесли штами 2301, Z, 2316, до другої – 2314, 2456 і 431 [4, 5]. Культури штамів було отримано з Колекції культур шапинкових грибів (ІВК) Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України.

Субстрат для вирощування гливи готували методом аеробної ферментації у високому шарі (АФВШ) [6, 7]. Використовували рослинну сировину в таких пропорціях: солома ячменю подрібнена (40–60 мм) – 30–50%; лушпиння соняшника – 45–55%; сіно люцерни – 4–9%; кукурудзяне борошно – 1%. Зміну рецептури проводили на основі біохімічного аналізу сировинних матеріалів, склад яких залежав від агротехнологічних умов їх отримання. Основним фактором для коригування формули субстрату був показник загального азоту, який розраховували на рівень 0,8% (по сухій масі).

Оцінку якості субстрату проводили за такими критеріями: вологість, рН, вміст загального азоту, вміст мінеральних елементів, співвідношення вуглецю до азоту, які визначали стандартними методами у лабораторії ТДАТУ [8].

Субстратні блоки розташовували у камерах вирощування по однозональній системі культивування на стелажах або підвіскою із середнім завантаженням камер від 50 до 120 кг/м² [9]. Перфорацію блоків проводили розрізами 80±30 мм таким чином, щоб відстань між ними становила 100–150 мм. Загальна поверхня перфорацій не перевищувала 1,5% поверхні блоків.

Інкубацію субстрату проводили при середній температурі 15±5 °С у культиваційній камері залежно від культуральних особливостей штамів і сезону. Повну колонізацію субстратів фіксували на 8±2 добу. Зміну параметрів мікроклімату для ініціації плодоношення починали на 10 добу інкубації у літній період і на 16±2 добу для осінньо-весняного періоду.

Для визначення біологічної ефективності розраховували загальну масу плодових тіл (ПТ) з одного блоку субстрату (вибірка 50 штук для кожного штаму). Біологічну ефективність (БЕ) визначали тільки для першої хвили плодоношення за формулою:

$$БЕ = \frac{M_{ПТ}}{M_{ср}} \times 100 \%$$

де $M_{ПТ}$ – маса плодових тіл, $M_{ср}$ – маса сухої речовини у блоці.

Масу сухої речовини ($M_{ср}$) знаходили за формулою:

$$M_{ср} = M_{б} \times (1 - K_{в})$$

де $M_{б}$ – маса блоку, $K_{в}$ – коефіцієнт вологості.

Проводили підрахунок кількості плодових тіл, маси та розмірів для кожного зростка, що збирали із кожного блоку субстрату за першу хвилю плодоношення. Розраховували коефіцієнт асиметрії зростка за відношенням ширини зростка до висоти.

Для морфологічного аналізу окремих плодових тіл визначали їхню масу та масу відрізаної шапинки, ширину і висоту шапинки, довжину ніжки та її діаметр. Вираховували площу шапинки за формулою підрахунку площі еліпса (з оглядом на асиметричність шапинки):

$$S = \pi \times a \times b$$

де S – площа еліпса, a – довжина великої піввісі еліпса (1/2 ширини шапинки), b – довжина малої піввісі еліпса (1/2 висоти шапинки).

Вираховували коефіцієнти асиметрії шапинки ($K_{ас}$) за відношенням ширини шапинки до висоти. Додавали розрахунок коефіцієнту втрати маси ($K_{втр}$) співвідношенням маси окремої шапинки до маси цілого плодового тіла для можливості визначення зменшення маси грибів, що мають реалізовуватися лише у вигляді окремих шапинок (за сучасними вимогами європейського ринку).

Варіативність показників розраховували з вибіркою $n = 100$ як для зростків, так і для плодових тіл.

Статистичну обробку даних проводили за допомогою пакета Microsoft Office Excel 2016 та вбудованого комплексу QI Macros 2020.

Результати досліджень

Статистичним аналізом отриманих даних не виявлено суттєвих відмінностей в якості субстратів, виготовлених на різних підприємствах методом АФВШ, що дозволяє говорити про стабільність і ефективність даної обробки сировинних компонентів.

Фізико-хімічні показники досліджуваних субстратів відповідали вимогам вітчизняної нормативної документації (ДСТУ 7316:2013 Міцелій їстівних грибів субстратний. Технічні умови [10]) (табл. 25).

Таблиця 25

Динаміка показників субстратів, отриманих методом АФВШ (2014–2019 рр.)

Рік	Вологість, %	pH	Азот загальний, % на с. р.	Зола, % на с. р.	Співвідно- шення C/N
2014	73,4±0,5	7,10±0,2	0,90±0,1	5,63±0,3	57±8,7

2015	74,0±0,9	6,95±0,1	0,87±0,04	6,84±0,7	57±2,8
2016	73,0±1,4	7,41±0,4	0,54±0,06	9,41±1,1	98±18,1
2017	74,2±1,4	7,61±0,4	0,59±0,05	7,65±0,6	85±6,9
2018	70,6±1,3	7,10±0,4	0,86±0,1	6,17±0,4	65±9,9
2019	72,1±1,3	7,69±0,4	0,89±0,2	7,57±0,98	69±21,5

Водночас виявлено зміни вмісту загального азоту та зольних елементів у субстратах, які були отримані у різні роки. Оскільки співвідношення вуглецю до азоту є розрахунковою одиницею, відповідно змінювалися дані і цього показника [11]. Певна динаміка вимагає подальшого вивчення, оскільки є можливість коригувати кількість поживних елементів у сировині змінами в субстратних формулах: додаванням сіна бобових, зернових відходів і т. п. [12, 13, 14].

У результаті статистичного аналізу біологічної ефективності зафіксовано суттєві відмінності серед досліджуваних штамів ($p < 0,01$) (рис. 60).

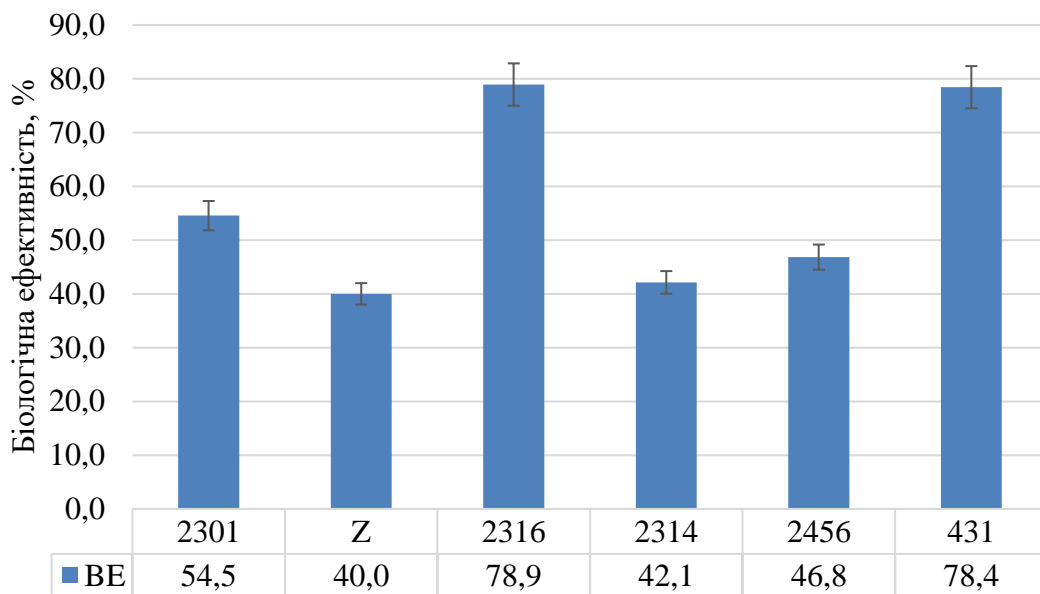


Рис. 60. Біологічна ефективність штамів за першою хвилиною плодоношення (середнє за 2011–2019 рр.)

Штами 2316 (А) і 431 (В) вже у першу хвилину плодоношення використовували субстрат з 78 % ефективністю, що в 1,5–2 рази перевищувало показники інших культиварів. Продуктивність штамів Z, 2314 і 2456 була невисокою та суттєво не відрізнялася. Слід зазначити, що маса першої хвилини плодоношення є показовою для економічного обґрунтування виробництва грибною продукції. Однак для штамів з коротким технологічним циклом, таких як 2314 (збір першої хвилини пройшов на 13 день від інокуляції), слід враховувати і наступні хвилини, які можуть істотно підвищити БЕ.

Загалом за результатами порівняння середніх (U-test) досліджувані групи не мали достовірних відмінностей, що дає можливість говорити про доцільність «літнього» культивування. Зміна штамів дозволить отримувати урожай протягом усього року без додаткових економічних витрат на охолодження або обігрів культиваційних приміщень.

За результатами статистичного аналізу було визначено суттєві відмінності між морфологічними показниками зростків (табл. 26). Зростки найбільшої маси

отримували при вирощуванні штаму 431 ($430,7 \pm 27,5$ г), а найменшу масу мали зростки штаму 2314 ($83,4 \pm 6,7$ г). Якщо у групі А штами не відрізнялися за масою, то у групі В усі штами мали істотну різницю за цим показником.

Таблиця 26

Характеристика зростків (однофакторний аналіз ANOVA), $p < 0,01$

Група	Штам	Показник $\pm Se$ (стандартна помилка)						
		Маса, г	Ширина, мм	Висота, мм	Коефіцієнт асиметрії	Кількість плодових тіл, штук		
						Середнє	Мінімум	Максимум
А	2301	$266,3^b \pm 23,1$	$161,9^{b \pm 4,3}$	$134,1^{b \pm 4,3}$	$1,26^b \pm 0,03$	$14,6^b \pm 1,3$	1	66
	Z	$273,4^b \pm 24,0$	$141,6^{bc \pm 5,8}$	$110,5^c \pm 5,1$	$1,33^{ab} \pm 0,03$	$18,8^b \pm 1,6$	1	73
	2316	$220,8^{bc} \pm 19,1$	$121,7^c \pm 5,9$	$128,3^{b \pm 8,4}$	$1,04^c \pm 0,04$	$19,6^b \pm 1,5$	2	58
В	2314	$83,4^d \pm 6,7$	$88,6^d \pm 5,9$	$63,6^d \pm 4,0$	$1,40^a \pm 0,03$	$36,7^a \pm 2,2$	10	60
	2456	$188,0^c \pm 12,0$	$169,4^{ab \pm 15,8}$	$139,4^{b \pm 7,3}$	$1,28^b \pm 0,09$	$19,8^b \pm 1,2$	1	52
	4315	$430,7^a \pm 27,5$	$184,5^a \pm 3,8$	$172,8^a \pm 4,1$	$1,09^c \pm 0,02$	$44,1^a \pm 2,3$	4	127
НП ₀₅		55,8	22,4	16,1	0,12	7,8		

Максимальні розміри у досліді мали зростки штаму 431 ($184,5 \pm 3,8$ мм за шириною та $172,8 \pm 4,1$ мм за висотою), тоді як штаму 2314 відрізнявся найменшими розмірами ($88,6 \pm 5,9$ та $63,6 \pm 4,0$ відповідно). Коефіцієнт асиметрії (*Kac*) зростка характеризує його форму: округлу – коли *Kac* близький до одиниці, розширену – за *Kac* > 1, та витягнуту – якщо *Kac* < 1. Штаму 2314 мав найбільший у досліді показник асиметрії ($1,4 \pm 0,03$). Всі штами мали тенденцію до розширення зростка, але найбільш округлу форму мали зростки штаму 2316 та 431 з найменшим показником асиметрії ($1,04 \pm 0,04$ та $1,09 \pm 0,02$ відповідно). Цей показник може стати у нагоді для розрахунку необхідних розмірів тари, яка запобігатиме механічним пошкодженням зростків у процесі пакування.

Цікаві результати було отримано при аналізі кількості плодових тіл у зростках. Штами групи А відрізнялися тим, що ПТ у деяких зростках відмирили, а залишалося лише по 1–5 сформованих плодових тіл. Така статистика вплинула на значне зниження середнього показнику кількості ПТ у зростку: $14,6 \pm 1,3$ (2301), $18,8 \pm 1,6$ (Z) та $19,6 \pm 1,5$ (2316), що значно нижче порівняно із штамами 2314 та 431 ($36,7 \pm 2,2$ та $44,1 \pm 2,3$ відповідно). Максимальна кількість ПТ у зростках досягала 127 (штаму 431). Зростки штаму 2456 (група В) статистично не відрізнялися від штаму групи А за кількістю плодових тіл, але характеризувалися найменшим показником максимальної кількості плодових тіл у зростках (52). Штаму 2314 відрізнявся від інших найменшими розмірами, але не мав тенденції до утворення окремих плодових тіл у перфораціях (найменша кількість плодових тіл у зростку дорівнювала 10).

Морфологічні ознаки плодівих тіл штамів, що тестувалися, мали суттєві відмінності за всіма дослідженими показниками (табл. 27). Так, штами групи А відрізнялися більшими розмірами і масою, порівняно із штамами групи В. Найбільшу ширину мали плодіві тіла штамів 2301 ($56,5 \pm 1,8$ мм) та Z ($54,3 \pm 1,9$ мм), найменшу – штами 2456 та 431 ($33,4 \pm 0,9$ мм і $33,6 \pm 1,3$ мм відповідно).

Показник висоти плодівих тіл визначали для перевірки асиметричності шапинки. Найбільший виявили у штаму 2314 ($45,6 \pm 1,08$) та найменший у штаму 2456 ($26,9 \pm 0,62$). Але, на наш погляд, кращої візуалізації розмірів шапинки гливи можна досягти за рахунок порівняння площі. Так штам 2301 характеризувався найбільшою площею шапинки (2120 ± 119), що у 3 рази перевищувало цей показник штаму 2456 (722 ± 31) з найменшим результатом у досліді. Отже, для маркетингової політики підприємств, націлених на європейський ринок, де споживачі звикли купувати гливу лише у вигляді окремих шапинок, краще звернути увагу на штами групи А та штам 2314 групи В. Для виготовлення консервів, де краще використовувати маленькі плодіві тіла, які привабливо виглядають у банках, більш підходять штами 2456 та 431.

Таблиця 27

Характеристика плодівих тіл (однофакторний аналіз ANOVA), $p < 0,01$

Група	Штам	Показник $\pm Se$ (стандартна помилка)								
		Ширина, мм	Висота, мм	Площа, мм ²	Коефіцієнт асиметрії шапинки	Маса ПТ, г	Маса шапинки, г	Коефіцієнт втрати маси	Довжина ніжки, мм	Діаметр ніжки, мм
А	2301	$56,5^a \pm 1,8$	$45,0^a \pm 1,11$	$2120^a \pm 119$	$1,25^{ab} \pm 0,02$	$15,2^a \pm 1,0$	$11,2^a \pm 0,8$	$0,72^b \pm 0,01$	$26,7^{bc} \pm 0,8$	$20,5^a \pm 0,6$
	Z	$54,3^a \pm 1,9$	$45,3^a \pm 1,14$	$2072^a \pm 113$	$1,19^b \pm 0,03$	$14,1^a \pm 0,8$	$10,0^a \pm 0,6$	$0,71^b \pm 0,01$	$25,7^c \pm 1,1$	$19,6^a \pm 0,8$
	2316	$44,5^b \pm 1,68$	$44,6^a \pm 1,15$	$1677^b \pm 121$	$0,99^c \pm 0,02$	$11,1^b \pm 0,9$	$7,1^b \pm 0,7$	$0,62^c \pm 0,00$	$34,4^a \pm 1,1$	$13,9^b \pm 0,5$
В	2314	$44,1^b \pm 1,5$	$45,6^a \pm 1,08$	$1684^b \pm 95$	$0,96^c \pm 0,02$	$3,5^c \pm 0,2$	$3,0^c \pm 0,2$	$0,87^a \pm 0,01$	$18,6^d \pm 0,8$	$5,6^d \pm 0,2$
	2456	$33,4^c \pm 0,9$	$26,9^c \pm 0,62$	$722^d \pm 31$	$1,28^a \pm 0,04$	$3,3^c \pm 0,2$	$2,0^d \pm 0,1$	$0,59^d \pm 0,01$	$29,3^b \pm 0,8$	$15,2^b \pm 0,6$
	431	$33,6^c \pm 1,3$	$38,6^b \pm 1,06$	$1090^c \pm 69$	$0,87^d \pm 0,03$	$5,1^c \pm 0,4$	$3,8^c \pm 0,3$	$0,72^b \pm 0,01$	$28,1^{bc} \pm 1,9$	$12,3^c \pm 0,7$
НІР ₀₅		4,32	2,9	269	0,076	1,88	1,48	0,026	2,55	1,56

Коефіцієнт асиметрії шапинки характеризує форму шапинки гливи, отже штам 2456 мав найбільш розширену мушлеподібну форму ($K_{ас} = 1,28 \pm 0,04$), тоді як більшість шапинок штаму 431 мало листкоподібну витягнуту форму ($K_{ас} = 0,87 \pm 0,03$). Найбільш симетрично округлу форму мали плодіві тіла штаму 2316 ($K_{ас} = 0,99 \pm 0,02$).

Маса плодівих тіл штамів групи А була значно вищою порівняно з групою В: найбільша маса ПТ у досліді визначена для штаму 2301 ($15,2 \pm 1,0$ г), а найменша для штаму 2456 ($3,3 \pm 0,2$ г).

Коефіцієнт втрати маси урожаю дає змогу спрогнозувати кількість грибною сировини, яку буде реалізовано за високою ціною у вигляді шапинок, та кількість сировини, яку можна переробити у грибний фарш, порошок та інші цінні продукти. Такий підхід дає змогу підвищити ефективність господарства за рахунок розширення асортименту продукції та використання відходів. Найкращий коефіцієнт отримано для плодівих тіл штаму 2314 ($0,87 \pm 0,01$), а найгірший для

штаму 2456 ($0,59 \pm 0,01$), який, відповідно, не рекомендуємо до реалізації окремими плодовими тілами.

Штами відрізнялися за довжиною та діаметром ніжки. Відомо, що саме ці показники є найбільш залежними від умов вирощування, але, з огляду на стандартні умови у камерах вирощування та повторність дослідів, можна говорити про штамові особливості за цим показником, визначені за результатами аналізу. Так найдовшу ніжку у досліді мали плодові тіла штаму 2316 ($34,4 \pm 1,1$ мм), а найкоротшу визначено у плодівих тіл штаму 2314 ($18,6 \pm 0,8$ мм), який характеризувався й найменшим діаметром ніжки ($5,6 \pm 0,2$ мм). Штам 2301 характеризувався товстою ніжкою з діаметром $20,5 \pm 0,6$ мм (найвищий результат у досліді).

На жаль, плодові тіла високопродуктивних штамів 2316 і 431 мали низку органолептичних недоліків (табл. 28, рис. 61–67). Обидва штамми мали жорстку ніжку, яка не змінювала структуру після бланшування.

Таблиця 28

Органолептична оцінка плодівих тіл штамів роду глива

Критерій	2301	Z	2316	2314	2456	431
Колір	т-сірий	т-сірий	сірий	с-коричневий	т-бежевий	т-бежевий
Текстура	м'яка	м'яка	м'яка	жорстка	середня	жорстка
Аромат	слабкий	слабкий	слабкий	яскравий	слабкий	слабкий
Шапінка	товста	товста	середня	тонка	тонка	середня
Діаметр ніжки	великий	великий	середній	малий	середній	середній

Примітки: колір: т – темний, с – світлий.

«Зимові» штамми 2301 і Z мали більш насичене забарвлення поверхні шапинки, щільну «м'якоть» і м'яку ніжку (рис. 2–3). Штами характеризувалися великими, щільними зростками з м'якою основою.



а



б

Рис. 61. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 2301 (А)



а



б

Рис. 62. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму Z (А)



а



б

Рис. 63. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 2316 (А)

Зростки плодових тіл штамів групи В були більш рихлими, основа зростка – більш жорсткою. Слід зазначити практичну відсутність основи зростка у штаму 2314 (*P. pulmonarius*), що дозволяло розділяти плодові тіла при сортуванні без втрати маси грибної сировини. Крім того, середні розміри плодових тіл цього штаму були суттєво нижчими, що відіграє важливу роль при виготовленні консервів. Немає необхідності їх подрібнювати перед укладанням у банку.



а



б

Рис. 64. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 2314 (В)



а



б

Рис. 65. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 2456 (В)



а



б

Рис. 66. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 431 (А)

Штами групи В («літні») мали забарвлення шапинки у коричневих тонах, і, незважаючи на відсутність визначення «бежевого» відтінку в «Методиці проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на

відмінність, однорідність і стабільність» [15], ми змушені були використовувати цей термін, оскільки визначення «світло-коричневий» використовувалося для характеристики кольору ПТ штаму 2314, відтінок покривних тканин якого був на кілька тонів темнішим.

Висновки

Визначено показники біологічної ефективності 6 штамів гливи, що належать до двох видів *P. ostreatus* (Fr.) P. Kumm (5 штамів: 2301, Z, 2316, 2456, 431) і *P. pulmonarius* (Fr.) Quél (2314), які культивуються в Україні з 2011 року. Найвищі середні значення за першою хвилиною плодоношення мали штами 2316 (78,9 %) з групи «зимових» (А) і 431 (78,4 %) з групи «літніх» (В). Досліджувані групи штамів не мали достовірних відмінностей за біологічною ефективністю, що дає можливість говорити про доцільність «літнього» культивування. Зміна штамів дозволить отримувати урожай протягом усього року без додаткових економічних витрат на охолодження або обігрів культиваційних приміщень.

За результатами статистичного аналізу встановлено суттєві відмінності між досліджуваними штамами за основними морфологічними показниками зростків (маса, ширина, висота, коефіцієнт асиметрії, кількість плодових тіл у зростку). Виявлено, що маса зростків досліджуваних «зимових» культиварів значно менше залежить від штамової приналежності (220,8–273,4 г), ніж «літніх» (83,4–430,7 г). Запропоновано показник коефіцієнт асиметрії зростка, який може бути корисним для розрахунку необхідних розмірів тари, що запобігатиме механічним пошкодженням продукції у процесі пакування та транспортування.

Виявлено, що морфологічні ознаки плодових тіл штамів, що тестувалися, мали суттєві відмінності за всіма дослідженими параметрами: ширина, висота, площа, коефіцієнт асиметрії шапинки, маса плодового тіла, маса шапинки, коефіцієнт втрати маси, довжина ніжки, діаметр ніжки. Зокрема, штами групи А відрізнялися більшими розмірами і масою, порівняно зі штамами групи В. Найбільша маса ПТ визначена для штаму 2301 ($15,2 \pm 1,0$ г), а найменша – 2456 ($3,3 \pm 0,2$ г). Запропоновано показник коефіцієнт втрати маси урожаю, який показує співвідношення між шапинкою і ніжкою ПТ і дає змогу спрогнозувати кількість грибною сировини, яку буде реалізовано за високою ціною у вигляді шапинок, та кількість сировини, яку можна переробити у грибний фарш, порошок та інші цінні продукти. Найкращий коефіцієнт отримано для плодових тіл штаму 2314 ($0,87 \pm 0,01$), а найгірший – 2456 ($0,59 \pm 0,01$), який, відповідно, не рекомендуємо до реалізації окремими плодовими тілами. Встановлено, що плодові тіла високопродуктивних штамів 2316 і 431 мали низку органолептичних недоліків.

Література до пункту 3.7.1

1. Royse D. J. A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. [*Proceedings of 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products \(New Delhi, India, 19–22 November 2014\). 2014. Volume I & II.*](#) 2014. pp. 1–6.
2. Lucier G., Allshouse J., Lin B.-H. Factors Affecting U.S. Mushroom Consumption. *Economic Research Publication*. 2003, № 3. P.295–301.

