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 Моторного (ТДАТУ)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
д.т.н., професор
Анатолій ПАНЧЕНКО

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Програма 3

РОЗРОБЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХАРЧОВОЇ ТА КУЛІНАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

(проміжний)

Директор НДІ АТЕ
д.т.н., професор Олеся ПРІСС

Керівник НДР
д.т.н., професор Марина СЕРДЮК

2023

Рукопис закінчено 8 грудня 2023 р.

Результати роботи розглянуто Науково-технічною радою
Науково-дослідного інституту «Агротехнологій та екології»
протокол №4 від 27 грудня 2023 р.

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник проекту і відповідальний виконавець – завідувач лабораторії, доктор технічних наук, доцент	Марина Сердюк (реферат, керівництво, участь у 3.1, 3.2. формування звіту)
кандидат сільськогосподарських наук, доцент	Людмила Кюрчева (участь у 3.2, керівництво та участь 3.7)
кандидат сільськогосподарських наук, доцент	Ірина Іванова (участь у 3.1)
аспірант	Дар'я Зарецька (участь у 3.1)
доктор технічних наук, професор	Олеся Прісс (керівництво, участь 3.3)
Кандидат технічних наук, доцент	Тетяна Колісниченко (участь у 3.4, 3.7)
кандидат технічних наук, доцент	Надія Загорко (участь у 3.5)
доктор технічних наук, доцент	Ірина Бандура (керівництво, участь у 3.6)
доктор сільськогосподарських наук, професор	Олена Данченко (участь у 3.4)
аспірант	Олександр Сокот (участь у 3.6)
аспірант	Данило Майбород (участь у 3.5)
кандидат сільськогосподарських наук, доцент	Микола Андрущенко (участь у 3.3)
аспірант	Ала Ангеловська (участь у 3.3)
аспірант	Антон Ткаченко (участь у 3.6)
аспірант	Павло Булгаков (участь у 3.3)
аспірант	Олександр Кузьменко (участь у 3.3)
аспірант	Олександр Яковер (участь у 3.3)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: складається з 89 с., 14 рис., 46 табл.

Обєкти досліджень: рецептури, технології, зміни якості та біологічної цінності харчової та кулінарної продукції протягом тривалого зберігання та консервування різними методами.

Мета роботи: розроблення інноваційних та вдосконалення існуючих технологій харчової та кулінарної продукції.

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 кваліативних 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:

У межах теми 3.1 наведено результати досліджень щодо формування фонду сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот в плодах вишні 10 досліджуваних сортів в умовах Південної степової підзони України. За вмістом біохімічних показників якості було виділено сорти Модниця (вміст сухих розчинних речовин – 17,05%), Ожиданіє (вміст цукрів – 11,69%) і Солідарність (вміст титрованих кислот – 1,79%). Максимальні показники цукрово-кислотного індексу у діапазоні від 8,9 до 9,3 в.о. мають плоди сортів вишні Мелітопольска пурпурна і Модниця. Шляхом проведення двофакторного дисперсійного аналізу в ході досліджень буде визначено доцільність прогнозування вмісту основних компонентів хімічного складу (сухих розчинних речовин, цукрів,титрованих кислот) у плодах вишні за середніми значеннями та виділено фактор, який максимально впливає на накопичення досліджуваних показників у плодах. Визначено домінуючий вплив погодних умов років досліджень. Тому запропоновано прогнозування смакових якостей плодів вишні проводити за середнім сортовим значенням. Визначено середню та сильну кореляційну залежність впливу 19 погодних факторів на вміст досліджуваних біохімічних показників у плодах вишні. На основі методів головних компонент та методу найменших квадратів було побудовано моделі залежності накопичення сухих розчинних речовин, цукрів та титрованих кислот. Виділено погодні показники першого рангу з максимальними частками впливу для досліджуваних біохімічних показників якості. Максимальний вплив на накопичення фонду сухих розчинних

речовин у плодах вишні мала середньомісячна температура повітря у червні ($\Delta = 9{,}9\%$), на вміст цукрів - середньомісячна сума опадів в червні ($\Delta = 8{,}5\%$), на вміст титрованих кислот -загальна кількість днів з опадами у червні ($\Delta = 18{,}62\%$). Найбільший вплив на накопичення досліджуваних біохімічних показників у плодах вишні відігравали показники вологості у фазі кінець цвітіння до достигання плодів та останнього місяця формування плодів (червень).

У темі 3.2 наведено результати досліджень щодо збереженості харчової цінності та якості сушеної журавлини. Досліджено два сорти журавлини: Блек Вейл та Вашингтон. Встановлено, що застосування сублімаційного сушіння є найефективнішим інноваційним методом підготовки ягід до тривалого зберігання. Тривале зберігання якісної ягідної сировини забезпечується за рахунок того, що після проходження всього циклу сублімації кінцева вологість матеріалу складає порядком 2-5% від початкової, що забезпечує збереження всіх вітамінів і мікроелементів в ягодах журавлини. За рахунок видалення вологи з продукту сублімована продукція має меншу вагу, але зберігає більшість своїх органолептичних показників: розміри, форму та колір, також енергетична цінність сублімованої журавлини складає 32,04 ккал (134,25 кДж) на 100 грамів їстівної частини, що свідчить про збереження харчової цінності та корисних властивостей готового продукту.

Дослідження в межах теми 3.3 висвітлюють питання, що стосуються доказів біоактивності листя і коренів хрону, пов’язаних з наявністю глюкозинолатів та фенольних речовин, котрі виявляють антиканцерогенну, антибактеріальну, фунгіцидну, протизапальну, антиоксидантну ефективність. Загалом, для розуміння механізмів дії необхідні більше даних in vivo, включно з клінічними випробуваннями. Ці результати та докази стануть основою для можливого збільшення споживання, що сприятиме зростанню первинного виробництва хрону і розвитку переробних підприємств для оптимізації процесів переробки.

У досліджуваних сортів спаржі різного забарвлення спостерігалися відмінності в кількісних показниках інтенсивності дихання та характері дихального патерну. Сорти Rosalie і Prius показали характеризуються суттєво різним пулом сухих речовин, котрий лінійно знижується під час зберігання. Сухі розчинні речовини сорту Rosalie становлять 87% пулу сухих речовин, а сорту Prius лише 62 %. Динаміка сухих розчинних речовин під час зберігання не була лінійною. Таким чином, суттєві сортова специфіка сформована на момент збору врожаю зберігається при зберіганні спаржі.

В результаті досліджень, які були присвячені зберіганню шпинату в живильному середовищі встановлено, що застосування живильного середовища на основі аграрного гідро гелю та антиоксидантів дозволяє подовжити термін зберігання бебі шпинату на 7 -9 днів, залежно від гібриду без зниження виходу стандартної продукції. За 7 діб зберігання, природні втрати маси в дослідних зразках були практично вдвічі меншими, ніж в контрольних, а при подовженому терміні зберігання достовірно не різнились від контрольних на сьому добу. Зберігання шпинату в живильному середовищі скорочує втрати сухих речовин на 10-20% залежно від гібриду. Втрати АК за 7 діб зберігання у контролі сягали 28,4-35,0%, залежно від гібриду. Зберігання шпинату зі застосуванням живильного

середовища дозволяє стабілізувати втрати АК в шпинаті. Дослідні зразки після довшого на тиждень зберігання мали вищий вміст АК ніж контроль після 7 діб зберігання. Застовування живильного середовища сприяло менш інтенсивній деградації пігментів. Всі дослідні зразки після 14 діб зберігання містили достовірно вищу кількість хлорофілів і каротиноїдів, ніж контрольні після 7 діб зберігання.

У межах теми 3.4 наведено результати досліджень щодо доцільності введення до раціону гусей породи Легарт Датський домішок вівса (Avena Sativa) та люцерни (Medicago sativa) з метою підвищення якості отриманого м'яса цієї птиці як після забою, так і після тривалого низькотемпературного зберігання шляхом підвищення його антиоксидантної активності. Проведено аналіз результатів використання домішок вівса та люцерни в раціоні гусей. В результаті проведеного дослідження було встановлено, що додавання вівса (I дослідна група) і суміші вівса з люцерною (II дослідна група) до раціону гусей сприяло зниженню вмісту кінцевих продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ТБК-активних продуктів) у м'ясі грудки після забою та під час його тривалого низькотемпературного зберігання (90 діб). У м'ясі гусей обох дослідних груп встановлено подовження терміну прооксидантно-антиоксидантної рівноваги до 23-ї доби. Найбільша різниця вмісту ТБК-активних продуктів у м'ясі контрольної та обох дослідних груп була зафіксована на 45-ту добу зберігання м'яса. Для м'яса I дослідної групи ця різниця становила 29,2%, для II дослідної групи – 41,2%. Максимальна інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів у м'ясі гусей обох дослідних груп була встановлена від 45-ї до 67-ї доби зберігання. За цей час у м'ясі гусей I дослідної групи вміст продуктів ПОЛ збільшився на 62,5%, а II – на 88,7%. До 67-ої доби вміст ТБКАП у м'ясі контрольної групи достовірно перевищував відповідні показники дослідних груп. Наприкінці досліду вміст ТБКАП у м'ясі гусей контрольної і дослідних груп достовірно не відрізнявся. Аналіз жирнокислотного складу м'яса грудки гусей показав, що найбільш позитивні зміни відбулись у м'ясі гусей II дослідної групи. На початку терміну зберігання у м'ясі цієї групи було виявлено збільшений вміст незамінних жирних кислот: лінолевої (18:2) на 11,4%, ліноленової (18:3) на 25,8% і арахідонової (20:4) на 12,4%. Загальний вміст ω6-жирних кислот у м'ясі цієї групи виявився на 10,9% вищим за відповідний показник контрольної групі. Втім, на 90-ту добу зберігання достовірної різниці за вмістом незамінних жирних кислот у м'ясі гусей II дослідної і контрольної груп гусей не зафіксовано.

У межах теми 3.5 наведено результати досліджень біологічної цінності ягід ожини сорту Ранній, який культивується в Південно-східному регіоні України, розроблена технологічна схема виробництва натурального міцного червоного ожинового вина , виготовлені зразки нової продукції, визначені органолептичні та фізико-хімічні показники якості.

Розширення асортименту грибної продукції з підвищеною оздоровчою спрямованістю стало можливим за рахунок впровадження енергоефективних технологій вирощування нових видів грибів**.** Відомо, що належна якість сировини є основою отримання якісних продуктів переробки грибів. Тому одним з напрямів наукових досліджень було проведення оцінки морфологічних особливостей

плодових тіл (ПТ) їстівних грибів *Lentinula edode*s та *Calocybe indica* як об'єктів зберігання, результати якої наведені у розділі 3.6.1 теми 3.6. Були визначені бажані параметри тари для пакування досліджених штамів за умови розташування грибів одним шаром. Так, для грибів штаму *L. edodes* 3782 бажані параметри тари: висота 14,0 + 29,7 ≈ 44 (мм); ширина (n × 50,3) приблизно 150 мм – 200 мм (по 3 – 4 ПТ), довжина відповідно 150…250 мм (від 3-х до 5-ти ПТ). Також були проаналізовані сучасні методи зберігання врожаю в країнах з високим рівнем споживання грибів та підходи до вибору тари та пакувальних матеріалів. Отримані дані зведені в рекомендації виробництву.

У темі 3.6 наведені результати роботи щодо оптимізації технології виробництва зернових батончиків з додаванням грибів гливи звичайної. Було розроблено математичну модель, вирішено задачу оптимізації рецептури з цільовою функцією зниження собівартості та підвищенням вмісту біоактивних речовин полісахаридної природи. Згідно отриманих результатів оптимальним співвідношенням інгредієнтів для готового продукту буде: 12% грибів, 5% кунжуту, 9% соняшникового насіння, 4% насіння гарбуза та 70% вівса. Проведено сенсорну оцінку виготовлених зразків та визначено особливості виготовлення зернових батончиків з вівса з додаванняи відварених грибів гливи звичайної. Так, для покращення смаку та зовнішнього вигляду продукту вівсяні пластівці необхідно змішувати з подрібненою грибною сировиною з температурою 80...90 °С. Найкращі органотептичні оцінки отримали зразки з додаванням 10…15% фаршу з відварених грибів.

У межах теми 3.7 наведено результати досліджень щодо ефективного управління ресторанним бізнесом, який відбувається завдяки забезпеченню впровадження структурних ознак, які поєднують цілі, принципи управління, завдання та напрями розвитку, методи й інструменти управління, функції, економічні закони, умови бізнес-середовища, засоби впливу на управління ресторанним бізнесом, визначені узагальнені та поширені орієнтири дій і характеристик економічних явищ і процесів. Виокремлено чинники впливу на формування та розвиток ресторанного бізнесу. Найважливішим критерієм оцінки рівня стратегічного розвитку бізнесу є стійкість. Водночас основними цілями розвитку бізнесу є економічне зростання конкурентоспроможності, збалансованості процесів, забезпечення стабільного функціонування. Підґрунтя розвитку бізнесу – стратегія. Важливою інноваційною технологією в контексті розвитку ресторанного бізнесу є втілення системи управління ресторанним бізнесом, зокрема, використанням різних методів та інструментів управління, розвиток потенціалу, забезпечення розвитку ресторанного бізнесу для формалізації та налагодження бізнес-процесів.

Публікації. За результатами наукових досліджень опубліковано 56наукові роботи, з них 25 статей у наукових фахових виданнях, серед яких 5 статті включено до міжнародної наукометричної бази SCOPUS.

Ключові слова: *аскорбінова кислота, цукрово-кислотний індекс, варіабельність, сухі розчинні речовини, цукри, титровані кислоти, кріогенне зберігання, заморожування, джеми, соки, мармелад, м'ясо птиці, гриби, глива, консервування, стерилізація, ферментація, поживна цінність.*

ЗМІСТ

Тема 3.1 Розроблення нових та вдосконалення існуючих технологій зберігання та консервування рослинної продукції..... 8
Тема 3.2 Вдосконалення технології виготовлення плодовоягідної снекової продукції..... 22
Тема 3.3 Розроблення технологій харчової і кулінарної продукції з функціональними властивостями..... 28
Тема 3.4 Удосконалення технології зберігання м'яса птиці із застосуванням природних фенольних сполук..... 50
Тема 3.5 Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій виготовлення плодово-ягідних і виноградних алкогольних напоїв..... 57
Тема 3.6 Обґрунтування інноваційних технологій виробництва функціональних продуктів на основі грибної сировини..... 62
Тема 3.7 Сучасні підходи та актуальність впровадження інноваційної стратегії розвитку та управління готельно-ресторанного та туристичного бізнесу..... 81

Тема 3.1 Розроблення нових та вдосконалення існуючих технологій зберігання та консервування рослинної продукції

Розділ 3.1.3 Оцінка смакових якостей плодів вишні залежно від погодних факторів на підставі методу факторіального аналізу

Керівник теми Сердюк М. Є.,
Виконавці Іванова І.Є.
Зарецька Д. К.

Мета дослідження

Метою досліджень було розробка математичної моделі для вдосконалення прогнозування вмісту сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот у плодах вишні залежно від погодних факторів регіонів з гідротермічними показниками аналогічними до Півдня Степової зони України. У ході експерименту передбачено виділити сорти вишні з найкращими показниками якості для удосконалення технології транспортування, зберігання і переробки плодів із збереженням їх біологічної цінності.

Об'єкт досліджень – плоди вишні.

Предмет досліджень - процес формування компонентів хімічного складу в плодах вишні

Матеріали та методи дослідження

Насадження вишні, де проводили дослідження розташовані в Південній степовій підзоні України.

Чорноземний південний легкосуглинковий ґрунт дослідних ділянок характеризується наступними показниками: уміст гумусу – 0,4-2%.

Клімат регіону атлантично-континентальний з високим температурним режимом та недостатнім вологозабезпеченням.

Кліматичні умови зони, де були проведені дослідження наведено у табл. 3.1.1.

Таблиця 3.1.1

Кліматичні умови Південної степової підзоні України

№	Клімат	Параметри
1	Середньорічна температури повітря	9,1-9,9 °С
2	Середньомісячні температури повітря в найбільш теплі місяці	20,5 - 23,1 С
3	Сума активних температур вище 10 С з квітня по жовтень	3316 С.
4	Середня кількість опадів за рік становить	475 мм.
5	Середньорічна відносна вологість повітря	73%
6	Середньорічна швидкість руху вітру	3,7 м/с.
7	Гідротермічний коефіцієнт	0,22…0,77

Вишню вирощували на чорноземних південних легкосуглинкових ґрунтах за загальноприйнятою для зони технологією.

Для дослідження були обрані плоди 10 сортів вишні які оцінювали за трьома показниками якості , що представлені на рисунку 1. Досліджували сорти вишні трьох термінів достигання: ранній - Ожиданиє; середній - Встреча, Шалунья, Сіянець Туровцевої, Гріот Мелітополський, Модниця, Експромт; пізній - Мелітопольска пурпурна, Солідарність, Ігрушка.

Для визначення вмісту сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот брали вибірку для кожного помологічного сорту по 100 плодів з 6 дерев, що вступили у повне плодоношення. Плоди зважували та рахували безпосередньо при збиранні. Для досліджень обирали дерева, типові для певного помологічного сорту, одного віку, з середньою інтенсивністю плодоношення. Повторність трьох кратна. Вишню вирощували за загальноприйнятою для зони технологією. Садіння дерев проводили у 1999-2001 рр. за схемою 6×4 м. Міжряддя перебували під чорним паром. Зрошування садів не проводили [1, 2].

Вишні кожного помологічного сорту знімали коли м’якоть ще достатньо щільна, але смак і забарвлення властиві даному помологічному сорту. Плоди знімали з дерев з 4-х різних місць крони.

Календарну дату знімання визначали за наступними показниками якості свіжих плодів вишень: зовнішній вигляд, розмір плодів за найбільшим поперечним діаметром. Відібрані плоди кожного помологічного сорту відповідали показникам першого товарного сорту, зокрема : форма та забарвлення типові помологічному сорту, плоди з плодоніжкою, без механічних пошкоджень шкірки та мякоті, без пошкодження шкідниками і ураження грибними хворобами.

Вміст сухих розчинних речовин (SSC) визначали рефрактометричним методом [3]. Суть методу полягає у визначенні масової частки SSC за показником заломлення. Показник заломлення аналізованого розчину вимірювали за температури (20,0 ± 0,5) С на рефрактометрі марки ABBE AR12. Проби для досліджень повинні бути репрезентативними і не зіпсованими при транспортуванні або зберіганні.

З відібраної середньої проби за допомогою пресу відтискали сік. Отриманий сік використовували для визначення масової частки сухих розчинних речовин. SSC визначали прямим зчитуванням значень за шкалою приладу у відсотках. У разі відхилення температури під час вимірювання враховували значення поправок на температуру. Оцінку якості показника кожного помологічного сорту проводили у 5-ти кратній повторності [4].

Вміст масової концентрації цукрів визначали фериціанідним методом [4]. В основі фериціанидного методу визначення масової частки цукрів лежить властивість редукуючих моносахаридів відновлювати в лужному середовищі залізосиньородистий (фериціанід) калій - K3[Fe(CN)6] (червона кров'яна сіль) в залізистосиньородистий (фероціанід) калій - K4[Fe(CN)6] (жовта кров'яна сіль). В якості індикатора використовували метиленову синь. При відновленні ферриціаніду калію відбувалась зміна забарвлення від синього до безбарвного або

світло-жовтого. Кількість сахарози визначали, попередньо перетворивши її на інвертний цукор.

Масову концентрацію титрованих кислот (ТК) визначали титрометричним методом [3]. Суть методу полягає у нейтралізації органічних кислот, які знаходяться у дослідному продукті, 0,1 н розчином лугу. Титрування виконують до переходу розчину з кислого середовища в лужне. Мить переходу середовища в лужне візуально фіксується за появою рожевого забарвлення розчину в присутності індикатора фенолфталеїну.

В роботах багатьох вчених була запропонована загальна схема проведення кореляційно-регресійного аналізу для випадків, коли кількість факторів впливу суттєво перевищує кількість варіантів досліджень – методом найбільш суттєвих головних компонент.

Пропонується на основі методу головних компонент розрахувати головні компоненти. Потім, на основі найсуттєвіших головних компонентів побудувати регресійну модель залежності досліджуваної ознаки від цих головних компонент. Шляхом оберненого перетворення отримати регресійну модель залежності досліджуваних показників від первинних погодних факторів.

Таким чином, дослідження проводили за наступним алгоритмом:

1. На основании экспериментальных данных $x_{ij}, (i = 1 \dots n$– номер погодного фактора, $j = 1 \dots m$-номер года исследования), розраховуємо набор главных компонент (computing the principal components) $(PC_i, i = 1..n)$ в виде
$$PC_i = \sum_{j=1}^{m} p_{ij} \cdot x_{ij},\ i = 1 \dots n\ (1)$$
2. Выделяем набор главных компонент $(PC_i, i = 1..k)$, которые обеспечивают кумулятивную дисперсию (cumulative variance) 90%.
3. Методом наименьших квадратов строим регрессию главных компонент (principal component regression) в виде уравнения зависимости между исследуемым показателя Y (содержание сахаров в плодах черешни) и главными компонентами:
$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^{k} b_i \cdot PC_i,\ (2)$$ - уравнение зависимости между

Таким чином, дослідження проводили за наступним алгоритмом:

Шаг 1. На основании экспериментальных данных $x_{ij}, (i = 1 \dots n$– номер погодного фактора, $j = 1 \dots m$-номер года исследования), выделяем набор главных компонент $(PC_i, i = 1..n)$ в виде
$$PC_i = \sum_{j=1}^{m} p_{ij} \cdot x_{ij},\ i = 1 \dots n\ (1)$$

Шаг 2. Выделяем набор главных компонент $(PC_i, i = 1..k)$, которые обеспечивают кумулятивную дисперсию 90%.

Шаг 3. Методом наименьших квадратов строим уравнение зависимости исследуемого показателя Y (содержание сахаров в плодах черешни) от главных компонент в виде
$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^{k} b_i \cdot PC_i,\ (2)$$

Модель перетворюємо шляхом підстановки у формулу 2 через вихідний набір факторів та отримуємо рівняння залежності показника вмісту СРР, цукрів і титрованих кислот у плодах вишні

Выполняем преобразование модели, путем подстановки в уравнение (2) выражения главных компонент через исходный набор факторов и получаем уравнение зависимости показателя содержания сухих розчинних речовин, цукрів,титрованих кислот в плодах вишни от показателей исходных погодно-климатических факторов вида:

$$\hat{Y} = a_0 + \sum_{j=1}^{n} a_j \cdot X_j, \quad (3)$$

где X_j – факторы;

a_j – параметры модели;

$\hat{Y}$ – показательсодержания сахаров в черешне.

Проводим анализ построенные регрессии (3)с целью определения степени влияния каждого из факторов на результирующие показатели. Для оценки доли влияния отдельных факторов в суммарном вдиянии всех факторов используем дельта-коэффициенты Δ_j.

Коэффициенты Δ_j определяются по формуле:

$$\Delta_i = \left|\frac{\tilde{a}_i \cdot r_{yx_i}}{R^2}\right|, \quad (4)$$

где $\tilde{a}_i$- параметры регрессионной модели в стандартизированных факторах $\tilde{X}_i$

r_{yx_i}– парные коэффициенты корреляции

R^2– коэффициент детерминации

Для виконання статистичного аналізу застосовані засоби сучасних комп'ютерних технологій DataMining - програмне середовище RStudio.

Результати досліджень

Середній вміст сухих розчинних речовин (СРР) у сортозразках вишні за роки досліджень становив 16,27 % в умовах півдня України (табл. 3.1.2). До сортів, що мали найбільшу середню масову частку СРР можна віднести Сіянець Туровцевої (17,02%) та Модниця (17,05%). Сорт Експромт (14,48%) мав найменший вміст сухих розчинних речовин.

Таблиця 3.1.2

Вміст сухих розчинних речовин (СРР) у плодах вишні, % (2007–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст СРР, %	min вміст СРР, %	max вміст СРР, %	Варіація за роками, Vp, %
Встреча	15,87±2,81	11,03	18,91	17,5
Ожиданіє	16,31±2,02	10,31	18,27	12,5
Шалунья	15,94±2,70	11,28	19,19	17,2
Сіянець Туровцевої	17,02±3,53	10,23	21,49	20,6
Гріот Мелітопольський	18,63±3,31	14,06	22,36	17,7
Мелітопольська пурпурна	15,79±2,81	11,43	19,98	17,8
Модниця	17,05±2,92	12,26	20,30	16,8
Експромт	14,48±2,53	10,03	17,26	16,9
Солідарність	15,03±3,63	10,23	19,36	24,1
Ігрушка	16,58±2,80	10,50	18,90	17,1

Середнє значення	16,27±3,00	11,14	19,60	18,6
$НІР_{05}$	0,587	–	–	–

За роками досліджень у сортів вишні встановлено середню та істотну варіативність вмісту СРР (табл. 2). Сильний вплив абіотичних чинників на уміст СРР у плодах вишні встанволено для сортів Сіянець Туровцевої та Солідарність з коефіцієнтами варіації 20,6 та 24,1 %, відповідно. Найбільш стабільним за вмістом СРР протягом років досліджень був сорт Ожиданіє зі значенням коефіцієнту варіації – 12,5 %. Оптимальним середнім вмістом СРР (17,05%) та середньою варіативністю даного показника (16,8%) характеризувалися плоди вишні сорту Модниця.