3. Yaoqi Zhang, Wei Geng, Yueqin Shen et al. Edible Mushroom Cultivation for Food Security and Rural Development in China: Bio-Innovation, Technological Dissemination and Marketing. *Sustainability*. 2014. № 6. P. 2961–2973. DOI: 10.3390/su6052961
4. Бандура И. И., Миронычева Е. С., Кюрчева Л. Н. Отбор устойчивых к высоким температурам культивирования штаммов *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. *Agrar. Sci. Stiinta Agric.* 2014. Vol. 2, № 3–8. P. 56–59.
5. Бандура И. И., Миронычева Е. С. Биологическая эффективность штаммов вешенки обыкновенной *Pleurotus ostreatus* (Jacq; Fr) Kumm при низкотемпературном культивировании. *Земледелие и защита растений*. 2013. Вып. 5, № 90. С. 33–35.
6. Бисько Н. А., Дудка И. А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. Киев : Наукова думка, 1987. 148 с.
7. Голуб Г. А., Абросімова Г. Л., Гайденко О. М. та ін. Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи методом ферментації в пастеризаційній камері. К : Науковий світ, 2010. 30 с.
8. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. Киев : Наукова думка, 1976. 336 с.
9. Дудка И. О. Промышленное культивирование съедобных грибов. Киев : Наукова думка, 1978. 262 с.
10. Міцелій їстівних грибів субстратний. Технічні умови : ДСТУ 7316:2013. [Чинний від 2014-01-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 10 с. (Національний стандарт України).
11. Методика агрохімічного обстеження тепличних ґрунтів і субстратів та особливості застосування добрив / за ред. Д. М. Бенцаровського, С. І. Мельника, О. Г. Тараріко. Київ : ДІА, 2005. 208 с.
12. [Ha Thi Hoa](#), [Chun-Li Wang](#), [Chong-Ho Wang](#). The Effects of Different Substrates on the Growth, Yield, and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*. 2015. Vol. 43, № 4. pp. 423–434. [DOI: 10.5941/MYCO.2015.43.4.423](#)
13. [Вдовенко С.А.](#) Сівульський М. Якість плодівих тіл гливи звичайної за вирощування в захищеному ґрунті. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2013. № 183(1). С.82–90.
14. Вдовенко С.А. Формування врожаю гливи звичайної за інтенсивного вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 4. С. 26–29. <https://DOI.org/10.31210/visnyk2013.04.06>
15. Методика проведення експертизи штамів гливи (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél.) на відмінність, однорідність і стабільність. Методика проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на відмінність, однорідність і стабільність / за ред. С. О. Ткачик. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця : Нілан_ЛТД, 2016. С. 1075–1086.

3.7.2 Особливості технології культивування опенька зимового *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer та впровадження нових штамів в промислову культуру

Мета дослідження

Визначення основних факторів ефективного культивування опенька зимового в місцевих умовах та скринінг перспективних штамів, придатних до впровадження в промислову культуру.

Матеріали і методи дослідження

Для ефективного впровадження в культуру необхідно було отримати дані щодо морфологічних особливостей та біологічного потенціалу штамів, наявних у колекції. За попередніми лабораторними дослідженнями щодо вегетативних характеристик, були відібрані 10 штамів *Flammulina velutipes* з Колекції культур шапинкових грибів ІВК Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України [17]. До групи 1 віднесли 6 «промислових» штамів, що вже проходили апробацію в інших країнах: 1974, 1994 (Японія), 1860 (Ізраїль), 2038, 2039 (США), 2337 (Україна). Штами групи 2 – «природні» були виділені з плодових тіл, знайдених на деревині різних листвяних порід у природних умовах: 1880, 1884, 1885. До цієї групи додали штам FV, який було виділено з плодового тіла, знайденого на білій акації (*Robinia pseudoacacia*) в лісосмузі поблизу м. Дніпро. Культури зберігалися в пробірках з живильним середовищем наступного складу: солодовий екстракт сухий 30 г, агар-агар - 20г, вода до 1 літра, палички з берези (2×140×5мм). Пробірки стерилізували за температури 120±2 °С (1,2 атм) протягом 40 хвилин. Через 8-10 днів інкубації за температури 26±1 °С, коли міцелій покривав 95-100% площі косою зрізу, зберігали в холодильнику за температури 3±1 °С. Перед виготовленням зернового міцелію культурами інокулювали чашки Петрі з сусло-агаром, інкубували за температури 24 ± 1 °С протягом 9± 1 діб [18]. Повністю колонізоване культурою штаму середовище додавали до стерильної води (250 мл) та подрібнювали за допомогою спеціального блендери з дотриманням мікробіологічної чистоти. Отриману суспензію використовували для інокуляції зернової суміші у кількості 75 мл на один пакет.

Посівний зерновий міцелій для лабораторних і промислових випробувань виготовляли в умовах ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» (м. Мелітополь) відповідно до вимог ТУ У 01.3-41163069-001:2017. Використовували зернову суміш з зерна проса, пшениці, ріпаку та насіння льону у співвідношенні 70/25/4/1 на суху масу. Ріпак напередодні заливали холодною водою в співвідношенні 1/3. Залишали для набухання на 8-9 годин. У киплячу воду об'ємом 150 ± 10 л (котел харчовий КПЕ 350) засипали просо, варили 28 ± 3 хвилин, додавали пшеницю та продовжували варити зернову суміш ще 18 ± 3 хвилин. Настоявали у воді 18 ± 2 хвилин і зливали надлишок води. Готову суміш вивантажували в ємності для охолодження. Додавали вологий ріпак, сухе насіння льону, крейду (1кг на 100 кг зволоженою зерновою суміші, ретельно перемішували і охолоджували до температури 35 ± 5 °С за допомогою примусової повітряної вентиляції. Готову суміш засипали в

поліпропіленові пакети компанії SacO2 (Бельгія) масою 5100 ± 50 г. Стерилізацію проводили в режимі температури 125 ± 2 °С протягом 190 ± 10 хвилин.

Пакети зі стерильною зерною сумішшю вивантажували для охолодження в умовах «чистої» зони. Інокуляцію пакетів культурою відповідних штамів проводили в асептичних умовах (HEPA 14) і ретельно перемішували. Інкубацію проводили за температури 24 ± 1 °С в умовах чистої зони протягом 10 діб, після чого готовий зерновий міцелій зберігали в холодильнику за температури 1 ± 1 °С

Виготовлення субстратів. Субстрати для вирощування готували двома методами: 1) пастеризація, 2) стерилізація.

Пастеризацію варіантів субстратів проводили за наступним алгоритмом:

А) складали варіанти формул субстратів відповідно до даних попередніх дослідників, але з урахуванням особливостей місцевої сировини [19–21]. Було зроблено 8 варіантів:

1) контрольний за даними іранських дослідників, які отримали 265% біологічної ефективності опенька зимового з субстрату наступного складу: тирса 400 г, солома подрібнена 400 г, висівки пшеничні 180 г, крейда 20г на один кг сухої суміші [20];

2) солома (400 г), лушпиння (590 г), крейда (10 г);

3) лушпиння (990 г), крейда (10 г);

4) тирса (500 г), лушпиння соняшнику (490 г), крейда (10 г);

5) тирса (800 г), пшеничні висівки (100 г), подрібнені кукурудзяні початки (90 г), крейда (10 г);

6) лушпиння (500 г), гранули з лушпиння (300 г), кукурудзяна мука (190 г), крейда (10 г);

7) лушпиння (500 г), гранули з лушпиння (300 г), зерно ріпаку (190 г), крейда (10 г);

8) лушпиння (400 г), гранули з лушпиння (300 г), кукурудзяна крупа (200 г), зерно ріпаку (90 г), крейда (10 г);

Б) зволоження отриманих сумішей проводили у співвідношенні 600 мл води (температура 18-20 °С) на 400 г суміші, для отримання показника 60-67% відносної вологості у підготовленій сировині [22];

В) підготовлений субстрат засипали у пастеризаційну ємність насипом та проводили температурну обробку за наступним температурним графіком:

- 70-72 °С протягом 7 ± 1 години;

- 45-48°С з підтриманням рециркуляції внутрішнього повітря 8 годин;

- зниження з 45 до 30 °С протягом 1-2 годин.

Г) Пастеризований субстрат в асептичних умовах інокулювали зерновим міцелієм в кількості 40 г на 1000 г субстрату та формували блоки субстратів масою 10 кг (середня щільність 0,6 г/см³).

Д) блоки інкубували за температури не вище 22 °С в центрі. Середня температура навколишнього повітря камери складала не більше 18 °С.

Е) Процес плодоношення проводили за різної температури від 5 до 25 °С.

Стерилізацію субстратів за визначеною у досліді з пастеризованими субстратами формули 8 проводили за температури 121-125 °С протягом 120 хвилин. Для фасування субстратів використовували поліпропіленові пакети

виробництва компанії «Технофільтр-Україна» двох типорозмірів з чотирма повітряно проникними фільтрами.

Готували два варіанти маси субстрату 3 і 1,5 кг. Стерилізовані пакети охолоджували в асептичних умовах (очищення повітря 99,95%) та інокулювали зерновим міцелієм в ламінарному потоці повітря (ступінь очищення 99,99%). Маса міцелія для інокуляції складала 30 г на 1000 г субстрату.

Пакети запаювали, субстрат ретельно перемішували з міцелієм та ущільнювали легким натисканням до показника $0,7 \pm 1$ г/см³. Пакети встановлювали на стелажі таким чином, щоб над субстратом було достатньо повітря.

Інкубацію проводили за температури 24 ± 1 °С з відотною вологістю повітря 60-65%.

Плодоношення проводили за температури 14 ± 1 °С, з інтенсивністю освітлення 150 люкс протягом 8-10 годин на добу. Відносна вологість повітря під час формування плодкових тіл складала 87 ± 2 %.

Визначали масу виготовленого блоку (пакету), масу пакету після стерилізації, інкубації, масу блоків (пакетів) після плодоношення для визначення динаміки втрати вологи.

Вологість субстратів визначали гравіметричним методом за температури 101 ± 1 °С.

Активну кислотність фіксували у виготовлених субстратах за допомогою рН метру 150МИ за вимогами ГОСТ 26180-84.

Зольність субстрату визначати методом сухого озолення згідно з ГОСТ 10847-74.

Вміст загального азоту визначали хлорамінним методом за Починком [23].

Відношення C/N визначали за формулою $C/N = 0,52(100-a)/N$, де а – показник зольності, %; 0,52 – коефіцієнт вмісту вуглеводів, корегований з урахуваннях біохімічних особливостей сировини; N- вміст загального азоту у субстраті [24].

Технологічний цикл виробництва оцінювали за показниками тривалості інкубації (ТІ) та тривалості морфогенезу (ТМ). Термін інкубації вираховувався для кожного окремого блоку субстрату від дати інокуляції до дати появи примордіїв у стадії так званої «ікри». Треба зазначити, що для ініціації плодоношення з моменту появи на поверхні субстрату краплин ексудативної рідини, верхню частину пакету відкривали, але залишали плівку висотою 15-20 см. Відкриту поверхню звільняли від повітряного міцелію легкими торканнями [25]. Зміни мікрокліматичних параметрів та освітлення проводили згідно з рекомендаціями попередніх дослідників [26].

Тривалість морфогенезу визначали від дати появи перших примордіїв до дати збирання урожаю плодкових тіл.

Біологічну ефективність (БЕ) розраховували відношенням маси плодкових тіл першої хвилі плодоношення до маси сухих речовин субстрату.

Для скринінгу штамів, придатних до впровадження в промислову культуру, використовували блоки субстратів, виготовлені за методом пастеризації, масою 5000 г. Норма внесення посівного міцелію 4% (200 г на блок). Після розташування

на полицях робили отвори діаметром 60 мм у кількості 12 штук рівномірно по поверхні сформованого блоку.

Вплив маси та формули субстрату на ефективність трьох обраних після скринінгу штамів: 2038 (білий колір), 2039 (світло-жовтий зі світлою ніжкою) та 2337 (темно-жовтий з темною ніжкою), вивчали на субстратах, виготовлених методом стерилізації.

Вибірка складала від 20 до 50 блоків субстратів по кожному з варіантів в залежності від дослідів. Повторність дослідів трикратна.

Статистичну обробку дослідних даних проводили за допомогою пакету Microsoft Office Excel 2016 (ліцензія № НХV8М-8YJJ4-BCGR3-MRYX-8747Q), та програмно-інформаційного комплексу “Agrostat New” (2013) [27].

Результати дослідження

Одним з найважливіших факторів для введення штаму у промислове виробництво є його зовнішня привабливість для споживача. В країнах Азії перевагу віддають грибам світлого кольору, тоді як в Україні насиченість кольору шапинки вважається необхідною складовою успішного продажу. Місцеві виробники стверджують, що покупці звертають увагу на колір ніжки, який у деяких штамів опенька зимового з настанням біологічної стиглості стає насичено-темним. Така біологічна особливість відштовхує потенціальних клієнтів. В сучасній науковій літературі ми не знайшли даних про біохімічні відмінності штамів, які мають різний колір, але основною вимогою скринінгу став пошук штамів, у яких зазначений фактор є відсутнім або має менший прояв. За результатами дослідів було відібрано три штами з необхідними морфологічними ознаками та високим виробничим потенціалом: 2038, 2039 та 2337 (рис. 67, табл.29).

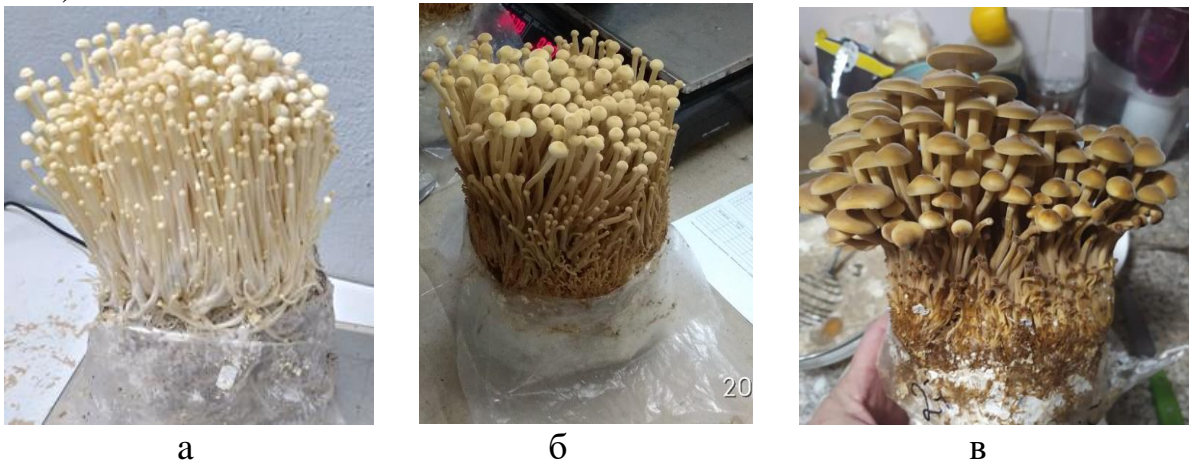


Рис.67. Штами *Flammulina velutipes* 2038 (а), 2039 (б) та 2337 (в)

Таблиця 29

Результати скринінгу штамів *Flammulina velutipes* (колекція ІВК)

№	Штам	ТІ, доба	ТМ, доба	БЕ, %	колір шапинки	колір ніжки	БН
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1860	38	19	29,7	с-жовтий	т-коричневий	-
2	1974	45	12	39,8	я-жовтий	т-коричневий	-

3	1994	45	17	25,7	білий	білий	-
1	2	3	4	5	6	7	8
4	2038	35	10 ^a	45,4	білий	білий	-
5	2039	30	8^a	51,3 ^a	с-жовтий	жовтий	-
6	2337	26^a	12	52,6^a	с-жовтий	т-коричневий	-
7	1880	37	18	32,8	жовтий	т-коричневий	+
8	1884	35	11	34,6	с-жовтий	т-коричневий	-
9	1885	38	19	39,8	с-жовтий	т-коричневий	-
10	FV	30	10 ^a	47,4	бежевий	т-коричневий	-

Примітки: ^a - визначена статистична різниця ($p < 0,05$); с- світлий, т- темний, я – яскравий; БН – «бактеріальна нестійкість», або відсутність у штаму стійкості до бактеріозу [28, 29]; ТІ – термін інкубації, ТМ – термін морфогенезу, БЕ – біологічна ефективність.

Біологічна ефективність є найважливішим фактором економічної доцільності впровадження штамів в промислову культуру. Визначення впливу складу 8 композицій субстратів на цей показник потребувало детального аналізу їхніх формул (табл. 30).

Таблиця 30

Фізико-хімічний склад композицій субстратів у досліді

	C/N	Зола, %	N загальний, %	Вологість, %	pH
1(контроль)	63	3,67	0,79	66,9	5,9
2	88	3,48	0,57	67,1	5,8
3	83	2,25	0,61	66,7	6,4
4	58	3,8	0,87	65,2	6,1
5	51	4,7	0,97	63,8	5,6
6	50	3,8	1	68,3	5,8
7	41	5,4	1,2	69	6,1
8	31	9,3	1,53	71,9	6

На думку багатьох дослідників збалансованість вмісту карбону та нітрогену є найбільш вагомим фактором для отримання високих урожаїв. Зокрема, оптимальним для ефективного культивування фламуні зазначається співвідношення цих елементів на рівні 30/1 [11]. Лише композиція 8, у складі якої 70% складала відходи виробництва соняшнику, 20% цільнозернової кукурудзи та 9% зерна ріпаку відповідала цьому показнику. За іншими критеріями використані формули субстратів знаходилися в межах оптимальних показників субстратів, які опубліковано в науковій літературі.

За попередніми даними при вирощуванні енокі важливою складовою успіху є висока щільність субстратів, тому використання у їх формулах соломи місцевих сортів потребує додаткових технологічних заходів. Солома має бути подрібненою до часточок розміром 2-3 мм, що з оглядом на високий вміст силікатів у її структурі, є енерговитратною операцією.

У роботах дослідників різних країн зазначалась необхідність підтримання показника вологості субстрату на рівні 60-70% [19,26]. Треба зазначити, що використання гранул з лушпиння соняшника або соломи надає можливість легко контролювати цей показник. З урахуванням початкової вологості гранул на рівні 7%, додавання розрахункової кількості води з температурою 36-40 °С давало змогу отримати рівномірно зволожену фракцію субстрату протягом кількох хвилин.

Отже, відходи соняшника, що є доступними рослинними залишками на більшості території України, мають найбільші перспективи щодо використання у вітчизняному виробництві фламуліни [30].

Це ствердження обґрунтовано статистичним аналізом показників біологічної ефективності (БЕ) вивчених штамів (рис.68).

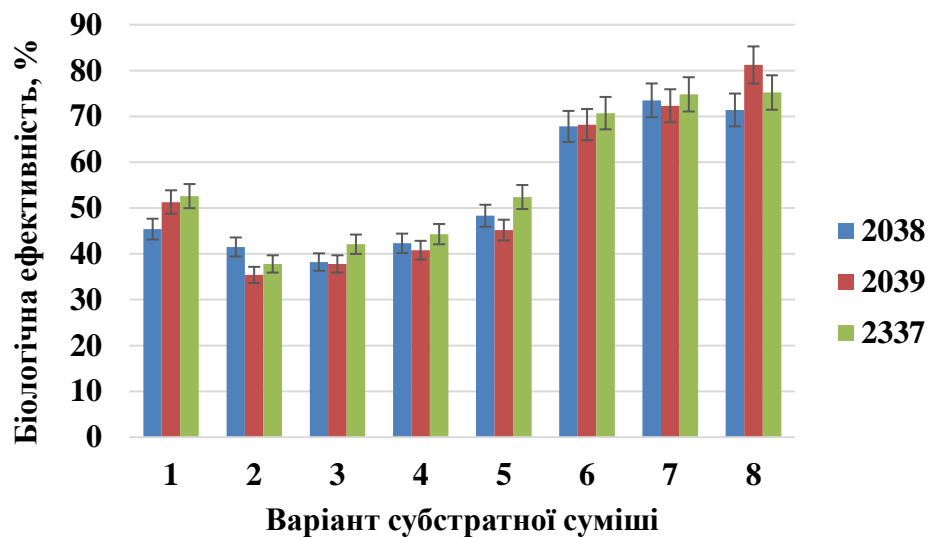


Рис. 68. Біологічна ефективність штамів *Flammulina velutipes* 2337, 2039, 2038 на варіантах субстратів 1-8.

На субстратах формул 6,7 та 8 ми отримали достовірно вищі результати. Наприклад, штам 2039 на субстраті №8 мав 81,2% БЕ, що в 2,3 рази вище, ніж на субстратах формули 2. Відповідно до результатів двохфакторного дисперсійного аналізу доведено доцільність використання формул 6-8, що містили 30% гранул з лушпиння. З оглядом на інші показники складу субстратів, тільки цей фактор виявився найбільш впливовим.

Наприклад, елементне співвідношення C/N в формулах 5 і 6 практично не відрізнялося, але інгредієнти мали різну природу полісахаридного складу. Тому, для наукового обґрунтування оптимальної формули субстрату для вирощування грибів треба враховувати не тільки загальноприйняті біохімічні критерії, а приділяти увагу молекулярній будові сировини. Вважаємо, що це питання потребує подальшого вивчення.

Термін інкубації є основною характеристикою вегетативної стадії розвитку культури. На дослідних формулах ми мали повну колонізацію на рівні 38-42 діб, що відповідає опублікованим фактам, але треба зазначити, що швидкість засвоєння субстратів була достовірно вищою на субстратах, де співвідношення C/N було на рівні 31-63/1 (рис. 69, табл.31). Фактор біологічних властивостей

культури виявився несуттєвим, за виключенням росту штаму 2038 на контрольному варіанті субстрату, де поява примордій відбувалася на 5 діб пізніше порівняно з двома іншими. Треба зазначити, що й в 2,3 та 8 варіантах досліду цей штамп також відставав від інших за цим показником. Загальний показник швидкості вегетативного розвитку за порівнянням середніх (U-тест) виявився найкращим у штаму 2337.

Треба додати, що перехід до генеративної стадії був найкоротшим на субстраті формули 8 для штамів 2337 та 2039 з терміном 27 і 28 діб відповідно, тоді як на субстраті 2 зафіксовано появу примордіїв лише на 39-42 добу.

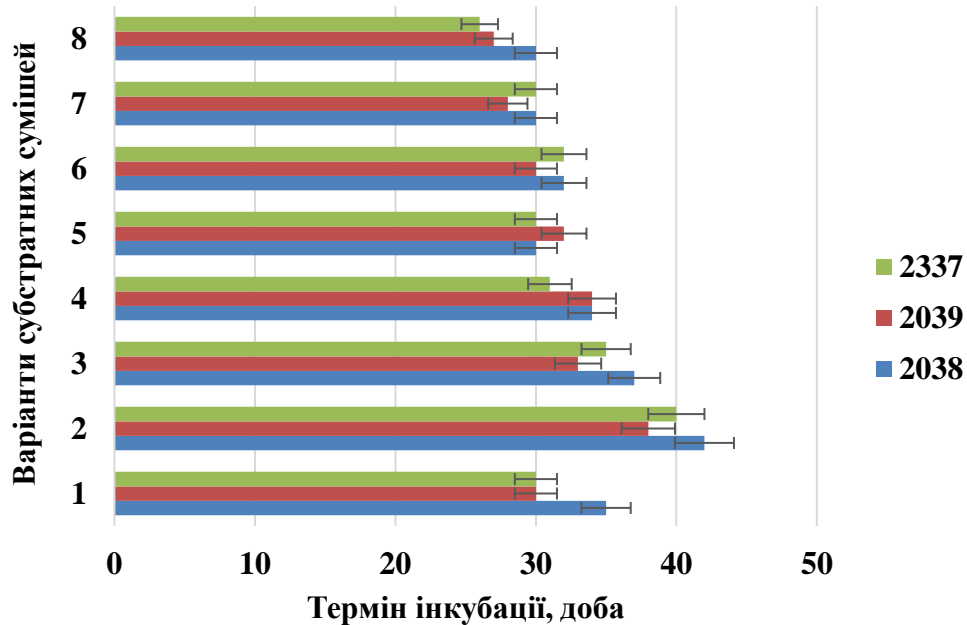


Рис. 69. Тривалість інкубації штамів *Flammulina velutipes* 2337, 2039, 2038 на варіантах субстратів 1-8.

Отже, у загальному підсумку, формула субстрату №8 виявилася найбільш ефективною для культивування досліджених штамів.

Важливою технологічною ознакою є тривалість морфогенезу плодових тіл, за якою визначають закінчення циклу культури. За цим показником статистично доведених відмінностей між штамми не виявлено, термін морфогенезу не залежав також від формули композицій субстратів (рис.3.7.2.5). Загальна тривалість формування плодових тіл складала від 7 до 13 діб. За порівнянням середніх, цей термін був нижчим для штаму 2039.

Отже, загальний цикл вирощування цього штаму був найкоротшим, порівняно з іншими, і складав у середньому 34 доби на варіанті субстрату 8.

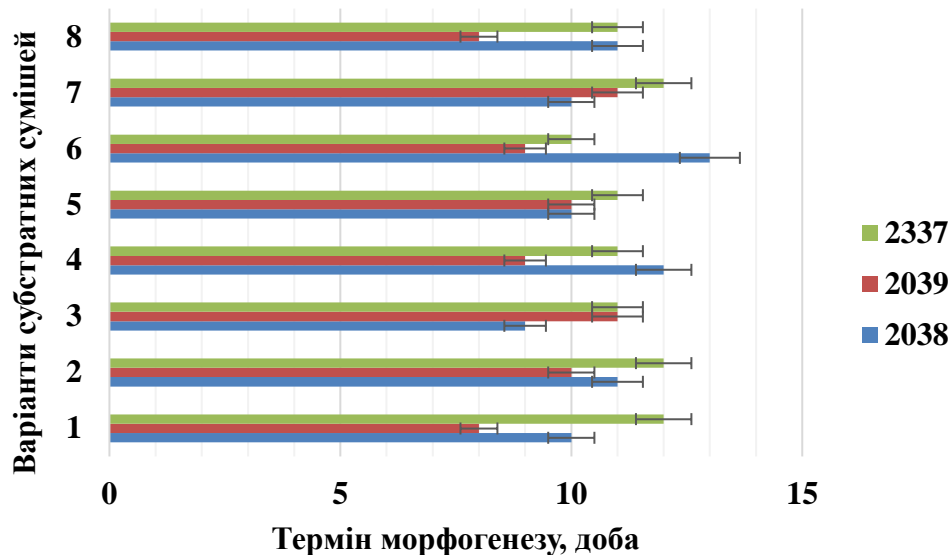


Рис. 70. Тривалість розвитку плодових тіл штамів *Flammulina velutipes* 2337, 2039, 2038 на варіантах субстратів 1-8.

Одним з важливих технологічних моментів вирощування є формування субстратних брикетів. Визначена у попередніх дослідженнях необхідність стерилізації субстратів спонукала до пошуку оптимальних розмірів пакетів, які б забезпечували ефективно знезараження в умовах промислових автоклавів.

Для перевірки впливу маси блоку субстрату на біологічну ефективність штаму 2039 проводили випробовування на пакетах з субстратом формули 8 масою 3000 та 1500 грамів. Визначено, що маса субстрату суттєво не впливає на загальний технологічний цикл, але обумовлює достовірне ($p < 0,01$) збільшення показника біологічної ефективності (табл. 31, рис.71).

За рахунок використання поліпропіленових пакетів з повітряними фільтрами під час інкубації загальний показник втрати маси складав біля 2%, що мало пряму кореляцію з загальною втратою вологи у субстраті. Після відкриття пакетів для формування плодових тіл та подальших технологічних операцій, пов'язаних з отриманням урожаю, втрати маси субстрату на пакетах різної маси відрізнялися, хоча суттєвої різниці диференційним аналізом не визначено.

Таблиця 31

Технічні показники штаму *Flammulina velutipes* 2039 на блоках субстрату формули 8 різної маси

Показники	Варіанти пакетів за масою, г (n=50)	
	1535±51	3078±39
Термін інкубації, доба	28±3	32±2
Термін морфогенезу, доба	11±3	12±3
Біологічна ефективність, %	121,2±17,3	75,8±9,4
Втрати маси субстрату під час інкубації, %	2,24±0,2	2,27±0,1
Втрати маси субстрату після першої хвили, %	24,3±5,3	19,2±4,3



Рис. 71. Плодоношення штаму *Flammulina velutipes* 2039 за використання блоків субстрату формули 8 різної маси а) 3000 г; б) 1500 г

Отже, за результатами дослідження доведено що біологічна ефективність штаму 2039 на блоках субстрату формули 8 масою 1500 г була в 1,6 рази вищою порівняно з варіантом блоків масою 3000 г. З оглядом на отримані дані зрозуміло, що питання пошуку оптимальної маси пакету з урахуванням собівартості та зменшення технологічних операцій потребує подальшого вивчення

Висновки

Проведено скринінг 10 штамів опенька зимового з метою визначення морфологічних та технічних ознак, які дадуть змогу впровадити ці штами в умови індустріального грибовництва. За отриманими даними штами 2038 (біла раса), 2039 та 2337 (жовта раса) з успіхом пройшли інтродукцію в умови місцевих господарств КФК «Жовтневе» та ФОП Гончаров С.М.

Визначено, що дані штами мали найвищі показники біологічної ефективності на субстратах формули: лущиння (400), гранули з лущиння (300), кукурудзяна крупа (200), зерно ріпаку 90, крейда (10).

Загальна тривалість вегетативного розвитку та морфогенезу означених штамів на субстратах оптимальної формули суттєво не відрізнялась і складала 28-32 та 8-11 діб відповідно. Отже, технологічний цикл отримання першої хвилі плодівих тіл складав від 36 до 43 діб, що відповідає даним наукової літератури.

Виявлено, що біологічна ефективність штаму 2039 опенька зимового, вирощеного в субстратних пакетах масою 1500 г була вищою в 1,6 рази порівняно з варіантом з масою пакетів 3000 г. Пошук оптимальної маси пакетів для індустріального вирощування опенька зимового має бути обґрунтованим з оглядом на вартість поліпропіленових пакетів та збільшенням трудовитрат за умов виготовлення субстрату в пакетах меншої маси.

Адаптаційні характеристики обраних штамів за умов вирощування на місцевих сільськогосподарських відходах, зокрема морфологічні особливості, вплив мікрокліматичних умов, стійкість до захворювань потребують подальших досліджень. Особливу увагу треба приділити визначенню біохімічних показників ефективних штамів фламуні, як джерела функціональних речовин, що позитивно впливають на здоров'я людей.

Література до пункту 3.7.2

1. Tang C., Hoo P. C. X., Tan L. T. H., Pusparajah P., Khan T. M., Lee L. H., Chan K. G. Golden needle mushroom: a culinary medicine with evidenced-based biological activities and health promoting properties. *Frontiers in pharmacology*. 2016. Vol. 7. P. 474. DOI: <https://DOI.org/10.3389/fphar.2016.00474>
2. Chen G. T., Fu Y. X., Yang W. J., Hu Q. H., Zhao L. Y. Effects of polysaccharides from the base of *Flammulina Velutipes* stipe on growth of murine RAW264.7, B16F10 and L929 cells. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2018. Feb; 107(Pt B). P. 2150-2156. DOI: <https://DOI.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.10.090>.
3. Ko J. L., Hsu C. I., Lin R. H., Kao C. L., Lin J. Y. A new fungal immunomodulatory protein, FIP-fve isolated from the edible mushroom, *Flammulina velutipes* and its complete amino acid sequence. *European Journal of Biochemistry*. 1995. 228(2). P. 244-249. DOI: <https://DOI.org/10.1111/j.1432-1033.1995.0244n.x>
4. Yeh M.-Y., Ko W.-C., Lin L.-Y. Hypolipidemic and Antioxidant Activity of Enoki Mushrooms (*Flammulina velutipes*). *BioMed Res. Int.* 2014. Vol. 2014. DOI: <https://DOI.org/10.1155/2014/352385>
5. Jayachandran M., Xiao J., Xu B. A. Critical Review on Health Promoting Benefits of Edible Mushrooms through Gut Microbiota: 9. *Int. J. Mol. Sci. Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. 2017. Vol. 18, № 9. P. 1934. DOI: <https://DOI.org/10.3390/ijms18091934>
6. Bao H.N.D., Ochiai Y., Ohshima T. Antioxidative activities of hydrophilic extracts prepared from the fruiting body and spent culture medium of *Flammulina velutipes*. *Bioresour. Technol.* 2010. Vol. 101, № 15. P. 6248–6255. DOI: <https://DOI.org/10.1016/j.biortech.2010.03.026>
7. Chang S.T., Hayes W.A. (2013). *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press, 841 p.
8. Kern V. D., Hock B. Gravimorphogenesis and ultrastructure of the fungus *Flammulina velutipes* grown in space, on clinostats and under hyper-g conditions. *Advances in Space Research*. 1996. Vol.17, issue 6-7. P.183-186. DOI: [https://DOI.org/10.1016/0273-1177\(95\)00633-P](https://DOI.org/10.1016/0273-1177(95)00633-P)
9. Zhang, Y., Geng, W., Shen, Y., Wang, Y., & Dai, Y. C. Edible mushroom cultivation for food security and rural development in China: bio-innovation, technological dissemination and marketing. *Sustainability*, 2014, May, Vol. 6, issue 5 pp. 2961-2973. DOI: [10.3390/su6052961](https://DOI.org/10.3390/su6052961)
10. Li M., Hu J. Study on survival strategies of farmers engage in small-scale household cultivation of edible mushrooms: take Shandong Province as an example. *Modern economy*. 2014. Vol. 5(12), P. 1092-1100. DOI: <https://DOI.org/10.4236/me.2014.512100>
11. Dowom S. A., Rezaeian S., Pourianfar H. R. Agronomic and environmental factors affecting cultivation of the winter mushroom or Enokitake: achievements and prospects. *Applied microbiology and biotechnology*. 2019. Vol. 103(6). P. 2469-2481. DOI: <https://DOI.org/10.1007/s00253-019-09652-y>

12. Дудка И. А., Бисько Н.А., Билай В.П. Культивирование съедобных грибов. К.: Урожай, 1992. 196 с.
13. Негруцкий С.Ф. Промышленное культивирование съедобных грибов: Сб. тезисов IV Сессии (Донецк, 5-6 октября 1993 г.). Донецк: Донецкий государственный университет, 1993. 59 с.
14. Бухало А.С., Бисько Н.А., Соломко Э.Ф., Поединок Н. Л., Михайлова О. Культивирование съедобных и лекарственных грибов. Киев: Чернобыльинтеринформ, 2004. 128 с.
15. Попович В. П., Козіко Н. О., Буткевич Т. А. Перспективи використання лікарського гриба *Flammulina velutipes* у медичній та фармацевтичній практиці. *Фармацевтичний журнал*. 2015. № 1. С. 70-75. - URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pharmazh_2015_1_11. (дата звернення 27.03.2020).
16. Бисько Н.А., Ломберг М.Л., Митропольська Н.Ю., Михайлова О.Б. Колекція культур шапинкових грибів 248 (ІВК). Київ: Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національна Академія наук України, «Альтерпрес», 2016. 120 с.
17. Михайлова О. Б.; Поединок Н. Л. Научные основы создания перспективных биотехнологий культивирования лекарственных макромицетов *Piptoporus Betulinus* (Bull.) P. Karst. И *Flammulina Velutipes* (Curtis) Singer. *Успехи медицинской микологии*, 2014. №12. С. 242-243.
18. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. Киев: Наукова думка, 1982. 553 с.
19. Harith N., Abdullah N., Sabaratnam V. Cultivation of *Flammulina velutipes* mushroom using various agro-residues as a fruiting substrate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2014. Vol. 49(3), P. 181-188. - URL: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2014000300181&script=sci_arttext. (accessed 27 March 2020).
20. Rezaeian S., Pourianfar H.R. A Comparative Study on Bioconversion of Different Agro Wastes by Wild and Cultivated Strains of *Flammulina velutipes*. *Waste Biomass Valorization*, 2017. Vol. 8, № 8. P. 2631–2642. - URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-016-9698-7>. (accessed 27 March 2020).
21. Osińska-Jaroszuk M. O. N. I. K. A., Jaszek M., Sulej J., Stefaniuk D., Urbaniak M., Siwulski M., Janusz G. Complex biochemical analysis of fruiting bodies from newly isolated Polish *Flammulina velutipes* strains. *Polish J Microbiol*, 2016. Vol. 65, №3. P. 295-305. - URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/f8bd/dd0392ec0ba97ea7dc22091661c5a6badad6.pdf>. (accessed 27 March 2020).
22. Leifa F., Pandey A., Soccol C.R. Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spent-ground. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 2001, Vol. 44.2. P. 205-212. DOI: <https://DOI.org/10.1590/S1516-89132001000200015>
23. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. Киев: Издательство “Наукова думка,” 1976. 336 с.
24. Тараріко О.Г., Балюк С.А., Кисіль В.І. Методика агрохімічного обстеження тепличних ґрунтів і субстратів та особливості застосування добрив. К.: ДІА, 2005. 205 с.

25. Flammulina velutipes variety, and cultivation method thereof. Pat. EU, no. CN105248285; application date: 2015-09-24.

26. Xie C., Gong W., Yan L., Zhu Z., Hu Z., Peng Y. Biodegradation of ramie stalk by Flammulina velutipes: mushroom production and substrate utilization. *AMB Express*, 2017. Vol. 7, № 1. P. 171–171. - URL: <https://amb-express.springeropen.com/articles/10.1186/s13568-017-0480-4>. (accessed 27 March 2020).

27. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Програмно-інформаційний комплекс „Agrostat New”. Херсон: Айлант, 2013.

28. Han H. S., Jhune C. S., Cheong J. C., Oh J. A., Kong W. S., Cha J. S., Lee C. J. Occurrence of black rot of cultivated mushrooms (*Flammulina velutipes*) caused by *Pseudomonas tolaasii* in Korea. *European journal of plant pathology*, 2012. Vol. 133, № 3, P. 527–535. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-012-9941-4> (accessed 27 March 2020).

29. Liu Z. H., Sossah F. L., Li Y., Fu Y. P. First Report of *Ewingella americana* Causing Bacterial Brown Rot Disease on Cultivated Needle Mushroom (*Flammulina velutipes*) in China. *Plant Dis. Scientific Societies*, 2018. Vol. 102, № 12, P. 2633–2633. – URL: <https://apsjournals.apsnet.org/DOI/full/10.1094/PDIS-02-18-0351-PDN> (accessed 27 March 2020).

30. Wright L., Boundy B., Perlack B., Davis S., Saulsbury B. Biomass Energy Data Book, Volume 1., University of Nebraska - Lincoln, 2006. 189 p. – URL: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=usdoepub>. (accessed 27 March 2020).

3.7.3 Вплив складу субстратів на морфологічні та біохімічні показники *Pleurotus citrinopileatus* Singer

Мета досліджень

Визначити вплив субстратних композицій з сільськогосподарських залишків (соломи ячменю та лушпиння соняшнику) на морфологічні характеристики зростків та окремих плодових тіл *P. citrinopileatus*, а також на біохімічні показники грибної сировини.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в лабораторії Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного та в умовах промислового виробництва ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» (с. Садове Мелітопольського р-ну Запорізької обл.) в січні-квітні 2020 року.

Культуру досліджуваного штаму *Pleurotus citrinopileatus* Singer 2161 ІВК отримували з колекції культур шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. Н. Г. Холодного та підтримували на живильному середовищі наступного складу: агар-агар - 20 г, мальт-декстроза - 20 г, дріжджовий екстракт сухий - 2 г; вода - до 1 літру (Bisko et. al., 2016). Активну кислотність доводили до показника $6,7 \pm 0,2$ 0,1N розчином КОН. Живильне середовище стерилізували 35 хвилин при 121°C. Культури інкубували 8 діб за температури 24°C до повної колонізації поверхні живильного середовища (Bukhalo et. al., 1988). Вміст чашок Петрі

використовували для приготування суспензії – інокуляту, з розрахунку - вміст однієї чашки Петрі на 300 мл води.

Посівний міцелій. Формула зернового субстрату для виготовлення посівного міцелію складалася з пшениці, ячменю, ріпаку та льону, з додаванням карбонату кальцію (крейда) в співвідношенні 30: 60: 8: 1: 1. Зернові відварювали, рапс замочували на 8-10 годин холодною водою, льон додавали до вологої суміші зернових і ріпаку в сухому вигляді. Крейду додавали під час перемішування суміші та її охолодження. Суміш масою 6000 ± 50 г фасували в поліпропіленові пакети з чотирма спеціальними фільтрами товщиною 20 мм по ширині пакета (виробник ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР», ТУ У 22.2 -41163069-002: 2020). Пакети з зерною сумішшю стерилізували за температури $125 -131^{\circ}\text{C}$ протягом 180 хвилин і потім охолоджували в асептичних умовах до $26-28^{\circ}\text{C}$.

70-100 мл щойно виготовленого інокуляту вливали в зерновий субстрат, пакет герметично запаювали, вміст ретельно перемішували. Інкубували зерновий субстрат за температури $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ протягом 10 діб, готовий міцелій охолоджували і зберігали в холодильнику за $1 \pm 1^{\circ}\text{C}$ не більше 10 діб.

Субстрати. Для виготовлення субстратних композицій використовували сировинні матеріали, отримані з господарств Запорізької області (ТОВ «АГРОФІРМА ОЛЬВІЯ», ПП Дімура Микола Іванович), паливні гранули з лушпиння соняшника від ТОВ «Мелітопольський олійноекстракційний завод». У якості головного показника під час теоретичного розрахунку формули субстрату враховували співвідношення вуглецю до азоту (C/N) (Zenova et. al., 2002). Прагнули до показника 20/1 відповідно до рекомендацій попередніх дослідників. З іншого боку, враховували формули композицій таким чином, щоб досягти оптимальних значень показників вологості (61-65%) та щільності субстратів від 500 до 700 кг/м³ (Wanzenböck et. al., 2017). Розрахунок проводили з урахуванням початкової вологості сировини за авторською формулою (табл.32).

Таблиця 32

Склад субстратів для вирощування *P. citrinopileatus*

Варіант	Солома	Лушпиння соняшнику	Паливні гранули з лушпиння	Насіння ріпаку	Борошно кукурудзяне	Крейда (CaCO ₃)	Вода
1	250	311	563	164	138	8	2100
2	333	0	688	182	188	8	2600
3	0	522	625	164	213	8	2300

Ячмінну солому, лушпиння соняшника та насіння ріпаку заливали холодною водою й залишали на 8-10 годин. Потім зливали воду, а змочену сировину складали в ємності для змішування. До гранул додавали воду з розрахунку досягнення 63-65% вологості. Змішували зволожені компоненти, додаючи мелену кукурудзу і крейду. Фасували в поліпропіленові пакети, характеристики яких наведені раніше, по 3250 ± 50 г. Стерилізацію субстратів проводили в промисловому автоклаві за температури $121 \pm 3^{\circ}\text{C}$ протягом 120 хвилин. Інокуляцію проводили в асептичних умовах з внесенням 5% зернового міцелію (5 г на 100 г субстрату за сировою вагою, або 165 ± 6 г на один пакет). Для

кожного варіанта досліду було виготовлено по 10 пакетів. Повторність досліду триразова.

Інкубація і плодоношення. Інкубацію субстрату проводили за температури 20 ± 2 °С та відносній вологості повітря $68 \pm 3\%$. Ініціацію плодоношення починали на 16 добу за появи перших «вузликів» лимонного кольору на поверхні субстрату. Пакети виносили в камери вирощування, встановлювали на стелажах рандомно, робили розрізи, але не звільняли від плівки. Площа отворів не перевищувала 5% від поверхні блоку.

У період формування плодових тіл підтримували температуру 16 ± 3 °С, відносну вологість повітря на рівні $96 \pm 2\%$. Вміст вуглекислого газу становив 1150 ± 150 ррт (0,11%). Освітленість підтримували на рівні 150-200 люкс протягом 8 годин на добу. Збір врожаю проводили на стадії технічної зрілості до початку спороношення.

Аналіз технічних показників субстратів і складу плодових тіл проводили загальноприйнятими методами в триразовій повторності для кожного циклу вирощування.

Відбір проб субстрату проводили після інокуляції, з трьох пакетів по 50 г кожна, та перемішували.

Свіжі плодові тіла для біохімічного аналізу збирали з різних блоків відповідно до варіанта досліду, висушували за температури 55 ± 3 °С протягом 8-10 годин і подрібнювали до стану борошна. Перед проведенням аналізу пробу висушували додатково при 102 ± 2 °С та охолоджували в ексікаторі.

Вміст вологи в субстраті визначали термогравіметричним методом.

Визначення золи і змісту загального азоту проводили з використанням методу К'ельдаля в інтерпретації Починка (Pochinok, 1976).

Співвідношення C/N в субстраті визначали за формулою:

$$C/N = 0,52 (100-a) / N,$$

де a - вміст золи,%; 0,52 – усереднений коефіцієнт вмісту карбону, N - вміст загального нітрогену,% (Zenova et. al., 2002).

Екстракцію ендополісахаридів (ендоПС) з сухої речовини проводили за наступним алгоритмом: до 10 мл дистильованої води додавали 2 г порошку з плодових тіл та ретельно перемішували; протягом 16 год витримували у духовій шафі за $98 \pm 0,1$ °С; до отриманого екстракту додавали 96%-й етиловий спирт у співвідношенні 1:2 (за об'ємом) для осадження полісахаридів та відстоювали 24 год за температури 4 °С. Осад відокремлювали центрифугуванням за 5000 об/хв протягом 25 хв та отримували нову суспензію у гарячій дистильованій та деонізованій воді (90 ± 1 °С). Суспензовану фракцію ендополісахаридів висушували за 60 °С протягом 8 годин. Кількість ендополісахаридів у сухій речовині визначали гравіметрично та розраховували за формулою: *маса ендополісахаридів/ маса зразка × 100%* (Boromenskyi & Bisko, 2020).

Загальну кількість вуглеводів у відсотках розраховували за формулою: $100 - \text{кількість протеїнів (\%)} - \text{кількість ліпідів (\%)} - \text{кількість зольних елементів (\%)}$. Окремо вираховували залишкову кількість вуглеводів після виключення ендополісахаридів: $\text{кількість вуглеводів (\%)} - \text{кількість ендополісахаридів (\%)}$.

Статистичний аналіз отриманих результатів за допомогою пакету Microsoft Office Excel 2016 MSO (16.0.4266.1001) kod 00339-10000-00000-AA963 та вбудованої до нього програми QI Macros 2020.

Результати та обговорення

Субстрати. Підготовлені композиції субстратів суттєво відрізнялися ($p < 0,05$) за показником вологості та за показником щільності (табл.33).