Середній вміст цукрів у плодах вишні деясяти сортів за роки досліджень становив 11,28 % (табл. 3.1.3). Найбільшу середню масову частку цукрів мали плоди сорту Гріот Мелітопольський (12,19%), а найменшу – Експромт (10,35%). Варіативність умісту цукрів за роками досліджень у плодах вишні різних помологічних сортів була на рівні середньої та високої з діапазоном коливання Vp=14,7–25,5%. Найбільш стабільним умістом цукрів у плодах був визначений сорт Встреча (Vp=14,7 %). Оптимальним за середнім умістом цукрів (11,69 %) та варіативністю показника (16,8%) характеризувалися плоди сорту Ожиданиє.

Таблиця 3.1.3

Вміст цукрів у плодах вишні, % (2007–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст СРР*, %	min вміст СРР, %	max вміст СРР, %	Варіація за роками, Vp, %
Встреча	10,80±1,51	7,18	13,34	14,7
Ожиданіє	11,69±1,90	6,65	14,03	16,8
Шалунья	10,84±1,92	7,45	14,04	17,6
Сіянець Туровцевої	11,55±2,43	8,03	15,07	20,8
Гріот Мелітопольський	12,19±2,51	8,36	16,22	21,1
Мелітопольська пурпурна	11,33±2,20	7,15	14,65	19,5
Модниця	11,73±2,84	7,45	15,23	24,1
Експромт	10,35±1,73	6,14	12,65	16,4
Солідарність	10,70±2,72	6,54	14,54	25,5
Ігрушка	11,59±2,21	6,45	13,76	19,4
Середнє значення	11,28±2,20	7,14	14,50	19,9
$НІР_{05}$	0,503	–	–	–

У плодах вишні за період досліджень середнє значення умісту титрованих кислот (ТК) становило 1,51 % (табл. 3.1.4). Найбільша кількість ТК на рівні 2,06 % та 2,08 % виявлена у плодів сортів Сорт Гріот Мелітопольський врожаю 2014 року

мав найбільшу кількість ТК (2,06 %). У плодах сорту Солідарність (врожай 2019 року) також виявлено максимальний уміст ТК – 2,08 %.

За роками досліджень у плодах вишні варіативність вмісту ТК була на рівні середньої та високої (Vp=15,7–26,7 %). Найбільш стабільним вміст ТК був у плодах сорту Експромт (Vp=15,7 %), а найбільш мінливим – у сортів Мелітопольська пурпурна (Vp=24,5 %) і Встреча (Vp=26,7%).

Оптимальним за варіативністю показника (Vp=14,9 %) та середнім умістом ТК (1,79 %) був сорт Солідарність. Для плодів вишні сортів Мелітопольська пурпурна (8,9 в.о.) і Модниця (9,3 в.о.) визначено максимальний цукрово-кислотний індекс.

Таблиця 3.1.4

Вміст титрованих кислот (ТК) у плодах вишні, %, (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст ТК, %	Вміст ТК, %		Варіація за роками, Vp, %	ЦКІ, в.о.
		min	max		
Встреча	1,45±0,38	0,85	1,93	26,7	7,4
Ожиданіє	1,51±0,31	1,01	1,92	21,1	7,7
Шалунья	1,49±0,34	1,04	1,91	22,6	7,2
Сіянець Туровцевої	1,62±0,30	1,03	2,03	18,7	7,1
Гріот Мелітопольський	1,65±0,31	1,08	2,06	18,7	7,8
Мелітопольська пурпурна	1,26±0,31	0,92	1,82	24,5	8,9
Модниця	1,26±0,26	0,97	1,75	21,3	9,3
Експромт	1,40±0,22	1,05	1,72	15,7	7,3
Солідарність	1,79±0,26	1,51	2,08	14,9	5,9
Ігрушка	1,65±0,30	1,22	2,01	18,1	7,0
Середнє значення	1,51±0,33	1,07	1,92	22,3	7,4
НІР $_{05}$	0,265	–	–	–	

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу встановлено домінуючий вплив погодних умов на усі компоненти хімічного складу плодів вишні (табл. 3.1.5). Погодні умови років досліджень (фактор А) мали наступні частки впливу: для СРР – 61,9 %, цукрів – 53,5 % і ТК – 40,8 %. Вплив сортових особливостей (фактор В) на якісні показники вишні був менш вагомим.

Частка впливу фактору В становила для СРР – 13,0 %, цукрів – 5,6%, ТК – 17,3 %.

Таблиця 3.1.5

Результати двохфакторного дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{таб.095}$	Вплив, %
Сухі розчинні речовини						

Фактор А (рік)	2238,1	2	186,5	1435,7	1,8	61,9
Фактор В (сорт)	471,1	9	52,3	402,9	1,9	13,0
Взаємодія АВ	855,6	108	7,9	60,9	1,3	23,7
Цукри						
Фактор А (рік)	1051,2	11	87,6	915,0	1,8	53,5
Фактор В (сорт)	111,6	9	12,4	129,5	1,9	5,6
Взаємодія АВ	757,7	108	7,0	73,2	1,3	38,6
Титровані кислоти						
Фактор А (рік)	24,6	12	2,0	77,5	1,8	40,8
Фактор В (сорт)	10,5	9	1,1	44,0	1,8	17,3
Взаємодія АВ	9,1	108	0,0	3,2	1,3	15,1

При розробці математичної моделі слід використовувати середнє сортове значення досліджуваних показників.

Визначено кореляційні зв'язки між фондом сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот у плодах вишні досліджуваних сортів (Y_1) та комплексом погодних умов за 13 років (факторів X_i).

На підставі розрахованих парних коефіцієнтів кореляції $r_{Y_1 X_i}$ було обрано найбільш впливові погодні фактори.

Значимість цих коефіцієнтів кореляції було перевірено за допомогою статистичної гіпотези $H_0: \rho = 0$ (де ρ – коефіцієнт кореляції генеральної сукупності) при альтернативній гіпотезі $H_1: \rho \neq 0$ при рівні значущості $\alpha = 0{,}05$.

Для перевірки статистичної гіпотези використовували критерій Стьюдента.

Визначено значимі коефіцієнти кореляції при рівні значущості 0,05 та числі ступенів вільності $k = 11$, що мали інтервали у межах [-1;-0.55] і [0.55;1].

Відповідно до наведеного алгоритму за формулами 1 і 2 на основі розрахованих головних компонент були побудовані регресійні моделі та перетворені у формулу 3. Після проведення нормалізації факторів отримано наступні регресійні моделі:

$$\hat{Y}_1 = 0{,}055\tilde{x}_1 + 0{,}2137\tilde{x}_2 - 0{,}0854\tilde{x}_3 + 0{,}3382\tilde{x}_4 + 0{,}2457\tilde{x}_5 - 0{,}1151\tilde{x}_6 + 0{,}2292\tilde{x}_7 - 0{,}075\tilde{x}_8 + 0{,}036\tilde{x}_9 - 0{,}1462\tilde{x}_{10} + 0{,}1094\tilde{x}_{11} - 0{,}1094\tilde{x}_{12} + 0{,}2362\tilde{x}_{13} + 0{,}2922\tilde{x}_{14} + 0{,}0088\tilde{x}_{15} + 0{,}2380\tilde{x}_{16} + 0{,}2706\tilde{x}_{17} + 0{,}3514\tilde{x}_{18} + 0{,}3279\tilde{x}_{19}$$

$$\hat{Y}_2 = 0{,}1928\tilde{x}_1 - 0{,}2231\tilde{x}_2 + 0{,}2887\tilde{x}_3 - 0{,}1492\tilde{x}_4 - 0{,}1771\tilde{x}_5 + 0{,}2721\tilde{x}_6 - 0{,}2420\tilde{x}_7 + 0{,}2759\tilde{x}_8 + 0{,}214436\tilde{x}_9 + 0{,}1774\tilde{x}_{10} + 0{,}2488\tilde{x}_{11} + 0{,}2712\tilde{x}_{12} - 0{,}1953\tilde{x}_{13} + 0{,}1482\tilde{x}_{14} + 0{,}20988\tilde{x}_{15} - 0{,}2305\tilde{x}_{16} - 0{,}2499\tilde{x}_{17} - 0{,}1745\tilde{x}_{18} - 0{,}2099\tilde{x}_{19}$$

$$\hat{Y}_3 = 0{,}3523\tilde{x}_1 + 0{,}2542\tilde{x}_2 + 0{,}3357\tilde{x}_3 - 0{,}2697\tilde{x}_4 + 0{,}3623\tilde{x}_5 + 0{,}3498\tilde{x}_6 + 0{,}3767\tilde{x}_7$$

Зазначені вище моделі характеризують залежність показників накопичення сухих розчинних речовин ($\hat{Y}_1$), цукрів ($\hat{Y}_2$) та вміст титрованих кислот ($\hat{Y}_3$) від погодних факторів (X_i).

На основі коефіцієнтів розрахованих регресійних моделей визначили показники Δ_j, що оцінюють частку впливу окремих погодних факторів на уміст

сухих розчинних речовин, цукрів та титрованих кислот. Результати проведених розрахунків наведено у таблицях 3.1.6 і 3.1.7.

Таблиця 3.1.6

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції та показників $\Delta_i, \%$ - частки впливу факторів на накопичення сухих розчинних речовин та цукрі в полодах вишні

(X_i)	Фактори	Сухі розчинні речовини			Цукри		
		Парні коефіцієнти кореляції ($r_{Y_jX_i}$)	Показники частки впливу факторів ($\Delta_i, \%$)	Ранг	Парні коефіцієнти кореляції ($r_{Y_jX_i}$)	Показники частки впливу факторів ($\Delta_i, \%$)	Ранг
1	Середньомісячна температура повітря в червні	0,7689	9,9%	1	0,7462	7,4%	3
2	Середньомісячна сума опадів в червні	-0,6955	9,6%	2	0,8961	8,5%	1
3	Середня мінімальна відносна вологість повітря в березні	0,6932	2,3%	16	0,5899	3,6%	17
4	Середня мінімальна відносна вологість повітря в червні	-0,8298	7,8%	5	0,9111	8,5%	2
5	Сума опадів в період від кінця цвітіння до достигання плодів	-0,6301	7,3%	6	-0,8305	7,1%	4
6	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в березні	0,8983	2,7%	15	-0,6463	3,3%	18

7	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в червні	-0,8311	8,9%	3	-0,7501	6,2%	5
8	Середня температура повітря в період збору плодів	0,6211	8,3%	4	-0,7089	4,2%	15
9	Абсолютна максимальна температура повітря в період збору плодів	0,7401	1,1%	18	-0,6496	3,9%	16
10	Різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами повітря в період збору плодів	0,5704	3,3%	12	-0,6720	4,5%	12
11	Середня мінімальна температура повітря в період збору плодів	0,7279	3,1%	13	0,6450	6,0%	8
12	Середня максимальна температура повітря в період збору плодів	0,9047	5,0%	11	0,7104	6,1%	7
13	Сума опадів в період збору плодів	-0,7347	6,8%	8	0,7563	5,6%	10

14	Кількість днів з опадами більше 1 мм в період збору плодів	-0,5913	2,7%	14	-0,5859	3,0%	19
15	Сума ефективних температур в період збору плодів	0,5605	0,2%	19	-0,6644	5,1%	11
16	Гідротермічний коефіцієнт в період збору плодів	-0,7884	7,1%	7	-0,7801	6,2%	6
17	Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в період збору плодів	-0,6504	1,4%	17	0,6252	4,5%	13
18	Середня мінімальна відносна вологість повітря в період збору плодів	-0,6417	6,2%	10	0,6481	4,3%	14
19	Середня відносна вологість повітря в період збору плодів	-0,7416	6,3%	9	-0,7775	5,6%	9

Значення коефіцієнтів часток впливу погодних факторів ($\Delta_i, \%$) для показників сухі розчинні речовини та цукри варіюють в діапазоні 0,2–9,9 %. Нами було поділено погодні фактори на ранги залежно від значень коефіцієнтів Δ_i(i=1–19). Середньомісячна температура повітря в червні (X1) відігравала максимальний вплив на накопичення фонду сухих розчинних речовин та отримала 1 ранг за значенням показника Δ_{X1}, що становив 9,9%. Для накопичення цукрів вирішальне значення мала середньомісячна сума опадів у червні при Δ_{X2} – 8,5% 2 ранг за ступенем впливу на накопичення СРР (Δ_{X2} – 9,6%) і цукрів (Δ_{X4} – 8,54%) отримали

такі погодні показники як, середньомісячна сума опадів в червні (X) і мінімальна відносна вологість повітря в червні (X). Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в червні (X7) для СРР та середньомісячна температура повітря в червні (X1) при формуванні фонду цукрів мали значення коефіцієнтів Δ на рівні 8,9% та 7,44% та зайняли 3 ранг. Погодні показники, які отримали 4–19 ранги мали менший вплив на формування фонду сухих розчинних речовин і цукрів у плодах вишні. Це підтверджується значеннями часток впливу Δ , які мали діапазон від 0,2 до 7,1%. Із 19 спільних погодних факторів, що виявляють важливу роль у формуванні фонду сухих розчинних речовин та цукрів 12 факторів вирішальні у період збору плодів, 4 – у червні та 2 є важливими у березні і 1 в період від цвітіння до достигання плодів.

Найбільш вирішальним етапом для формування фонду сухих розчинних речовин та цукрів у плодах вишні досліджуваних сортів є етап достигання плодів, що відбувається у червні. Узагальнюючи отримані дані можна зробити висновки, що найбільш вагомими показниками (1–3 ранги) при формуванні фонду сухих розчинних речовин і цукрів в плодах вишні виявлені наступні: середньомісячна температура повітря, середньомісячна сума опадів, мінімальна відносна вологість повітря, загальна кількість днів з опадами в червні.

Для аналізу впливу погодних факторів на накопичення фонду титрованих кислот було виявлено та відібрано 7 показників погодних факторів (X_i), що у певний вегетаційний період можуть суттєво впливати на накопичення фонду титрованих кислот у плодах вишні(табл. 7). Аналіз значень коефіцієнтів часток впливу погодних факторів ($\Delta_i, \%$) на накопичення титрованих кислот у плодах вишні дозволив встановити їх діапазон коливань – 8,9–18,6%. Із 7-ми погодних факторів, що виявляють суттєвий вплив на накопичення титрованих кислот в плодах вишні 4 фактори є вирішальними у період збору плодів, 2 – у червні та 1 є важливим у період від цвітіння до достигання плодів.

Таблиця 3.1.7

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції та показників $\Delta_i, \%$ - частки впливу факторів на вміст титрованих кислот в полодах вишні

Умовне позначення фактору (X_i)	Фактори	Парні коефіцієнти кореляції ($r_{Y_j X_i}$)	Показники частки впливу факторів ($\Delta_i, \%$)	Ранг
1	Середньомісячна сума опадів в червні	0,8507	17,7%	2
2	Сума опадів в період від кінця цвітіння до достигання плодів	0,7838	15,7%	3
3	Загальна кількість днів з опадами більше 1 мм в червні	0,8621	18,6%	1

4	Різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами повітря в період збору плодів	-0,7415	11,5%	6
5	Сума опадів в період збору плодів	0,6119	8,9%	7
6	Кількість днів з опадами більше 1 мм в період збору плодів	0,7754	15,7%	4
7	Гідротермічний коефіцієнт в період збору плодів	0,6208	11,9%	5

Для подальшого аналізу результатів досліджень фактори в залежності від значень коефіцієнтів Δ_i(i=1…7) було поділено на ранги. Загальна кількість днів з опадами у червні (X3) максимально впливала на накопичення титрованих кислот у плодах вишні та отримала 1 ранг за значенням показника Δ_{X3}, що становив 18,6%. 2 ранг за ступенем впливу на накопичення титрованих кислот у плодах вишні (Δ_{X1} – 17,7%) отримав такий погодний показник як, середньомісячна сума опадів у червні (X1). Сума опадів у вегетаційний період від кінця цвітіння до достигання плодів (X2) при формуванні фонду титрованих кислот мав значення коефіцієнтуΔ на рівні 15,7% та зайняв 3 ранг. Решта 4 погодних фактори (X1, X2, X3, X4) мали значно менший вплив на формування фонду титрованих кислот у плодах вишні (Δ_X = 8,9–15,7%).

Аналіз вище зазначеного підтверджує, що на накопичення СРР, цукрів і титрованих кислот у плодах вишні найбільший вплив мали показники вологості останнього місяця формування плодів (червня) та періоду від кінця цвітіння до достигання плодів.

Висновки:

1. Найбільш придатними з технологічної точки зору для вирощування у умовах Південної степової підзони України були сорти Модниця (вміст СРР – 17,05%, Vp-16,8%), Ожиданіє (вміст цукрів – 11,69%; Vp – 16,8%) і Солідарність (вміст ТК – 1,79%, Vp – 14,9%).

2. Визначено, що плоди сортів Мелітопольска пурпурна і Модниця мають максимальні показники цукрово-кислотного індексу (8,9–9,3 в.о.).

3. Прогнозування смакових якостей плодів вишні доцільно проводити за середнім сортовим значенням на підставі домінуючого впливу погодних умов років досліджень (фактор А). На формування фонду СРР, цукрів і ТК у плодах вишні фактор А мав частки впливу – 61,9, 53,5 і 40,8 % відповідно.

4. Здійснено кореляційний аналіз впливу погодних факторів на вміст СРР, цукрів і титрованих кислот у плодах вишні. Між 19 погодними факторами (Xi, i=1..19) та накопиченням біохімічних показників у плодах вишні) визначена середня та сильна кореляційна залежність ($\left|r_{Y_j X_i}\right| \geq 0{,}55, i = 1..19, j = 1.$

5. Моделі залежності накопичення біохімічних показників (СРР, цукрів, ТК) у плодах вишні були побудовані на основі методів головних компонент та методу найменших квадратів.

6. Розрахунок часток впливу кожного з погодних факторів на біохімічні показники у плодах вишні визначив погодні параметри 1 рангу. Встановлено, що середньомісячна температура повітря у червні ($\Delta = 9{,}9\%$) мала максимальний вплив на накопичення фонду сухих розчинних речовин, середньомісячна сума опадів в червні ($\Delta = 8{,}5\%$) на вміст цукрів, загальна кількість днів з опадами у червні ($\Delta = 18{,}62\%$) на вміст титрованих кислот у плодах вишні.

7. Найбільший вплив на накопичення досліджуваних біохімічних показників у плодах вишні відігравали показники вологості у фазі кінець цвітіння до достигання плодів та останнього місяця формування плодів (червень).

Література

1. Gonzalez-Gomez D.,Ayuso M. C., Bernalte M. J., Fernández-León M.-F. Evaluation of different postharvest conditions to preserve the amount of bioactive compounds, physicochemical quality parameters and sensory attributes of «Sweetheart» cherries. *Acta horticulturae*.2017. № 1161_92.P. 581-586. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.92
2. Lakatos L., Dussi M.C., Szabo Z. The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. Acta horticulturae. 2014. № 1020. P. 287 – 292. doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1020.41.
3. Schuster M. New cultivars of first quality cherries at Dresden-Pillnitz. *Acta Horticulturae*. 2016. Vol.136. P. 1-6.DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.1
4. Сердюк М. Є., Пріс О. П., Гапріндашвілі Н. А., Здоровцева Л. М., Сухаренко О. І., Іванова І. Є. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції. Підручник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 370 с.

Список публікацій за розділом 3.1

1. Ivanova, I., Serdiuk, M., Tymoshchuk, T., Bulygin, S., & Moisiienko, V. Assessment of sweet cherry fruit quality according to the requirements of the modern market. Plant and Soil Science, 2023. 14(2), 21-32. https://doi.org/10.31548/plant2.2023.21 scopus
2. Ivanova I., Serdyuk M., Malkina V., Tymoshchuk T., Shlieina L., Pokoptseva L., Zoria M., Taranenko H. The effects of weather factors on titrating acids accumula¬tion in sweet cherry fruits. Future of Food: Journal on Food, Agriculture & Society. 2023, 11 (1) P. 1-15. DOI : https://doi.org/10.17170/kobra-202210056938 scopus
3. Зарецька Д .К., Сердюк М. Є., Кривонос І. А., Бандура В. М. Заморожений напівфабрикат з додавання обліпихи, як сировина для продуктів функціонального призначення. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 23, т. 1. 219 с.
4. Зарецька Д., Сердюк М. Функціональні напої з підвищеним вмістом вітаміну С на основі айвового напівфабрикату для закладів HoReCa. Інновації, гостинність, туризм : наука, освіта, практика : зб. тез доп. III Всеукр. наук.-практ. конф. мол. учених, асп. і студ. з міжнар. участю (18 травня 2023 року, м. Львів).
5. Зарецька Д., Сердюк М. Крафтові напої функціонального призначення на основі айвового напівфабриката для закладів ресторанного господарства. Гостинність і

туризм майбутнього: наукові та практичні горизонти: збірник тез доповідей ІІ-ої міжнародної науково-практичної конференції (17- 18 травня 2023 р.). Київ: НУБіП України. 2023. 274 с.

6. Іванова І.Є., Сердюк М.Є. Удосконалення технології виробництва черешневих цукатів. Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : матеріали Х Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. Прага : Oktan Print s.r.o., 2023. 214 с.
7. Іванова І.Є., Сердюк М.Є. Удосконалення технології виробництва цукатів. Матеріали сьомої міжнародної науково-практичної конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії». 2-3 листопада 2023 р., м.Черкасию – Ч.:ЧДТУ, 2023 р. — 125 с.

Тема 3.2 Вдосконалення технології виготовлення плодовоягідної снекової продукції
Розділ 3.2.3 Інноваційні технології виробництва сушенної ягідної продукції

Керівник теми Сердюк М. Є.
Виконавці Кюрчева Л.М.

Мета дослідження

Метою досліджень був аналіз та вдосконалення технології сушіння журавлини та обґрунтування збереженості харчової цінності та якості готової продукції.

Об'єкт досліджень – ягоди журавлини

Предмет досліджень – технологічний процес сублімаційного сушіння та органолептичні властивості ягід

Матеріали та методи дослідження

Дослідження були проведені впродовж 2023 рр. на базі кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи факультету Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.

На етапі експериментальних досліджень було проведено оцінку органолептичних показників свіжих та сублімованих ягід журавлини двох сортів. Також було розраховано енергетичну цінність ягід. Метою цих досліджень було визначення змін якості сировини до та після висушування.

Об'єктами досліджень були сорти журавлини: Блек Вейл та Вашингтон. Для сушіння використовували сировину тільки високої якості. Ягоди журавлини для переробки були свіжі, цілком стиглі, чисті, без стороннього запаху, без плодоніжок, не пошкодженні та без захворювання, допускаються ягоди журавлини злегка вологі, але не тріснуті. Смак свіжої журавлини кислий, запах властивий ягодам, без сторонніх присмаків і запахів. Колір ягід: однорідний, від рожевого до темно-червоного, характерний для сорту.

Для того щоб провести якісно сублімаційне сушіння важливо дотримуватися наступних умов:

1. Основний % вологи повинен в продукті містяться в крижаному вигляді, а загальний її обсяг не повинен бути нижче 70% від маси продукту.

2. Необхідно дотримання правил сублімації льоду з різницею тисків між паровими виділеннями над поверхнею продукту і парами в камері.

Також, основною умовою сублімаційного сушіння є рівень тиску. Підтримка точних показників забезпечує перехід льоду в пароподібний стан минуючи рідку фазу. Конденсація парових виділень здійснюється за допомогою спеціальних випарних приладів.

Під час сушіння ягоди набирають певної температури та віддають тепло під час випарів льоду. Щоб компенсувати теплові втрати і підтримати певний

температурний режим, необхідно постійне теплове підведення. Межа створення пару поступово зміщується від поверхневих шарів сировини до її центру, ускладнюючи ефективну підводку тепла.

Підготовка ягід до сублімаційного сушіння. Перебрані ягоди перед завантаженням в субліматор повинні зберігатися при кімнатній температурі. Після включення обладнання вакуумний насос знижує тиск в камері до 10-30 Па. Завдяки вакуумному середовищу і частковому випаровуванню вологи сировина починає заморожуватися. Більший % вологи сировини перетворюється в кристалічний лід. Потім настає технологічний процес сублімації. За рахунок роботи вакуумного насоса волога, яка перейшла в стан пару, переноситься в десубліматор, повітря з якого надходить в атмосферу. Завершальною стадією процесу сублімаційного сушіння є включення нагрівачів, які подають тепло, видаляючи, таким чином залишки вологи з продукту. В обладнанні також передбачено відділ випарника для відтаювання льоду.

Етапи процесу сублімації сушіння

Крок 1. Підготовка сировини. На цьому етапі необхідно зробити первинну підготовку ягід для сушіння, а саме очистити і продезінфікувати, а потім завантажити лоток з підготовленими ягодами в сушильну камеру.

Крок 2. Заморожування. На стадії заморожування в камері створюється вакуум і ягоди журавлини охолоджуються до температури їх затвердіння. Чим краще буде замерзання (враховується швидкість і глибина замерзання), тим дрібніше вийдуть кристалики льоду в ягодах, і тим швидше вони потім перетворюються в пар.

Крок 3. Сублімація. Цей етап передбачає найголовніше - повільне нагрівання заморожених ягід до точки переходу льоду в пар, тобто безпосередньо процес сушіння сировини. Після видалення води висушені ягоди потрібно помістити в герметичну упаковку мінімум на двадцять годин.

Органолептичну оцінку свіжих та висушених ягід проводили за показники експертним дегустаційним методом, за попередньо підготовленими бланками за 5 бальною системою оцінок. Отримані результати усереднювали та будували пелюсткову діаграму.

Обчислення результатів та значимість дослідних факторів виконували з застосуванням статистичної комп’ютерної програм Excel з надбудовою QIMacros®.

Енергетичну цінність визначали за коефіцієнтами енергетичної цінності: 1г жирів - 9,0 ккал (37,7 кДж); 1г вуглеводів — 3,75 ккал (15,7 кДж); 1г крохмалю – 4,1 ккал (17,2 кДж); 1г органічних кислот — 2,5-3,6 ккал (10,5-15,1 кДж); 1г білків — 4,0 ккал (16,7 кДж).

Фактичну калорійність сировини визначали з урахуванням коефіцієнта засвоюванності: білки - 84,5%, жири — 94%, вуглеводи — 95,6%. Для визначення енергетичної цінності в одиницях системи СІ, тобто в кілоджоулях, використовували коефіцієнт перерахунку: 1 ккал = 4,186 кДж. Енергетичну цінність продукту розраховували на 100 грамів їстівної частини.

Результати досліджень

Свіжі ягоди журавлини мають високий вміст води і мають низький відсоток вмісту сухої речовини. Більшість з корисних речовин журавлини знаходяться у шкірці ягоди, і можуть бути втрачені під час вичавлювання соку. Оскільки цілий рік їсти свіжі ягоди неможливо, альтернативним джерелом корисних речовин та цінних антиоксидантів може служити сушена ягода.

Для оцінки якості сировини провели дегустаційну оцінку ягід за органолептичними показниками. З метою визначення змін показників якості виготовили дослідні партії сушених (сублімованих) ягід. Дегустацію проводили для свіжої та сушеної журавлини двох сортів. Результати органолептичної оцінки якості продукції наведені в таблиці (табл. 1).

Таблиця 3.2.1

Результати дегустаційної оцінки журавлини

Сорт	Оцінка за 5-бальною шкалою					Характер смаку
	смак	аромат	колір	консистенція	зовнішній вигляд	
Блек Вейл	5	5	4,5	4,8	5	Кислувато-солодкий
Вашингтон	4,5	5	4,8	4,5	5	Солодкувато-кислий
Блек Вейл сушена	3,8	4	4	4,1	3,8	Солодкуватий
Вашингтон сушена	4	4,1	3,8	4	3,5	Солодкуватий

Ягоди журавлини, які піддавались сублімаційному сушінню були в стадії технічної спілості, яку визначали за розміром ягід, зовнішнім виглядом, забарвленням, характерним смаком та ароматом, консистенцією. Для сушіння придатна тільки доброякісна сировина, а підв'яла, підморожена, недоспіла, тріснута, уражена хворобами чи шкідниками ягода для сушіння не придатна.

За результатами органолептичної оцінки (рис. 1) дослідні сорти свіжої журавлини мають темно-червоне забарвлення та кислий смак. Домінуючим солодшим смаком характеризується сорт Блек Вейл, проте обидва сорти соковиті з насиченим ароматом та в цілому отримали високі оцінки.

Журавлина сушена відрізняється привабливим зовнішнім виглядом, ягоди абсолютно не злипаються мають солодкий смак і насичений аромат.

Перевагу сорту визначити не вдалось, оскільки обидва сорти мають чудовий смак та еластичну неламку структуру після технологічного процесу сублімаційного сушіння, що свідчить про збереження якісних показників та можливості транспортування і зберігання готового продукту.

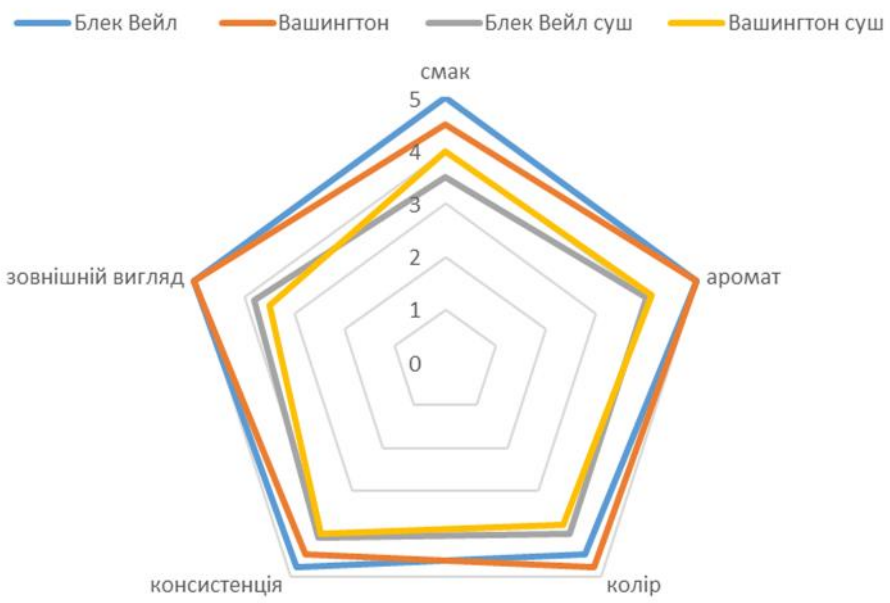


Рис.3.2.1. Результат органолептичної оцінки свіжої та сушеної журавлини

Енергетична цінність — це кількість енергії, яка утворюється при біологічному окисленні жирів, білків і вуглеводів, що містяться в сировині, яка виражається в кілокалоріях (ккал) або кілоджоулях (кДж).

За хімічним складом в свіжій ягоді журавлини в середньому міститься: жиру - 0 г, білку - 0,5 г, вуглеводів - 4,8 г, в сушених ягодах, відповідно: жиру - 0,16 г, білку - 0,38 г, вуглеводів - 8,2 г.

Для визначення теоретичної калорійності врахували коефіцієнт енергетичної цінності поживних речовин та вміст іх у ягодах журавлини.

Отже, журавлина свіжа - теоретична калорійність: 2,0 ккал + 18,0 ккал = 20,0 ккал; журавлина сушена- теоретична калорійність: 1,44 ккал + 1,52 ккал + 30,75 ккал = 33,71 ккал

Знаючи теоретичну калорійність, визначили фактичну калорійність враховуючи засвоюваність, яка виражається коефіцієнтом засвоюваності. При змішаному харчуванні засвоюваність білків - 84,5%, жирів — 94%, вуглеводів — 95,6%.

Отже, фактична калорійність 100 г свіжої ягоди складе 18,9 ккал, а сушеної – 32.04 ккал з урахуванням коефіцієнта засвоюваності.

Для отримання енергетичної цінності в одиницях системи СІ, тобто в кілоджоулях, використовували коефіцієнт перерахунку: 1 ккал = 4,186 кДж. Тоді, енергетична цінність свіжих ягід журавлини склала 18,9 ккал (79,19 кДж), а сублімованої – 32,04 ккал (134,25 кДж) на 100 грамів їстівної частини.

Отримані результати свідчать про те що, застосування сублімованого сушіння дозволяє зберегти в ягодах журавлини якісні показники. Чудовий солодкий смак та насичений ніжний аромат ягоди мають і після процесу висушування, що свідчить про збереження корисних властивостей готового продукту.

До речі, ніяких додаткових харчових добавок, за рахунок яких подовжується термін зберігання і зберігається насичений колір продукту, технологічний процес виготовлення не передбачає. Роль консерванту в даному випадку належить натуральному цукру, сумарний вміст якого в кінцевому продукті збільшується приблизно на 70%. Калорійність сушеної журавлини становить близько 32 ккал на сто грамів ягід.

Висновки

1. Застосування сублімованого сушіння, як методу зневоднення, дозволяє зберегти в ягодах журавлини якісні показники. Роль консерванту в даному випадку належить натуральному цукру, сумарний вміст якого в кінцевому продукті збільшується приблизно на 70%.

2. Проведено органолептичну оцінку ягід журавлини двох сортів Блек Вейл та Вашингтон, та встановлено що журавлина сушена відрізняється привабливим зовнішнім виглядом, ягоди абсолютно не злипаються мають солодкий смак і насичений аромат. Перевагу сорту визначити не вдалось, оскільки обидва сорти мають чудовий смак та еластичну неламку структуру після технологічного процесу сублімаційного сушіння, що свідчить про збереження якісних показників та можливості транспортування і зберігання готового продукту.

3. Енергетична цінність свіжих ягід журавлини складає 18,9 ккал (79,19 кДж), а сублімованої – 32,04 ккал (134,25 кДж) на 100 грамів їстівної частини.

Література

1. Сердюк М. Є., Прісс О. П., Гапріндашвілі Н. А. …& Іванова І. Є. Дослідницький практикум. Ч.1.Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції. Мелітополь: Люкс, 2020. 364 с.
2. Serdyuk M., Stepanenko D., Baiberova S., Gaprindashvili N., Kulik A. Substantiaton of selecting the method of pre-cooling of fruits. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 4. Iss. 11 (82). P. 62–68.
3. Сушена журавлина: корисні властивості північної ягоди - Рідний Київ. https://kyiv.ridna.ua/2016/11/sushena-zhuravlyna-korysni-vlastyvosti-pivnichnoji-yahody/
4. I.Palamarchuk. S.Kiurchev. L.Kiurcheva. V.Verkholantseva. Analysis of Main Process Characteristics of Infrared Drying in the Moving Layer of Grain Produce. Modern Development Parts of Agricultural Production. Springer Nature Switzerland AG -3.06.2019. P.317-323.
5. Кюрчева Л. М., Гапріндашвілі Н. А**.** Удосконалення технології сушіння ягід. Матеріали другої міжнародної науково-практична інтернет-конференція 23 листопада 2021 р. Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв. ТДАТУ, Мелітополь. – 2021., – С. 109 – 111.

Список публікацій за розділом 3.2.3

1. Левентов С. М., Кюрчева Л.М. Вдосконалення технології сушіння журавлини. Матеріали X всеукраїнської науково-технічної конференції

здобувачів вищої освіти за підсумками наукових досліджень 2022 року. Факультет агротехнологій та екології (5-20 лютого 2023 р., Запоріжжя)./ Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С.75

2. Коробов О. М., Кюрчева Л.М. Удосконалення технології журавлиного соусу. Матеріали X всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти за підсумками наукових досліджень 2022 року. Факультет агротехнологій та екології (5-20 лютого 2023 р., Запоріжжя)./ Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С.71
3. Іванова І.Є., Сердюк М.Є., Прісс О.П., Загорко Н.П. Патент на корисну модель № 154285. Спосіб виробництва цукатів із замороженої черешні та вишні. дата публ. 01.11.2023
4. Іванова І.Є., Сердюк М.Є., Прісс О.П., Загорко Н.П. Патент на корисну модель № 154284. Спосіб виробництва цукатів з черешні. дата публікації 01.11.2023.

Тема 3.3 Розроблення технологій харчової і кулінарної продукції з функціональними властивостями

Керівник Прісс О.П.,
Виконавці Ангеловська А.О.
Булгаков П.О.
Кузьменко О.В.
Яковер О.І.
Андрущенко М. В.
Колісниченко Т.О.

Розділ 3.3.3 Хрін як джерело цінних біологічно активних сполук та його використання у стійких продовольчих системах

Мета дослідження

Метою цієї роботи стало виявлення тематики для нових досліджень щодо хрону, які могли б бути актуальними для сільськогосподарського і промислового виробництва та вплинути на регіональну економіку. Таким чином, узагальнення вже проведених досліджень щодо хрону як перспективної культури, закладає теоретичну основу для більш усвідомленого розумного споживання і може стимулювати нові направлення в дослідженнях для зміцнення галузі виробництва хрону і продуктів його переробки та визначення питань, які все ще потребують уточнень.

Для досягнення мети були поставлені завдання:

- узагальнення вже проведених досліджень щодо хрону як перспективної культури;
- закладання теоретичної основи для більш усвідомленого розумного споживання;
- визначення нових направлень в дослідженнях для зміцнення галузі виробництва хрону і продуктів його переробки та визначення питань, які все ще потребують уточнень.

Об’єкт досліджень – хрін (Armoracia rusticana).

Предмет досліджень –біологічно активні сполуки хрону та їх вплив на здоров’я людини.

Матеріали та методи дослідження

Використано методи аналізу та узагальнення інформації на основі огляду літератури. Для формування висновків використовувався абстрактно-логічний метод. Також використовувався метод біологічного аналізу та синтезу.

Результати досліджень

Звертаючи увагу на загострення продовольчої кризи пов'язаної з війною в Україні, загострюються питання неповноцінного харчування у всіх його проявах [1, 2]. Якість харчування визначається чотирма аспектами: асортимент і різноманітність (всередині продуктових груп і між ними), адекватність (достатня кількість поживних речовин або продуктових груп відповідно до норм), помірність (харчові продукти та поживні речовини, споживати які слід в обмежених кількостях) та загальна збалансованість (співвідношення поживних макроелементів у споживаній їжі). Якщо точний склад здорового раціону харчування залежить від індивідуальних особливостей, культурного середовища, доступних на місцях харчових продуктів і сформованих харчових традицій, то основні принципи здорового харчування універсальні. Здоровий раціон повинен містити цільнозернові продукти, бобові, велику кількість фруктів і овочів в широкому асортименті. Розширення асортименту плодоовочевої рослинної продукції в харчовому раціоні дозоляє отримувати необхідні вітаміни, мікроелементи, амінокислоти та інші фітонутрієнти, що є необхідними для нормального функціонування організму людини. Вважають, що сьогодні ми використовуємо в їжу ледве чверть з близько 600 видів овочевих культур. Решта називають другорядними, малопоширеними, рідкими, дикорослими овочами. Малопоширені овочі легко пристосовуються до бідних, деградованих ґрунтів, витримують посуху, затоплення чи засолення і можуть бути стійкими екстремальних кліматичних явищ. Крім того, їх використовують як лікарські рослини, у кормовиробництві та як промислову сировину. Також використання малопоширених овочів є одним з шляхів покращення продовольчої безпеки для задоволення харчових потреб постійно зростаючого населення світу [3] та розширення асортименту харчової продукції. Адже, часто малопоширені культури містять специфічні пряно-ароматичні, барвні сполуки, що дозволяє їх використовувати як функціональні додатки до продуктів харчування та збагачувати харчові продукти необхідними фітонутрієнтами [4, 5]. Крім того, малопоширені овочі мають високу прибутковість, тому вони є хорошим джерелом доходу для дрібних фермерів, а правильні маркетингові стратегії сприятимуть збільшенню об'ємів їх споживання.

Добре відомим, але недооціненим овочем залишається хрін (Armoracia rusticana). Хрін культивується заради кореня вже більше 2000 років. Його точне походження невідоме, швидше за все, Східна Європа (Південна Росія, Україна) і Західна Азія. Сьогодні комерційне виробництво відбувається переважно в Північній Америці та Європі, де він розмножується виключно вегетативним шляхом. Це багаторічна культура відома народна лікарська рослина, природний консервант і приправа до страв, основа для гострих соусів. В їжу вживають як коріння так і листя рослини. Свіжий корінь в основному використовується тертим або обробленим у вигляді соусу, який підходить для смаженого або вареного м'яса та риби. Корінь також консервують у білому оцті, буряковому соку, використовують у соусах на основі майонезу та соусах для риби. Після збору врожаю, коріння зазвичай зберігають в умовах охолодження для запобігання псуванню і втраті тургору. В Албанії коріння хрону використовують для маринування груш або додають до ферментованих рослинних продуктів, таких як

капуста, помідори та перець. Листя хрону широко використовується в країнах Східної Європи при готуванні ферментованих огірків. Свіже молоде листя хрону англійці споживають у весняних салатах разом з іншою зеленню, в Німеччині також готують листя хрону у відвареному вигляді, в Румунії додають до тіста, що випікається на грилі [6]. Крім того, вважається, що листя хрону запобігає процесам псування їжі [7], а олію та водні екстракти кореня хрону використовують для зберігання томатів та перцю [8-10]. Корінь хрону також використовують як дешевшу альтернатива васабі.

В Україні також традиційно готують помірно гостру закуску «бурячки» - натертий варений буряк змішаний з подрібненим свіжим коренем хрону, оцтом, цукром та сіллю. Популярним додатком до м'ясних страв на Східній Україні є тертий хрін змішаний з густими вершками. В промислових масштабах виробляється традиційна гостра приправа «Хрін з буряком», де подрібнений корінь хрону змішують з сирим буряком. Цілий ряд українських крафтових виробників пропонують алкогольні настоянки на основі кореня хрону.

Останніми роками, науковці приділяють хрону все більшу увагу через високий вміст біологічно активних сполук. Специфіка цих сполук надає хрону антиоксидантні, антибактеріальні, фунгіцидні, протипухлинні властивості. Однак потенціал цієї рослини сьогодні, використовується не повністю.

Біологічно активні сполуки хрону

Глюкозинолати та їх залежність від генотипу, сезонності, та агротехніки

Хрін та інші культури Brassica містять вторинні метаболіти, класифіковані як глюкозинолати (GSL). Серед багатьох корисних для здоров'я людини фітосполук, GSL є важливою хімічною групою. Це група сірковмісних глюкозидів, які відіграють важливу роль у системі захисту рослин від комах, деяких харчових бактерій і грибів. Вміст і склад GSL в овочах Brassica залежать від типу тканини, а також від генотипу рослини. Загальна концентрація GSL є найвищою в насінні, потім у паростках, коренях і пагонах [11]. Вміст GSL може бути від низького до помірного в листі, коливаючись від 1000 ppm у деяких рослинах до 3000 ppm у брюссельській капусті. Концентрації GSL у коренях і насінні можуть бути вищими, до 30 000 ppm у корені хрону і 60 000 ppm у гірчиці [3]. У корені хрону вміст GLS досягає понад 10% сухої маси [12]. Сьогодні дослідники наводять відомості про 46 індивідуальних GLS в хроні. Проте, основними GSL хрону є синігрин (становить в середньому 83% від загальної кількості GSL), глюконастуртин (приблизно 11 %) глюкобрасіцин (біля 1 %), інші глюкозинолати в сумі сягають до 5% в корені [13]. Тим не менше, Agneta et al. показує, що в окремих сортах при переважаючому вмісті синігрину, глюкобрасіцину більше, ніж глюконастуртину [12].

Li and Kushad оцінювали вміст глюкозинолатів у 27 сортів хрону і припустили, що plant origin не впливає на total GLS в корені. Однак, Total GLS хрону коливається в широких межах і залежно від сорту в тканинах коренів і листя і може становити від 2 до 296 мкмоль/г сухої ваги [13]. Tomsone et al. прийшли до висновку, що генотип має важливий вплив на вміст летких сполук хрону, що є

продуктом розпаду GLS [14]. Концентрація GLS в рослинах значно варіює в залежності від кліматичних факторів. Порівняння вмісту GLS в рослинах одного сорту за два виробничі роки, які відрізнялися за температурою та кількістю опадів, показало, що низька середня 10-денна кількість опадів і висока середня температура вегетаційного періоду суттєво збільшували вміст GLS [15].У той час як генетичні фактори визначають переважно тип GSL, фактори навколишнього середовища впливають на їх кількість [16]. Majewska A. et al. при аналізуванні чотирьох різних типів хрону вирощених на різних ґрунтах, встановили, що на накопичення біологічно активних речовин, впливають кліматичні та ґрунтові фактори [17]. Багато досліджень показують, що агротехнічні фактори, такі як внесення N і S може бути одним із засобів зміни рівня GLS в рослинах [6]. Італійські дослідники підтверджують, що концентрація GLS у хроні зростає при вирощуванні хрону з удобренням N і S [18,19].

Листя хрону містить значні кількості GLS, але їх рівень нижче ніж в коренях. Подібно до коренів, синігрин є домінуючим глюкозинолатом у листі, і становить у середньому 92% від загальної кількості GLS [13]. Листя також містить глюконастуртин, але в значно нижчій концентрації, ніж корені. На відміну від коренів, листкова тканина містить неоглюкобрасіцин (2,5% від загальної кількості) замість глюкобрасіцина [13]. Декількома дослідженнями показано, що протягом періоду вегетації вміст GLS змінюється в корені і в листі хрону [18]. Молоде листя виявляє набагато вищі концентрації GLS. Молоді тканини коренів і листя мали тенденцію до більшого накопичення глюкобрасіцину і неоглюкобрасіцину відповідно (табл.3.4.1).

Таблиця 3.4. 1

Вміст основних глюкозинолатів в хроні

Сполуки	Вміст, µmol g^{-1} DW			
	корені		листя	
	молоді	зрілі	молоді	зрілі
Total GLS	74.7	295.8	150.2	126.0
Синігрин	58.0	258.0	77.6	114.8
Глюконастуртин	0.2	20.1	0.5	0.1
Глюкобрасіцин	13.4	2.8	-	-
Неоглюкобрасіцин	-	-	66.2	1.2
Residual GLS	3.1	14.9	2.3	1.1

Table modified from Li and Kushad [13]

Alnsour, на противагу Li and Kushad, показує, що молоде листя хрону East та Badisch variety також містить вищі кількості синігрину, ніж зріле [20]. Переважаючий вміст синігрину як у листках, так і в коренях на всіх стадіях росту відзначає також Ciska et al. У листках відсоток синігрину від total GLS коливався від 92% у Danish хроні в червні до понад 98% у Creamy та Bavarian хроні в липні. У коренях найвищий вміст синігрину (94–96%) спостерігався в Hungarian, а найменший вміст (89%) відмічено у Creamy та Bavarian хроні в серпні [21]. Повідомляється, що зниження рівня синігрину на останній стадії розвитку листя (серпень) і збільшення вмісту GLS у коренях у жовтні могли бути спричинені старінням надземних тканин або перенесенням GLS із листків до коренів. Подібні

результати показує Alnsour [20], який зазначив швидке падіння у концентраціях GLS у повністю дозрілих листках хрону в кінці вегетаційного періоду.

De Maria et al. зазначають, що концентрація GLS в повністю розвиненому листі в п’ять разів більше вища, ніж в корені хрону [18]. Li та Kushad виявили, що концентрація GLS може бути більшою в листі або в коренях залежно від зразка [13]. Патерн варіацій між надземними та підземними тканинами може бути пов’язаний з різною регуляцією біосинтезу та обміну GLS у різних органах рослин.

При механічному пошкодженні клітин хрону вивільняється ендогенний фермент мірозиназа, який гідролізує GSL. Внаслідок розпаду GSL утворюються різноманітні сполуки - ізотіоціанати (ITCs), нітрили, тіоціанати, епітіонітрили, оксазолідини, склад яких залежить від pH, іонів металів та інших факторів. Ці сполуки мають високу летючість і саме вони відповідають за біологічну активність та специфічний смак хрону. ITCs інтенсивно досліджуються останнім часом, оскільки визнано, що вони мають проти пухлинну, бактерицидну, фунгіцидну дію. Weil et al. повідомляли про інгібування проліферації пухлинних клітин екстрактами з кореневищ хрону [22]. Також проведено кілька досліджень що доводять протипухлинну ефективність аліл ізотіоціанату, котрий є результатом гідролізу синігрину [23]. Потенціал синігрину щодо запобігання росту ракових клітин добре доведений. Алілізотіоціанат пригнічував ріст раку сечового міхура та блокував інвазію м’язів [24]. Встановлено, що синігрін значно пригнічував проліферацію клітин пухлини печінки, і зменшував кількість поверхневих пухлин у печінці щурів [25]. ITCs вивчали як антиканцерогенні агенти, демонструючи, що вони є багатообіцяючими сполуками не тільки тому, що вони пригнічують розвиток ракових клітин [25], але також є докази того, що вони здатні знищувати ракові клітини [26, 27]. Згідно з нещодавнім оглядом, ITCs виявляють потенційну протипухлинну дію проти раку молочної залози, легенів, колоректального раку, гліобластоми, порожнини рота, яєчників і простати [28]. Споживання більшої кількості GLS та ITCs корелює зі зниженням ризику раку.