Таблиця 33

Технічні показники субстратів

Формула	Вологість, %	pH	Загальний азот, %	Зола, %	Співвідношення C:N	Щільність кг/м ³
1	61,2 ^b ±1,3	6,7±0,3	2,28±0,18	4,4±0,3	21,8±1,1/1	343 ^b ±34
2	66,3 ^a ±1,4	6,5±0,1	2,55±0,27	4,9±0,6	19,4±1,8/1	325 ^b ±23
3	61,5 ^b ±1,8	6,5±0,3	2,31±0,31	3,8±0,9	21,7±1,3/1	578 ^a ±29
НСР ₀₅	1,11	0,21	0,24	0,87	1,6	83

Найвищий показник вологості було визначено в субстратній композиції №2 (66,3±1,4%), найменший у першому варіанті (61,2±1,3%), який за цим показником не відрізнявся від третього варіанту (61,5±1,8%). За показниками рН та хімічного складу (вміст загального нітрогену, маса зольних речовин та співвідношення карбону до нітрогену) виготовлені субстрати не відрізнялися. За показником щільності не виявлено статистичної різниці для композицій субстратів №1 (343±34 кг/м³) та №2 (325±23 кг/м³), але субстрат №3 суттєво відрізнявся ($p < 0,05$) від інших, його щільність в 1,7 раза та в 1,8 раза була вищою ніж у субстратах №1 та №2 відповідно.

Зростки та плодові тіла. Насиченість кольору шапинок *P. citrinopileatus* збільшувалась протягом морфогенезу та ставала рівномірною на 5-7 добу від початку утворення примордіїв (рис. 72 А, В). Але з настанням біологічної стиглості зовнішній край шапинки знову ставав світлим. Було виявлено особливість будови зростків гливи золотої штаму 2161 ІВК – розгалуження основи на гілки (рис. С). Цей факт дає змогу проводити відокремлення плодових тіл без видалення основи та зменшити втрати маси сировини у процесі переробки.



А



В



С

Рис. 72. Зовнішній вигляд зростків *P. citrinopileatus* 2161 ІВК: А) на стадії формування зростку; В) на стадії технологічної зрілості; С) характерна розгалуженість основи зростку

За результатами статистичного аналізу результатів не визначено суттєвого впливу формули субстрату на масу зростків ($p > 0,05$) їх розміри та загальну кількість плодових тіл у зростку (табл. 34) Але треба відмітити, що усі середні показники морфологічних ознак зростків, отриманих на субстраті №3 були нижчими у порівнянні субстратами №1 та №2.

Таблиця 34

Морфологічні показники зростків *P. citrinopileatus*

Формула	Маса, г	Ширина, мм	Висота, мм	Кількість ПТ, шт.
1	201,6±21,6	176,4±9,8	120,6±6,1	54,9±7,4
2	181,2±25,0	176,4±8,7	126,1±7,2	41,5±6,3
3	141,5±43	140,5±5,5	109,5±30,5	38,0±11,0

Визначені результати значно відрізнялась від даних Ковальової та Сиволап, які отримували зростки масою від 400 до 700 г на субстратах з соломи з додаванням ЕМ-препаратів (Kovalov & Syvolap, 2020). На жаль, в означеній роботі не наведено даних про початкову масу блоків субстрату та його фізико-хімічний склад, що не дає змоги провести коректне порівняння.

Отримані результати дають можливість розрахувати розміри паковальної тари для зменшення механічних пошкоджень в процесі фасування, що дозволить збільшити термін зберігання та запобігти швидкому розвитку бактеріальних інфекцій. (Bandura et. al., 2019).

Загальна форма шапинки *P. citrinopileatus* була округлою, без наявної асиметрії, яка звичайно є присутньою у шапинок гливи звичайної. Край шапинки з настанням біологічної стиглості набував хвилеподібної форми та ставав виразно світлішим порівняно з центральною частиною. Структура шапинки була ніжною і крихкою, що є негативною ознакою та визначає необхідність швидкої переробки плодових тіл.

Морфологічні показники плодових тіл, отриманих на різних варіантах субстрату суттєво відрізнялися ($p < 0,05$) (рис. 73, табл. 35).





Рис. 73. Зовнішній вигляд плодових тіл *P. citrinopileatus* 2161 ІВК, отриманих за умов використання: А) субстрату №1; В) субстрату №2; С) субстрату №3

Таблиця 35

Морфологічні показники плодових тіл *P. citrinopileatus*

Формула	Маса ПТ	Діаметр шапинки	Висота шапинки	Висота ніжки	Діаметр ніжки
1	13,2 ^a ± 2,3	52,4 ± 3,7	32,6 ^b ± 1,9	53,1 ^a ± 3,5	14,5 ^a ± 1,0
2	7,7 ^b ± 0,8	50,3 ± 2,0	38,1 ^a ± 1,7	36,9 ^c ± 1,4	10,8 ^b ± 0,5
3	7,7 ^b ± 0,7	45,3 ± 1,5	29,7 ^b ± 1,3	46,6 ^b ± 1,6	11,2 ^b ± 0,5
НСР ₀₅	4,1	7,0	4,7	6,4	2,2

ПТ – плодове тіло

Достовірно найбільший показник маси плодового тіла ($p=0,01$) було отримано за використання субстрату формули №1 (13,2 ± 2,3 г), інші варіанти мали ідентичну середню масу (7,7 ± 0,8 г – субстрат №2 та 7,7 ± 0,7 г – субстрат №3) (табл. 3.7.3.4).

Отримані дані співпадають з результатами дослідження вчених Малайзії та Індонезії які досліджували дикорослі штами та їх гібриди, та визначили що середні розміри діаметру шапинки є характерною ознакою штаму та мали значення від 46,0 ± 0,8 до 73,7 ± 0,5 мм (Rosnina et. al., 2016). Діаметр шапинок плодових тіл гливи золотої, які були отримані українськими вченими на субстратах з використанням ЕМ- препаратів також мав розміри від 3 до 8 см (Kovalov & Syvolap, 2020).

Висота шапинки плодових тіл, отриманих на субстраті формули №2 достовірно відрізнялась від інших варіантів ($p=0,002$), та була на 5,5 мм більшою порівняно з варіантом №1 та на 8,4 мм – порівняно з варіантом 3.

За результатами аналізу визначено достовірну відмінність між варіантами дослідів за показником висоти ніжки ($p<0,01$): найбільша висота плодових тіл

виявлена за використання субстрату №1 ($53,1 \pm 3,5$ мм), найменша – у варіанті №2 ($36,9 \pm 1,4$ мм).

Ніжка плодових тіл, отриманих на субстраті №1 достовірно відрізнялась за показником діаметру ($p < 0,01$), який на 3,7 мм був більшим порівняно з отриманими даними ($1,2 \pm 0,5$ мм) у варіанті №2, з найменшим діаметром ніжки у досліді.

Біохімічний аналіз плодових тіл. За результатами однофакторного аналізу не визначено впливу формули субстрату на хімічний склад плодових тіл *P. citrinopileatus*, але загальна кількість вуглеводів в плодових тілах, отриманих на субстраті формули №1 була вищою у порівнянні з іншими варіантами досліду (рис. 74).

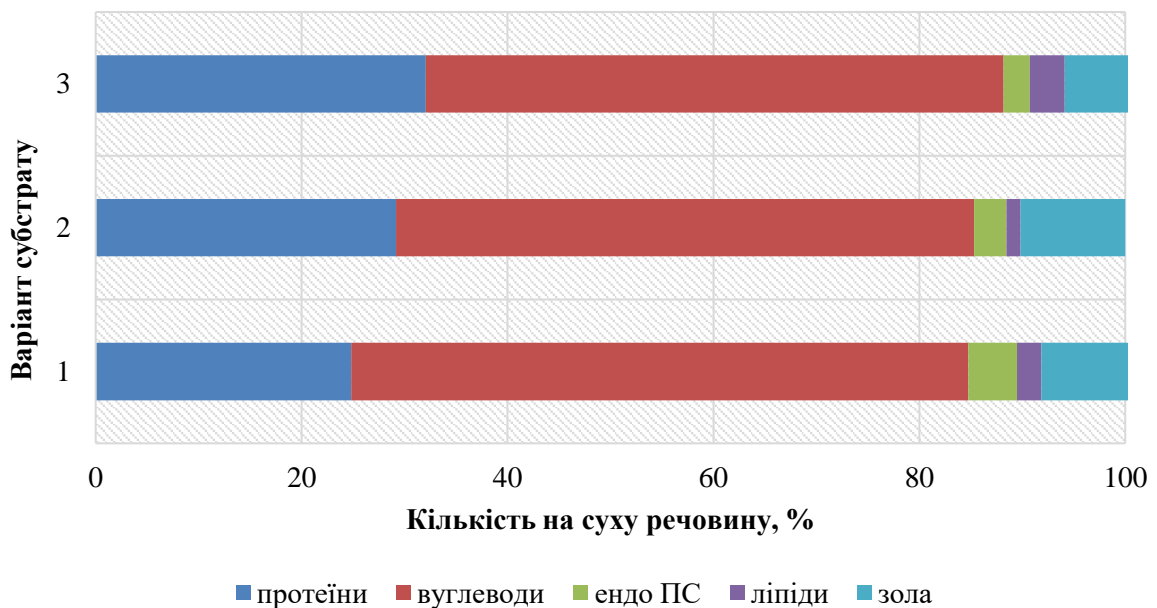


Рис. 74 Хімічний склад плодових тіл *P. citrinopileatus* (ендоПС - ендopolісахариди)

Найвищу кількість протеїнів було визначено в плодових тілах, отриманих з субстрату формули №3 ($32,07 \pm 0,27\%$), тоді як на субстраті формули №1 вміст протеїнів був найнижчим ($24,80 \pm 3,71\%$).

Кількість вуглеводів, за виключенням ендopolісахаридів, коливалась від $56,13 \pm 1,47\%$ (субстрат №3 – найменший показник) до $59,95 \pm 2,56\%$ (субстрат №1 найвищий показник).

Кількість надзвичайно цінних для медичного використання ендopolісахаридів у плодових тілах гливи золотої коливалась від $2,54 \pm 0,54\%$ (субстрат №3) до $4,72 \pm 0,61\%$ на субстраті №1. Отже, максимальний показник вмісту цих вуглеводів було отримано на найбільш різноманітному за складом субстраті.

Отримані результати вмісту полісахаридів в плодових тіл *P. citrinopileatus* співпадають з результатами українських дослідників, що вивчали вплив субстратів методом поверхневого культивування на рідкому середовищі та встановили значний вплив субстратів на кількісний склад амінокислот, та вміст ендopolісахаридів у біомасі гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm. та

екзополісахаридів у культуральній рідині. Зокрема кількість ендополісахаридів при використанні шроту олійних культур (шроту амаранту та рапсу) досягала у їхньому досліді 3,5%, а за використання зародків пшениці -4,5%. (Krupoderova et. al., 2014).

Відомо, що факт позитивного впливу збільшення компонентів субстратів на підвищення кількості цінних метаболічних речовин давно цікавить дослідників, але на їхню думку це питання є недостатньо вивченим (Gürge et. al., 2020; Jeong et. al., 2013).

Найвищий показник вмісту жирів визначили у плодових тілах, вирощених на субстраті №3 ($3.39 \pm 0,99\%$), тоді як на субстраті №2 вміст жирів складав найменший відсоток від маси сухої речовини ($1,39 \pm 0,12\%$). Треба підкреслити, що у формулу №2 було додано найвищий відсоток соломи, яка за даними хімічного аналізу відрізняється від лушпиння удвічі меншим вмістом жирів. (Husid et. al., 2015; Kudasheva et. al., 2015).

Найвищий вміст зольних речовин було визначено в плодових тілах, отриманих на субстраті №2 ($10,14 \pm 1,19\%$), тоді як вирощені на субстраті №3 плодове тіла гливи золотої мали найнижчий вміст золи ($7.47 \pm 0,96\%$). Саме ці формули субстрату за результатами аналізу теж відрізнялась найвищим та найнижчим показником золи (табл. 2).

Треба зазначити, що отримані дані підтверджуються аналогічними результатами аналізу органічних складових та зольних елементів в плодових тілах гливи золотої, про які звітує Медані (Medany, 2014). Він вирощував *P. citrinopileatus* на субстратах різного складу з соломи пшениці, рису та з додаванням тирси. За його даними, кількість протеїнів у плодових тілах знаходилася у межі 22,8% (рисова солома) до 26% (рисова солома та тирса), жирів від 2,54% (на солі пшениці з тирсою) до 3,3% (суміш соломи рису та пшениці). Кількість зольних елементів за результатами іранського вченого коливалась від 7,68 до 9,06% (Medany, 2014). Однак, у його роботі не наведені початкові показники біохімічного складу субстратів, тому складно визначити залежність зміни хімічного складу плодових тіл від балансу речовин у субстраті.

Висновки

Перевірена можливість використання рослинних сільськогосподарських залишків, що є доступними у більшості областей України, для вирощування їстівного ксилотрофного гриба *P. citrinopileatus* в штучних умовах. Результатами роботи доведено вплив складу субстрату на морфологічні ознаки та біохімічний склад плодових тіл.

Визначено морфологічні характеристики плодових тіл та вміст органічних і зольних речовин у плодових тілах, вирощених на субстратах з різним співвідношенням соломи та лушпиння соняшнику. Найбільші за середньою масою плодове тіла ($13,2 \pm 2,3\text{г}$) отримували на субстраті, що складався з соломи: лушпиння соняшнику: паливних гранул на основі лушпиння соняшнику: зерна рапсу : кукурудзяної муки : гіпсу та води у співвідношенні 31:39:70:20:17:1:263.

Найбільшу кількість протеїну містили плодове тіла *P. citrinopileatus* (гливи золотої), що було вирощено на субстраті формули №3 ($32,07 \pm 0,27\%$), а найбільшу кількість біоактивних ендополісахаридів на субстраті формули №1 ($4.72 \pm 0,61\%$).

Знайдено позитивну кореляцію між вмістом зольних речовин у субстраті та таким показником у плодових тілах, отриманих з цих субстратів. Проте, необхідно провести додаткові дослідження та глибокий кореляційний аналіз для можливості прогнозування вмісту цінних органічних речовин в плодових тілах за рахунок корегування складу субстрату.

Література до пункту 3.7.3

1. Бандура І.І., Кулик А. С., Байбєрова С. С., Жукова В. Ф., Сухаренко О. І., (2019). Оцінка впливу технік культивування на зміну морфологічних ознак зростків плодових тіл *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.) P. KUMM. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2019. (286). Р. 283-293.
2. Бисько Н.А., Ломберг М.Л., Митропольська Н.Ю., Михайлова О.Б. Колекція культур шапинкових грибів 248 (ІВК). Київ: Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національна Академія наук України, «Альтерпрес», 2016. 120 с.
3. Бороменський Д.О., Бисько Н.А. Вплив умов культивування на накопичення біомаси та ендополісахаридів грибами роду *Ganoderma* (*Ganodermataceae*). *Український ботанічний журнал*. 2020. 77(2): 117–124. DOI:10.15407/ukrbotj77.02.117.
4. Бухало А. С., Бабицкая В. Г., Бисько Н. А. Биологические свойства лекарственных макромицетов в культуре / Под ред. чл.-кор НАН Украины СП Вассера. К.: Альтерпрес, 2011. Т.1. 212 с.
5. Cheung Peter C. ed. *Mushrooms as functional foods*. John Wiley & Sons, 2020. 296 p.
6. Deepalakshmi K., Sankaran M. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Journal of Biochemical Technology*. 2014. 5(2). 718-726. Retrieved from: <https://jbiochemtech.com/storage/models/article/NG23jvirki6MsPU83nHuA6CbEMW8XcyYx1abn0BuLtqBOKsnuWPknyki9rj5/pleurotus-ostreatus-an-oyster-mushroom-with-nutritional-and-medicinal-properties.pdf>.
7. Golak-Siwulska I., Kałużewicz A., Spizewski T., Siwulski M., Sobieralski, K. Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Horticulturae*. 2018. 30(2). 191-201. DOI: 10.2478/fhort-2018-0012.
8. Gürgen A., Sevindik M., Yildiz S., Akgül H. Determination of Antioxidant and Oxidant Potentials of *Pleurotus citrinopileatus* Mushroom Cultivated on Various Substrates. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 2020. 23(3). 586-591. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.626803.
9. Heleno S. A., Barros L., Martins A., Morales P., Fernández-Ruiz V., Glamoclija J., Ferreira I. C. Nutritional value, bioactive compounds, antimicrobial activity and bioaccessibility studies with wild edible mushrooms. *LWT-Food Science and Technology*. 2015. 63(2). 799-806. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.04.028. [in English].
10. Хусид С. Б., Гнеуш А. Н., Нестеренко Е. Е. Подсолнечная лузга как источник получения функциональных кормовых добавок. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного*

университета. 2015. (107). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podsolnechnaya-luzga-kak-istochnik-polucheniya-funktsionalnyh-kormovyh-dobavok>

11. Jeong S. C., Kooyalamudi S. R., Hughes J. M., Khoo C., Bailey T., Marripudi, K., Song C. H. Antioxidant and immunomodulating activities of exo-and endopolysaccharide fractions from submerged mycelia cultures of culinary-medicinal mushrooms. *International journal of medicinal mushrooms*. 2013. 15(3). DOI: 10.1615/IntJMedMushr.v15.i3.30.

12. Jing L. I. Study on the Processing Technology of Functional Yoghurt from Golden Mushroom Polysaccharide [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*. 2009. 3. Retrived from: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotat-AHNY200903162.htm. [in English].

13. Khan A. A., Gani A., Khanday F. A., Masoodi, F. A. Biological and pharmaceutical activities of mushroom β -glucan discussed as a potential functional food ingredient. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 2018. 16, 1-13. DOI:10.1016/j.bcdf.2017.12.002.

14. Ковальов М. М., Сиволап, А. В. Ферментації соломяного субстрату ЕМ препаратами при вирощування гливи лимонно-шляпкової. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції, , 9-11 квітня 2020 р». Кропивницький: ЦНТУ. 2020. С. 22.

15. Круподьорова Т. А., Барштейн В. Ю., Пещук Л. В., Гащук, О. І., Костенко Є. Є. Культивування *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm. на рослинних відходах. *Biotechnologia Acta*. 2014. 7 (4), 92-99.

16. Кудашева А. В., Галиев Б. Х., Ширнина Н. М., Левахин Ю. И., Корнейченко В. И., Королёв В. Л., Рябов, Н. И. Питательная ценность соломы злаковых культур в Оренбургской области. *Животноводство и кормопроизводство*. 2015. 1 (89).

17. Lee K., Lee H., Choi Y., Kim Y., Jeong H. S., Lee, J. Effect of different cooking methods on the true retention of vitamins, minerals, and bioactive compounds in shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*). *Food Science and Technology Research*. 2019. 25(1), 115-122. DOI: 10.3136/fstr.25.115.

18. Medany G. M. Cultivation possibility of golden oyster mushroom (*Pleurotus citrinopileatus*) under the Egyptian conditions. *Egypt. J. Agric. Res.* 2014. 92(2), 749-761. Retrived from: <http://www.arc.sci.eg/ejar/UploadFiles/Publications/119863%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D8%AB%20%D8%A7%D9%84%D8%B1%D8%A7%D8%A8%D8%B9%20%D8%AA%D9%83%D9%86%D9%88%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%8A%D8%A7%20%D8%A3%D8%BA%D8%B0%D9%8A%D9%87.pdf>. [in English].

19. Minato K. I. Immunomodulation activity of a polysaccharide fraction of a culinary-medicinal mushroom, *Pleurotus citrinopileatus* Singer (Agaricomycetidae), in vitro. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 2008. 10(3). DOI: 10.1615/IntJMedMushr.v10.i3.40.

20. Miyazawa M., Dejima Y., Takahashi T., Matsuda N., Ishikawa R. Characteristic odor components of essential oil from dried fruiting bodies of golden

oyster mushroom (*Pleurotus citrinopileatus*). *Journal of Essential Oil Research*. 2011. 23(3), 58-63. DOI: 10.1080/10412905.2011.9700459.

21. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. Киев: Издательство "Наукова думка," 1976. 336 с.

22. Prasad S., Rathore H., Sharma S., Yadav A. S. Medicinal mushrooms as a source of novel functional food. *Int J Food Sci Nutr Diet*. 2015. 4(5), 221-225. DOI:10.19070/2326-3350-1500040.

23. Rodrigues D. M., Freitas A. C., Rocha-Santos T. A., Vasconcelos M. W., Roriz M., Rodríguez-Alcalá L. M., Duarte A. C. Chemical composition and nutritive value of *Pleurotus citrinopileatus* var *cornucopiae*, *P. eryngii*, *P. salmoneo stramineus*, *Pholiota nameko* and *Herichium erinaceus*. *Journal of Food Science and Technology*. 2015. 52(11), 6927-6939. DOI: 10.1007/s13197-015-1826-z.

24. Rosnina A. G., Tan Y. S., Abdullah N., Vikineswary S. Morphological and molecular characterization of yellow oyster mushroom, *Pleurotus citrinopileatus*, hybrids obtained by interspecies mating. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2016. 32(2). DOI:10.1007/s11274-015-1959-2.

25. Sheng Y., Zhao C., Zheng S., Mei X., Huang K., Wang G., He X. Anti-obesity and hypolipidemic effect of water extract from *Pleurotus citrinopileatus* in C57 BL/6J mice. *Food science & nutrition*. 2019. 7(4), 1295-1301. DOI: 10.1002/fsn3.962.

26. Tan Y. S., Baskaran A., Nallathamby N., Chua K. H., Kuppusam U. R., Sabaratnam V. Influence of customized cooking methods on the phenolic contents and antioxidant activities of selected species of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.). *Journal of food science and technology*. 2015. 52(5), 3058-3064. DOI: 10.1007/s13197-014-1332-8.

27. Wanzenböck E., Apprich S., Tirpanalan Ö., Zitz U., Kracher D., Schedle K., Kneifel W. Wheat bran biodegradation by edible *Pleurotus* fungi—A sustainable perspective for food and feed. *LWT*. 2017. 86, 123-131. DOI:10.1016/j.lwt.2017.07.051. [in English].

28. Зенова Г. М., Степанов А. Л., Лихачева А. А., Манучарова Н. А. (2002). Практикум по биологии почв. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2002. 88 р.

Список публікацій за розділом 3.7

1. Бандура І. І., Кулик А. С., Коляденко В. В. Ксилотрофні гриби як джерело біоактивних речовин для функціонального харчування. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання / Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - Вип. 20, т. 2. С. 132-141.