Не менш важливими властивостями ITCs є їх здатність проявляти антибактеріальну здатність проти, так званих, госпітальних штамів патогенних бактерій. ITCs екстраговані з коренів хрону у концентраціях більше 2000 мкг/мл показали інгібуючий ефект проти антибіотико-резистентних бактерій *Staphylococcus aureus, Acinetobacter baumanii, Pseudomonas aeruginosa* [29]. Екстракт і дистиляти хрону (корені і листя) ефективно пригнічували госпітальні мультирезистентні штами ESKAPE *(Enterococcus faecium, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa, and Enterobacter species),* що є відповідальними за більшість нозокоміальних інфекцій, а також успішно «escaping» від дії комерційних протимікробних препаратів [27].

ITCs виявлють високу активність проти грибкових інфекцій [30]. Описано активність alkyl/aryl isothiocyanates кореня хрону проти дріжджів *Candida albicans* [31, 32]. Popović et al. оцінювали протигрибкову активність по відношенню до ізоляту умовно-патогенних дріжджів *Candida albicans* з навколишнього середовища та харчових ізолятів плісняви, що викликають псування харчових продуктів *Penicillium notatum* і *Aspergillus niger*. Встановлено, що дистиляти

кореня і листя хрону інгібують гриби при дозах від 012 до 3,125 мкг/мл залежно від виду патогенів та дистиляту. Крім того, автори зазначають, що три основних летких речовин хрону (2-Phenylethyl isothiocyanate, 3-phenylpropanenitrile, and allyl isothiocyanate) мають потенційний синергетичний антимікробний ефект. ITCs хрону виявляють високу анти грибкову активність по відношенню до дерматопатогенів, що викликають оніхомікоз [27]. Було запропоновано кілька механізмів бактерицидної та фунгіцидної активності, хоча дотепер чіткого розуміння немає.

Біологічна активність ITCs хрону не вичерпується лише розглянутими ефектами. Сьогодні доведені антиоксидантні [17], протизапальні властивості [33], обговорюються можливості застосування GLS та ITCs проти хронічного болю [34], полегшення симптомів астми [35], полегшення прогресування захворювань мозку [36], захисту від вікової деменції [37].

Проте, способи застосування GLS та ITCs у клінічній терапії потребують подальших досліджень. Потрібні додаткові дослідження для вивчення досі невідомих ефектів ITCs, а також розкриття механізму їх дії, завдяки яким виявляється їх біологічна активність.

Вплив технологічних процесів переробки на глюкозинолати та ізотіаціанати

Технологічна обробка комплексно впливає на вміст поживних і непоживних речовин в овочах. Оскільки ITCs дуже нестабільні, їхня кількість залежить від численних змінних, пов'язаних з процесами зберігання і приготування продуктів з хрону.

Коріння хрону після збору зазвичай зберігають у холодному приміщенні, до переробки, тривалий час. Під час зберігання протягом 10 міс. при температурі 0-1°C загальний вміст ізотіаціанатів знижується в корені хрону Польського типу з 1651 $mg \cdot kg^{-1}$ сирої ваги (f.w.) до 1424, а Угорського з 1028 $mg \cdot kg^{-1}$ f.w до 923. Але середній рівень цих сполук залишається відносно високими, що важливо для переробки овочів і якості продукції [38].

Подрібнення чи розмелювання кореня хрону в порошок є важливим етапом приготування соусу з хрону. Звичайне подрібнення зазвичай проводять при кімнатній температурі, що прискорює випаровування ITCs. Після нарізання і витримки хрону при 5ºC протягом 12 годин, профіль летких сполук змінився, і були знайдені нові сполуки. Деякі з них знизили свою концентрацію, і 2-фенілетилізотіоціанат став найпоширенішою сполукою [12]. Як стверджують Wang et al., при розмелюванні хрону на кульковому млині, що дозволяє підтримувати температуру 4°C, кількість ITCs зростає протягом 15, 30 і 60 хв помелу. При збільшенні часу помелу до 120 хв, вміст ізотіоціанатів знижується внаслідок прискорення випаровування та деградації [39]. Мелений хрін повільно втрачає свою гостроту і смак навіть при охолодженні. Kosson і Horbowicz показали, що в промислово виробленому horseradish cream, який не піддається термічній обробці, ізотіоціанатів міститься від 645 до 631 $mg \cdot kg^{-1}$ f.w. При зберіганні готового продукту відбувається зниження концентрації ITCs. Однак нижчі температури зберігання 2°C сповільнюють деградацію ITCs у порівнянні зі зберіганням при 8°C і 18°C [40].

Вважається, що GLS піддаються термічній деградації вище 100 °C [41]. Однак, на ступінь деградації GLS впливає спосіб термічної обробки. Приготування на пару, мікрохвильова обробка і смаження дозволяють зберегти вміст GLS в овочах родини Brassica [42]. В противагу цьому, за іншими даними, антиоксидантна активність окремих ITCs запускається при нагріванні вище 100 °C. Термічна обробка сульфорафану та еруцину призводить до утворення сіркоорганічних антиоксидантів, що можуть підвищити окислювальну стабільність їжі. Cedrowski et al. припускають, що термічне розкладання ITCs може утворювати вторинні сполуки, здатні вловлювати пероксильні радикали [43]. Як повідомляє Tomsone et al., основною леткою сполукою у свіжих вичавках з листя хрону був алілізотіоціанат. Однак, при висушуванні вичавок різними методами, його не було знайдено в жодному з висушених зразків, хоча висушені вичавки володіють антиоксидантною активністю [44].

Поведінка GLS та ITCs за дії високих температур при різних способах обробки рослинних тканин все ще потребує додаткових досліджень.

Переваги і проблеми при вирощуванні хрону

Останнім часом багато фермерських господарств зацікавилось вирощуванням малопоширених культур. Економічні вигоди від їх культивування очевидні і полягають у високих закупівельних цінах та наявності на ринку вільних ніш для збуту продукції. Завдяки хорошим ринковим цінам і високим урожаям, які можна отримати при вирощуванні хрону, велика кількість фермерів зацікавлені в його виробництві. Незважаючи на хороші агроекологічні умови для його виробництва та постійний попит з боку переробної промисловості, хрін вирощується на відносно невеликих площах.

За даними державної служби статистики України, валовий збір коріння хрону у 2021 році сягнув 300 т. Проте, переробні підприємства України потребують 600 -1000 т сировини на рік. Тож вирощування хрону може стати перспективним бізнесом для невеликих господарств.

Вирощування й агротехніка хрону не є складними. Хрін -морозостійка, волого- і світлолюбна культура. Кореневище його витримує зниження температури до мінус 25 °C. Оптимальна температура для регенерації кореневої системи 17-20 °C. Незважаючи на те, що рослина буде рости на будь-якому типі ґрунту, найкраще росте на глибокому, добре дренованому, вологому, родючому, суглинистому ґрунті з високим вмістом органічної речовини з pH ґрунту 5–7,5 (6,8). Росте на сонці до півтіні.

Хрін розмножують вегетативним способом, висаджуючи живці коріння. Для цього коріння викопують пізно восени, очищають від ґрунту, обрізають бічні коріння, видаляють бруньки. При садінні живці розташовують під кутом 45 °, заглиблюючи на 10-15 см на відстані 40 см один від одного. В умовах України можна висаджувати коріння як восени так і рано навесні. Добре реагує хрін на внесення органічних і мінеральних добрив. Rivelli та ін. повідомили про зростання урожайності і вмісту глюкозинолатів у відповідь на внесення азотних і сірковмісних добрив [19]. Perlaki and Djurovka показують, що урожайність зростала зі збільшенням норми калію. Найвищу загальну врожайність і найбільшу масу основного кореня було зафіксовано при застосуванні гною 40 т/га + Cropcare

600 кг/га [45]. Хрін потребує регулярних поливів, розпушування ґрунту, видалення бур'янів.

Хрін можна вирощувати за однорічною та багаторічною системою вирощування, адже хрін може залишатися продуктивним від 10 до 20 років і навіть більше. Найбільше виробництво хрону зосереджене у штаті Іллінойс, США. Там виробники віддають перевагу річній системі, оскільки багаторічна система, веде до засмічування ґрунту і зниження якості коренів [46]. Перед збиранням урожаю коренів, листя скошують, затарюють і реалізують. Протягом вегетації листя хрону (як товарну продукцію) можна скошувати 1-2 рази, але це значно знижує масу коренів. Викопування коренів рекомендується проводити пізно восени: у вересні - жовтні. Товарні кореневища мають довжину не менш як 20 см, товщину 1-5 см і більше, масу 200-500 г. Урожайність хрону залежить від віку рослини. При однорічній культурі вона становить 5-10 т/га, на другий рік досягає 10-15 т/га. За даними державної служби статистики, середня урожайність хрону в Україні за 2021 рік становила 7,2 т/га, але в приватних господарствах населення досягла 7,8 т/га. Однак, при достатньому зволоженні та відповідній агротехніці, досягається урожайність 11,5 т/га з однорічних та за 24,3 т/га з дворічних насаджень [47]. Крім товарної продукції при збиранні мають багато однорічних корінців діаметром 0,5-1 см, які використовують як садивний матеріал наступного року [46]. Сербські дослідники доводять, що використання цілих кореневих живців як садивного матеріалу забезпечує виробникам найвищі врожаї та найвищу частку першокласних коренів у загальному врожаї, але при цьому стабільну кількість садивних живців [48]. Коли ж метою вирощування є інтенсивне розмноження садивного матеріалу для збільшення виробництва живців для посадки, найбільш ефективним є використання живців крони.

В Україні вирощують сорти Валківський, Латвійський, Маруне, Рижський, Толпухівський, а також завозять садивний матеріал з Угорщини.

Перевагами вирощування хрону як бізнесу є швидка окупність капіталовкладень, невеликий розмір стартових інвестицій, невисока трудомісткість виробництва, проста агротехніка вирощування, наявність постійного попиту на продукцію збоку переробних підприємств. Проблемними питаннями вирощування хрону в Україні є складність доступу до якісного посадкового матеріалу, необхідність культивації та удобрення ґрунту, складнощі у формуванні та реалізації оптової партії продукції. Хоча, на думку виробників, рентабельність вирощування коріння хрону складає близько 70%, що є досить не погано.

ВИСНОВКИ:

Поточний огляд висвітлює питання, що стосуються доказів біоактивності листя і коренів хрону, пов'язаних з наявністю глюкозинолатів та фенольних речовин, котрі виявляють антиканцерогенну, антибактеріальну, фунгіцидну, протизапальну, антиоксидантну ефективність.

Загалом, для розуміння механізмів дії необхідні більше даних in vivo, включно з клінічними випробуваннями.

Ці результати та докази стануть основою для можливого збільшення споживання, що сприятиме зростанню первинного виробництва хрону і розвитку переробних підприємств для оптимізації процесів переробки.

Література

1. Priss, O.; Pugachov, M.; Pugachov, V.; Yaremko, I.; Shchabelska, V. The Development of the World Economy and the Impact of the Global Food Crisis 2022–2023. Econ. Aff. 2023, 68, 35–42. https://doi.org/10.46852/0424-2513.1s.2023.5.
2. Hutsol, T.; Priss, O.; Kiurcheva, L.; Serdiuk, M.; Panasiewicz, K.; Jakubus, M.; Barabasz, W.; Furyk-Grabowska, K.; Kukharets, M. Mint Plants (Mentha) as a Promising Source of Biologically Active Substances to Combat Hidden Hunger. Sustainability 2023, 15, 11648. https://doi.org/10.3390/su151511648.
3. Agerbirk, N., Olsen, C. E. (2012). Glucosinolate structures in evolution. Phytochemistry, 77, 16-45. DOI:10.1016/j.phytochem.2012.02.005.
4. Osokina, N., Kostetska, K., Gerasymchuk, O., Voziian, V., Telezhenko, L., Priss, O., Zhukova, V., Verkholantseva, V., Palyanichka, N. & Stepanenko, D. (2017). Substantiation of the use of spice plants for enrichment of wheat bread. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, (4 (11)), 16-22. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.108900
5. Dzyuba N., Telezhenko L., Kashkano M., Vikul S., Priss O., Zhukova V., Kiurcheva L., Gaprindashvili N.(2018) .Development of the formulation and quality assessment of immunostimulating fresh-mixes with a balanced Potassium-Protein composition. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (11-91), 33-39. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.120880
6. Agneta, R., Möllers, C., Rivelli, A. R. (2013). Horseradish (Armoracia rusticana), a neglected medical and condiment species with a relevant glucosinolate profile: a review. Genetic resources and crop evolution, 60(7), 1923-1943. DOI: 10.1007/s10722-013-0010-4.
7. Shin, I. S., Han, J. S., Choi, K. D., Chung, D. H., Choi, G. P., & Ahn, J. (2010). Effect of isothiocyanates from horseradish (Armoracia rusticana) on the quality and shelf life of tofu. Food Control, 21(8), 1081-1086. DOI:10.1016/j.foodcont.2009.12.030
8. Priss, O. (2015). Chilling-injury reduction during the storage of tomato fruits by heat treatment with antioxidants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(6), 73, 38-43. DOI:10.15587/1729-4061.2015.37171
9. Priss, O., & Kalytka, V. (2014). Effect of hot treatment by antioxidants on the shelf life and quality of sweet pepper. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(12(68), 14–18. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.23717
10. Priss, O.; Kalytka, V. Effect of heat treatment with antioxidants on oxygen radical scavenging during storage of zucchini squash. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 2015, 6(10), 47-53 . https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.56188
11. Bhandari, S. R., Jo, J. S., & Lee, J. G. (2015). Comparison of glucosinolate profiles in different tissues of nine Brassica crops. Molecules, 20(9), 15827-15841. DOI:10.3390/molecules200915827

12. Agneta, R., Möllers, C., De Maria, S., Rivelli, A. R. (2014). Evaluation of root yield traits and glucosinolate concentration of different Armoracia rusticana accessions in Basilicata region (southern Italy). Scientia Horticulturae, 170, 249-255 DOI:10.1016/j.scienta.2014.03.025
13. Li, X., & Kushad, M. M. (2004). Correlation of glucosinolate content to myrosinase activity in horseradish (Armoracia rusticana). Journal of agricultural and food chemistry, 52(23), 6950-6955. DOI:10.1021/jf0401827
14. Tomsone L., Kruma Z., Galoburda R., Dimins F., Kreicbergs V. (2013) Influence of technological processes on the phenol content and antioxidant properties of horseradish roots (Armoracia rusticana L.). In: 2 nd International Conference on Nutrition and Food Sciences ICNFS 2013" 27.-28.07.2013. p. 6–10. Moscow, Russia, DOI:10.7763/IPCBEE. 2013. Vol.53 (2)
15. Ciska, E., Martyniak-Przybyszewska, B., & Kozlowska, H. (2000). Content of glucosinolates in cruciferous vegetables grown at the same site for two years under different climatic conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(7), 2862-2867. DOI:10.1021/jf981373a
16. Ramirez, D., Abellán-Victorio, A., Beretta, V., Camargo, A., & Moreno, D. A. (2020). Functional ingredients from Brassicaceae species: Overview and perspectives. International Journal of Molecular Sciences, 21(6), 1998. DOI:10.3390/ijms21061998
17. Majewska, A., Bałasińska, B., & Dąbrowska, B. (2004). Antioxidant properties of leaf and root extract and oil from different types of horseradish (Armoracia rusticana Gaertn.). Folia Horticulturae, 16(1), 15-22
18. De Maria, S., Agneta, R., Lelario, F., Möllers, C., & Rivelli, A. R. (2016). Influence of nitrogen and sulfur fertilization on glucosinolate content and composition of horseradish plants harvested at different developmental stages. Acta physiologiae plantarum, 38(4), 1-12. DOI: 10.1007/s11738-016-2110-1
19. Rivelli, A. R., Agneta, R., Christian, M. Ã., & De Maria, S. (2016). Evaluating strategies to improve glucosinolate concentration and root yield of field-grown horseradish in a Mediterranean environment: preliminary results. Italian Journal of Agronomy, 11(1), 65-68. DOI: 10.4081/ija.2016.712
20. Alnsour, M. (2013). Influence of exogenous factors on glucosinolate accumulation in horseradish (Armoracia rusticana Gaertn., Mey. & Scherb.). PhD thesis. Braunschweig University of Technology. DOI:10.24355/dbbs.084-201304230925-0
21. Ciska, E., Horbowicz, M., Rogowska, M., Kosson, R., Drabinska, N., & Honke, J. (2017). Evaluation of seasonal variations in the glucosinolate content in leaves and roots of four European horseradish (Armoracia rusticana) landraces. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 67(4). DOI: 10.1515/pjfns-2016-0029
22. Weil, M. J., Zhang, Y., & Nair, M. G. (2005). Tumor cell proliferation and cyclooxygenase inhibitory constituents in horseradish (Armoracia rusticana) and

Wasabi (Wasabia japonica). Journal of agricultural and food chemistry, 53(5), 1440-1444. DOI:10.1021/jf048264i

23. Melrose, J. (2019). The glucosinolates: a sulphur glucoside family of mustard anti-tumour and antimicrobial phytochemicals of potential therapeutic application. Biomedicines, 7(3), 62.
24. Bhattacharya, A., Li, Y., Wade, K. L., Paonessa, J. D., Fahey, J. W., & Zhang, Y. (2010). Allyl isothiocyanate-rich mustard seed powder inhibits bladder cancer growth and muscle invasion. Carcinogenesis, 31(12), 2105-2110. DOI:10.1093/carcin/bgq202
25. Jie, M., Cheung, W. M., Yu, V., Zhou, Y., Tong, P. H., & Ho, J. W. (2014). Anti-proliferative activities of sinigrin on carcinogen-induced hepatotoxicity in rats. PLoS One, 9(10), e110145. DOI:10.1371/journal.pone.0110145
26. Mazumder, A., Dwivedi, A., & Du Plessis, J. (2016). Sinigrin and its therapeutic benefits. Molecules, 21(4), 416. DOI:10.3390/molecules21040416
27. Popović, M., Maravić, A., Čikeš Čulić, V., Đulović, A., Burčul, F., & Blažević, I. (2020). Biological effects of glucosinolate degradation products from horseradish: A horse that wins the race. Biomolecules, 10(2), 343. DOI:10.3390/biom10020343
28. Sundaram, M. K., Preetha, R., Haque, S., Akhter, N., Khan, S., Ahmad, S., & Hussain, A. (2022, August). Dietary isothiocyanates inhibit cancer progression by modulation of epigenome. In Seminars in Cancer Biology (Vol. 83, pp. 353-376). Academic Press.
29. Kim, HY., Phan-a-god, S. & Shin, IS. Antibacterial activities of isothiocyanates extracted from horseradish (Armoracia rusticana) root against Antibiotic-resistant bacteria. Food Sci Biotechnol 24, 1029–1034 (2015). DOI:10.1007/s10068-015-0131-y
30. Romeo, L., Iori, R., Rollin, P., Bramanti, P., Mazzon, E. (2018). Isothiocyanates: An overview of their antimicrobial activity against human infections. Molecules, 23(3), 624. DOI:10.3390/molecules23030624
31. Bertóti, R., Vasas, G., Gonda, S., Nguyen, N. M., Szőke, É., Jakab, Á., Pócsi,. I., Emri, T. (2016). Glutathione protects Candida albicans against horseradish volatile oil. Journal of basic microbiology, 56(10), 1071-1079. DOI:10.1002/jobm.201600082
32. Petrović, V., Četojević-Simin, D., Milanović, M., Vulić, J., & Milić, N. (2021). Polyphenol rich horseradish root extracts and juice: in vitro antitumor activity and mechanism of action. Vojnosanitetski pregled, 78(7), 745-754. DOI: DOI:10.2298/VSP190212123P
33. Marzocco, S., Calabrone, L., Adesso, S., Larocca, M., Franceschelli, S., Autore, G. Martelli, G., Rossano, R. (2015). Anti-inflammatory activity of horseradish

(Armoracia rusticana) root extracts in LPS-stimulated macrophages. Food & function, 6(12), 3778-3788. DOI: 10.1039/c5fo00475f

34. Lucarini, E., Micheli, L., Di Cesare Mannelli, L., & Ghelardini, C. (2022). Naturally occurring glucosinolates and isothiocyanates as a weapon against chronic pain: potentials and limits. Phytochemistry Reviews, 21, 647–665 DOI:10.1007/s11101-022-09809-0
35. Chu, S., Liu, W., Lu, Y., Yan, M., Guo, Y., Chang, N., Jiang, M., Bai, G. (2020). Sinigrin Enhanced Antiasthmatic Effects of Beta Adrenergic Receptors Agonists by Regulating cAMP-Mediated Pathways. Frontiers in pharmacology, 11, 723. DOI:10.3389/fphar.2020.00723
36. Latronico, T., Larocca, M., Milella, S., Fasano, A., Rossano, R., & Liuzzi, G. M. (2021). Neuroprotective potential of isothiocyanates in an in vitro model of neuroinflammation. Inflammopharmacology, 29(2), 561-571. DOI:10.1007/s10787-020-00772-w
37. Taylor, C. E., Abdelhadi, S. O., & Dosoretz, C. G. (2017). Horseradish and radish peroxidases eaten with fish could help explain observed associations between fish consumption and protection from age-related dementia. Medical Hypotheses, 107, 5-8. DOI:10.1016/j.mehy.2017.07.010
38. Kosson, R., & Horbowicz, M. (2008). Effect of long term storage on some nutritive components and isothiocyanates content in roots of two horseradish types. Vegetable crops research bulletin, 69, 155-164. DOI: 10.2478/v10032-008-0030-3
39. Wang, J., Zhang, M., Devahastin, S., & Liu, Y. (2020). Influence of low-temperature ball milling time on physicochemical properties, flavor, bioactive compounds contents and antioxidant activity of horseradish powder. Advanced Powder Technology, 31(3), 914-921. DOI:10.1016/j.apt.2019.12.011
40. Kosson, R., & Horbowicz, M. (2009). Some quality characteristics including isothiocyanates content of horseradish cream as affected by storage period. Vegetable Crops Research Bulletin, 71, 123–132. DOI:10.2478/v10032-009-0033-8
41. Oerlemans, K., Barrett, D. M., Suades, C. B., Verkerk, R., & Dekker, M. (2006). Thermal degradation of glucosinolates in red cabbage. Food chemistry, 95(1), 19-29. DOI:10.1016/j.foodchem.2004.12.013
42. Song, L., & Thornalley, P. J. (2007). Effect of storage, processing and cooking on glucosinolate content of Brassica vegetables. Food and chemical toxicology, 45(2), 216-224. DOI:10.1016/j.fct.2006.07.021
43. Cedrowski, J., Dąbrowa, K., Przybylski, P., Krogul-Sobczak, A., & Litwinienko, G. (2021). Antioxidant activity of two edible isothiocyanates: Sulforaphane and

erucin is due to their thermal decomposition to sulfenic acids and methylsulfinyl radicals. Food Chemistry, 353, 129213. DOI:10.1016/j.foodchem.2021.129213
44. Tomsone, L., Galoburda, R., Kruma, Z., Cinkmanis, I. (2020). Characterization of dried horseradish leaves pomace: Phenolic compounds profile and antioxidant capacity, content of organic acids, pigments and volatile compounds. European Food Research and Technology, 246(8), 1647-1660. DOI:10.1007/s00217-020-03521 -
45. Perlaki Z, Djurovka M, 2009. Horseradish root yield depending on organic and mineral fertilizers. Contemporary Agriculture. 58:106-111. ISSN 0350-1205
46. Walters, S. A. (2021). Horseradish: A neglected and underutilized plant species for improving human health. Horticulturae, 7(7), 167. DOI:10.3390/horticulturae7070167
47. Rivelli, A. R., & De Maria, S. (2019). Exploring the physiological and agronomic response of Armoracia rusticana grown in rainfed Mediterranean conditions. Italian Journal of Agronomy, 14(3), 133-141. DOI:10.4081/ija.2019.1445
48. Ugrinović, M., Adžić, S., Girek, Z., Pavlović, S., Zečević, B., Živković, I., & Ugrenović, V. (2020). Sustainable propagation of horseradish (Armoracia rusticana). Alternative Crops and Cultivation Practices, 2, 26-32. http://RIVeC.institut-palanka.rs/handle/123456789/404

Розділ 3.3.4 Сухі розчинні і нерозчинні речовини спаржі під час зберігання

Мета дослідження

Метою цієї роботи було встановити вплив сортових особливостей спаржі вирощеної в умовах України на динаміку витрачання сухих речовин під час зберігання

Матеріали та методи дослідження

Свіжу спаржу (Asparagus officinalis L.) збирали з ферми «Шафран Любимівський» в Херсонській обл., Україна. Використовували зелений сорт Prius F1 і фіолетовий Розалі F1. Після збору врожаю зразки швидко охолоджували і транспортували до лабораторії протягом 4 год. Спаржа, відібрана для дослідження, була прямою, неушкодженою, 1,6–2,0 см у діаметрі та ~25 см у довжину із закритими приквітками та без видимих ознак пошкодження

Спаржу зберігали в умовах промислового холодильника при температурі 2°C±0,5 та відносній вологості повітря 95%±1.

Інтенсивність дихання визначали за кількістю виділеного вуглекислого газу. Визначення проводили в умовах холодильника, починаючи з наступного дня після закладання на зберігання, коли стебла спаржі охолодились до температури зберігання (2°C). Вміст сухих речовин визначали термогравіметричним методом за ДСТУ ISO 751, вміст сухих розчинних речовин рефрактометричним методом за

ДСТУ ISO 2173.