2. Бандура І. І., Кулик А. С., Жукова В. Ф., Гапріндашвілі Н. А. Міждисциплінарний підхід у викладанні дисципліни «Технологія полісахаридів та їх застосування у харчовій промисловості». Зб. наук.-метод. пр. ТДАТУ «Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти». 2020. Вип. 23. С. 353–361. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/106343>

3. Бандура И. И. Перспективы интродукции тропического гриба *CALOCYBE INDICA PURKAY.* & A. CHANDRA в украинское грибопроизводство. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2020. Вип.96. Ч.1. DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-3>

4. Iryna Bandura, Omoanghe S. Isikhuemhen, Alina Kulik, Marina Serduk, Olena Sucharenko, Valentina Jukova, Viktoriia Koliadenko, Nona Gaprindashvili. Effect of perforation size and substrate bag fruiting position on the morphology of fruiting bodies and clusters in *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. <https://www.elsevier.com/journals/journal-of-the-saudi-society-of-agricultural-sciences/1658-077x/open-access-journal> - *подано 2.10.20.*
5. Бандура І. І., Кулик А. С., Хареба В.В., Хареба О.В., Цизь О.М., Чаусов С. В., Макогон С. В. Вплив складу субстратів на морфологічні та біохімічні показники *Pleurotus Citrinopileatus* Singer.
6. І.І. Бандура, А.С. Кулик, С.В. Чаусов, О.М. Цизь. Вплив складу рослинних субстратів на ефективність культивування істівних грибів *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.), *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., *Pleurotus citrinopileatus* Singer та *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer. Вісник аграрної науки Причорномор'я. DOI: 10.31521/2313-092X. Випуск 2 (106), 2020.
7. Бандура І. І., Бісько Н. А., Кулик А. С., Цизь О. М., Чаусов С. В., Василенко О. Ю., Гончаров С. М. Технологічні засади впровадження опенька зимового *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer в промислову культуру. "Наукові доповіді НУБіП України". 2020. № 5(87). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/viewFile/14314/12676>.
8. Iryna Bandura, Omoanghe S. Isikhuemhen, Alina Kulik, Nina Bisko, Maryna Serdiuk, Volodymyr Khareba, Olena Khareba, Iryna Ivanova, Olesya Priss, Oleksandr Tsyzy, Serhii Makohon, Serhii Chausov. Cultivation qualities and fruit body characteristics from different isolates of King Oyster mushroom, *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. *Annals of Agricultural Sciences* (AOAS) <https://www.sciencedirect.com/journal/annals-of-agricultural-sciences> – *Переподано 21.10.20 р.*
9. Bandura Iryna, Kulyk Alina, Bisko Nina, Serduk Marina, Khareba Volodymyr, Khareba Olena, Makohon Serhii. Effect of different grain spawn materials on *Pleurotus ostreatus* mushroom production under regulated and unregulated fruiting conditions. *Acta agriculturae Slovenica* <http://ojs.aas.bf.uni-lj.si/index.php/AAS/about> 2020. – *Подано 5.09.20.*
10. Бандура І.І., Кулик А. С., Байберова С. С., Жукова В. Ф., Сухаренко О. І., (2019). Оцінка впливу технік культивування на зміну морфологічних ознак зростків плодових тіл *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.) P. KUMM. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2019. (286). Р. 283-293.
11. Бандура І. І., Мироничева О. С. Karlsson Olov. Assessment of Raw Plant material and Substrate for Efficient production of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.) *Ochrana dřevín a dřeva 2016: zborník recenzovaných vedeckých prác a abstraktov / Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene , 2016, p. 27-33*
12. Бандура І. І., Кулик А. С., Макогон С. В., Синяговський С. С. Дослідження особливостей інтродукції продуктивних штамів екзотичних грибів *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini та *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. [Електронне видання] *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного*

університету [Електронне видання]. – 2019. – Вип. 8, том 2. – Режим доступу: <http://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/116/113>

13. Myronycheva O., Bandura I., Bisko N., Gryganskyi A. P., Karlsson O. Assessment of the growth and fruiting of 19 oyster mushroom strains for indoor cultivation on lignocellulosic wastes. *BioResources*. 2017. 12(3), 4606-4626.

14. Кулик А. С., Бандура І. І. Сердюк М. Є., Севастьянович О.С., Булгаков І. В., Гапріндашвілі Н. А., Розробка рецептури м'ясних консервів з грибами [Електронне видання] Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронне видання]. 2019. Вип. 9, том 1. DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-60.

15. Бандура І. І., Кулик А.С., Гапріндашвілі Н.А., Макогон С.В. Аналіз морфологічних характеристик гливи легеневої штаму *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quéf. 2314 ІВК як складових якості грибної сировини. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету ім. Д. Моторного*. 2019. Вип. 19, т. 3. –С. 247-256.

16. Кулик А. С., Бандура І. І., Булгаков І. В., Макогон С. В., Загорко Н. П. Розробка рецептури пресервів на основі бичка азовського та гливи звичайної. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. 19(3), 251-261.

Тези

1. Бандура І. І., Кулик А. С., Макогон С. В. Особливості інтродукції лікарських ксилотрофних грибів в промислову культуру. Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: *матеріали восьмої Міжнародної науково-практичної конференції. 29–30 червня 2020 р., м. Полтава*. РВВ ПДАА. 2020. 262 с. <http://DOI.org/10.5281/zenodo.4054586> С.15-17.

2. Бандура І.І., Кулик А.С., Омоангхе S. Isikhuemhen. Оцінка мікробіоти рослинних субстратів для промислового культивування їстівних грибів. Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: *міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р.* : [матеріали конференції] / під заг. Ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 187-191.

3. Сокот О. Є. Зміна вмісту ендополісахаридів в плодових тілах грибів роду глива під час зберігання та після термічної обробки. *Матеріали І Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі»*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 83-84. Бандура І. І., Кулик А. С., <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/10249/1/46%20%D0%A1%D1%82%D1%83%D0%B4.%20%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%A2%D0%94%D0%90%D0%A2%D0%A3%2019-20%20%D0%9E%D0%9F%D0%A5%D0%92-83-84.pdf>

4. Вакасова К.А., Бандура І.І., Кулик А.С. Оцінка впливу температури та активної кислотності розчину на відновлення сухого порошку з плодових тіл *Pleurotus Ostreatus* (Jacq) P. Kumm. *Матеріали VIII Всеукр. наук.-техн. конф., 01-18 листопада 2020 р.* Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 55-56.

5. Рудакова Г.А., Бандура І.І., Кулик А.С. Оцінка органолептичних показників смажених грибів залежно від тривалості температурного впливу. Матеріали VIII Всеукр. наук.-техн. конф., 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 56-57.
6. Сидоренко Л.Д., Бандура І.І. Визначення коефіцієнтів втрати маси у технологічному процесі виготовлення напівфабрикатів з гливи золотої. Матеріали VIII Всеукр. наук.-техн. конф., 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 57-58.
7. Сокот О.Є., Бандура І.І. Оцінка вмісту біоактивних речовин у плодових тілах гливи *pleurotus (fr.) p. kumm* різного ступеню стиглості. Матеріали VIII Всеукр. наук.-техн. конф., 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 60-61.
8. Угріна П.О., Бандура І.І. Енергетична цінність м'ясних тефтелей з використанням нетрадиційної сировини. Матеріали VIII Всеукр. наук.-техн. конф., 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 61-62.
9. Бандура І.І., Кулик А.С. Севастьянович М. В. Удосконалення технології виробництва м'ясних тефтелей з використанням нетрадиційної сировини. Матеріали VIII Всеукр. наук.-техн. конф., 01-18 листопада 2020 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С.62-63.
10. Бісько Н.А., Бандура І. І. Вплив добрива Аватар (комплекс наноцитратів мікроелементів) на продуктивність та якість печериць та гливи. *Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences, Lublin, Republic of Poland, Dec 27-28, 2017. P.92-94*
11. Bandura I., Isikhuemhen O. S. Pretreatment of the wheat straw and solid statefermentation improves yield and biological efficiency in *Pleurpotus ostreatus* (Jucq.) P. Kumm mushroom production. *The 9th International medicinal mushroom conference. – Book of abstract. - Palermo, Italy Sep 24-28, 2017. С. 41-43.*
12. Кулик А. С., Бандура І. І., Байберова С. С. Сучасні способи зберігання грибів. Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції «Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва, 24-25 травня 2017 р., м. Умань». Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2017. С. 134-135
13. Кулик А. С., Бандура І. І., Байберова С.С. Проблеми сучасних способів зберігання грибів. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини, 19-20 квітня 2018 року». Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2018. С. 134-135.
14. Кулик А. С., Кльонова А.О. Новий спосіб підготовки грибів роду глива -*PLEUROTUS (FR.) P. Kumm*. до зберігання. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Сучасні тенденції розвитку харчових технологій в умовах європейської інтеграції», 16 травня 2018 року, м. Київ.
15. Бандура І. І., Сокот О. Є., Кулик А. С. Перспективи використання грибних полісахаридів у виготовленні страв функціонального призначення. Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції молодих

учених магістрантів та студентів за підсумками наукових досліджень 2018 року «Інноваційні агротехнології»: Мелітополь, ТДАТУ, 2018. Випуск VI. с. 24.

16. Кулик А. С., Бандура І. І. Особливості зберігання грибів роду глива. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності : друга міжнародна науково-практична конференція, 5–7 вересня 2017 р. Харків: ХДУХТ, 2017. С. 213-214.

17. Isikhuemhen O. S., Kulik A.S. & other. Fruiting position and length of incisions on substrate bags affect fruit body yield and cluster characteristics in *Pleurotus ostreatus* Abstract of the 10th International medicinal mushroom conference :IMMC-10 (Nantong, China, September 19-22, 2019.)

18. Кулик А. С., Загорко Н. П., Бандура І. І., Булгаков І. В. Сучасні продукти функціонального призначення з додаванням рослинної сировини. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності : третя Міжнародна науково-практична конференція (Харків, Мелітополь, Кирилівка, 4–6 вересня 2019 р.): тези доповідей;С. 207-209. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/8029>

19. Бандура І. І., Прісс О. П., Кулик А. С., Макогон С. В. Інноваційні технології переробки екзотичних грибів для отримання продуктів функціонального призначення. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності : третя Міжнародна науково-практична конференція (Харків, Мелітополь, Кирилівка, 4–6 вересня 2019 р.): тези доповідей;С. 10-12. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/8021>

20. Бандура І., Отставнова А. Вплив складу поживного середовища на швидкість вегетативного росту міцелію благородних плісень. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ (присвячується 80-річчю Запорізької області). Факультет агротехнологій та екології: збірник тез доповідей (Мелітополь, 19-23 листопада 2018 р.);С. 22.

21. Бандура І., Карпенко А., Желязков О. Технологічні особливості використання грибів при виготовленні соусів. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ (присвячується 80-річчю Запорізької області). Факультет агротехнологій та екології: збірник тез доповідей (Мелітополь, 19-23 листопада 2018 р.). С. 18.

22. Бандура І. І., Макогон С. В., Сокот О. Є., Кулик А. С. Перспективи використання грибної сировини для підвищення біологічної цінності продуктів харчування. Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності, 14-15 березня 2019 р., м. Херсон». Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2019. С. 14-17.

23. Бандура І. І., Кулик А. С., Макогон С. В., Орлова Т. Ю., Севастьянович О. С. [Перспективи розширення асортименту продуктів переробки грибів із підвищеною біологічною цінністю.](#) Міжвузівська студентська науково-практична конференція [«Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції, 28-29 травня 2019 року, м. Мелітополь».](#) Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. С. 51-57.

24. Бандура І. І. Сокот О.Є., Кулик А.С. Використання грибних полісахаридів у технології страв функціонального призначення. Міжвузівська студентська науково-практична конференція [«Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції, 28-29 травня 2019 року, м. Мелітополь»](#). Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. С. 51-57.

25. Бандура И. И. Экспресс - метод оценки микробиологической элективности субстратов в промышленном производстве грибов рода *Pleurotus*. Современная микология в России. Материалы III Международного микологического форума. Москва. 14 – 15 апр. 2015 г. М.: Нац. акад. микол. 2015. Том 5., С. 279-282.

26. Бандура И. И. Анализ технологических показателей зерновых смесей для изготовления посевного зернового мицелия. «Инновационные подходы и технологии для повышения эффективности производств в условиях глобальной конкуренции» международная научно-практическая конф-я, посв. памяти член-корр-а КазАСХН, д.т.н., профессора Тулеуова Елемеса Тулеуовича. 01 марта 2016 г. Семей: Государственный университет имени Шакарима, 2016. Т. II. С. 339-341.

Авторські свідоцтва, дипломи, патенти

1. Кулик А.С., Бандура І. І., Чаусов С.В., Прісс О.П. Спосіб підготовки грибів роду Глива-*PLEUROTUS* (FR.)P.KUMM до зберігання. Пат № UA 127654 U. Україна, МПК51, А23В 7/16, А01F 25/14, В65В 25/02. заявлено u201803761 від 06.04.2018, опубліковано 10.08.2018; Бюл. №15/2018.

2. Бандура І. І., Бісько Н. А. Мироничева О. С. Свідоцтво №171270 від 12.10.17 р. про реєстрацію сорту рослин ІВК 2301 *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm «Глива звичайна». Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2019 рік; с. 461 <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>

3. Бандура І. І., Бісько Н. А. Мироничева О. С. Свідоцтво №160829 про державну реєстрацію сорту рослин ІВК 2314 *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. «Глива легенева». Дата державної реєстрації майнового права інтелектуальної власності на поширення: 25.04.2016. Свідоцтво про державну реєстрацію № 160829. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2019 рік; заявка 13627001, стор.378

4. Бісько Н. А. Мироничева О. С. Бандура І. І. Патент №160350 на сорт рослин ІВК 2314 *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. «Глива легенева». Заявка № 13627001 Назва сорту: ІВК 2314 Заявник (код): 1957 Власник сорту (код): 1957. Дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності: 17.06.2016 Патент № 160350. Дата пріоритету: 17.10.2013.

Тема 3.8. Застосування біогенних екстрактів у птахівництві як технологічний засіб підвищення його ефективності

Керівник теми
Виконавці

Данченко О.О.
Здоровцева Л.М.
Майборода Д.О.
Сухаренко О. І.
Андрущенко М. В.

Мета досліджень

Метою даної роботи було з'ясування впливу екстракту вівса посівного у складі раціону гусей в передзабійному періоді на окисне псування їхнього м'яса за низькотемпературного зберігання.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні **завдання**:

1. Дослідити динаміку вмісту кінцевих продуктів ліпопероксидації, вітамінів Е, А і β -каротину, коефіцієнта антиоксидантної активності та жирно кислотного складу ліпідів м'яса гусей під час його низькотемпературного зберігання.
2. З'ясувати вплив екстракту вівса на динаміку вмісту кінцевих продуктів ліпопероксидації, вітамінів Е, А і β -каротину, коефіцієнта антиоксидантної активності та жирнокислотного складу ліпідів м'яса гусей при його введенні до раціону гусей у передзабійному періоді.
3. За статистично опрацьованими результатами проведеного експерименту визначити доцільність застосування екстракту вівса в запропонованому технологічному режимі з метою уповільнення окисного псування м'яса під час низькотемпературного зберігання.

Об'єкт дослідження – якість м'яса гусей за його тривалого низькотемпературного зберігання.

Предмет дослідження – вміст кінцевих продуктів ліпопероксидації, жиророзчинних вітамінів та жирно кислотний склад ліпідів м'яса гусей за його тривалого низькотемпературного зберігання.

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Особливості складу м'яса гусей породи Легарт

Розвиток птахівництва сприяє швидкому нарощуванню різноманітних продуктів харчування і значному підйому економічного базису населення середнього й низького достатку в аграрному секторі. Одне з чисельних місць у цій галузі посідає водоплавна птиця, зокрема гуси. Серед різних порід гусей, що розводяться в Україні, останнім часом набули поширення гуси породи Легарт. З однієї тушки дорослого гусака цієї породи можна отримати від 4 до 6 кг дієтичного м'яса з насиченим ніжним смаком. Також від гусей цієї породи отримують смачну жирну печінку, маса якої досягає 0,8 кг. М'ясо цих гусей містить всі вітаміни групи В, а також А, РР і С, безліч мікроелементів і мінералів; жир переважно накопичується в шкірці, так що саме м'ясо вважається цілком дієтичним і може використовуватися в дієтах для схуднення. М'ясо гусей цієї породи рекомендується при сильних стресах і жовчнокам'яної хворобі. Доведено, що регулярне вживання гусятини вірогідно знижує схильність до серцево-судинних і онкологічних захворювань, а також захворювань дихальної системи. До того ж

висока якість пухо-перової сировини спонукає до виготовлення конкурентної продукції для широкого кола споживачів [9, 13, 14, 18].

Овес посівний як джерело біогенних антиоксидантів

Овес посівний (*Avena sativa* L.) представляє собою однорічну трав'янисту рослину з родини М'ятликових (Злакових) - Poaceae (Gramineae), що є сільськогосподарською культурою зі значними посадочними площами. Це обумовлює перспективи швидковідновлюваної сировинної бази. Для вівса посівного характерні придаткові, мочкуваті корені. Стебло – члениста соломину, прямостояче, порожнє, з 2-4 здутими порожніми вузлами. Листя довге, ланцетне, чергове, з довгими піхвами, які охоплюють міжвузля, з лінійною пластинкою та



паралельним жилкуванням, злегка опушене, по краю дрібнопільчасте, до 20-40 см довжиною. Квіти зелені, двостатеві, дрібні, вкриті лусками, на довгих квітконосах, зібрані по 2-3 в дрібні колоски, які утворюють розкидисту волоть. Плід – пливчаста зернівка. Зернівки вівса оточені лусками, з якими вони не зростаються. Цим овес відрізняється від пшениці, ячменя та жита. Довжина зернівки 8 мм. Цвітіння відбувається у травні – червні. Плоди дозрівають в липні – вересні [35]. Насіння вівса є цінним харчовим продуктом, а зелену масу використовують в якості корму для свійських тварин.

У народній медицині ця рослина широко застосовується в якості загальзмцнюючого, імуностимулюючого та заспокійливого засобу. Його використовують при шлунково-кишкових, серцево-судинних, гематологічних, дерматологічних і багатьох інших захворюваннях.

Дані систематичного вивчення хімічного складу сировини вівса відсутні, детально вивчався кількісний вміст білків, амінокислот насіння, що пояснюється традиційним використанням цієї рослини в якості кормової та харчової культури. Проте літературні дані щодо інших груп біологічно активних речовин (БАР), зокрема фенольних сполук у траві, коренях та проростках вівса, відсутні. Увагу фітохіміків фенольні сполуки привертають як БАР, які зумовлюють фармакологічну активність низки лікарських засобів на основі рослинної сировини.

Даних про застосування вівса з медичною метою в літературі багато, але відсутня їх систематизація та загальні підходи до вивчення цієї рослини як лікарської. Тому з огляду на достатню сировинну базу та за відсутністю систематичного фармакогностичного вивчення вівса питання його дослідження є актуальним.

Найчастіше траву збирають у фазу молочної стиглості, але окремі літературні джерела рекомендують застосовувати траву, що зібрана в стадії молочно-воскової стиглості. Це обумовлено, в першу чергу, тим, що деякі біологічно активні речовини (БАР) вівса молочної стиглості знаходяться в

мінімальних кількостях, що значно впливає на наявність та вираженість позитивної дії вівса.

Вміст БАР досягає максимуму лише у фазу молочно-воскової стиглості, зокрема збільшується вміст білка, у тому числі амінокислот, які й обумовлюють біологічну активність рослини. Також у фазу молочно-воскової стиглості вміст крохмалю в траві зменшується, що покращує екстракцію та фільтрацію при виготовленні настойки. При заготівлі трави вівса молочної стиглості велика вірогідність потрапляння алергенної речовини – пилку, кількість якого в дану фазу максимальна [5,62].

Овес посівний молочної стиглості відрізняється за зовнішніми ознаками: рослина має зелений колір, зернівки при надавлюванні виділяють молочну рідину, не відділяються від луск. Рослина в стадії молочно-воскової стиглості має зелено-жовте забарвлення, пожовтіння відбувається внаслідок відтоку поживних речовин з усієї рослини в зерна. Зерна м'які, не відділяються від луск.

У траві вівса посівного, як відомо, містяться різні БАР: вуглеводи, стероїдні сполуки, амінокислоти, флавоноїди, вітаміни. Вміст цих речовин залежить від району вирощування вівса посівного. Тому дані літературних джерел щодо хімічного складу вівса досить різноманітні.

Однією з основних діючих речовин вівса посівного є авенін. У різних літературних джерелах авенін відноситься до різних груп БАР – полісахаридів, білків, індолних алкалоїдів.

Трава вівса посівного містить цілий комплекс речовин флавоноїдної природи (похідні апігеніну, лютеоліну, трицину), полісахариди, у тому числі авенарин, авеналін, вітаміни (кислота ніотинова, аскорбінова та ін.), кислоти органічні (яблучна, лимонна, щавлева, аконітова та ін.), амінокислоти (триптофан, лізин), стигмастерин, стероїдні сапоніни, хінон, холін, гіпоксантин, гуанін, макро- й мікроелементи (калій, кремній, магній, фосфор, залізо, сірка, марганець, цинк, мідь) та цілий ряд інших БАР [5].

У зерні вівса посівного міститься 11-18% білків, багатих на незамінні амінокислоти, 4-9% жирів, 40-60% крохмалю, ферменти, які допомагають засвоєнню ліпідів у кишечнику й сприяють засвоєнню вуглеводів, вітаміни групи В, провітамін А, токофероли, філохінони, полісахариди, клітковина, мінеральні речовини, стероїдні сапоніни (авенакозид А) та стероли (холестерин, В-ситостерин), органічні кислоти (щавлева, малонова, ерукова), холін, тирозин, трігонелін, флавоноїди, ефірна олія, кумарин (скополетин), глюкозид ваніліну, мінеральні речовини (фосфор, калій, залізо, кобальт, марганець, цинк, алюміній, бор, йод, мідь, фтор та ін.), мінеральні солі (фосфорні, кальцієві та ін.).

У траві вівса посівного були виявлені авенантраміди, які виявляють в 10-30 рази вищу антиоксидантну активність, ніж інші природні антиоксиданти [20]. Дослідження показали, що авенантраміди володіють протизапальними, антиатерогенними властивостями, оскільки вони пригнічують адгезію моноцитів до ендотеліальних клітин аорти людини і, як передбачається, інгібують виділення протизапальних сполук з макрофагів [21-22]. Авенантраміди вівса можуть сприяти запобіганню атеросклерозу шляхом пригнічення проліферації гладком'язових клітин і збільшенню виробництва нітроген оксиду (NO) [23].

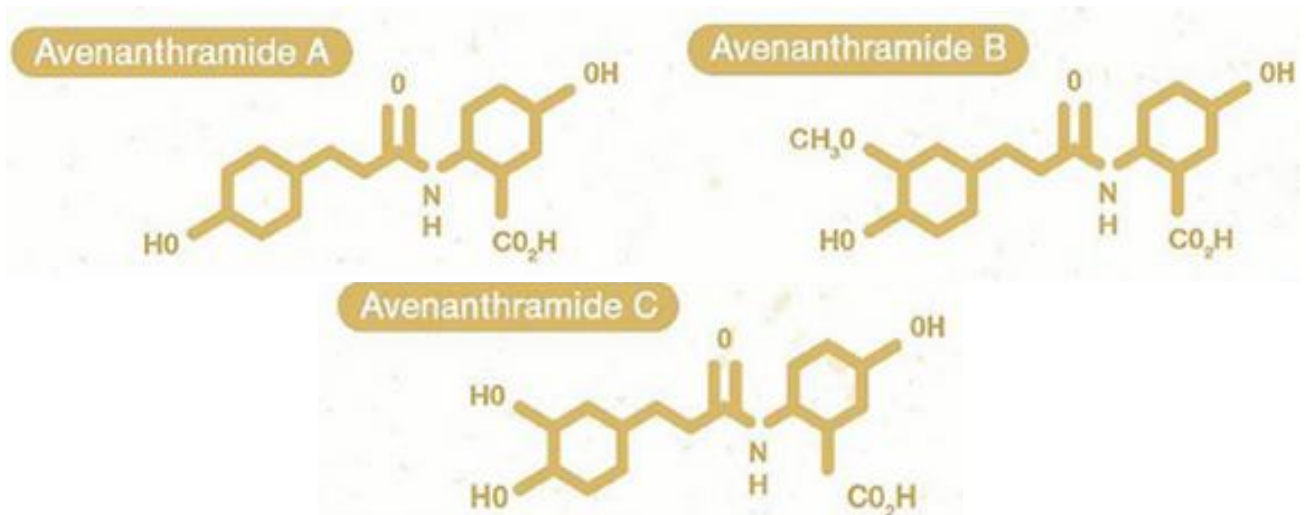


Рис. 75. Структурні формули авенантрамідів [22]

Найвищу антиоксидантну активність має авенантрамід С. Ефект впливу збагаченого авенантрамідом екстракту вівса досліджували на тваринах. Встановлено, що вживання щурами 20 мг авенантрамідів на кілограм маси тіла, зумовлює збільшення активності супероксиддисмутази у скелетних м'язах, печінці та нирках [22]. Крім того, дієта на основі авенантрамідів підвищує активність глутатіонпероксидази в серцевих і скелетних м'язах, що визначає більш ефективний захист організму від пошкоджень активними формами кисню [23].