Всі дослідження проводили в трикратній повторності і отримані дані представляли як середнє значення ± стандартне відхилення

Результати досліджень

За нашими дослідженнями, інтенсивність виділення вуглекислого газу спаржею в момент закладання на зберігання залежить від сортової специфіки (рис. 1).

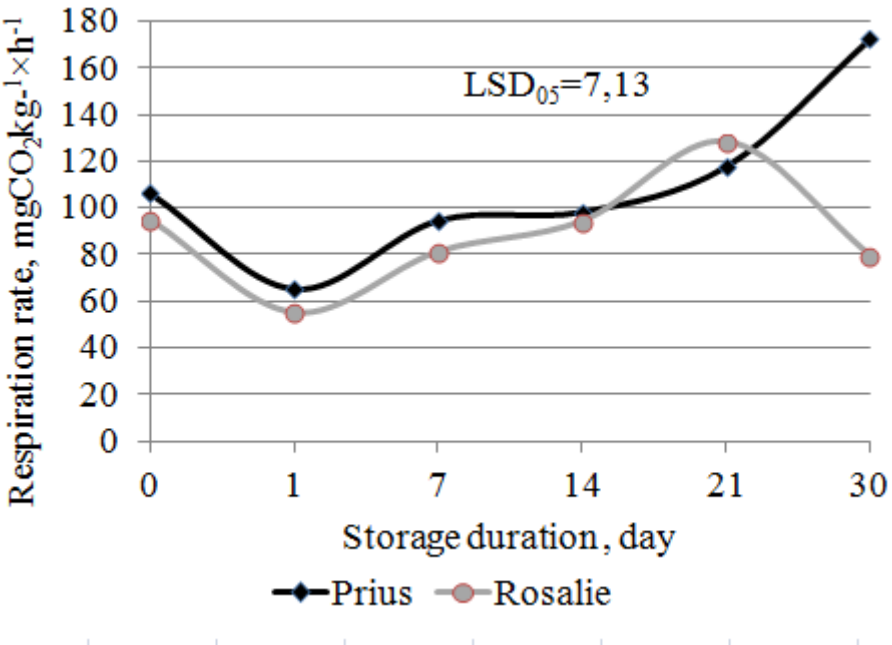


Fig. 1. Respiration rate (fresh weight basis).

Зелена спаржа сорту Prius демонструвала вищу інтенсивність дихання протягом всього періоду зберігання. Однак характер респіраторного метаболізму був подібним для обох сортів. Обидва сорти відреагували зниженням інтенсивності дихання відразу після охолодження, що є закономірним. Рівень дихальної активності загалом є близьким до описаних іншими авторами. Anastasiadi et al. показує, що значення RR стабільно знижувалися під час холодильного зберігання при 1°C з найвищим показником на другий день у сорту «Gijnlim» (122,6 mg CO_2kg^{-1} h^{-1}) порівняно з «Guelph M.» (57,1 mg CO_2kg^{-1} h^{-1}) [1]. На противагу цьому, Li et al. показано зростання активності дихання під час холодильного зберігання спаржі [2]. У дослідженнях Park et al. патерн дихання подібний [3]. Спаржа, що зберігалась при 2 °C, знижувала рівень дихання до 12 доби зберігання, а далі дихання наростає. Однак, сорт Guelph M демонстрував деяке зростання дихання на 16 добу зберігання, а потім знижувався [1]. Тож зниження інтенсивності дихання після короткого періоду зростання в сорті Rosalie видається цілком можливим.

Спаржа характеризується інтенсивною транспірацією вологи [4]. Тому на початковій стадії зберігання відбувається відносне концентрування сухих речовин в обох сортах і втрати сухих речовин видаються статистично незначимими. Але якщо провести перерахунок на початкову масу та урахувати втрати сухих речовин через дихання у межах 5% від загальних втрат маси, зниження кількості сухих речовин (рис. 2). Це є закономірним, адже для підтримання життєдіяльності

рослини у післязбиральний період відбувається постійний катаболізм запасних речовин.

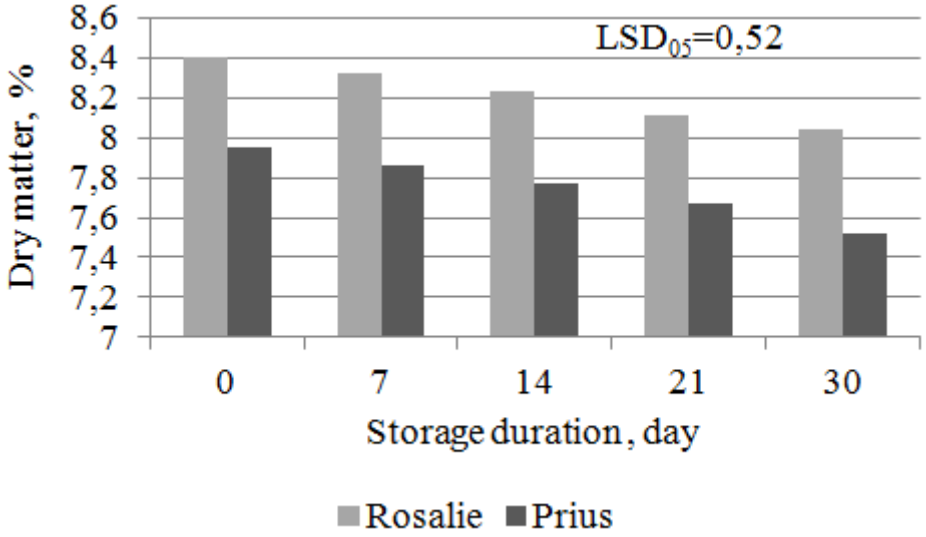


Fig. 2. Dry matter content.

Швидкість зниження вмісту сухої речовини відображає інтенсивність протікання біохімічних реакцій в спаржі під час зберігання. Між респіраторним метаболізмом та вмістом сухих речовин для сорту Prius спостерігається тісний обернений кореляційний зв'язок (r=-0,97). Зміна характеру дихальної активності на кінцевому етапі зберігання зменшила корелятивність цих показників для сорту Rosalie до r=-0,59.

Відсоток сухих розчинних речовин від вмісту сухих речовин у сортах спаржі суттєво відрізняється. Якщо для сорту Rosalie це майже 87%, то для сорту Prius лише 62 %. Така різниця може бути пояснена сортовою специфікою біохімічного складу. Загалом, в різних сортах зеленої спаржі повідомляється про вміст сухих розчинних речовин біля 5 %, і їх вміст при зберігання знижується лінійно [1]. У наших дослідженнях, сорт Rosalie містив 7,3±0,09, а сорт Prius 4,9±0,08 °Brix (рис 3). Під час зберігання вміст сухих розчинних речовин знижується, проте характер не лінійний. Подібні результати отримав Park [3]. Багатьма авторами описані нелінійні зміни вмісту простих сахаридів при зберіганні спаржі [3, 5]. Оскільки, прості сахариди є водорозчинними, можливо, отриманий характер зниження вмісту сухих розчинних речовин пов'язаний з перебудовою саме у складі сахаридного комплексу.

ВИСНОВКИ

У досліджуваних сортів різного забарвлення спостерігалися відмінності в кількісних показниках інтенсивності дихання та характері дихального патерну. Сорти Rosalie і Prius показали характеризуються суттєво різним пулом сухих речовин, котрий лінійно знижується під час зберігання. Сухі розчинні речовини сорту Rosalie становлять 87% пулу сухих речовин, а сорту Prius лише 62 %. Динаміка сухих розчинних речовин під час зберігання не була лінійною. Таким чином, суттєві сортова специфіка сформована на момент збору врожаю зберігається при зберіганні спаржі.

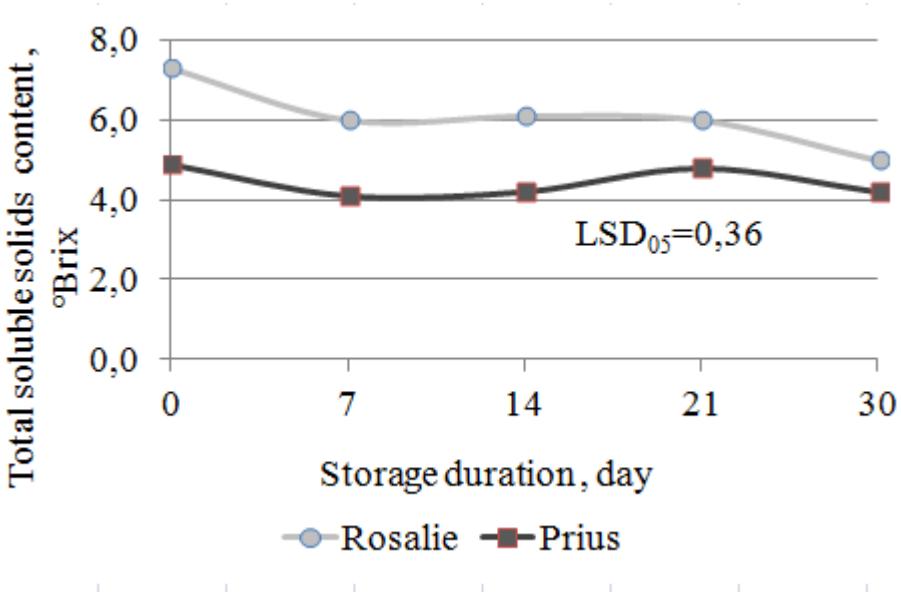


Fig. 3. Total soluble solids content.

Література

1. Anastasiadi, M., Collings, E. R., Shivembe, A., Qian, B., & Terry, L. A. (2020). Seasonal and temporal changes during storage affect quality attributes of green asparagus. *Postharvest Biology and Technology*, *159*, 111017. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111017
2. Li, W., Zhang, M., & Yu, H. Q. (2006). Study on hypobaric storage of green asparagus. *Journal of Food Engineering*, *73*(3), 225-230. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.01.024
3. Park, M. H. (2016). Sucrose delays senescence and preserves functional compounds in Asparagus officinalis L. *Biochemical and biophysical research communications*, *480*(2), 241-247. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.10.036
4. Díaz-Pérez, J. C. (2019). Transpiration. In *Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables* (pp. 73-91). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00008-7
5. Verlinden, S., Silva, S. M., Herner, R. C., & Beaudry, R. M. (2014). Time-dependent changes in the longitudinal sugar and respiratory profiles of asparagus spears during storage at 0 C. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *139*(4), 339-348. https://doi.org/10.21273/JASHS.139.4.339

Розділ 3.3.5 Зберігання зелені шпинату городнього з використанням живильного середовища

Мета досліджень полягала в з'ясуванні придатності до зберігання гібридів шпинату вирощеного за технологією baby leaf в живильному середовищі.

Методика досліджень. У дослідженнях використовували гібриди шпинату городнього Акадія (савойський тип), Кросстрек (напівсавойський тип), і Корвер (гладкий тип) нідерландської селекції Enza Zaden. Шпинат вирощували в умовах неопалюваних плівкових теплиць, відповідно до «Методики дослідної справи в

овочівництві та баштанництві» . На зберігання закладали листя зрізані листки довжиною не більше 10 см. Товарна якість шпинату, що закладався на зберігання відповідала вимогам першого гібриду Стандарту ЕЭК ООН FFV-58, що стосується збуту і контролю якості листових овочів. Листя шпинату формували в пучки по 50 г. та вкладали стеблами у ящики де вміщувався лоток, попередньо наповнений живильним розчином на основі аграрного гідро гелю та антиоксидантів. Стебла занурювали у розчин на глибину 1 см. Гідрогель у сухому стані має вигляд полімерних гранул, котрі інтенсивно поглинають вологу (у 250 разів більше, ніж їх власна маса). Цю вологу потім використовують рослини для підтримання стану тургору. Для сповільнення метаболізму в розчин гідрогелю вводили антиоксидантну композицію на основі іонолу (І) в концентрації 0,024 % та хлорофіліпту (Х) 0, 25%, як описано в попередніх роботах [1]. Іонол є антиоксидантом, що дозволений до використання в харчовій промисловості. Хлорофіліпт є екстрактом з листя евкаліпту, який містить суміш хлорофілів a і b і володіє антисептичними та дезінфікуючими властивостями. Температура зберігання 7±0,5 °С, відносна вологість повітря 95±3 %. Контролем був шпинат, що зберігався за тих же умов без застосування живильного середовища.

Товарну якість шпинату визначали відповідно до вимог Стандарт ЕЭК ООН FFV-58, що стосується збуту і контролю якості листових овочів. Природну втрату маси визначали зважуванням фіксованих зразків до та після зберігання та виражали втрати маси у відсотках до початкової маси. Зберігання вважали завершеним при досягненні кількості втрат і відходів 10 %.

Кількість сухих речовин визначали термогравіметричним методом. Вміст аскорбінової кислоти (АК) у мг на 100 г сирої ваги визначали за відновленням реактиву Тільманса. Вміст хлорофілів і каротиноїдів визначали шляхом екстрагування пігментів ацетоном з подальшим визначенням їх оптичної густини спектрофотометрично [2]. Повторність біохімічних досліджень триразова.

Результати досліджень. За нашими даними, контрольні зразки бебі шпинату всіх гібридів в умовах охолодження зберігалися без суттєвої втрати якості не більше 7 діб. При подальшому зберіганні листки швидко жовкнуть, втрачають пружність і в’януть. За тих же умов зберігання, шпинат в живильному середовищі, зберігався 14-16 діб залежно від гібриду, без суттєвої втрати якості (табл.1).

Таблиця 1.

Вихід товарної продукції та та природні втрати маси шпинату після зберігання, M ± m, n=3

Варіант обробки	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Вихід товарної продукції, %	Природна втрата маси, %	
				За 7 діб зберігання	За весь період зберігання
Контроль	Акадія	7	92,7±0,47	5,69±0,51	-
Дослід		16	92,5±0,81	2,93±0,18*	4,29±0,11
Контроль	Кросстрек	7	89,71±0,68	4,95±0,39	-

Дослід		16	93,05±0,61*	2,21±0,37*	5,04±0,72
Контроль	Корвер	7	90,71±0,68	4,42±0,51	-
Дослід		14	91,55±0,61	2,09±0,24*	5,66±0,
$НІР_{095}$			2,23	1,44	0,69
Sx, %			0,94	2,77	1,91

* - відмінності достовірні при порівнянні з контролем при p≥0,05.

Навіть при вдвічі довшому терміні зберігання шпинату з живильним середовищем вихід стандартної продукції після зберігання був таким же як при зберіганні контрольних партій протягом 7 діб.

Природні втрати маси у всіх зеленних культур є досить високими і протягом двох тижнів можуть сягати 20-30%. За 7 діб зберігання, природні втрати маси в дослідних зразках були практично вдвічі меншими, ніж в контрольних. У втратах маси спостерігались сортові особливості Загальноприйнятою є думка, що втрати маси на 75 % складаються з втрат вологи при транспірації та 25 % за рахунок витрачання сухих речовин у процесі дихання. Найменші втрати були у гібриду Корвет з гладким листком, а найбільші у Акадії, що має нерівну поверхню. Таке видається цілком можливим, бо при більшій листковій поверхні площа транспірації збільшується, що призводить до більш інтенсивних втрат вологи. Однак, на силу транспірації можуть впливати і інші фактори притаманні гібриду: щільність покривних тканин, продихів і т.д.

Сортові особливості шпинату чітко простежуються у накопиченні сухих речовин. Найбільший вміст сухих речовин (12,11 %) зафіксовано у шпинату гібриду Акадія (рис. 1).

рис. 1).

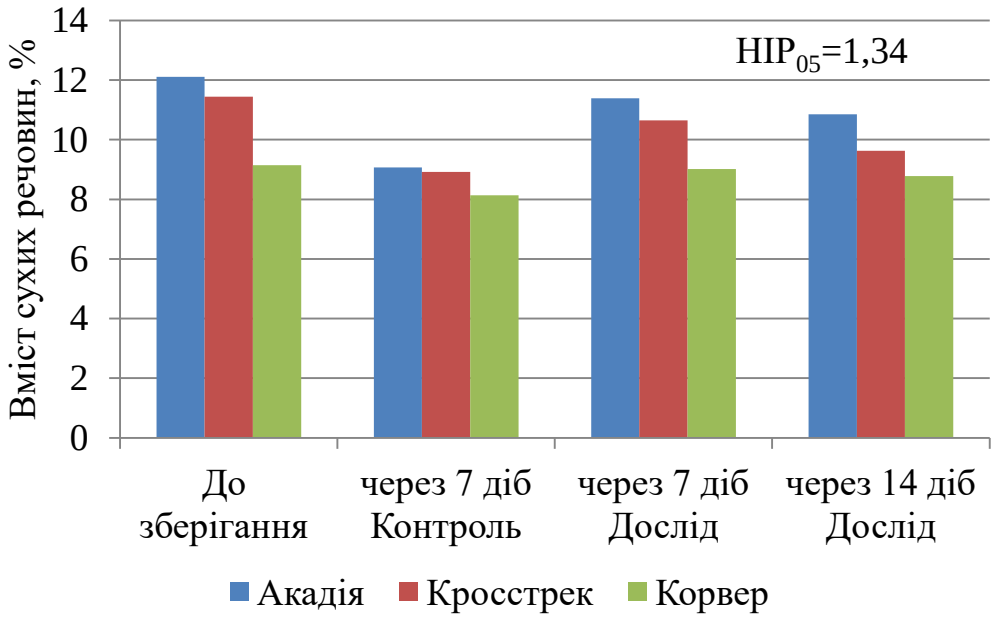


Рис. 1. Зміни вмісту сухих речовин під час зберігання шпинату

Під час зберігання вміст сухих речовин закономірно знижується у всіх варіантах зразків. Але зберігання шпинату в живильному середовищі скорочує втрати сухих речовин на 10-20% залежно від гібриду.

Деякі вчені висловлюють думку, що початковий вміст амінокислотної кислоти можна використовувати як параметр для прогнозування терміну придатності шпинату [3]. З наших результатів досліджень такий висновок зробити складно. Адже аналізовані гібриди суттєво відрізнялись за вмістом АК, але достовірно не відрізнялись за термінами зберігання (рис. 2).

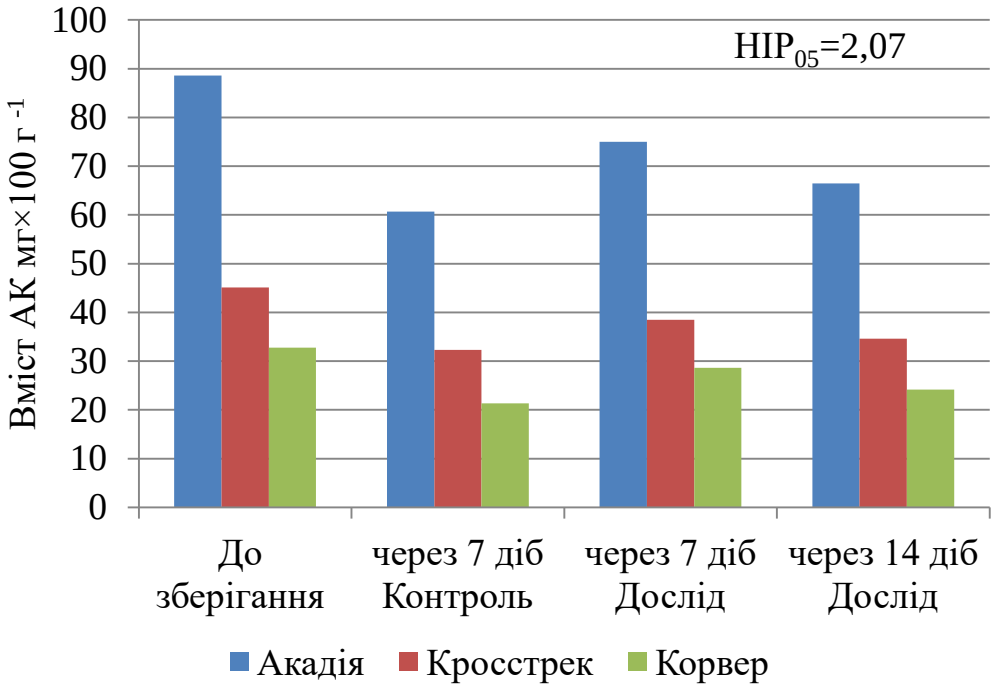


Рис. 2. Зміни вмісту аскорбінової кислоти під час зберігання шпинату

Особливо високий вміст АК спостерігали у гібриду Акадія – 88,56 мг×100г$^{-1}$. Практично вдвічі менше (45,1 мг×100г$^{-1}$) було у гібриду Кросстрек, та лише 32,8 мг×100г$^{-1}$у гібриду Корвер. Проте динаміка втрат АК подібна у всіх гібридів. Втрати АК за 7 діб зберігання у контролі сягали 28,4-35,0%, залежно від гібриду. Зберігання шпинату зі застосуванням живильного середовища дозволяє стабілізувати втрати АК в шпинаті. Після 7 діб зберігання вміст АК скоротився у дослідних варіантах на 12,6-15,3% порівняно з початковим вмістом. Дослідні зразки після довшого на тиждень зберігання мали вищий вміст АК ніж контроль після 7 діб зберігання.

Одним з головних показників втрати якості під час зберігання шпинату є зниження інтенсивності забарвлення, що є наслідком деградації хлорофілів. Катаболіти хлорофілу є токсичними для клітин, вони запускають механізм утворення окисних радикалів і викликають окисні зміни. Відтак, рослинами сформований механізм переведення хлорофілу у нетоксичні, не кольорові продукти розпаду і це закономірний процес детоксикації живих рослин під час старіння. Сучасні дослідження доводять, що максимальне гальмування процесу пожовтіння відбувається при зберіганні шпинату у середовищі з високою вологістю та низькою температурою [4].

Зелень шпинату городнього формує значну кількість хлорофілів (табл.2).

Таблиця 2

Вміст пігментів у зразках шпинату M ± m, n=3

Гібрид	Пігменти	До зберігання	Контроль після 7 діб зберігання	Дослід після 7 діб зберігання	Дослід після 14 діб зберігання	$НІР_{0,95}$
Акадія	Хлорофіл a	15,5±0,08	8,8±0,08	13,8±0,09*	11,1±0,07*	2,75
	Хлорофіл b	15,8±0,06	8,5±0,06	13,0±0,07*	10,5±0,05*	2,72
	Каротиноїди	2,92±0,06	1,32±0,08	1,79±0,08*	1,45±0,07*	0,21
Кросстрек	Хлорофіл a	17,1±0,08	8,2±0,09	15,4±0,07*	12,4±0,08*	3,74
	Хлорофіл b	16,8±0,07	7,8±0,06	14,1±0,06*	11,8±0,08*	3,73
	Каротиноїди	2,32±0,09	1,52±0,08	1,92±0,07*	1,72±0,08*	0,21
Корвер	Хлорофіл a					2,76
	Хлорофіл b					2,75
	Каротиноїди					0,22

* - відмінності достовірні при порівнянні з контролем при $p \geq 0,05$.

Отримані нами результати, демонструють вищу кількість хлорофілів, ніж отримано турецькими дослідниками [5], але нижчу, ніж показано в дослідженнях італійських вчених [6], однак цілком співставною. Динаміка вмісту хлорофілів є подібною до описаної в усіх згаданих дослідженнях, де деградація хлорофілів a і b відбувається протягом всього періоду зберігання. Відмінності спостерігаються лише у темпах деградації хлорофілів. Шпинат усіх гібридів, що зберігався в живильному середовищі менш інтенсивно втрачав хлорофіли a і b. Хлорофіл b катаболічно трансформується в хлорофіл a перед його деградацією [7]. Через 7 діб зберігання вміст хлорофілу a знизився в дослідних зразках на 8,6-11,0%, а в контрольних на 43,3-52,0 %, залежно від гібриду. Після зберігання дослідних зразків протягом 14 діб, вміст хлорофілу a знизився на 27,7-28,4% відносно його початкового вмісту. Аналогічна тенденція спостерігалась і у випадку з хлорофілом b.

Крім високого вмісту хлорофілів, шпинат характеризується високою кількість каротиноїдних пігментів. Дещо вищою сумою каротиноїдів відзначається гібрид Акадія. Проте, після зберігання ці відмінності нівелюються і гібрид Кросстрек містить на 18, 6% вищу кількість каротиноїдів ніж Акадія чи Корвер. Спільною залишається тенденція до повільнішого руйнування каротиноїдів у шпинату, що зберігається з використанням живильного середовища. Всі дослідні зразки після 14 діб зберігання містили достовірно вищу кількість каротиноїдів, ніж контрольні після 7 діб зберігання.

Висновки

В результаті досліджень встановлено, що застосування живильного середовища на основі аграрного гідро гелю та антиоксидантів дозволяє подовжити термін зберігання бебі шпинату на 7 -9 днів, залежно від гібриду без зниження виходу стандартної продукції. За 7 діб зберігання, природні втрати маси в дослідних зразках були практично вдвічі меншими, ніж в контрольних, а при подовженому терміні зберігання достовірно не різнились від контрольних на сьому добу. Зберігання шпинату в живильному середовищі скорочує втрати сухих

речовин на 10-20% залежно від гібриду. Втрати АК за 7 діб зберігання у контролі сягали 28,4-35,0%, залежно від гібриду. Зберігання шпинату зі застосуванням живильного середовища дозволяє стабілізувати втрати АК в шпинаті. Дослідні зразки після довшого на тиждень зберігання мали вищий вміст АК ніж контроль після 7 діб зберігання. Застовування живильного середовища сприяло менш інтенсивній деградації пігментів. Всі дослідні зразки після 14 діб зберігання містили достовірно вищу кількість хлорофілів і каротиноїдів, ніж контрольні після 7 діб зберігання.

Література

1. Priss, O., Kulik, A. (2014). Color stabilization of green vegetables at storage. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(10(70), 53–58.
2. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / М. Є. Сердюк., О. П. Прісс, Н. А. Гапріндашвілі, Л. М. Здоровцева, О. Ш. Сухаренко, І. С. Іванова. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. – 370
3. Bergquist, S. Å., Gertsson, U. E., & Olsson, M. E. (2006). Influence of growth stage and postharvest storage on ascorbic acid and carotenoid content and visual quality of baby spinach (Spinacia oleracea L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *86*(3), 346-355. **https://doi.org/10.1002/jsfa.2373**
4. Garande, V. K., Raut, P. D., Shinde, U. S., Dhumal, S. S., Sonawane, P. N. and Sarvade, S. A. 2019. Studies on Storage Behavior of Primary Processed Leafy Vegetables under Different Storage Conditions. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 8: 2249-2272.
5. Akan, S. Effects of Storage Temperature and Packaging on Physiological and Nutritional Quality Preservation of Minimally Processed Spinach. *Journal of Agricultural Science and Technology*, (2022). *24*(3), 679-691.
6. Conte, A.; Conversa, G.; Scrocco, C.; Brescia, I.; Laverse, J.; Eliba, A.; Nobile, M.A.D. Influence of growing periods on the quality of baby spinach leaves at harvest and during storage as minimally processed produce. *Postharvest Biol. Technol.* **2008**, *50*, 190–196.
7. Roca, M., James, C., Pruzinská, A., Hörtensteiner, S., Thomas, H. and Ougham, H. 2004. Analysis of the Chlorophyll Catabolism Pathway in Leaves of an Introgression Senescence Mutant of Lolium Temulentum. Phytochemistry, 65: 1231- 1238

Список публікацій за розділом 3.4.

1. Priss, O., Korchynskyy, I., Kryvko, Y., Korchynska, O. (2023). Leveraging horseradish's bioactive substances for sustainable agricultural development. International Journal of Sustainable Development and Planning, Vol. 18, No. 8, pp. 2563-2570. https://doi.org/10.18280/ijsdp.180828 https://www.iieta.org/journals/ijsdp/paper/10.18280/ijsdp.180828
2. Demydova, A., Yevlash, V., AksonovaO., & Priss, O. Study of ways to reduce the viscosity of sunflower lecithin Food Science and Technology, (2023). 17(1), 4-11

https://doi.org/10.15673/fst.v17i1.2557 Retrieved із //journals.ontu.edu.ua/index.php/foodtech/article/view/2557

3. Priss, O.; Pugachov, M.; Pugachov, V.; Yaremko, I.; Shchabelska, V. The Development of the World Economy and the Impact of the Global Food Crisis 2022–2023. Econ. Aff. 2023, 68, 35–42. https://doi.org/10.46852/0424-2513.1s.2023.5.
4. Hutsol, T.; Priss, O.; Kiurcheva, L.; Serdiuk, M.; Panasiewicz, K.; Jakubus, M.; Barabasz, W.; Furyk-Grabowska, K.; Kukharets, M. Mint Plants (Mentha) as a Promising Source of Biologically Active Substances to Combat Hidden Hunger. Sustainability 2023, 15, 11648. https://doi.org/10.3390/su151511648.
5. Priss, O. P., Sukhenko, V. Y., & Bulhakov, P. Asparagus dry soluble and insoluble matter during storage. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету, О. (2023). 13(1).10c DOI: 10.31388/2220-8674-2023-1-24
6. Колісниченко, Т. О., Прісс, О. П., Кюрчева, Л. М., & Сефіханова, К. А. (2023). ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕМУЛЬСІЙНИХ СОУСІВ З ЙОДМІЩУЮЧИМИ ДОБАВКАМИ. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*, *23*(2), 186-194.
7. Priss, O. P., Bulhakov, P. O., Kolisnychenko, T. O., & Gazzavi-Rogozina, L. V. (2023). USING PROTECTIVE COATING FOR REDUCTION OF LOSSES WHILE STORING ASPARAGUS. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*, *23*(1), 188-198.
8. Прісс О.П., Уланич О. І., Шевчук К. М., Яковер О.І., Ваховська А.В. Зберігання зелені шпинату городнього з використанням живильного середовища. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. №103. Ч.І. Умань, 2023. С. 179–189.

Тема 3.4. Удосконалення технології зберігання м’яса птиці із застосуванням природних фенольних сполук

Розділ 3.4.1. Удосконалення технології зберігання м’яса птиці із застосуванням природних фенольних сполук

Керівник підтеми Данченко О.О.

Виконавці Майборода Д.О.
Данченко М.М.

Метою досліджень було підвищити якість м’яса гусей після забою та при його подальшому низькотемпературному зберіганні за рахунок домішок вівса посівного і люцерни в раціоні птиці.

Об’єкт досліджень – м’ясо гусей

Предмет досліджень – процеси окисного псування м’яса гусей і зміни його жирнокислотного складу за дії природних фенольних сполук в раціоні птиці.

Матеріали та методи дослідження

Овес посівний (Avena sativa) – зернова культура, яка є важливим джерелом природних антиоксидантів і відзначається своїми чисельними харчовими, медичними та фармацевтичними перевагами. Овес містить багатий набір поживних речовин, зокрема білки, клітковину, кальцій, вітаміни (B, C, E та K), а також амінокислоти [1]. Овес є джерелом різноманітних фітохімічних речовин з вираженими антиоксидантними, протизапальними та антипроліферативними властивостями, серед яких флавоноїди, феноли, сапоніни, токофероли, авенантраміди. Останні визнані унікальними для вівса [2,3].

Люцерна – високопродуктивна багаторічна бобова культура, широко використовувана для створення кормів свійських тварин. Ця культура багата на корисні жирні кислоти, особливо α-ліноленову та лінолеву [4]. Включення люцерни до раціону гусей сприяє поліпшенню жирнокислотного та амінокислотного складу м'яса [5].

Для проведення дослідження було створено три групи гусей породи Легарт Датський, по 5 голів - контрольну та дві дослідні. Птиці контрольної групи, згодовували стандартний раціон, що включав комбікорм та трав'яну масу, основним компонентом якої був гірчак пташиний (Polygonum aviculare L.). Гуси дослідних груп також отримували стандартний раціон, але 25% трав'яної маси гусей першої дослідної групи було замінено на овес посівний, а для гусей другої дослідної групи – 50% трав'яної маси сумішшю вівса та люцерни (по 25%). Процес додавання вівса та люцерни до раціону птиці дослідних груп тривав від 7-ї до 62-ї доби.

Забій гусей проводився зовнішнім методом у ранньому забійному віці - на 63-тю добу. Після цього туші гусей проходили технологічну обробку: знекровлення,

обшпарювання (70-75°С), видалення пір'я, патрання, промивання і охолодження (0-1°С, 24 години). Далі туші фасували і пакували у полімерну плівку. Зберігання м'яса відбувалося при -18°С впродовж 90 діб згідно з вимогами ДСТУ 3143-2013. Під час зберігання м'яса визначали інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) та зміни жирнокислотного складу. Для біохімічних досліджень було використано м'ясо грудки гусей.

Оцінка інтенсивності ПОЛ проводилась за вмістом кінцевих продуктів ліпопероксидації, які взаємодіють з 2-тіобарбітуровою кислотою (ТБКАП) [6].

Жирнокислотний склад (ЖКС) ліпідів м'яса визначали методом газорідинної хроматографії на хроматографі Carlo Erba (виробництво Італія). Як носій використовувалася Chromosorb W/DP з фазою Silar 5CP (“Serva”, Німеччина), концентрація якої була 10%, при температурі від 140 до 250 ºС і швидкості наростання 2 ºС/хв (температура інжектора - 210 ºС; температура детектора - 240 ºС) [7,8].

Для статистичного опрацювання отриманих даних застосовувалося програмне забезпечення SPSS v. 17 та MS Office Excel-2013, із використанням t-тесту Стьюдента [9].

Результати досліджень та їх обговорення.

Аналіз динаміки ТБКАП м’яса гусей контрольної групи, свідчить про стале збільшення вмісту цих продуктів ПОЛ впродовж усього терміну зберігання (рис.1). За перші 23 доби низькотемпературного зберігання вміст продуктів ПОЛ підвищився на 31,2%. З 23-ї до 45-ї доби процеси окиснення проходили найбільш активно – за цей період вміст продуктів ПОЛ збільшився на 57,4%. Починаючи з 45-ї доби інтенсивність процесів ПОЛ почала зменшуватись, і впродовж наступних 22-х діб вміст продуктів ПОЛ зріс на 27,7%. З 67-ї до 90-ї доби вміст ТБКАП достовірно не змінився. У цілому за весь зазначений термін низькотемпературного зберігання вміст продуктів ПОЛ у м’ясі збільшився у 2,7 рази.

Порівняльний аналіз вмісту продуктів ПОЛ у зразках м’яса контрольної та І дослідної групи доводить, що на початку терміну зберігання ці показники вірогідно не відрізнялись. Проте динаміка накопичення продуктів ПОЛ на тлі застосування в раціоні гусей вівса зазнала значних змін.

Впродовж перших 23-х діб зберігання в зразках м’яса І дослідної групи не відбулось значного накопичення ТБКАП. Це свідчить про подовження стану прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у м’ясі цієї групи гусей. З 23-ї до 45-ї доби вміст продуктів ПОЛ підвищився на 37,4%. Станом на 45-ту добу зберігання вміст продуктів ПОЛ у м’ясі гусей І дослідної групи був нижчим за відповідний показник контрольної на 29,2%. За наступні 22 доби зберігання вміст продуктів ПОЛ підвищився на 62,5%, а з 67-ї до 90-ї доби – на 10% ($p \leq 0,05$).

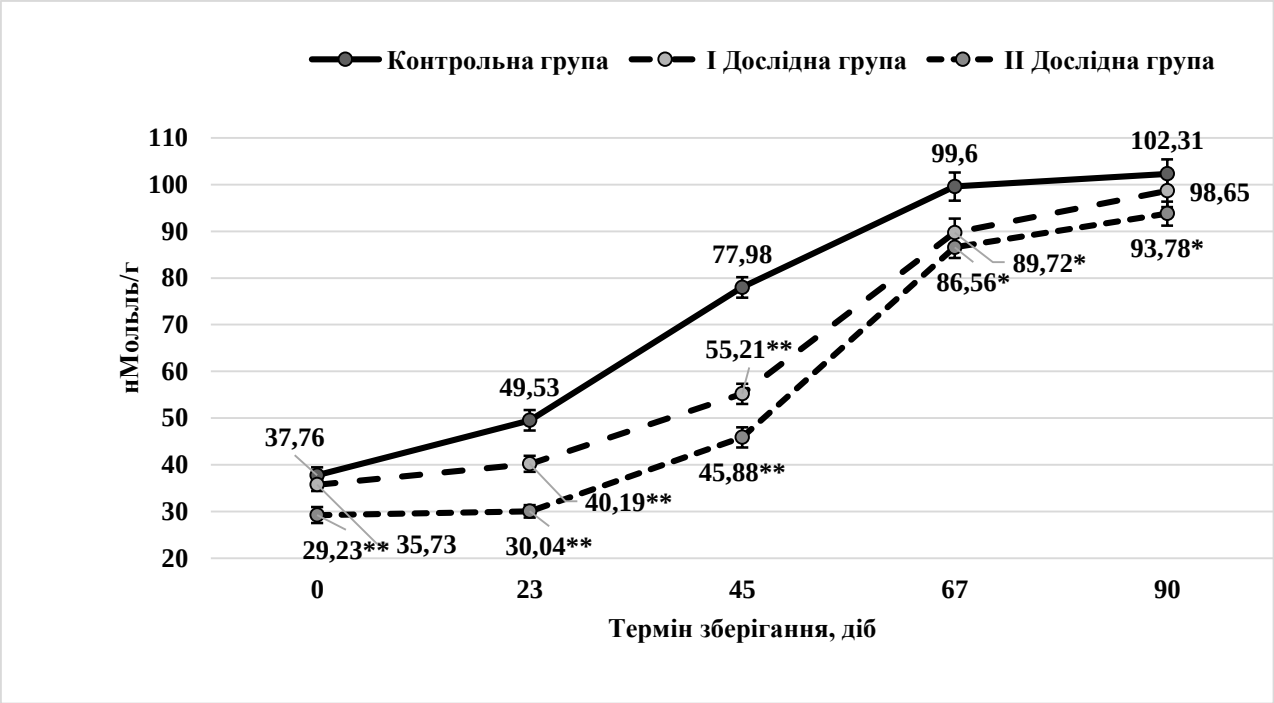


Рисунок 1 – Динаміка вмісту ТБКАП у м'ясі грудки гусей при зберіганні (M ± m, n = 5)

Примітка: тут і далі різниця вірогідна відносно контрольної групи: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$.

Різниця в інтенсивності перебігу процесів ПОЛ у м'ясі гусей контрольної та І дослідної групи, ймовірно, спричинена наявністю у складі вівса біологічно активні речовини, які проявляють антиоксидантні властивості (фенольні сполуки, оксиліпіни, авенантраміди) і уповільнюють процеси пероксидного окиснення ліпідів у м'ясі [10]. Адже саме БАР вівса у складі домішки додавали до раціону гусей І дослідної групи.

М'ясо ІІ дослідної групи, порівняно з контрольної на початку зберігання характеризувалось достовірно меншим умістом продуктів ПОЛ (на 22,6%). До 23-ої доби вміст продуктів ПОЛ зберігався на сталому рівні. Різниця показника між контрольною та ІІ дослідною групою на цей час становила 39,4%. Це може свідчити про антиоксидантний вплив біологічно активних речовин вівса та люцерни у гальмуванні окисного псування м'яса під час його тривалого низькотемпературного зберігання. До 45-ї доби в м'ясі ІІ дослідної групи вміст продуктів ПОЛ підвищився на 52,7%. Проте, й на цю добу вміст ТБКАП у м'ясі гусей ІІ дослідної групи був нижчим відносно контрольної на 41,2%. З 45-ї до 67-ї доби інтенсивність окисних процесів була максимальною, що призвело до збільшення вмісту продуктів ПОЛ у м'ясі гусей цієї групи на 88,7%. З 67-ої доби до кінця терміну зберігання вміст продуктів ПОЛ у м'ясі гусей ІІ дослідної групи залишався на сталому рівні.

Причиною такого гальмування процесів ПОЛ у м'ясі гусей ІІ дослідної групи, ймовірно, є те, що як і овес, люцерна містить значну кількість поліфенольних сполук, вітамін Е, каротиноїди, які завдяки своїм антиоксидантним властивостям

здатні гальмувати пероксидацію ліпідів [11,12]. А поєднання в раціоні гусей БАР вівса і люцерни сприяє ще більшому підвищенню антиоксидантної активності у м'ясі гусей ІІ дослідної групи порівняно з І. Втім, достовірно вища антиоксидантна активність у м'ясі гусей ІІ дослідної групи порівняно з відповідним показником контрольної спостерігалась з початку до 67-ої доби зберігання, а порівняно з м'ясом гусей І дослідної групи – тільки до 45-ої доби.

На тлі зміни раціону гусей відбулись і зміни жирнокислотного складу їхнього м'яса (табл. 1). У м'ясі І дослідної групи на початку експерименту вміст основних насичених ЖК, пальмітинової (16:0) та стеаринової (18:0), а також найбільш вмістовної ненасиченої олеїнової кислоти (18:1) значно не відрізнявся від контрольної групи. Проте, вміст незамінної арахідонової кислоти (20:4) збільшився на 11,4% ($p \leq 0,05$). Загальний вміст ω3-жирних кислот у І дослідній групі порівняно з контрольною був меншим на 22,1% ($p \leq 0,05$).

Більш позитивні зміни відбулись у м'ясі ІІ дослідної групи. На початку зберігання було зафіксовано підвищення вмісту стеаринової кислоти (18:0) на 13,9% ($p \leq 0,05$) та зниження олеїнової кислоти (18:1) на 12,4% ($p \leq 0,05$). Однак, вміст незамінних ЖК, а саме лінолевої (18:2), ліноленової (18:3) та арахідонової (20:4), був вищим відповідно на 11,4% ($p \leq 0,05$), 25,8% та 12,4% ($p \leq 0,05$). За вмістом поліненасичених ЖК та ω6-жирних кислот зразки ІІ дослідної групи перевищували контрольну на 10,3% ($p \leq 0,05$) і 10,9% ($p \leq 0,05$) відповідно.

Таблиця 1 – **Динаміка вмісту (ω, %) жирних кислот у м'ясі грудки гусей при зберіганні (M ± m, n = 5)**

ЖК	1 доба			90 доба		
	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
(16:0)	24,6±0,69	24,4±0,73	24,8±0,7	24,2±0,7	24,7±0,87	24,4±1,05
(18:0)	12,3±0,39	13,0±0,43	14,0±0,52*	14,7±0,57	13,9±0,43**	14,3±0,56
(18:1)	35,8±1,04	36,0±1,26	31,4±0,94*	29,4±1,21	36,4±1,31**	32,0±1,28*
(18:2) ω6	14,5±0,58	13,1±0,49	16,1±0,42*	17,0±0,76	14,0±0,39	16,0±0,48
(18:3) ω3	0,5±0,02	0,4±0,02*	0,6±0,02**	0,5±0,01	0,5±0,02	0,5±0,02*
(20:4) ω6	5,6±0,23	6,3±0,25*	6,3±0,27*	6,3±0,28	4,5±0,19**	6,1±0,19
(22:4) ω6	0,4±0,01	0,3±0,01*	0,3±0,01**	0,3±0,01	0,3±0,01	0,3±0,01
(22:6) ω3	0,8±0,03	0,5±0,02**	0,7±0,03*	0,7±0,02	0,4±0,01**	0,7±0,02
SFA, %	39,1±1,16	39,7±1,23	41,2±1,29	41,8±1,39	40,7±1,37	41,0±1,69
UFA, %	60,7±2,02	60,0±2,17	58,5±1,81	58,0±2,41	59,2±2,04	58,8±2,12
MUFA, %	38,6±1,14	38,9±1,37	34,2±1,06*	32,1±1,29	39,2±1,41**	34,8±1,38*
PUFA, %	22,0±0,88	21,0±0,8	24,3±0,75*	25,8±1,12	20,0±0,63**	23,9±0,74
ω3PUFA, %	1,2±0,05	0,9±0,03**	1,2±0,05	1,2±0,04	0,9±0,03**	1,2±0,04
ω6PUFA, %	20,5±0,82	19,7±0,75	22,7±0,69*	23,5±1,05	18,7±0,59**	22,4±0,68

Зазначені зміни можуть бути пояснені впливом вівса, оскільки його включення в раціон гусей сприяє підвищенню антиоксидантної активності

м’язових тканин. Це пов'язано з високим вмістом антиоксидантів у вівсі, зокрема поліфенолів, флавоноїдів, β-глюкану, оксиліпінінів та особливих для цього рослинного виду - авенантрамідів, які характеризуються потужними антиоксидантними властивостями. Ці компоненти можуть ефективно гальмувати окиснення ліпідів у м'ясі, тим самим зберігаючи ненасичені ЖК [13].

Підвищення вмісту лінолевої (18:2) та ліноленової (18:3) кислот в зразках м'яса гусей ІІ дослідної групи може бути пов’язане з наявністю у великій кількості цих кислот в люцерні та їх подальшим засвоєнням організмом птиці, адже результатами дослідження складу органічних кислот люцерни встановлено, що вміст лінолевої (18:2) та ліноленової (18:3) кислот становить відповідно 15,8% та 23,6% від загальної кількості ЖК [14].

На 90-ту добу зберігання в зразках м’яса контрольної групи зафіксоване підвищення вмісту стеаринової кислоти (18:0) на 19,3% та зниження вмісту олеїнової (18:1) та докозотетраєнової (22:4) кислот на 17,8% та 30,9% відповідно. Також встановлено підвищення вмісту лінолевої (18:2) кислоти на 17,6%. Причиною збільшення вмісту НЖК може бути підвищення біодоступності цих кислот, у тому числі й лінолевої. Окрім того, є інформація про збереження активності ω3- та ω6-десатураз після зупинки кровообігу [13].

Зразки м’яса І дослідної групи наприкінці терміну зберігання відзначались на 23,5% більшим, ніж у м’ясі контрольної групи вмістом олеїнової кислоти (18:1). Проте вміст більшості ненасичених ЖК зни: лінолевої (18:2) на 17,9%, арахідонової (20:4) на 27,8%, докозогексаєнової (22:6) на 39%. Вміст мононенасичених ЖК І дослідної групи перевищив контрольний показник на 22,1%. Загальний вміст ω3- та ω6-жирних кислот зменшився на 23,8% та 20,3% відповідно. Отже, інтенсифікація процесів ПОЛ у м’ясі гусей І дослідної групи, що розпочалась з 45-ої доби його зберігання, супроводжується втратою ω3- та ω6-жирних кислот у м’ясі гусей цієї групи.

В результаті порівняльного аналізу ЖКС м’яса контрольної та ІІ дослідної групи на 90-ту добу зберігання встановлено, що на тлі використання вівса та люцерни в раціоні гусей відбулось підвищення вмісту олеїнової кислоти (18:1) на 8,8% ($p \leq 0,05$) та ліноленової (18:3) на 12,4% ($p \leq 0,05$). Вміст інших незамінних ЖК залишився на рівні контрольного зразка. Загальній вміст мононенасичених ЖК у м’ясі ІІ дослідної групи вищий на 8,6% ($p \leq 0,05$). Загальний вмісту ω3- та ω6- жирних кислот, на тлі зміни раціону гусей достовірно не змінились.

Втім, у межах встановленого проміжку часу (67 діб) для отримання м’яса кращої якості з підвищеною антиоксидантною активністю та більшим умістом незамінних ЖК, використання суміші вівса з люцерною у раціоні гусей є перспективною технологією, що потребує подальшого дослідження. Остаточні висновки щодо доцільності додавання до раціону гусей вівса і люцерни можна зробити за результатами біохімічних досліджень, які включатимуть також аналіз амінокислотного та вітамінного складу отриманого м’яса.

ВИСНОВКИ:

Результатами досліджень встановлено, що у м'ясі гусей контрольної групи активізація процесів ПОЛ розпочалась відразу після забою. У м'ясі гусей обох дослідних груп під впливом БАР вівса і люцерни до 23-ої доби утримувався стан прооксидантно-антиоксидантної рівноваги і тільки надалі встановлено поступову активізацію ПОЛ. Однак, до 67-ої доби вміст ТБК-активних продуктів у м'ясі гусей обох дослідних груп залишався достовірно нижчим за відповідний контрольний показник.

Найбільш позитивні зміни в ЖКС відбулись у м'ясі гусей ІІ дослідної групи. На початку експерименту це м'ясо характеризувалось підвищеним вмістом незамінних лінолевої, ліноленової та арахідонової кислот. На 90-ту добу зберігання у м'ясі дослідних груп встановлено тільки вищий вміст ліноленової кислоти. Отже, позитивний вплив вівса і люцерни на антиоксидантну активність і жирнокислотний склад м'яса гусей має поступово згасаючий у часі характер.

Втім, у межах встановленого проміжку часу для отримання м'яса кращої якості з підвищеною антиоксидантною активністю та більшим умістом незамінних ЖК, використання суміші вівса з люцерною у раціоні гусей є перспективною технологією, що потребує подальшого дослідження. Остаточні висновки щодо доцільності додавання до раціону гусей вівса і люцерни можна зробити за результатами біохімічних досліджень, які включатимуть також аналіз амінокислотного та вітамінного складу отриманого м'яса.