Отже, проаналізувавши літературні джерела, можна зробити висновок, що трава вівса посівного у фазу колосіння та цвітіння володіє досить великим вмістом флавоноїдів та може проявляти позитивний ефект на функціонування антиоксидантної системи організму птиці. Тому обрання вівса посівного як об'єкту дослідження є доцільним та актуальним.

2.2. Схема експерименту

Дослідження проводились на гусях породи Легарт. Впродовж усього періоду постнатального розвитку (63 доби) гусей контрольної групи (26 голів) утримували на стандартному раціоні, збалансованому за обмінною енергією, протеїном і вітамінами згідно з рекомендаціями [25, 26]. До раціону гусей дослідної групи (26 голів) з 42-ої до 63-ої доби додавали екстракт вівса посівного (рис.76).

Забій птиці проводили у 63-добовому віці з дотриманням норм конвенції Ради Європи щодо захисту тварин, які використовуються в наукових дослідженнях. З тушок виділяли грудні м'язи, які швидко заморожували і зберігали при температурі -18°C та вологості повітря 85 % впродовж 210 діб відповідно до вимог ДСТУ 3143:2013.

Для низькотемпературного зберігання використано м'ясо гусей двох зразків. М'ясо контрольного зразка отримане від гусей контрольної групи, м'ясо дослідного зразка – від гусей дослідної групи.

Забій птиці проводили у 63-добовому віці з дотриманням норм конвенції Ради Європи щодо захисту тварин, які використовуються в наукових дослідженнях. З тушок виділяли грудні м'язи, які швидко заморожували і зберігали при

температурі -18°C та вологості повітря 85 % впродовж 210 діб відповідно до вимог ДСТУ 3143:2013.

Для низькотемпературного зберігання використано м'ясо гусей двох зразків. М'ясо контрольного зразка отримане від гусей контрольної групи, м'ясо дослідного зразка – від гусей дослідної групи.



Рис. 76. Організаційна схема досліджень

Методика підготовки екстракту вівса посівного

Для виділення біологічно активних сполук збирали надземну частину вівса посівного *Avena sativa* у фазу колосіння і цвітіння та без попередніх приготувань (окрім подрібнення ножицями) використовували для подальшої екстракції біофлавоноїдів. Вилучення флавоноїдів з вихідної сировини (рис. 77) проводили водою (співвідношення сировини і екстрагенту – 1:10, час екстракції на киплячій водянній бані – 60 хв.). Перед тим, як давати екстракт досліджуваним тваринам, його розводили водою в співвідношенні 1:5.

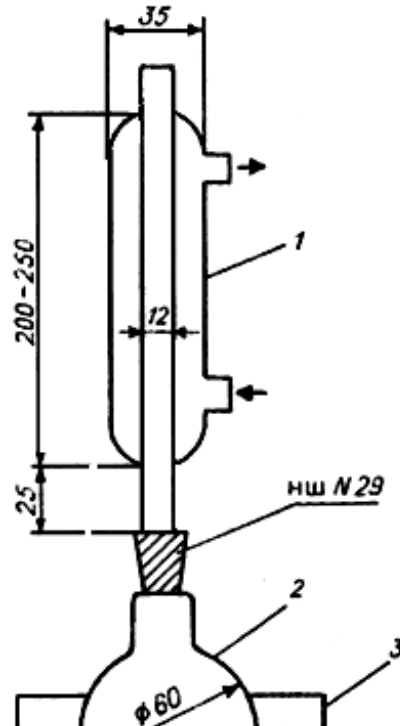


Рис. 77. Схема установки для екстракції біофлавоноїдів вівса посівного:
1 - зворотній холодильник; 2 - круглодонна колба; 3 - гліцеринава баня.

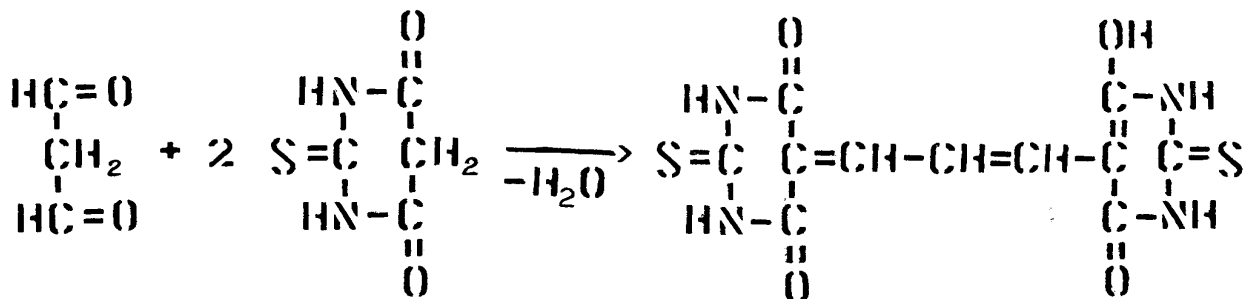
Методики біохімічних досліджень

Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) у м'ясі гусей оцінювали за вмістом продуктів пероксидації, які реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою (ТБКАП) на реакції між кінцевим продуктом ліпопероксидації малоновим діальдегідом (МДА) і 2-тіобарбітуровою кислотою (ТБК) [44]. Визначення ТБКАП проводили у гомогенатах м'яса (ТБКАП_{вих}), та за ініціації Fe^{2+} ПОЛ (ТБКАП_{інк}) у цих гомогенатах.

Здатність м'яса до ПОЛ визначали за допомогою інтегрального показника – коефіцієнта антиоксидантної активності ($K_{АОА}$) [31], який рахували як відношення ТБКАП_{вих} до ТБКАП_{інк}, оскільки у м'ясі міститься не тільки субстрат пероксидації, а й компоненти АОЗ, здатні гальмувати пероксидацію ліпідів.

Методика визначення ТБК-активних продуктів

Метод визначення ТБК-активних продуктів базується на реакції вторинних продуктів ліпопероксидації с ТБК при нагріванні з утворенням зафарбованого триметинового комплексу :



Підготовка до аналізу

Зважити 0,6 г м'яса. Наважку розтерти зі скляним пилом, додати 5,4 мл розчину КСІ і гомогенізувати на льоду впродовж 15 хвилин.

Приготування реактивів:

Розчин КСІ 1,2% (1,2г КСІ до 100мл води).

Фосфатний буфер 0,1М (рН - 7,35) отримують змішуванням розчинів:

8,95г $Na_2HPO_4 \cdot 12 H_2O$ з 250 мл води

0,68г KH_2PO_4 з 50 мл води

Розчин трихлороцтової кислоти (ТХО) 35% (35 г ТХО розчиняють у 75мл води).

0,75% розчин тіобарбітурової кислоти (ТБК) (готується перед застосуванням) (75 мг у 10 мл води при нагріванні, потім охолоджуємо до кімнатної температури).

$FeSO_4$ (готується перед застосуванням) 0,01М – 13,9 мг доводимо 5 мл води.

Проведення аналізу

В першу контрольну пробірку послідовно вносять розчини: 1мл фосфатного буферу, 0,1 мл води, 0,2 мл КСІ, 0,5 мл ТХУ. В три інші пробирки: по 1 мл фосфатного буфера, 0,1мл води, 0,2 мл гомогенату, 0,5 мл розчину ТХО.

Оптичну густина проб визначають на спектрофотометрі при довжини хвилі 532 нм відносно контрольної проби.

Вміст ТБК-активних продуктів в гомогенаті розраховують за формулою:

$$M = \frac{D \cdot V \cdot 1000}{K \cdot a},$$

де М - вміст ТБК-активних продуктів, нМоль/г м'яса;

D– оптична густина дослідної проби;

K – приведений коефіцієнт з урахуванням молярної екстинкції, котрий дорівнює 0,156 нМоль⁻¹см⁻¹;

V – об'єм реакційної суміші (3,8мл);

a – маса м'яса у пробі (20мг).

Методика визначення вмісту вітаміну Е

Методи визначення токоферолов ґрунтуються на їх здатності до окиснення. Найбільш широке вживання знайшли різні модифікації методу Еммері-Енгля із залізо-пиридиловим реактивом. Реакція недостатньо специфічна і тому потребує ретельного виділення речовин, які заважають визначенню вітаміну Е. Цим методом визначають суму токоферолов. Для визначення окремих токоферолов використовують хроматографічні методи аналізу.

Наважку м'яса (1-3 г) занурюють в круглодонну колбу, додають 3 об'єми (відносно навішування) 10% -го спиртного розчину КОН, инол або інший АО (20 міліграм на 1 г навішування), збовтують і обмилують на водяній лазні із зворотним холодильником при температурі 85-90°С протягом 30 хвилин. Періодично вміст колби перемішують, похитуючи колбу круговими рухами. Ознаками повного обмилення є однорідність і темно-коричневий колір вмісту колби. Після обмилення колбу швидко охолоджують, додають 15 мл води, що дистилує, і вміст колби переносять в ділильну воронку. Колбу обполіскують 10 мл води, яку зливають в ту ж воронку. Обмилений розчин чотири рази екстрагують ефіром (50, 30, 30 і 30 мл).

Об'єднані ефірні екстракти промивають водою до нейтральної реакції промивних вод по фенолфталеїну. Промитий екстракт зливають в колбу, на дно якої поміщений безводий сульфат натрію (10-15 г). Ділильну воронку змивають 10-15 мл ефіру, який теж зливають в колбу. Вміст колби перемішують і ставлять на 30 хвилин в темне місце (холодильник). Висушений ефірний екстракт фільтрують, колбу і сульфат натрію, що залишився на фільтрі, промивають три рази (20, 15 і 10 мл) ефіром.

Отриманий ефірний екстракт випарюють на роторному випарнику при температурі 50°С. Отриманий сухий залишок розчиняють в 5 мл бензолу і пропускають через хроматографічну колонку (висота сілікагелю 8 см, сульфату натрію 0,5 см), використовуючи водострумний насос для створення зниженого тиску. Перед нанесенням на колонку бензолього екстракту адсорбент змочують

чистим бензолом (3-5 мл). Не допускаючи попадання повітря на адсорбент, вносять бензольний розчин препарату. Колбу двічі обполіскують бензолом (3-5 мл), який також переносять на колонку. Елюат випаровують на роторному випаровувачі. Сухий залишок розчиняють в 4 мл 96%-ного спирту. Отриманий розчин використовують для проведення кольорової реакції. Для цього до 4 мл розчину додають 0,5 мл 0,5%-ного розчину $\alpha\alpha'$ -дипіридилу, перемішують і додають по краплях 0,5 мл 0,5%-ного розчину ферум хлориду (III). Вміст пробірки перемішують і ставлять на 10 хв. в темне місце. Паралельно проводять контрольний дослід. Для цього замість досліджуваного розчину беруть 4 мл спирту і додають ті ж реактиви. Потім розчини колориметрують при $\lambda = 420 - 520$ нм і знаходять різницю оптичної щільності.

Вміст вітаміну Е розраховують за рівнянням калібрувальної кривої і формулі:

$$X = \frac{C \cdot V}{V_1 \cdot m}; \text{ де}$$

C - концентрація вітаміну, отримана по рівнянню калібрувальної кривої
($C = 24,27x + 0,3723$); мкг/г м'яса

V - об'єм бензольного елюату, мл

V₁ - об'єм бензольного розчину, використаного для кольорової реакції, мл

m - маса наважки м'яса, г

Метод зводиться до обмилення зразка м'яса спиртовим розчином лугу, подальшій екстракції вітамінів ефіром, упарюванню екстракту і подальшому визначенню вітаміну А. Визначення проводили по реакції із стібіум хлоридом (III).

Наважку м'яса (1-3 р.) поміщають в круглодонну колбу, додають 3 об'єми (по відношенню до наважки) 10% -ного спиртового розчину КОН, іонол або інший антиоксидант (20 міліграм на 1 г наважки), збовтують і обмилюють на водяній бані із зворотним холодильником при температурі 85-90°C впродовж 30 хвилин. Періодично суміш у колбі перемішують, похитуючи колбу круговими рухами. Ознаками повного омилення є однорідність і темно-коричневий колір розчину в колбі. Після омилення колбу швидко охолоджують, додають 15 мл дистильованої води, і отриману рідину переносять в ділильну воронку. Колбу обполіскують 10 мл води, яку зливають в ту ж воронку. Обмилений розчин чотири рази екстрагують ефіром (50, 30, 30 і 30 мл).

Об'єднані ефірні екстракти промивають водою до нейтральної реакції промивних вод за фенолфталеїном. Промитий екстракт зливають в колбу, на дно якої поміщений безводий сульфат натрію (10-15 г). Ділильну воронку змивають 10-15 мл ефіру, який теж зливають в колбу. Вміст колби перемішують і ставлять на 30 хв. у темне місце (холодильник). Висушений ефірний екстракт фільтрують, колбу і сульфат натрію, що залишився на фільтрі, промивають три рази (20, 15 і 10 мл) ефіром.

Якщо в ході аналізу одночасно визначали вітаміни А і Е в одному зразку, то отриманий ефірний екстракт ділили навпіл: одну половину використовували для визначення вітаміну А, а іншу - вітаміну Е.

Для визначення концентрації β -каротина частина ефірного екстракту, виділеного для визначення вітаміну А відливали у фотоколориметричну кювету (1 см) і колориметрували при $\lambda=440$ нм. Вміст β -каротину (мкг/г) у досліджуваному зразку м'яса розраховували за рівнянням калібрувальної прямої і формулою:

$$X = \frac{C \cdot V \cdot 2}{m} ;$$

де C - концентрація β -каротина, отримана за рівнянням калібрувальної прямої ($C = 7.873x + 0.165$); мкг/г м'яса;

V - об'єм ефірного розчину, мл;

m - маса наважки, г

Отриманий екстракт, для вітаміну А, випаровують на роторному випаровувачі при температурі 50°C . Сухий залишок розчиняють в 10 мл хлороформу, 0,4 мл отриманого розчину поміщають у кювету (1 см) фотоелектроколориметру, додають 4 мл розчину стібіум хлориду (III) і швидко колориметрують при $\lambda=620$ нм.

Вміст вітаміну А (мкг/г) в досліджуваному зразку рахують за рівнянням калібрувальної кривої та формулі:

$$X = \frac{C \cdot V \cdot 2}{m} ;$$

де C - концентрація вітаміну А, отримана по рівнянню калібрувальної кривої ($C = 1.535x + 0.239$); мкг/г м'яса;

V - об'єм хлороформенного розчину, мл;

m - маса наважки, г

2.2.4. Визначення жирнокислотного складу ліпідів м'яса

Жирнокислотний склад ліпідів визначали методом газорідинної хроматографії на хроматографі італійського виробництва Carlo Erba (Інститут біохімії НАНУ, Київ). Як носій використовували Chromosorb W/DP із фазою Silar 5CP ("Serva", Німеччина) концентрацією 10 % за температури $140-250^{\circ}\text{C}$ та швидкістю наростання $2^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ (температура інжектора 210°C , температура детектора 240°C). Ліпідні екстракти для визначення жирнокислотного складу одержували за методом E.G. Bligh та W.I. Dyer із рекомендаціями F.B. Palmer.

Palmer FBStC. The extraction of acidic phospholipids in organic solvent mixtures containing water. *Biochim Biophys Acta*. 1971;231(1):134–44.

Статистична обробка результатів експерименту

Статистичну обробку результатів експерименту проводили з використанням критерію Стьюдента при рівні значущості $p \leq 0,05$ (тобто 95%).

Розраховувалися наступні показники: середнє арифметичне (\bar{X}), дисперсія (S^2_x), середньо квадратичне відхилення (S_x), коефіцієнт варіації (V), помилка середньої (S_d).

Розрахунок середнього арифметичного:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot n_i}{n}; \quad (1)$$

де x_i – значення варіанту;

n_i – частота;

n – об'єм виборки;

Середньо квадратичне відхилення, є показником розкиду результатів визначається як корінь квадратний з дисперсії.

Дисперсія, в свою чергу визначається:

$$S^2_X = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2 \cdot n_i}{n-1}; \quad (2)$$

де $n-1=k$ - число ступенів свободи, під яким розуміють число довільно змінних одиниць у складі чисельно обмеженої статистичної сукупності.

S^2_X - дисперсія, що є мірою варіювання числових значень ознаки щодо середнього значення вибірки. Дозволяє оцінити вплив різних чинників на величину досліджуваної ознаки.

Коефіцієнт варіації (V), показуючий процентне відношення середньо квадратичного відхилення до середнього арифметичного, розраховується так:

$$V = \frac{S_x}{\bar{X}} \cdot 100\%; \quad (3)$$

Достовірність отриманих результатів перевіряється з урахуванням t -критерія Стюдента, для рівня значущості 0,05 (95%). Для цього приймається нульова гіпотеза H_0 : про достовірність результатів.

Альтернативна гіпотеза $H_{кр}$: приймається про невірність результатів.

Для перевірки достовірності результатів визначається фактичне значення критерію, використовуючи формулу:

$$t_\phi = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d}; \quad (4)$$

де, \bar{X}_1 та \bar{X}_2 - середнє арифметичне для першого і другого показника;

S_d - помилка різниці середніх арифметичних, визначається за формулою :

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_1)^2 + \sum (X_i - \bar{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}}; \quad (5)$$

При $n_1=n_2$:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X_{cp1})^2 + \sum (Xi - X_{cp2})^2}{n(n-1)}} \quad (6)$$

Далі використовуючи таблицю Стюдена (при рівні значущості 95%) $k=n_1+n_2-2$ ступені свободи, знаходимо критичне значення критерію ($t_{кр}$).

Далі порівнюємо фактичне та критичне значення між собою. Якщо фактичне значення більше критичного ($t_f > t_{кр}$), то гіпотезу H_0 приймаємо, та результати є достовірними, інакше вважаємо їх недостовірними.

Розрахунки проводились з використанням програми SPSS.

Вміст вітамінів А, Е і β -каротину визначали з однієї наважки м'яса спектрофотометричним методом [44]. Визначення вітаміну А здійснювали з використанням тетрафторборної кислоти ($НВF_4$) як дегідратуючого агенту. Вміст вітаміну Е визначали за здатністю його до окиснення. Застосовували одну з модифікацій методу Еммері-Енгля з використанням залізодипіридилового реактиву. Вміст β -каротину розраховували за інтенсивністю його власного забарвлення.

Математична обробка результатів досліджень здійснювалася методами математичної статистики, у томі числі багатовимірною кореляційною і кластерною аналізів, з використанням пакету комп'ютерної програми SPSS-13,0 і програми MS Excel 2000 [45].

РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

Аналіз динаміки вторинних продуктів ліпопероксидації в гомогенаті м'яса гусей досліджених зразків (ТБКАП_{вих}) свідчить (табл. 2), що екстракт вівса не впливає на динаміку накопичення продуктів ПОЛ у м'ясі гусей при низькотемпературному зберіганні. Це підтверджується коефіцієнтом кореляції динаміки ТБКАП_{вих} у досліджених зразках м'яса на рівні тісного ($r = 0,968$, $p \leq 0,05$).

Таблиця 36 – Вміст продуктів ліпопероксидації у м'ясі гусей контрольного і дослідних зразків (нМоль/г, $M \pm m$, $n = 6$)

Термін зберігання, діб	Контрольний зразок		І дослідний зразок	
	ТБКАП _{вих}	ТБКАП _{інк}	ТБКАП _{вих}	ТБКАП _{інк}
0	37,23 ± 2,01	75,82 ± 3,41	29,32 ± 1,15	53,31 ± 0,56**
30	26,14 ± 1,63	60,73 ± 2,83	25,14 ± 1,23	51,31 ± 2,74*
60	27,98 ± 1,92	80,02 ± 3,87	24,58 ± 0,97	52,30 ± 2,49**
90	30,15 ± 1,52	83,75 ± 3,62	29,99 ± 1,34	62,48 ± 3,25**
120	53,49 ± 2,86	198,1 ± 8,73	30,42 ± 1,39**	80,05 ± 3,82**
150	77,42 ± 3,53	267,0 ± 12,1	47,02 ± 2,17**	114,7 ± 5,4**
180	92,62 ± 0,33	370,5 ± 16,7	63,51 ± 2,97**	176,4 ± 8,2**
210	108,3 ± 5,2	433,2 ± 21,7	78,45 ± 3,62**	230,7 ± 10,2**

Примітка: тут і в табл. 3 і 4 різниці вірогідні відносно м'яса контрольних зразків: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$

В контрольному зразку м'яса впродовж перших 120 діб, а в дослідних – до 180-ої доби вміст ТБКАП_{вих} утримувався на відповідному вихідному рівні навіть з тенденцією до зниження. Така динаміка цього показника, ймовірно, зумовлена тим, що процеси ліпопероксидації в анаеробних умовах, які виникають у м'ясі відразу після забою тварин, через нестачу акцепторів гідрогену гальмуються [30]. Подальша активізація ПОЛ, яка розпочалась зі 120-ої доби в контрольному зразку м'яса, і зі 180-ої доби в дослідному, пов'язана з накопиченням ендogenous кисню. Отже, специфічність динаміки ТБКАП_{вих} у контрольному і дослідному зразках полягає в тривалості стартового періоду прооксидантно-антиоксидантної рівноваги з вихідним рівнем цього показника. У контрольному зразку достовірна активізація процесів пероксидного окиснення розпочалась з п'ятого місяця: вміст ТБКАП_{вих} із 120-ої до 120-ої доби збільшився на 77,4 % ($p \leq 0,01$).

В подальшому зміни цього показника в часі поступово збільшувались і через 210 діб вміст ТБКАП_{вих} у контрольному зразку досягнув значення, яке у 2,91 рази перевищило відповідне вихідне.

Додавання екстракту вівса до раціону гусей сприяло подовженню терміну вихідної стабілізації прооксидантно-антиоксидантної рівноваги для м'яса дослідного зразка. Тільки з сьомого місяця активізація процесів пероксидного окиснення призвела до вірогідного накопичення ТБКАП_{вих}. За 210 діб зберігання вміст ТБКАП_{вих} у м'ясі дослідного зразка зріс у 2,68 рази.

Рівень ліпопероксидації, ініційованої Fe^{2+} , визначається активністю ендogenous антиоксидантів і, відповідно, характеризує здатність цих сполук гальмувати ПОЛ. Для контрольного зразка м'яса суттєве підвищення вмісту ТБКАП_{інк} (у 5,17 рази) і, відповідно, падіння активності ендogenous антиоксидантів, спостерігалось з 90-ої до 210-ої доби.

У дослідному зразку вміст ТБКАП_{інк} упродовж досліді збільшився в 4,33 рази. Вірогідні зміни цього показника відбувались зі 120-ої доби.

За даними статистичної обробки середнє значення ТБКАП_{інк} для контрольного зразка достовірно перевищило цей показник для дослідного зразка м'яса в 1,91 рази.

Впродовж досліді K_{AOA} обох зразків м'яса поступово, з певними незначними коливаннями, знижувався і наприкінці досліді досяг мінімального рівня, який в дослідного зразка на 36,0 % перевищив відповідний контрольний показник (рис.4).

Дані кореляційного аналізу динаміки K_{AOA} свідчать про збереження достатньо високої узгодженості цього показника в межах досліджених зразків м'яса ($r = 0,877$, $p \leq 0,05$). Проте порівняно з ТБКАП_{вих} цей зв'язок K_{AOA} для дослідного і контрольного зразків м'яса дещо слабший, адже гальмування ПОЛ визначається рівнем ендogenous антиоксидантів, здатних протидіяти АФО і вільним радикалам.