Література

1. Multiple antioxidative and bioactive molecules of oats (avena sativa L.) in human health / I.-S. Kim et al. Antioxidants. 2021. Vol. 10, no. 9. P. 1454. URL: https://doi.org/10.3390/antiox10091454
2. Pretorius C. J., Dubery I. A. Avenanthramides, distinctive hydroxycinnamoyl conjugates of oat, avena sativa L.: an update on the biosynthesis, chemistry, and bioactivities. Plants. 2023. Vol. 12, no. 6. P. 1388. URL: https://doi.org/10.3390/plants12061388
3. Diversity of avenanthramide content in wild and cultivated oats / S. Leonova et al. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2020. Vol. 181, no. 1. P. 30–47. URL: https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-30-47
4. Effect of heat- and freeze-drying treatments on phytochemical content and fatty acid profile of alfalfa and flax sprouts / S. Mattioli et al. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. Vol. 99, no. 8. P. 4029–4035. URL: https://doi.org/10.1002/jsfa.9630
5. Effects of alfalfa levels on carcass traits, meat quality, fatty acid composition, amino acid profile, and gut microflora composition of Heigai pigs / J. Li et al. Frontiers in Nutrition. 2022. Vol. 9. URL: https://doi.org/10.3389/fnut.2022.975455
6. Ионов И.А. (2011). *Критерии и методы контроля метаболизма в организме животных и птиц.* Харьков, 376
7. Bligh E. G., Dyer W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 1959. Vol. 37, no. 1. P. 911–917.

8. Palmer F. B. S. C. The extraction of acidic phospholipids in organic solvent mixtures containing water. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism. 1971. Vol. 231, no. 1. P. 134–144. URL: https://doi.org/10.1016/0005-2760(71)90261-x

9. Everitt B. S., Landau S. A Handbook of Statistical Analyses Using SPSS. Chapman & Hall/CRC, 2003. 368 p.

10. https://www.hindawi.com/journals/tswj/2023/2730175/

11. https://www.mdpi.com/2304-8158/11/10/1460

12. https://www.mdpi.com/2223-7747/11/20/2735

13. Danchenko O. O. (2021). Effect of extract from common oat on the antioxidant activity and fatty acid composition of the muscular tissues of geese. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. (Vol. 12, № 2), 307–314. URL: https://doi.org/10.15421/022141

14. 14. Ковальов С.В. (2017). Дослідження органічних кислот трави люцерни мінливої. *Український біофармацевтичний журнал*. (№ 3 (50)), 52-55. URL: https://doi.org/10.24959/ubphj.17.118.

Список публікацій

1. Maiboroda D., Danchenko O. (2023) Analysis of the effect of biologically active compounds of oats and alfalfa in the diet of geese on the nutritional value of goose meat. Technology audit and production reserves. Vol. 5, no. 3. P. 15–19. URL: https://journals.uran.ua/tarp/article/view/289711
2. Maiboroda D., Danchenko O. (2023) Вплив біологічно активних речовин вівса та люцерни на жирнокислотний склад м’яса гусей при зберіганні. Інновації та технології в сфері послуг і харчування. Т. 3, № 9. С. 13–17. URL: https://journals.chdtu.ck.ua/index.php/itsf/article/view/86
3. Д. О. Майборода, О. О. Данченко, Л.М. Здоровцева, М. М. Данченко, Ю. В. Ніколаєва (2023) Регулювання якості м’яса гусей біологічно активними сполуками вівса посівного / Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2023. Т. 1, № 13. С. 338–347. URL: http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/1679
4. V. A. Gryshchenko, O.O. Danchenko, S. A. Tkachuk, T. I. Fotina, V. V. Zazharskyi, V. V. Brygadyrenko (2023). Lipid composition of blood plasma and epithelium of the jejunal mucosa in calves with dyspepsia and its correction . *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, *14*(2), 319-324. https://doi.org/10.15421/022347
5. Данченко О.О. ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК ВІВСА ПОСІВНОГО НА ХАРЧОВУ ЦІННІСТЬ М’ЯСА ГУСЕЙ / О.О. Данченко, М.М. Данченко, Д.О. Майборода, Л.М. Здоровцева // Мат-ли IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ ТА ОСВІТИ: РЕАЛІЇ, ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ, ІННОВАЦІЇ 29-31 травня 2023 р.

Тема 3.5 Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій виготовлення плодово-ягідних і виноградних алкогольних напоїв

Розділ 3.6.1 Придатність плодів ожини для виробництва вин

Керівник теми **Загорко Н. П.**
Виконавці **Прісс О.П.**

Метою досліджень було встановлення придатності плодово-ягідної сировини для виробництва виноматеріалів в умовах Південного Степу України.

Об'єкт досліджень – ягоди ожини сорту Ранній.

Предмет досліджень – процес виробництва та формування основних компонентів хімічного складу виноматеріалів.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження були проведені протягом 2023 р. на базі філії лабораторії виноробства кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь.

Вивчено та проаналізовано результати досліджень сировинної бази з метою розробки нових видів плодово-ягідних вин та виробництва сортового натурального міцного ожинового вина із сорту ожини Ранній в умовах Південно-Східного регіону України.

Сьогодні у світі зростає попит на вина з малопоширених у культурі плодових рослин, збагачених на біологічно цінні компоненти: органічні кислоти, амінокислоти, вітаміни, мікро-, та макроелементи, фенольні та інші цінні для організму людини сполуки. За своїми профілактичними якостями, біологічною цінністю та лікувальними властивостями такі вина часто не поступаються найкращим виноградним, а за деякими часто перевершують їх. Особлива увага приділяється визначенню антиоксидантної властивості продукту, або БАД.

Для дослідження були обрані ягоди ожини сорту Ранній, яка внесена до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Збирали плоди з кущів, типових для помологічного сорту та одного віку. Відбір проб для проведення аналізів виконували за ДСТУ. Визначення масової частки сухих розчинних речовин, цукрів та титрованих кислот визначали за стандартними методиками у період технічної стиглості плодів чожини [4].

Результати досліджень

Плоди вживають у їжу свіжими і сушеними, використовують також для приготування варення, сиропів, вина, безалкогольних напоїв, екстрактів, желе, мармеладів. Вони містять цукри (6,0-6,8 %), яблучну, лимонну, винну і саліцилову кислоти (0,96 ‰), дубильні й азотисті сполуки, мінеральні речовини, вітаміни С, Е і каротин. Насіння містить 9—12 % жирної олії. Мінімум калорій з лишком

заповнюється корисними речовинами, якими багата ця ягода: вітамінами Е, С, РР, К, Р; провітамін А; солями Ка, Mg, Cu та іншими мікро-, макроелементами; пектин; незамінними амінокислотами.

Вино з ожини має ті ж властивості, що й свіжі ягоди. Крім того, воно здатне зміцнювати судинні стінки, стимулює роботу імунної системи, знімає роздратування, стресове навантаження. У невеликих кількостях корисно вживати для профілактики захворювань судин та серця, травної системи. З метою зниження ваги допоможе вино, ожина, в якому є основним інгредієнтом.

Експериментальна партія вина з культурної ожини сорту Ранній була вироблена на філії лабораторії кафедри ХТГРС у сезон переробки 2023 року .

Збирали плоди вручну в маленькі 3—5 кілограмові кошики. Свіжі плоди після доставки відразу переробляли, але зберігати їх можно протягом трьох-п'яти днів при температурі 3-5°С.

Щоб приготувати вино з ожини в лабораторних умовах, потрібно враховувати певну технологію та дотримуватися деяких рекомендацій: при виборі ягід варто віддати перевагу тим, які вирощувалися на сонячному місці, це сприяє покращенню смаку напою. Ожину потрібно попередньо підготувати, для цього відбирають і видаляють усі ягоди, що підгнили та недозрілі. . Головна умова отримання якісного ароматного вина у тому, щоб ягоди використовувалися стиглі. Недозрілі або із гнильцем зіпсують загальний смаковий букет, порушать технологію виробництва. Мокрі, брудні ягоди теж не придатні для виноробства. Ягоди не потрібно мити, щоб зберегти на них живі бактерії. Для приготування вина до складу включають цукор, також можна додавати мед. Напої можна отримати в залежності від кінцевої мети: столові, солодкі або міцні. Свіжі плоди ожини мають насичений фіолетовий колір, готове вино набуде екзотичного рубінового кольору з фіолетовим відтінком. Ожина надає напою терпкі нотки та солодкий, з легкою кислинкою смак.

Залежно від регіону садові сорти ожини дозрівають у серпні – на початку вересня, у дикій природі на 1–2 тижні пізніше. Для вина підійдуть будь-які ягоди, зібрані у лісі чи саду. Перевага віддається культивованій ожині, у неї більші плоди, більше вміст цукру. Збирати її простіше, садові сорти мають менше шипів, тому більшість вирбництв засновані на ній.

Для приготування ожинового вина рекомендується збирати тільки ягоди, що повністю дозріли, без зелених фрагментів. Роблять це в сонячну погоду, щоб ожина була сухою. На якість алкогольного напою впливає місце зростання культури. Ягоди, що дозріли на відкритому сонячному місці, містять більшу кількість глюкози, процес бродіння буде повноцінним. У ожини на затіненій ділянці домінує кислота, цей фактор необхідно враховувати при виготовленні вина, знадобиться більша кількість цукру.

Ожина, як сировина, відповідає всім вимогам плодово-ягідного виноробства: на поверхні плодів є достатня кількість природних дріжджів; бродіння протікає інтенсивно, біологічний та хімічний склад ягоди не втрачається; з ожини без зайвих фізичних витрат одержують сік. Готове вино швидко освітлюється, з часом набуває стійкого аромату, присутність кислоти стає менш відчутною, консистенція ожинового вина не змінює густини, зберігає забарвлення.

Його можна заготовляти в будь-яких кількостях, оскільки з роками його смак лише покращуватиметься. Крім того, тривале зберігання напою сприятиме зникненню терпкості та придбання благородніших смакових якостей.

Виготовлення вина виконували за наступною технологічною схемою:

Технологічна схема виготовлення ожинового вина

Збір, доставка на переробку	-1 день
Отримання та настій мязги	- 2дні
Отримання та зброжування сусла	- 8 днів
Переливка (зняття з осаду)	- 1день
Доброджування	- 30днів
Друга переливка, купажування	- 1 день
Освітлення, фільтрування	- 7 днів
Відпочинок	- 6 днів
Розлив	- 1день
Всього:	57днів

Перед тим, як приступити до виготовлення м’язги та сусла з ожини, необхідно дотримуватися ряду рекомендацій, які підходять для будь-якої ягоди у виноробстві: сировину не миють, щоб не втратити мікрофлору на поверхні ягоди, тому збирають ожину на третій день після опадів у суху ясну погоду. Цього часу достатньо для відновлення зростання колонії дріжджових грибів. Якщо погода стоїть дощова, а ожина повністю достигла і починає опадати, до сусла рекомендується додати чисту культуру винних дріжджів. В даному випадку знадобиться чиста культура винних дріжджів – «Малтіфлор» або інша придатна для насичених червоних вин.

З садової ожини краще приготувати десертні вина, з дикорослої, столові.

Перед приготуванням м’язги плоди переглядали, відбирали зіпсовані, недозрілі ягоди, листя, плодоніжки.

Ягоди подрібнювали. Отриману м’язгу настоювали з метою насичення сусла екстрактивними речовинами протягом двох діб за температури 21-23°С.

На третю добу виконували відокремлення сусла від м’язги методом пресування. Направляли на зброджування, додавши розрахункову кількість цукру, ретельно перемішуючи розчин.

Ємності з сумішшю закривали гідрозатвором з метою попередження потрапляння шкідливої мікрофлори до сусла. Термін бурхливого бродіння становив 8 діб за температури 22 - 23°С.

Після утворення явно видимого осаду освітлену частину виноматеріалу переливали в чисту ємність і залишали у спокої для доброджування за тієї ж температури на 30 діб до припинення бродіння і освітлення виноматеріалу.

Виробництво вина переходить у завершальний етап: купажування, освітлення оклеюючими речовинами (за необхідності), фільтрування і стадію витримки.

Купажуванням коригували вміст цукру, за потреби додавали цукор доводячи до відповідних кондицій.

Визначали органолептичні та фізико-хімічні показники виноматеріалу. Для досягнення прозорості виконували оклеювання желатином, ретельно перемішували і залишали у спокої на 7 діб. Після чого знімали з осаду переливанням у чисту ємність. Фільтрування не виконували. Надавали відпочинок вину протягом 6 діб. За потреби – розливали у пляшки.

Герметично закривали. Термін зберігання за температури +170С необмежений, чим більша витримка, тим смачніший напій.

В результаті отримали натуральне міцне ожинове червоне вино з вмістом спирту 17% об., цукру – 8%, кислотністю - 7‰. За органолептичними показниками: колір – світло-рубіновий, смак і аромат – чистий ожиновий.

Висновки:

В Південно-Східному регіоні України є достатня кількість плодово-ягідної сировини цінного біологічного складу та сприятливі умови для виробництва якісної продукції виноробства.

Досліджений біохімічні склади ягід ожини і його зміни при отриманні соку і технологічній обробці виноматеріалів.

Розроблена оптимальна технологічна схеми отримання сортового міцного червоного ожинового вина. Отримані фізико-хімічні показники дослідженої сировини знаходяться в межах, що нормуються ДСТУ. Це дозволяє використовувати її для отримання високоякісної продукції виноробства, багатої на біологічно активні речовини та дозволить розширити асортимент алкогольних напоїв регіону.

Література:

1. Домарецький В. А. Хімія і біохімія вина / [В. А. Домарецький, В. О. Маринченко, М. В. Білько та ін.]. – К.: НУХТ, 2007. – 261 с.

2. Войцехівський В. І. Біохімічні основи вдосконалення технологій виробництва столових плодово-ягідних вин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 05.18.03 «Первинна обробка та зберігання продукції рослинництва» / В. І. Войцехівський. – К., 2002. – 20 с.

3. Литовченко О. М. Залежність якості яблучних сидрових виноматеріалів від сорту яблук та раси дріжджів / О. М. Литовченко, В. І. Войцехівський // Зб. наук. пр. Уманської ДАА. К., 2001. Вип. 52. – С. 166-169.

4. Сердюк М. Є., Прісс О. П., Гапріндашвілі Н. А. …& Іванова І. Є. Дослідницький практикум. Ч.1.Методи дослідження плодоовочевої та ягідної

5. Кашуба А.А. Аналіз виробництва плодово-ягідних вин /А.А. Кашуба, Н.П. Загорко // Зб. наук. пр. ТДАТУ, Мелітополь, 2020.

6. Куц А.М. Технологія напоїв із плодово-ягідної сировини / А.М.Куц, Конспект лекцій. К.:НУХТ, 2009, 55с.

7. Валуйко Г.Г. Технологія вина / Г.Г. Валуйко, Підручник/ К.: ЦНЛ, 2000, 592с.

8. Малик Ф. Виноградарство і виноробство на фермерських господарствах, малих підприємствах і в домашніх умовах. Навчальний посібник /Ф Малик, В.О. Домарецький, В.М.Ісаєнко, О.С.Лукавін. К.:, ІСДО, 1995,304с.

9. Литовченко А.М. Вина, соки і напої із вашого саду / А.М.Литовченко, С.Т.Тюрін, Січ: Дн-ськ, 2000, 134с.

10. Куркіна В.М. Мікроорганізми сусла і вина. Лекція. ОСГУ. 1988,23с.

11. Рибак Г.М. Довідник по переробці плодів і ягід. /Г.М.Рибак, О.А. Блашкіна, М.Г. Панасюк. К.:, Урожай,1980, 179с.

12. Скрипніков Ю.Г. Виробництво плодово-ягідних вин і соків. Навчальний посібник. Колос, 1983. 253с.

Тема 3.6 Обґрунтування інноваційних технологій виробництва функціональних продуктів на основі грибної сировини

Розділ 3.6.1 Оцінка морфологічних особливостей плодових тіл їстівних грибів lentinula edodes та calocybe indica як об'єктів зберігання

Керівник теми: Бандура І.І.
Виконавці: Ткаченко А.Г., аспірант

Мета дослідження - визначення особливостей та варіативності габітусу промислових штамів шиїтаке і калоцибе індійського (*L. edodes* 3782 та 881, *C. indica* 2598), які є найбільш поширеними в промислових господарствах України, аналіз сучасних методів та підходів до зберігання урожаю цих видів та підбір існуючих варіантів вітчизняної тари для їхнього пакування.

Об'єкт досліджень – плодові тіла штамів *L. edodes* 3782 та 881, *C. indica* 2598

Предмет досліджень – технологічні особливості процесів пакування та тривалого зберігання урожаю шиїтаке і калоцибе індійського

Матеріали та методи дослідження

Культивування грибів проводили в умовах ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» (с. Садове Мелітопольського р-ну), ТОВ «ЕСМАШ -3» та ТОВ «Фунгітерра» (м. Київ) за наступних мікрокліматичних параметрів: 1) температура вирощування обох штамів *L. edodes* складала 18 ± 1 °С, відносна вологість повітря (ВВП) 90 ± 3 %, вміст CO_2 у складі повітря не перевищував 0,15%, інтенсивність освітлювання 150-300 люкс; 2) вирощування *C. indica* відбувалось за температури 28 ± 2 °С з ВВП 93 ± 3 %, вмістом CO_2 − до 0,20%, інтенсивність освітлювання 200-300 люкс [18]. Плодові тіла грибів збирали за досягнення технічної стиглості: до початку спороношення. Оцінку габітусу проводили за наступними показниками: загальна маса плодового тіла, діаметр шапинки, висота шапинки, висота ніжки, діаметр ніжки в мм. Для оцінки варіативності показників рандомно відбирали плодові тіла зібраних урожаїв в кількості не менше 100 штук. Статистичний аналіз проводили у надбудові QI Macros (2021) до Excel 2016 MSO (16.0.4266.1001) код ліцензії 00339-10000-00000-AA963.

За вимогами CODEX STAN 38 пакування свіжих грибів має відбуватися відповідно до вимог «Загальних принципів гігієни харчових продуктів» (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2 (1985), Кодекс Аліментаріус, Том 1). У розділі 6 зазначається, що тара має бути добре заповнена грибами, а у розділі 7 – необхідність перфорації для вільного доступу повітря та підтримання низьких температур впродовж зберігання та розташування на полицях маркетів [19]. Втім, застосування сучасних пакувальних матеріалів, зокрема полівінілхлоридних стрейчових харчових плівок, безпечних при контакті з продуктами, дозволяє забезпечити необхідний газообмін та захистити гриби від мікробіологічної контамінації через отвори перфорації [20]. Звичайно, потрібно враховувати тиск таких плівок на плодові тіла у пакованнях, що може привести до механічних пошкоджень.

Отже, у регламенті пакування потрібно було враховувати 2 фактори:

1) максимальну наповненість для запобігання вільному пересуванню плодових тіл та можливому травмуванню впродовж логістичних операцій,

2) властивості плівки, яка забезпечуватиме утримання плодових тіл у певному положенні та необхідний газообмін.

Отримані результати

Проведена оцінка варіативності морфологічних показників плодових тіл дозволяє спрогнозувати розміри тари, необхідної для виконання поставлених задач (табл. 3.6.1.1).

Таблиця 3.6.1.1

Морфологічні параметри габітусу плодових тіл штамів 3782 та 881

Показник	*Lentinula edodes*		*Calocybe indica 2598*	$НІР_{05}$
	3782	881		
Маса ПТ, г	$13,0^{c} \pm 5,9$	$23,3^{b} \pm 9,9$	$60,6^{a} \pm 31,6$	6,0
Діаметр шапинки, мм	$50,3^{c} \pm 8,8$	$60,9^{b} \pm 11,3$	$68,6^{a} \pm 15,1$	3,4
Висота шапинки, мм	$14,0^{b} \pm 2,3$	$11,2^{c} \pm 2,8$	$30,5^{a} \pm 8,9$	2,4
Висота ніжки, мм	$29,7^{c} \pm 6,8$	$44,2^{b} \pm 9,2$	$77,4^{a} \pm 15,6$	3,3
Діаметр ніжки, мм	$10,7^{c} \pm 2,1$	$18,2^{b} \pm 5,2$	$38,1^{a} \pm 9,8$	2,7

Примітка: асимптотична значимість за $p < 0,01$, позначена індексами латиницею

Так, середні параметри плодових тіл (ПТ) *C. indica* 2598 значно перевищували показники обох штамів шиїтаке: 1) за масою у 4,7 раза, як порівнювати з *L. edodes* 3782, та у 2,6 раза були важчими ніж ПТ *L. edodes* 881; 2) за діаметром шапинки ширше на 18,5 мм та на 7,7 мм відповідно; 3) висота (товщина) шапинки була більшою ніж у 2 рази в обох варіантах порівняння; 4) висота ніжки була вищою на 47 та на 33 мм відповідно; 5) діаметр ніжки був на 27мм більшим ніж у ПТ *L. edodes* 3782, та на 20 мм як порівняти з *L. edodes* 881. Істотні відмінності ($p < 0,01$) були визначені між дослідженими штамами за всіма перевіреними ознаками. Найменші ПТ мав штам *L. edodes* 3782, які мали значно меншу та тоншу ніжку ніж ПТ штаму *L. edodes* 881, а отже кожен з варіантів потребував індивідуального підходу до вибору паковання.

Важливою складовою для визначання оптимальних параметрів паковання є показники варіативності штаму, зокрема – коефіцієнт варіативності (V_σ), який дає змогу визначити різнорідність вибірки (врожаю) та коефіцієнт асиметрії варіаційного ряду, що дозволяє визначити схильність загальної вибірки в сторону більших або менших значень. Тобто спрогнозувати реальні відсотки врожаю грибів, який може бути запакований, та відсоток відсортованих за розміром грибів, які можуть продаватися за іншою маркетинговою категорією: великі (*big size*), або навпаки, малі (*baby*). Таке сортування вже застосовується у реалізації печериці і гливи степової (ерінгі) та має своїх шанувальників.

За результатами описової статистики вибірок було визначено, що коефіцієнти варіації всіх досліджених штамів за показником маси ПТ є достатньо високими: V_σ (*L. edodes* 3782) = 0,45, V_σ (*L. edodes* 881) = 0,42, а *C. indica* 2598 = 0,52. Отже,

врожай цих штамів є неоднорідним у сукупності, бо більше 40% грибів мають параметри, які значно відрізняються від середніх (рис. 3.6.1.1).

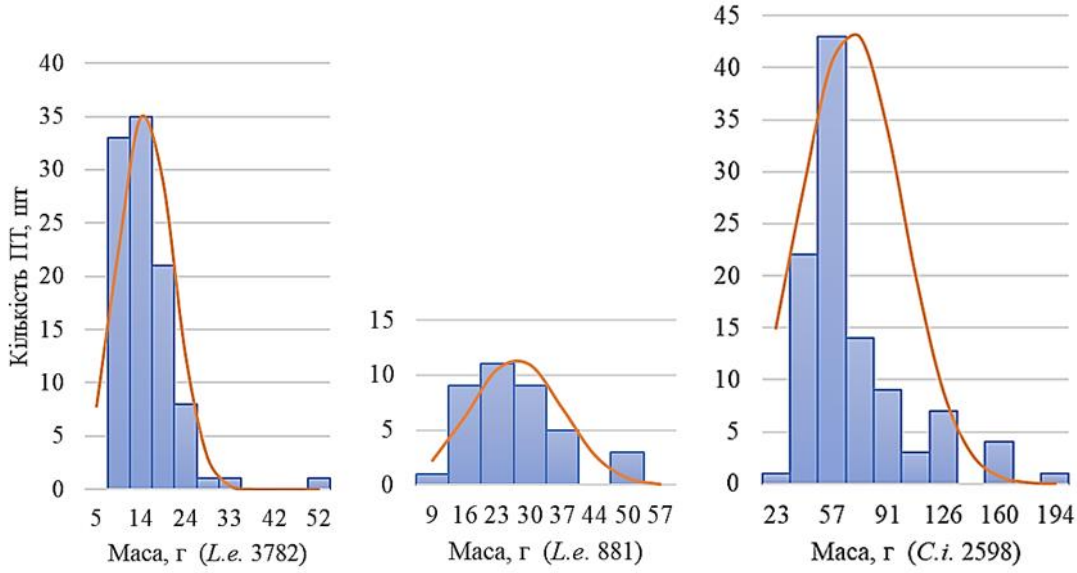


Рис. 3.6.1.1. Варіативність маси плодових тіл штамів *L. edodes* 3782 та 882, *C.*

Отже, потрібно вводити обов'язкову операцію сортування перед процедурою пакування, для розділення грибів на категорії. Приблизний відсоток різних категорій за масою ПТ можливо розрахувати за вибірковими рядами за допомогою діаграм та коефіцієнтів асиметрії варіаційних рядів урожаю, які за результатами досліду складали: *As* (*L. edodes* 3782) – *2,34; As* (*L. edodes* 881) – *0,793;* форму; при *As* > 0 розподіл має додатню (правосторонню) асиметрію, схиляється до менших значень; при *As* < 0 — від'ємну (лівосторонню), отже схиляється до більших значень [21]. Отже, доля грибів меншої за середню маси у врожаї усіх досліджених штамів є вищою, але найбільшу асиметрію вибірки спостерігали при

За отриманою градацією (інтервалами) визначено, що 68% ПТ *L. edodes* 3782 мають масу від 10 до 14 г, а лише 3% більше 28 г. Більшість ПТ штаму *L. edodes* 881 мала масу від 16 до 30 г, що як порівнювати в 2 рази буде зменшувати кількість грибів у пакованнях однакового параметру [21].