Таблиця 37 – Коефіцієнт антиоксидантної активності досліджених зразків м'яса, (%)

Термін зберігання, діб	Контрольний зразок	Дослідний зразок
0	49,1	55,0
30	43,0	49,0
60	35,0	47,0
90	36,0	48,0
120	27,0	38,0
150	28,9	40,1
180	25,0	36,0
210	25,0	34,0

Втім, незважаючи на подібний характер динаміки K_{AOA} , для контрольного зразка впродовж дослідів встановлено зменшення цього показника у 2,13 рази, а дослідного – в 1,67 рази. Менша мінливість цього показника також відмічена для дослідного зразка (коефіцієнт варіації 16,7%), а для контрольного -- більший коефіцієнт варіації K_{AOA} (26,3 %) свідчить про його вищу мінливість. Отже, введення екстракту вівса посівного до раціону гусей у передзабійному періоді не тільки гальмує окисне псування м'яса дослідного зразка, але й стабілізує активність ендогенних антиоксидантів у ньому.

Одним з головних критеріїв якості м'ясної сировини є вміст жиророзчинних вітамінів у ньому. Встановлено, що вміст вітаміну Е в м'ясі гусей контрольного зразка до 120-ої доби утримувався на сталому рівні (табл. 37). Але зі 120-ої доби до кінця дослідів спостерігалось зменшення вмісту вітаміну Е на 34,9 % ($p \leq 0,01$). Таке зниження цього показника, ймовірно, спричинено його антиоксидантною активністю, адже α -токоферол проявляє антирадикальний ефект за рахунок здатності до утворення мезомерно стабілізованих токоферильних радикалів. Вміст вітаміну А в м'ясі гусей контрольного зразка з 1-ї до 120-ої доби збільшився на 25,3 % ($p \leq 0,05$) і досяг максимального рівня. Джерелом вітаміну А може бути β -каротин, що за дії β -каротиндіоксигенази трансформується у вітамін А. Дійсно, вже в першій половині дослідів вміст β -каротину зменшився на 14,3 % ($p \leq 0,05$). Впродовж другої частини дослідів вміст вітаміну А скоротився на 27,8 % ($p \leq 0,05$), а β -каротину – на 35,6 % ($p \leq 0,01$). Зниження цих показників, безумовно, свідчить про погіршення якості м'яса.

Таблиця 38 – Вміст жиророзчинних вітамінів у м'ясі гусей (мкг/г, $M \pm m$, $n=6$)

Термін зберігання, доба	Зразок м'яса	Вітамін А	Вітамін Е	β -каротин
1	Контрольний	3,52 \pm 0,09	14,25 \pm 0,11	9,23 \pm 0,08

120	дослідний	4,41±0,05	13,62±0,34	7,91±0,09
210		2,54±0,09	9,27±0,49	5,94±0,11
1		3,72±0,08	18,91±0,72**	9,46±0,43
120		3,58±0,05	17,26±0,47**	8,15±0,38
210		2,33±0,04	13,14±0,39**	6,83±0,09*

Додавання екстракту вівса до раціону гусей в передзабійному періоді сприяє вірогідному збільшенню вмісту вітаміну Е в тканинах цієї птиці, тому Е-вітамінна забезпеченість м'яса І дослідного зразка на 32,7 % ($p \leq 0,01$) вища за відповідний показник контролю. До 120-ої доби вміст вітаміну А і Е в м'ясі І дослідного зразка утримувався на вихідному рівні, а β -каротину – зменшився на 13,8 % ($p \leq 0,05$). Впродовж наступних 90 діб на тлі активізації процесів ПОЛ вміст головного тканинного антиоксиданту вітаміну Е знизився на 23,9 % ($p \leq 0,05$), але залишився на 41,7 % ($p \leq 0,01$) вищим за відповідний показник контрольного зразка. Водночас уміст вітаміну А скоротився на 37,4 % ($p \leq 0,01$) і досягнув відповідного значення контрольного зразка, а β -каротину – на 27,8 % ($p \leq 0,01$), втім і наприкінці досліду залишився на 15,0 % ($p \leq 0,05$) вищим за контроль.

Результати аналізу жирнокислотного складу, представлені хроматограмами. За площиною піків визначався вміст відповідних жирних кислот. Узагальнені результати обробки отриманих хроматограм вибірково представлені в таблиці 38.

Відомо, що жирнокислотний склад ліпідів м'яса і в тому числі незамінних жирних кислот, суттєво змінюється залежно від раціону і умов утримання тварин. У нашому досліді серед ненасичених жирних кислот контрольного зразка встановлено найбільший вміст олеїнової, лінолевої і арахідонової кислот, а серед насичених – пальмітинової і стеаринової (табл.). Після зберігання в зазначеному режимі сумарний вміст ненасичених жирних кислот вірогідно не змінився. Втім, на тлі суттєвого зниження вмісту олеїнової кислоти впродовж досліду (на 17,3 %) відбулось вірогідне підвищення вмісту усіх незамінних кислот, а саме: лінолевої на 52,1 %, ліноленової у 2,0 рази, арахідонової – на 35,2 %. Вміст найбільш ненасичених жирних кислот також збільшився: докозотетраєнової у 2,03 рази, докозогексаєнової – на 35,2 %. Причиною такого підвищення вмісту перелічених кислот під час зберігання може бути специфічність впливу низької температури на активність відповідних ензимів (десатураз). Відомо, що активність представників цього підкласу ензимів зберігається і при глибокому охолодженні [31].

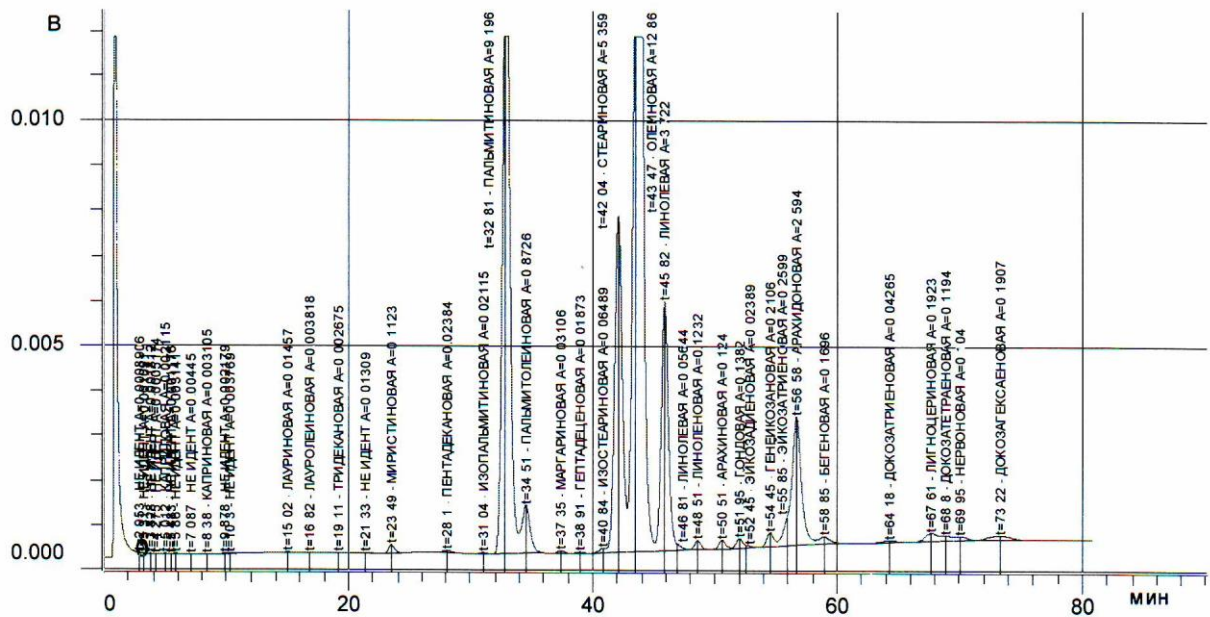


Рис. 78. Хроматограмма жирнокислотного состава липидов м'яса контрольного зразка перед закладанням на зберігання

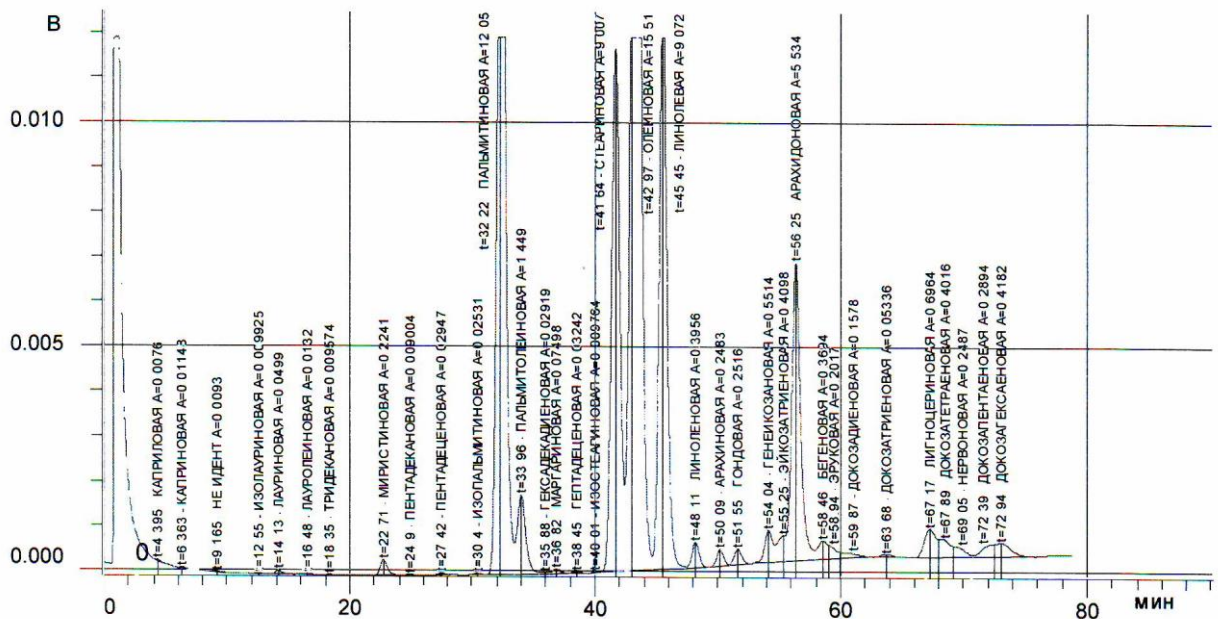


Рис. 79. Хроматограмма жирнокислотного состава липидов м'яса контрольного зразка після зберігання

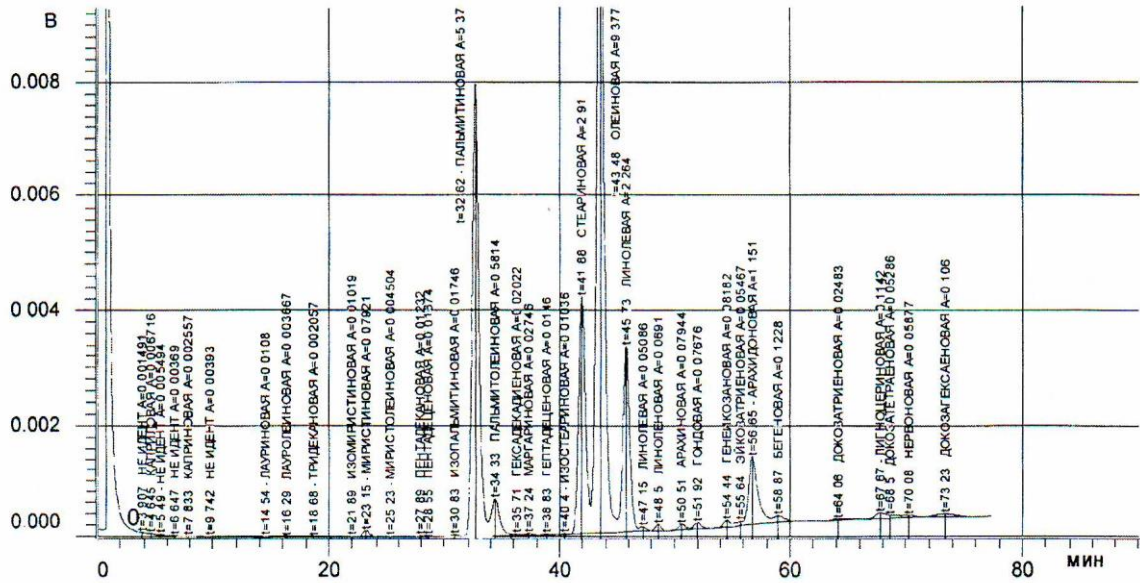


Рис. 80. Хроматограмма жирнокислотного складу ліпідів м'яса дослідного зразка перед закладанням на зберігання

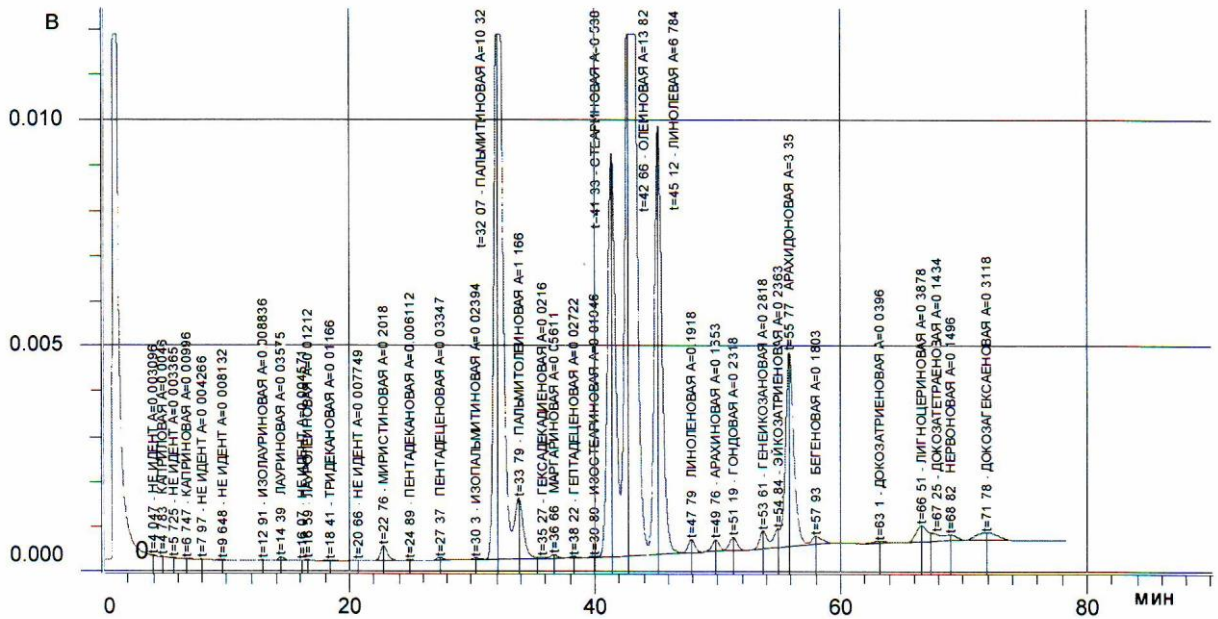


Рис. 81. Хроматограмма жирнокислотного складу ліпідів м'яса дослідного зразка перед закладанням на зберігання

Таблиця 39– **Жирнокислотний склад ліпідів м'яса гусей**
(масова частка, %; $M \pm m$, $n = 6$)

Жирині кислоти	Після забою		Після зберігання	
	Контрольна група	Дослідна група	Контрольна група	Дослідна група
Міристинова (14:0)	0,31 ± 0,02	0,35 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,45 ± 0,02
Пальмітинова (16:0)	20,06 ± 1,32	23,55±0,92	20,83 ± 0,97	23,04±1,03
Пальмітолеїнова (16:1)	2,38 ± 0,12	2,55 ± 0,13	2,50 ± 0,12	2,60 ± 0,05
Стеаринова (18:0)	14,61 ± 0,43	12,76±0,45	15,57 ± 0,52	14,59±0,52
Олеїнова (18:1)	35,06 ± 1,27	41,13±1,57*	26,80 ± 1,29	30,85±1,23*
Лінолева (18:2)	10,30 ± 0,24	10,15±0,38	15,67 ± 0,61	15,14±0,29
Ліноленова (18:3)	0,34 ± 0,02	0,30 ± 0,04	0,68 ± 0,02	0,42 ± 0,01*
Гондова (20:1)	0,38 ± 0,01	0,34 ± 0,01	0,43 ± 0,02	0,52 ± 0,02*
Арахідонова (20:4)	7,07 ± 0,09	5,05 ± 0,21*	9,56 ± 0,24	7,48 ± 0,27*
Докозатетраєнова (22:4)	0,33 ± 0,01	0,23 ± 0,00*	0,69 ± 0,00	0,32±0,00**
Докозагексаєнова (22:6)	0,52 ± 0,02	0,46 ± 0,02	0,72 ± 0,02	0,70 ± 0,03
Усі НЖК	57,24 ± 1,93	61,09±2,43	59,62±1,82	59,19±2,07

М'ясо дослідного зразка як за динамікою сумарного вмісту ненасичених жирних кислот, так і за характером змін перелічених кислот вірогідно не відрізнялось від контрольного. Головні відмінності контрольного і дослідного зразків за вмістом олеїнової, арахідонової і докозотетраєнової кислот, що спостерігались на початку дослідів, зберіглись до кінця експерименту.

Отже, додавання екстракту вівса до раціону гусей в передзабійному періоді стимулює підвищення активності ендогенних антиоксидантів у м'язових тканинах гусей, що підтверджується збільшеним рівнем коефіцієнта антиоксидантної активності дослідного зразка порівняно з контрольним. Підвищення активності ендогенних антиоксидантів відбувається на тлі стабілізації жирнокислотного складу ліпідів м'яса.

ВИСНОВКИ

1. Додавання екстракту вівса до раціону гусей в передзабійному періоді сприяє стабілізації ендогенних антиоксидантів у їхньому м'ясі при його низькотемпературному зберіганні впродовж більш тривалого періоду, що підтверджується на 36,0 % вищим за відповідний контрольний показник рівнем коефіцієнта антиоксидантної активності на 210-ту добу зберігання.

2. М'ясо дослідного зразка характеризується вірогідно вищим умістом вітаміну Е і β-каротину (на 41,7 % і 19,4 %) наприкінці дослідів.

3. Доцільність застосування розглянутого технологічного режиму зберігання м'яса гусей з використанням екстракту вівса посівного як інгібітора його окисного псування визначається з урахуванням можливостей виробника і вимог до якості харчової сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельник В. А. Производство продукции водоплавающей птицы в мире и в Украине [Электронный ресурс] / В. А. Мельник // Для птицеводов. – 2013 р. – Режим доступа:
<http://ptitcevod.ru/produkciiyapitcevodstva/proizvodstvoprodukciivodoplavayu shhej-pticy-v-mire-i-v-ukraine.html>
2. Roztalnyy A. Livestock farming in Central and Easteru Europe and Central Asia / A. Roztalnyy, A. Kuipers // Cattle husbandry in Easteru Europe and China. Wageningen Academic Publishers. – 2014. – P. 15 - 36.
3. Іщенко Ю. Б. Аналіз виробництва продукції птахівництва в Україні і прогнози до 2020 року / Ю. Б. Іщенко // Сучасне птахівництво. – 2014. – № 4 (137). – С. 4–8.
4. Кирилюк О. Ф. Розвиток ринку продукції птахівництва / О. Ф. Кирилюк // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 8 (12). – С. 80–82.
5. Хвостик В. П. Перспективні напрями ведення гусівництва / В. П. Хвостик // Сучасні аграрні технології. – 2013. – № 8. – С. 62–69.
6. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги: ДСТУ 4823.2:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України 2008. – 19 с. – (Національний стандарт України).
7. Баль-Прилипко Л.В. О продлении срока хранения мясных продуктов / Л.В. Баль-Прилипко // Мясное дело. – 2003. – №4. – с. 42-46.
8. Винникова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов / Л.Г. Віннікова: учебник / Л.Г. Віннікова – К.: Фирма «ИНКОС», 2006. – 600 с.
9. Цехмістренко С.І. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: Навч. посібник / С.І. Цехмістренко, О.С. Цехмістренко. – Біла Церква, 2014. – 192 с.
10. Гуринович Г.В. Препараты для продления срока годности мясных продуктов / Г.В. Гуринович, К.В. Лисин, Н.Н. Потипаева // Мясная индустрия. – 2005. – №2. – с. 31-33.
11. Данилова Н.С. Физико-химические основы производства мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2008. – 280 с.
12. Эндрю Л.: Увеличение сроков годности мясных продуктов / Эндрю Л. // Мясная индустрия. – 2008 – №4. – с. 14-15.
13. Кушнир Ю.Н. Пищевые добавки для производства мясной продукции. Антиокислители / Ю.Н. Кушнир // Мясной бизнес. – 2004. – №1 (19). – с. 6-8.
14. Данченко О.О. Оксидативний розпад ліпідів у м'ясі птиці при зберіганні за умови низьких температур / О.О. Данченко, В.В. Калитка, М.М. Опанасенко // Ефективне птахівництво. – 2010. – №2. – с.10-12.
15. Коренман Я.И. Определение степени окислительного прогоркания животного жира / Я.И. Коренман. // Мясная индустрия, – 2005. – №12. – с. 32-34.
16. Масліков В.М. Зміни у м'ясі під час холодильного оброблення та зберігання / В.М. Масліков // Мяское дело. – 2009. – №9. – с. 20-24.23.
17. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги: ДСТУ 4823.2:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України 2008. – 19 с. – (Національний стандарт України).

18. Янович Д.В. Спосіб підвищення вмісту поліненасичених жирних кислот Омега-3 у м'ясі гусей/ Д.В. Янович// Сучасне птахівництво. – 2010. – №2. – с. 9-11.
19. Zdorovtseva L. M. Geese fatty acid composition of brain and heart lipids in hypo- and hyperoxia / L. M. Zdorovtseva, V. O. Khromishev, O. O. Danchenko // Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University. – 2012. – Vol. 2, №3. – P. 9–18. Режим доступу: http://dx.doi.org/10.15421/20122_30
20. Данчук В. В. Пероксидне окиснення у сільськогосподарських тварин і птиці/ В. В. Данчук. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2006. – 192 с.
21. Parihar A. Oxidative stress and anti-oxidative mobilization in burn injury / A. Parihar, MS Parihar, S Milner, S Bhat // Burns. – 2008. – Vol. 34, № 1. – p. 6-17.
22. Нетюхайло Л.Г. Активні форми кисню (огляд літератури) / Л.Г. Нетюхайло, С.В. Харченко // «Young Scientist» Медичні науки.– 2014.– № 9. – С. 131-135.
23. Azzi A. Vitamin E mediates cell signaling and regulation of gene expression / A. Azzi, R. Gysin, P. Kempna et. al. // Ann. N. Y. Acad. Sci. – 2004. – Vol. 1031. – P. 86-95.
24. Azzi A. Vitamin E: non-antioxidant roles / A. Azzi, A. Stocker // Prog. lipid Res. – 2000, May; 39(3). – P. 231-55.
25. Watts E.J. High environmental stress yields greater tocotrienol content while changing vitamin E profiles of wild emmer wheat seeds / E.J. Watts, Y. Shen, EP. Lansky, E. Nevo, G. Bobe, M.G. Traber // *J Med Food*. – 2015. – V. 18. – P. 216-223.
26. Hartmann K, Koenen M, Schauer S, Wittig-Blaich S, Ahmad M, Baschant U, Tuckermann JP. Molecular actions of glucocorticoids in cartilage and bone during health, disease, and steroid therapy. *Physiol Rev*. 2016; 96(2): P. 409-447
27. Buehring B, Viswanathan R, Binkley N, Busse W. Glucocorticoid-induced osteoporosis: an update on effects and management. *J Allergy Clin Immunol*. 2013; 132(5): 1019-1030.
28. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / Під редакцією Ю. О. Рябоконея. – Бірки: Інститут птахівництва УААН, 2005. – 101 с.
29. Определение малонового диальдегида в тканях и органах // Критерии и методы контроля метаболизма в организме животных и птиц / Харьков: Институт животноводства НААН, 2011. – С. 224–225.
30. Єремєєв В.С. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / В.С. Єремєєв, Д.О. Сосновських, О.В. Тітова. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД». – 2009. – 188 с.

ПУБЛІКАЦІЇ З ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2017-2020 рр.

Статті

1. Особливості підтримки балансу окисно-відновних реакцій в тканинах гусей наприкінці ембріонального та в ранньому постнатальному періоді онтогенезу / [О. В. Яковійчук, О. О. Данченко, Г. В. Рубан та ін.]. // Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки. – 2017. – №1. – С.106-114.
2. Особливості антиоксидантного впливу вітаміну Е на окисні процеси у м'ясі гусей / Г. В. Рубан, О. В. Яковійчук, Т. І. Галько, О. О. Данченко. // *The Animal Biology*. – 2017. – Т.19, № 3. — С.82-87.

3. Яковійчук О.В. Вплив розчину вікасолу на стан окисно-відновних процесів у посмугованих м'язах гусей у постнатальному онтогензі / О. В. Яковійчук, Г.В. Рубан, О. О. Данченко. // Технологія виробництва та переробки продуктів тваринництва. – 2017. – № 1-2, (134). – С. 109-116.
4. Serdyuk M. Substantiation of the choice of optimal concentrations of active ingredients of the antioxidant composition for treatment before storage / Serdyuk M., Velichko I., Priss O., Danchenko O., Kurcheva L., Baiberova S. // Technology audit and production reserves.– 2017.– Vol. 3/3 (35).– С. 44-49.
5. Priss, O. The influence of antioxidant heat treatment on utilization of active oxygen forms during storage of cucumbers/ Priss, O., Danchenko, O., Yevlash, V., Zhukova, V., Verkholtantseva, V., & Stepanenko, D // Technology audit and production reserves.– 2017. – Vol. 4/3 (36). – P. 35–41.
6. Dzyuba N. DETERMINING BIOLOGICAL VALUE AND QUALITY INDICATORS OF BEVERAGES OF THE DRINK-BREAKFAST TYPE N./ N. Dzyuba, L. Telezhenko, I. Kalugina, Y. Kozonova, M. Serdyuk, O. Danchenko, O. Sukharenko, L. Zdorovtseva, V. Hidzhelitsky i// Східно-Європейський ЖУРНАЛ передових технологій, 2018, № 6/11 (96).– 6-15.
7. Данченко О.О. Особливості впливу вітаміну Е на антиоксидантну активність скелетних м'язів гусей у передзабійному періоді / О.О. Данченко, Л.М. Здоровцева, М.М. Данченко, Г.В. Рубан // Аграрна наука і харчові технології: Збірник наук. праць ВНАУ, 2018, № 2 (101). – С.3-13.
8. Данченко О.О. Антиоксидантна активність скелетних м'язів гусей у передзабійному періоді. / О.О. Данченко, Л.М. Здоровцева, М.М. Данченко, Г.В. Рубан // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: Збірник наук. праць БНАУ, 2018, № 1 (141). – С. 45-52.
9. Ontogenetic features of redox reactions in the myocardium of geese. / Yakoviiichuk O., Danchenko O., Kurtyak B., Nikolaeva Yu., Fedorko A., Halko T. // *Biologija*. 2018. 64, №4. С. 259–266.
10. Специфічність функціонування дегідрогеназ циклу Кребса м'язової тканини гусей в онтогенезі. / [О. Яковійчук, О. Данченко, В. Дзюба та ін.] // Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. – 2018. – №1. – С. 45-50.
11. Danchenko O. INFLUENCE of OAT SEED EXTRACT BIOFLAVONOIDS on the ANTIOXIDANT STATUS of GEESE / L. Zdorovtseva, M. Danchenko, O. Yakoviichuk, T. Halko, E. Sukharenko // *Modern Development Paths of Agricultural Production- Trends and Innovations SPRINGER*.- 2019.- Series Title: N/A.-750 P. 633-640.
12. Gryshchenko V. Modification of modeling method... / V. Gryshchenko, O. Danchenko, V. Muciychuk // *Modern Development Paths of Agricultural Production- Trends and Innovations SPRINGER*.- 2019.- Series Title: N/A.- 689-699.
13. Данченко О.О. Вплив екстракту вівса посівного на псування гарбуза при зберіганні/ О.О. Данченко, Л.М.Здоровцева, М.М.Данченко, Д.О. Майборода, В.В. Коляденко, А.С. Федорко, Т.М. Гапоненко// *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. – Мелітополь, 2019. - Вип. 19. –Т.3. – С.200-205.

14. Данченко О.О. Особливості процесів пероксидного окиснення та змін жирнокислотного складу ліпідів сьомги при зберіганні / О.О. Данченко, О.В. Яковійчук, Л.М.Здоровцева, М.М.Данченко, Д.В.Майборода // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь, 2019. - Вип. 8. –Т.2. – С. 1-9.
15. Жирнокислотний склад міокарду гусей за дії вікасолу / О.В. Яковійчук, О.О. Данченко, М.М. Данченко, А.С. Федорко, І.О. Кулик // Наук. Зап. Терноп. Нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія. – Біохімія, 2019, № 3 (77). – С. 32 – 38.
16. Яковійчук О.В., Данченко О.О., Данченко М.М., Федорко А.С., Гапоненко Т.М. Вплив вікасолу на окисно-відновні процеси міокарду гусей. Питання біоіндикації та екології. 2019. 24, №1. С. 133–144.
16. The effect of vitamin E on the quality of geese meat / M. Danchenko, H. Ruban, O. Danchenko, O. Yakoviichuk, V. Klimashevskiy, T. Konovalenko, O. Sukharenko, T. Haronenko // BIOLOGIJA. 2019. Vol. 65. No. 4. P. 236–242.
17. Вітамін Е як інгібітор окисного псування м'яса гусей під час зберігання / О.О. Данченко, Г.В. Рубан, Л.М. Здоровцева, М.М. Данченко, Т.М. Гапоненко, В.В. Коляденко // Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». – 2019, вип. 2. – С. 137 – 144.
18. Extract of oats as a modulator of fatty acid composition of geese tissues in the conditions of physiological stress / O. Danchenko, L. Zdorovtseva, O. Vishchur, O. Koshelev, T. Halko1, M. Danchenko, Y, Nikolayeva, D. Mayboroda // BIOLOGIJA. 2020. Vol. 66. No. 1. P. 27–34.
19. Екстракт вівса як технологічний засіб підвищення якості м'яса гусей / Д.О. Майборода, О.О. Данченко, Л.М. Здоровцева, А.С.Федорко, М.М. Данченко, Н.П. Загорко // Праці Таврійського держ. агротехнологічного університету : наук. фах. видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 20, т. 1. – С. 203-212.
20. Прооксидантно-антиоксидантна рівновага в тканинах серця і мозку гусей за ембріонального та раннього постнатального онтогенезу / А.С. Федорко, О. О. Данченко, О.В. Яковійчук // Наукові доповіді НУБіП, 2020.– №3 (85).

Тези доповідей

1. Яковійчук О.В. Активність ферментів антиоксидантного захисту у м'язових тканинах гусей в онтогенезі та за дії розчину вітаміну К₃/ О.В. Яковійчук, О.О. Данченко, О.В. Шатохіна, В.О. Дзюба// Збірник наукових праць VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Біологічні дослідження-2017». –Житомир: ПП «Рута», – 2017. – С. – 278-279.
2. Яковійчук О.В. Активність сукцинатдегідрогенази та 2-оксоглутаратдегідрогенази у м'язових тканинах гусей за дії розчину менадіону в період раннього постнатального онтогенезу / О.В. Яковійчук, І.Ю. Бугонько, О.О. Данченко, Д.О. Майборода, В.О. Дзюба // III міжнародна заочна науково-практична конференція «Актуальні питання біологічної науки»: збірник статей – Ніжин: НДУ імені Миколи Гоголя, 2017. – С 103-105.
3. Ontogenetic features of redox reactions in the myocardium geese / [O. Danchenko, O. Yakoviichuk, A. Fedorko et al.] //2ND International Conference „Smart Bio“: Abstract book - Kaunas, Lithuania: 03-05 may 2018. - P. 64.

4. Вплив екстракту вівса на процеси ліпопероксидації в тканинах печінки гусей та їхні птерилографічні показники у постнатальному онтогенезі / [О.О. Данченко, О.І. Кошелєв, Л.М. Здоровцева, М.М. та ін] // Сучасний світ як результат антропогенної діяльності: збірник матеріалів II-ї Всеукраїнської наукової інтернет-конференції з міжнародною участю «Сучасний світ як результат антропогенної діяльності» присвяченої 95-річчю Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького конференції. – Мелітополь: Видавництво МДПУ імені Богдана Хмельницького, 2018. – С. 100-103.
5. O. Danchenko . THE INFLUENCE OF AVENA SATIVA EXTRACT ON REDOX PROCESSES AND FATTY ACID COMPOSITION OF LIPIDS IN GEESE TISSUES / L. Zdorovtseva O. Vishchur, O.Koshelev, T.Galko, M.Danchenko, Yu. Nikolayeva , D.Maiboroda // 3ND International Conference „Smart Bio“: Abstract book - Kaunas, 2019.- P. 75.
6. O. Danchenko . On The Peculiarities Of Vitamin E Influence On The Quality Of geese Meat / L. Zdorovtseva O. Vishchur, O.Koshelev, T.Galko, M.Danchenko, Yu. Nikolayeva , D.Maiboroda // 3ND International Conference „Smart Bio“: Abstract book - Kaunas, 2019.- P. 175.
7. Данченко О.О. Особливості впливу екстракту вівса посівного на жирнокислотний склад ліпідів м'язових тканин гусей / О.О. Данченко, О.І Кошелєв, Т.І Галько, Ю.В. Ніколаєва та ін. // Мат-ли Укр. Біохім. конгресу. Медична та клінічна хімія.- 2019, Т.21, №3 (додаток).-С. 301.

ДОДАТОК

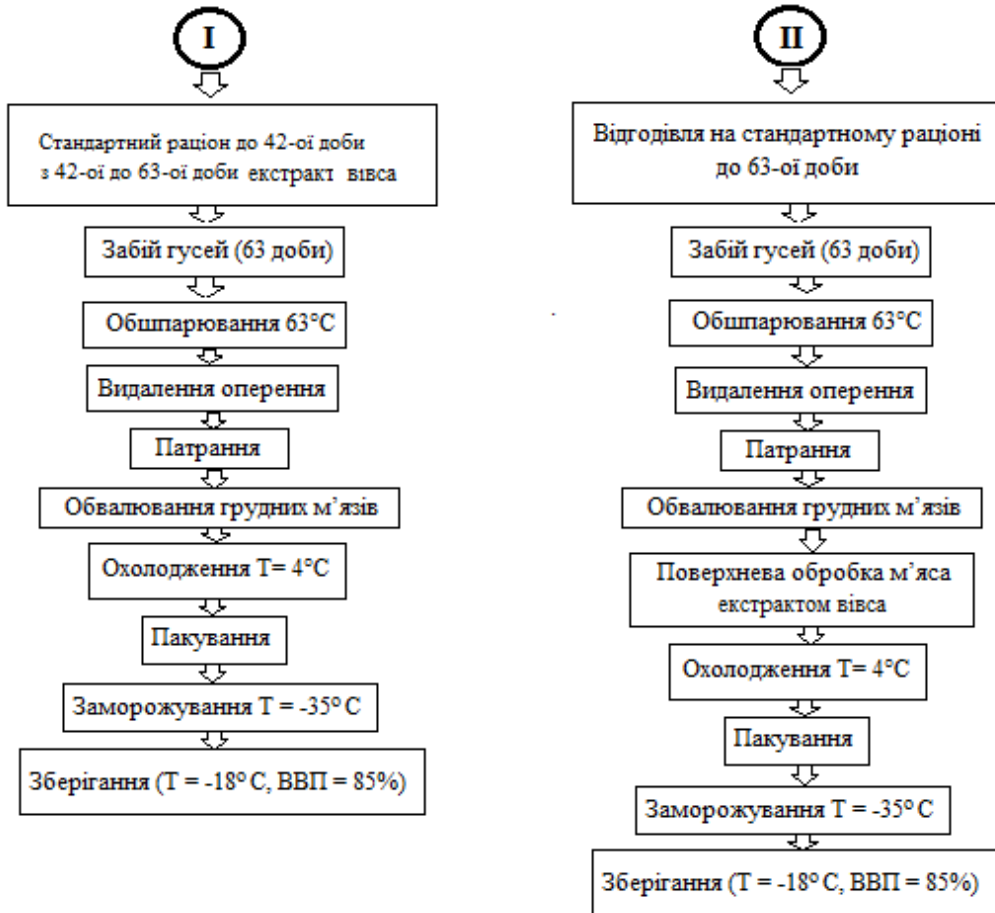


Рис. Д-1. Технологічна схеми підготовки м'яса гусей до низькотемпературного зберігання з додаванням екстракту вівса посівного до раціону гусей в передзабійному періоді.

ДОДАТОК II

NAS® UniChrom™ отчет: страница 1 из 1 - <http://www.unichrom.com/>

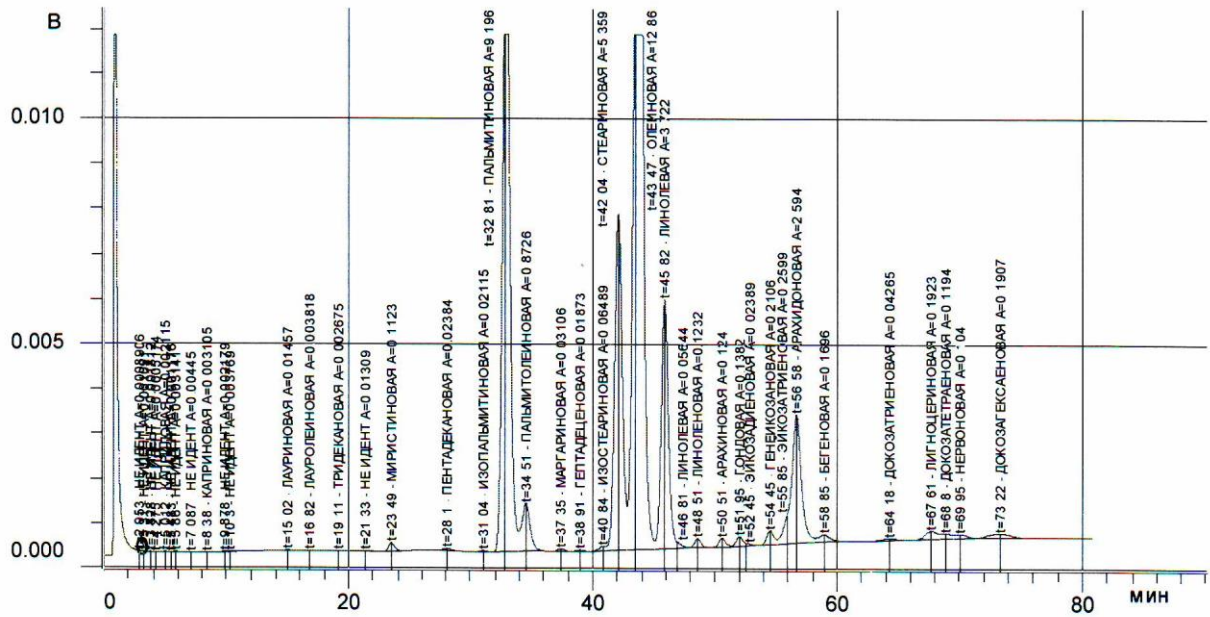


Рис. Д-2. Хроматограмма жирнокислотного состава липидов м'яса контрольного зразка перед закладанням на зберігання

NAS® UniChrom™ отчет: страница 1 из 1 - <http://www.unichrom.com/>

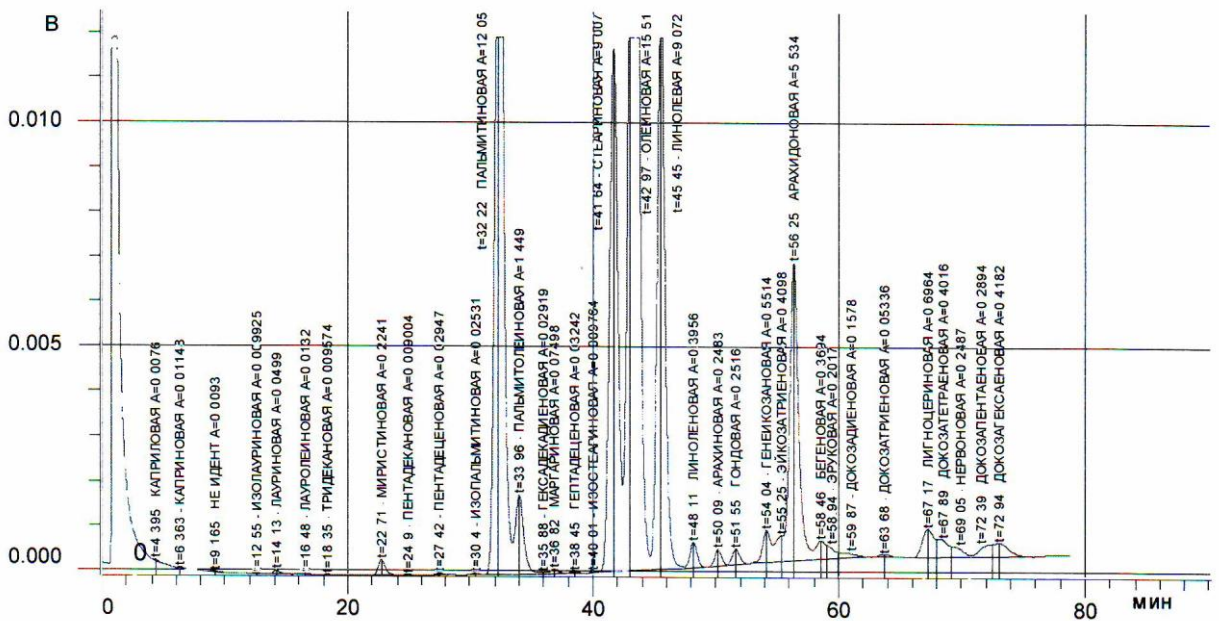


Рис. Д-2. Хроматограмма жирнокислотного состава липидов м'яса контрольного зразка після зберігання

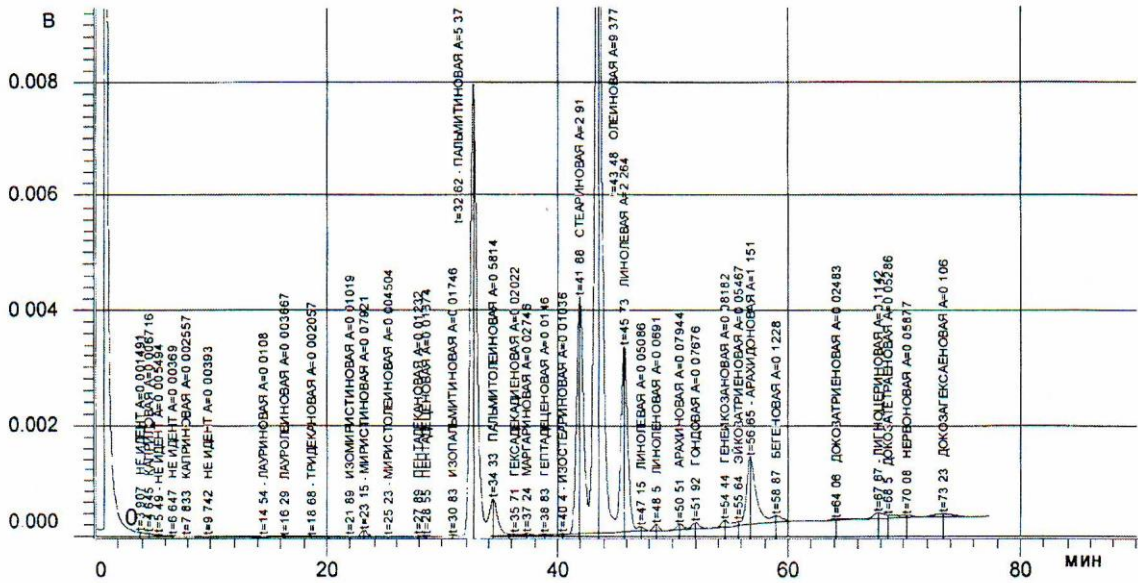


Рис. Д-3. Хроматограмма жирнокислотного состава липидов м'яса дослідного зразка перед закладанням на зберігання

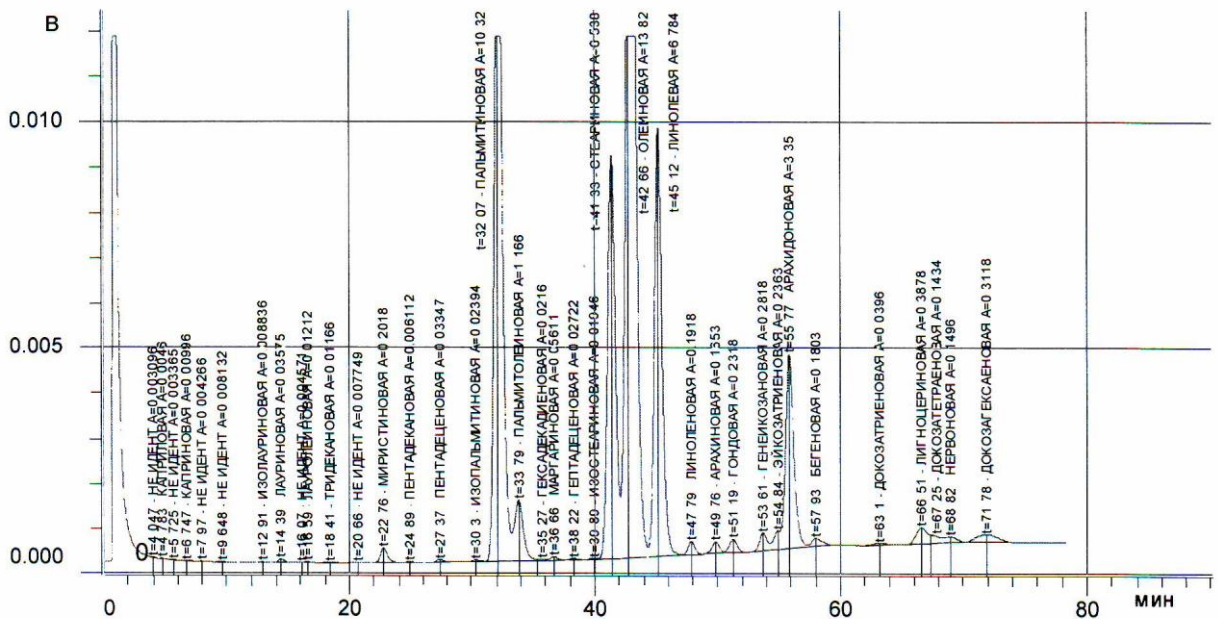


Рис. Д-4. Хроматограмма жирнокислотного состава липидов м'яса дослідного зразка перед закладанням на зберігання