Для вибірки штаму *C. indica* 2598 за показником маси був характерним позитивний ексцес вибірки – 2,38, що дає змогу прогнозувати отримання біля 80% грибів з масою від 40 до 74 г. Вибірка для *L. edodes* 881 за масою мала негативний ексцес (–0,59), що говорить про відносну рівномірність розподілу вибірки, а на практиці – про необхідність універсального паковання, або сортування врожаю не менше ніж за трьома категоріями.

Діаметр шапинок, якщо вкладати їх перпендикулярно чи під кутом до низу ємності буде визначати необхідну висоту паковання. За результатами статистичного аналізу вибірок виявлено відносно низькі коефіцієнти варіації цієї ознаки: $V_{\sigma} =$ 0,18; 0,19; 0,22 для *L. edodes* 3782, 882; *C. indica* 2598 відповідно. Якщо

для пакування невеликих за розміром плодових тіл *L. edodes* підходить інший варіант укладання шапинок - паралельно до днища, тобто на висоту плодового тіла, то для значно більших за розмірами плодових тіл *C. indica* 2598 підходить лише горизонтальне розташування у пакованні. Отже, для цього виду діаметр шапинки буде визначальним для прогнозування висоти паковання. 90 % вибірки цього штаму знаходяться в інтервалі від 57 до 90 мм, відповідно висота тари має бути не меншою, ніж визначений діаметр шапинки (рис. 3.6.1.2).

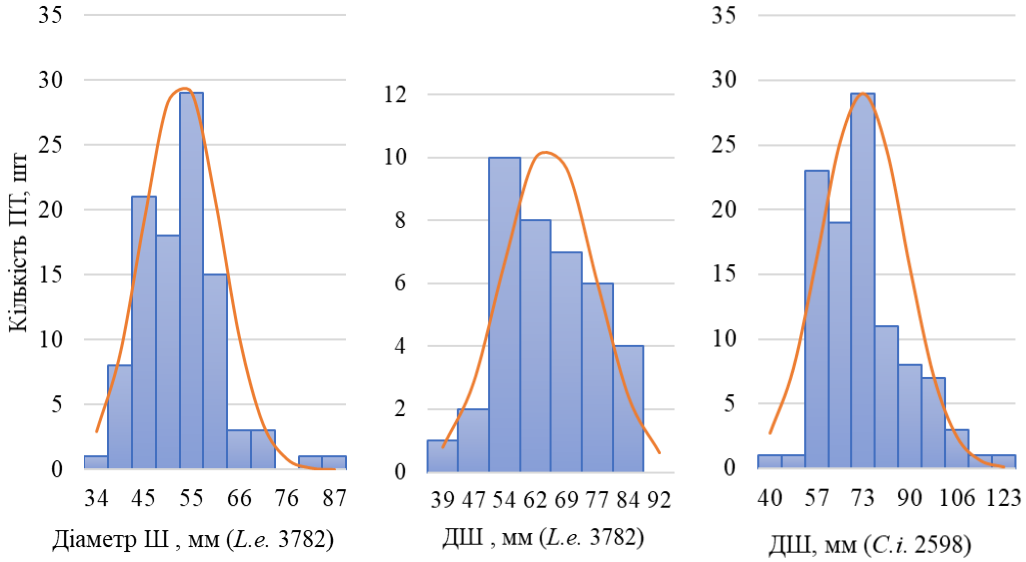


Рис. 3.6.1.2. Варіативність діаметру шапинок плодових тіл штамів

Отже, необхідна висота ємностей, придатних для пакування плодових тіл досліджених штамів, за умов укладання їх перпендикулярно до днища, за більшістю градацій буде мати не меншою ніж 65 мм для *L. edodes* 3782, 80 мм для 881 та 90 мм для *C. indica* 2598.

Коефіцієнти асиметрії (*As)* варіаційних рядів складали: (*L. edodes* 3782) = - розподілу для вибірки урожаю лише для штаму *L. edodes* 881, тоді як урожай штаму *L. edodes* 3782 мав тенденцію до більших за середній діаметр шапинок, а для *C. indica* 2598 – навпаки, більшість шапинок мала менший від середнього розмір.

Параметричне прогнозування ширини тари у будь-якому варіанті укладання потрібно проводити за сумою діаметрів шапинок. Довжину тари для невеликих за розміром ПТ, до яких можна віднести штами *L. edodes,* можливо розрахувати як за сумою діаметрів ПТ, що будуть укладатись горизонтально, так і за сумою висоти ПТ у разі їх перпендикулярного розташування. Довжину тари для плодових тіл висоти ПТ. Висота ПТ, в свою чергу, визначається за сумою довжини ніжки та висоти шапинки.

Варіативність ознаки висоти ніжки в усіх досліджених штамів не перевищувала 23%, що свідчить про сталість цього показника: V_σ дорівнював 0,23;

0,21; 0,20 для *L. edodes* 3782, 882, *C. indica* 2598 відповідно. Коефіцієнти асиметрії вибірок складали: *As* = -0,05; 0,37 та 0,39 відповідно (рис. 3.6.1.3).

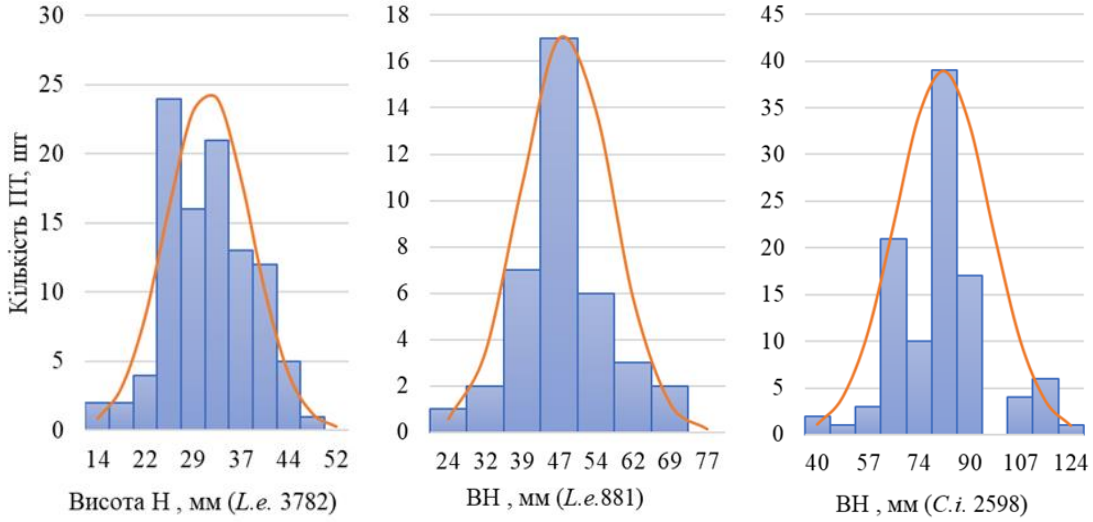


Рис. 3.6.1.3. Варіативність висоти ніжок плодових тіл штамів *L. edodes* 3782 та 882, *C. indica* 2598

Отримані результати доводять відносну рівномірність розподілу вибірки. Висота ніжки ПТ 86% урожаю *L. edodes* 3782 була від 25 до 41 мм, 90% урожаю *L. e*

Висота шапинки досліджених штамів мала розмах варіаційного ряду від 10 до 20 мм у штамів шиїтаке, що не є критичним у визначенні середніх розмірів тари, тоді як для *C. indica* 2598 ця ознака характеризувалася розмахом від 15 до 70 мм (рис. 3.6.1.4).

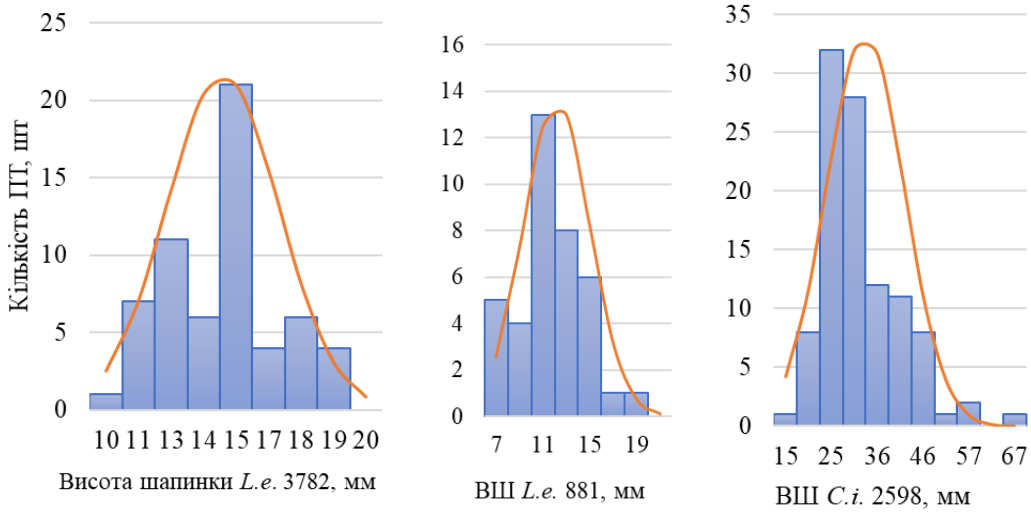


Рис. 3.6.1.4. Варіативність висоти шапинок плодових тіл штамів *L. edodes* 3782 та 882, *C. indica* 2598

V_σ дорівнював 0,16; 0,25; 0,29, а *As* – 0,43; 0,51; 1,11 для *L. edodes* 3782 та 882, тенденцією зміщення варіації ознаки у сторону нижчих значень.

5

4

м

м

.

Були запропоновані формули для визначення розмірів тари, які дозволяють врахувати особливості габітусу грибів:

1) Висота паковання (ВП) = *n* × Діаметр шапинки за вертикального укладання шапинок. Для кращого збереження цілісності ПТ бажано, щоб *n* – кількість плодових тіл дорівнювало 1, тобто гриби укладались одним шаром; у разі декількох шарів формула прогнозування висоти зміниться на ВП = *n* × (Висота шапинки + висота ніжки);

2) Ширина паковання = *n* × Діаметр шапинки;

3) Довжина паковання (ДП) = *n* × (Висота ніжки + висота шапинки, за умови укладання шапинками перпендикулярно до днища ємності, або ДП = *n* × Діаметр шапинки, за умови горизонтального (паралельного) розміщення.

За проведеними підрахунками та з оглядом на особливості варіативності габітусу було визначені бажані параметри тари для пакування досліджених штамів за умов розташування ПТ одним шаром. Так для грибів штаму *L. edodes* 3782 розрахунки мають наступний вигляд: висота 14,0 + 29,7 ≈ 44 (мм); ширина (*n* × 50,3) приблизно 150 мм – 200 мм (по 3 – 4 ПТ), довжина відповідно 150…250 мм (від 3-х до 5-ти ПТ). Отже, такий результат відповідає розмірам харчових паковань М4-260/177/45 та М4-260/177/55, які широко представлені на вітчизняному ринку та мають універсальне призначення. Маса грибів у такому пакованні дорівнюватиме у середньому результатам наступному розрахунку: (середня маса одного ПТ) × кількість ПТ, отже приблизно від 13×3×3 = 117 г чи 13×4×5 = 260 г. Також, можливим є застосування лотків зі спіненого полістиролу Т-9-40 (240х155х40), що є достатньо економічною альтернативою ПЕТ тари. Більш дорогим, але значно привабливішим варіантом, є застосування типового кошика зі шпону з розмірами 150х120х60 мм. Втім, за рахунок великих отворів у такому пакованні потрібно зважати на можливість значного зменшення маси грибів впродовж зберігання.

Регламент процесу пакування більших за розмірами плодових тіл штаму *L. edodes*

Для пакування цього виду необхідні наступні параметри ємностей: висота не менше 70 мм (ДШ = 68,6 ± 15,1), ширина від 70 до 105 мм (68 + діаметр ніжки - 38), якщо вкладати 1 чи 2 плодових тіла напроти, шапинкою до ніжки, а довжина не менше 105…110 мм (за середніми 31 мм (ВШ) ± 77 мм(ДовжН) = 108 мм). Отже, підійдуть ПЕТ ємності TL4-300/70 з розмірами 130х112х70 та, можливо, ємності призначені для пакування грибів Т7-500/75 з параметрами 143х120х75, для яких передбачені окремі кришки L7-25. Застосування кришок спростить процедуру пакування та сортування, бо надасть можливість пакувати гриби з діаметром шапинки, який є вищим за середні результати.

дніпр

Висновки

Досліджені культивари суттєво відрізнялись за ознаками: найбільшу масу 60,6 ± 31 , що у 4,7 раза перевищувало середні цієї ознаки *L. edodes 3782* та у 2,6 раза - *L. edodes* 881. Варіативність параметричних ознак габітусу досліджених штамів була нижчою за 30 %, що дає змогу з високою точністю прогнозувати кількість отримання урожаю певних розмірних категорій та підбирати типорозміри тари для забезпечення нетравматичного пакування. Для *L. edodes* 3782 такими є існуючі варіанти ПЕТ ємностей М4-260/177/45 та М4-260/177/55 та лотки зі спіненого полістиролу Т-9-40 (240х155х40). Для пакування урожаю *L. edodes* 881 придатним

Список використаних джерел

1. Cheung P. C. Mushrooms as Functional Foods. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008. 293 p.

2. Maity P. Maity P., Sen I. K., Chakraborty I., Mondal S., Bar H., Bhanja S. K., Mandal S., Maity G.N. Biologically active polysaccharide from edible mushrooms. International Journal of Biological Macromolecules. 2021. Vol. 172. P. 408–417.

3. Turck D., Castenmiller J., De Henauw S., Hirsch‐Ernst K.I., Kearney J., Maciuk A., Mangelsdorf I., McArdle H.J., Naska A., Pelaez C. Safety of Vitamin D2 mushroom powder (Agaricus bisporus) as a Novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA Journal. 2022. Vol. 20, № 6. P. 22.

4. Antontseva E. V., Belyakova T. N., Zabodalova L., Shamtsyan M. Polysaccharides of the oyster mushroom in yogurt production. Dairy Industry. 2019. Vol. 2. P. 54–55. URL: https://www.researchgate.net/publication/330975662_Polysaccharides_of_the_oyster_mushroom_in_yogurt_production (accessed 10.03.2020).

5. Wan-Mohtar W. A., Mahmud N., Supramani S., Ahmad R., Zain N. A., Hassan N. A., Peryasamy J., Halim-Lim S. A. Fruiting-body- base flour from an oyster mushroom - a waste source of antioxidative flour for developing potential functional cookies and steamed-bun. *AIMSAGRI.* 2018. Vol. 3, № 4. P. 481–492.

6. Bandura I., Isikhuemhen O. S., Kulik A., Serduk M., Sucharenko O., Jukova V., Koliadenko V., Gaprindashvili N. Effect of perforation size and substrate bag fruiting position on the morphology of fruiting bodies and clusters in Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. *J App Biol Biotech.* 2021. Vol. 9, №3. P. 35–40.

7. Бандура І. І., Кулик А. С., Каліцинський С. С, Сербова І. О. Особливості зберігання грибів родини 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.

8. Bach F. Helm C. V., De Lima E. A., Bellettini M. B., Haminiuk C. W. Influence of cultivation methods on the chemical and nutritional characteristics of Lentinula edodes. *Emirates Journal of Food and Agriculture.* 2019. Vol. 30, №12. P. 1006–1013.

9. Zhang R., Huang C., Zheng S., Zhang J., Ng T. B., Jiang R., Zuo X., Wang H. Strain-typing of Lentinula edodes in China with inter simple sequence repeat markers. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2007. Vol. 74,

№ 1. P. 140–145.

10. Subbiah K. A., Balan V. A. Comprehensive review of tropical milky white mushroom (Calocybe indica P&C). *Mycobiology.* 2015. Vol. 43, № 3. P. 184–194.

11. Datta S., Dubey J., Gupta S., Paul A., Gupta P., Mitra A. K. Tropical milky white mushroom, Calocybe indica (Agaricomycetes): An effective antimicrobial agent working in synergism with standard antibiotics. IJM. *Begel House Inc.* 2020. Vol. 22, № 4. P. 335–346.

12. Bandura I., Isikhuemhen O. S., Kulik A., Bisko N. A., Serdyuk M., Khareb V., Khareba O., Ivanova I., Priss O., Tsyz O., Makohon S., Chausov S. Biology and nutritional contents in the culinary- medicinal Milky white mushroom, Calocybe indica (Agaricomycetes), during cultivation involving casing and scratching treatments. *Int J Med Mushrooms.* 2021. Vol. 23, №12. C. 53–63.

13. del Rıo L. A., Pastori G. M., Palma J. M., Sandalio L. M., Sevilla F., Corpas F. J., Jiménez A., López-Huertas E., Hernández J. A. The activated oxygen role of peroxisomes in senescence. Plant Physiology. *American Society of Plant Biologists*. 1998. Vol. 116, № 4. P. 1195–1200.

14. Tao F., Zhang M., Yu H. Effect of vacuum cooling on physiological changes in the antioxidant system of mushroom under different storage conditions. *Journal of Food Engineering. Elsevier.* 2007. Vol. 79, № 4. P. 1302–1309.

15. Ayala Zavala J. F. High relative humidity in package of fresh cut fruits and vegetables: advantage or disadvantage considering microbiological problems and antimicrobial delivering systems. *Journal of Food Science.* 2008. Vol. 73, № 4. P. R41–R47.

16. Linke M., Geyer M. Condensation dynamics in plastic film packaging of fruit and vegetables. *Journal of Food Engineering.* Elsevier, 2013. Vol. 116, № 1. P. 144–154.

17. Чернишов І. В. Пакування та реалізація свіжих грибів глива. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв*; матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: ДБТУ, 2021. С. 408–409.

18. Philippoussis A., Diamantopoulou P., Zervakis G. Monitoring of mycelial growth and fructification of lentinula edodes on several agricultural residueS. *Mushroom Biology and Mushroom Products.* 2002. P. 279–287.

19. Standards CODEX ALIMENTARIUS FAO-WHO [Electronic resource]. URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex- texts/list-standards/en/ (accessed 07.07.2022).

20. Donglu F., Wenjian Y., Kimatu B. M., Xinxin A., Qiuhui H., Liyan Zet. Effect of nanocomposite packaging on postharvest quality and reactive oxygen species metabolism of mushrooms (Flammulina velutipes). *Postharvest Biology and Technology.* 2016. Vol. 119. P. 49–57.

21. Бахрушин В. Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. Запоріжжя: КПУ, 2011. 268 с.

Розділ 3.6.2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВИХ БАТОНЧИКІВ З ДОДАВАННЯМ ГРИБІВ

Керівник теми: Бандура І.І.
Виконавці: Сокот О.Є., аспірант

Мета дослідження - вирішення задачі оптимізації технології виробництва зернових батончиків з додаванням грибів гливи звичайної.

Об'єкт досліджень: рецептурні компоненти зернових батончиків (зерно вівса, насіння кунжуту та соняшнику, плодові тіла гливи звичайної), їх функціональна придатність.

Предмет досліджень: технологічні процеси виготовлення зернових батончиків з додаванням грибної сировини.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження проводили в умовах лабораторії Відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції Інституту продовольчих ресурсів НААНУ.

Відділ акредитований Національним агентством з акредитації України на компетентність відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 в сфері: органолептичні, фізико-хімічні, хроматографічні та молекулярно-генетичні випробування харчових продуктів та продовольчої сировини. Атестат № 2Н1199 від 12 лютого 2016 року.

Грибну сировину отримували з ТОВ «ДАМАТО», м. Бровари, Київської обл. (директор Тимошенко О. В.).

Інші складові рецептури купували в мережі магазинів «Сільпо» [3-6]. Виготовлення грибних напівфабрикатів та дослідних зразків батончиків проводили в лабораторіях інституту з застосуванням духових шаф, сушильних пристроїв та іншого необхідного обладнання [7].

На першому етапі досліджень аналізували органолептичні показники батончиків виготовлених з додаванням грибного борошна, свіжих подрібнених грибів гливи та відварених грибів у вигляді фаршу у кількості 5% від загальної сухої маси інгредієнтів (рис. 3.6.2.1**)**.

Визначали вплив попередньої кулінарної обробки грибної сировини на якість кінцевого продукту та обрали найбільш придатний спосіб термічної підготовки за результатами експертного методу (дегустації) оцінки зовнішнього вигляду, кольору, смаку, структури, аромату виробу [1,2].

Для надання необхідної консистенції до варіантів з сирими грибами та грибним борошном додавали необхідну кількість води температурою 100 °С відповідно до рецептури (табл. 3.6.2.1).

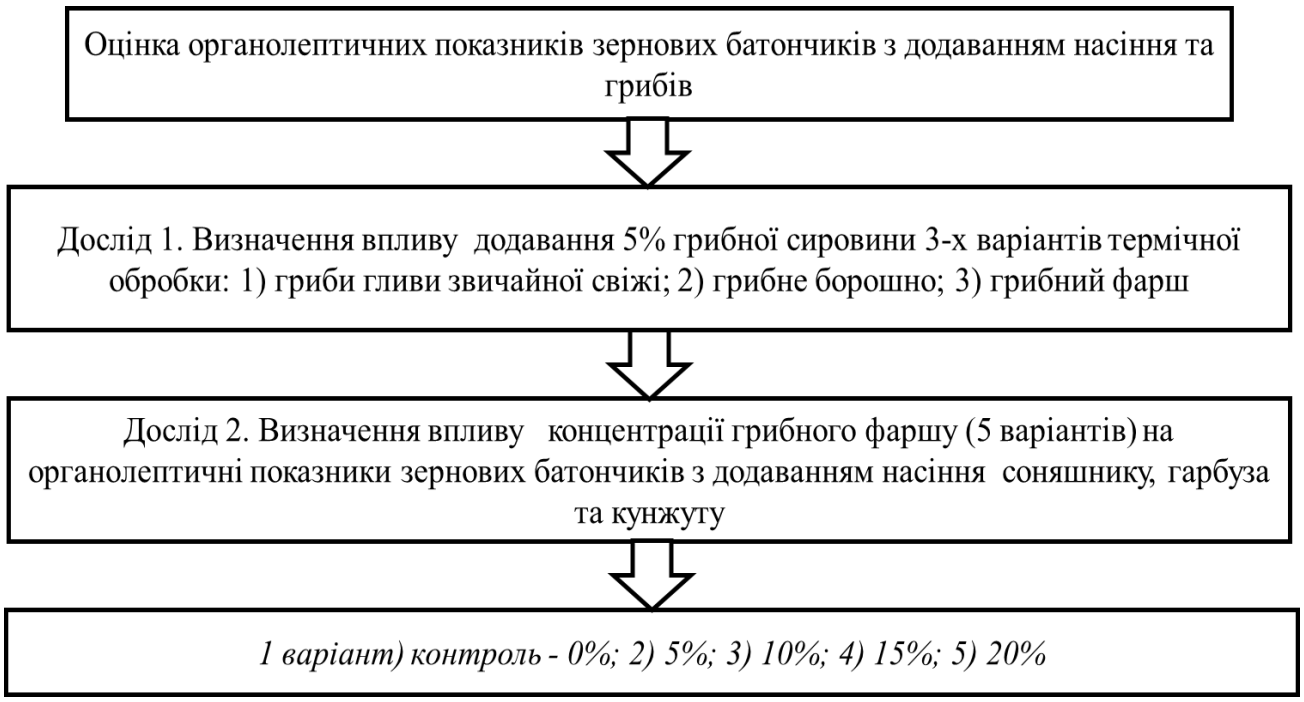


Рис. 3.6.2.1. Схема досліджень

Таблиця 3.6.2.1

Рецептура батончиків за варіантами досліду, % за масою

Складові, %		1	2	3
Овес, пластівці		50	50	50
Насіння соняшнику		30	30	30
Насіння гарбуза		10	10	10
Насіння кунжуту		4	4	4
Гриби	свіжі	5	-	-
	борошно	-	5	-
	відварені	-	-	5
Сіль, спеції		1	1	1
Вода для зволоження		20	50	0

У рецептурі з відвареними подрібненими грибами воду не додавали.

На другому етапі визначали вплив концентрації грибного фаршу (від 5 до 20%) на означені показники виготовлених батончиків (табл. 3.6.2.2).

Таблиця 3.6.2.2

Рецептура батончиків за варіантами досліду, % за масою

Складові, %і	Варіанти				
	1(контроль)	2	3	4	5
Грибний фарш	0	5	10	15	20
Овес, пластівці	55	45	40	35	30
Насіння соняшнику	30	30	30	30	30
Насіння гарбуза	10	10	10	10	10
Насіння кунжуту	4	4	4	4	4
Сіль, спеції	1	1	1	1	1

Хімічний аналіз зразків проводили відповідно до вимог чинних стандартів та за стандартизованими методиками.

Вміст вологи в сировині для виготовлення батончиків визначали гравіметричним методом за температури 102 ±1°С. Для цього відібрані зразки подрібнювали, поміщали в алюмінієві бюкси з визначеною попередньо вагою, зважували та у відкритому вигляді поміщали до сушильної шафи.

Вміст золи визначали за наступним алгоритмом: подрібнювали висушений зразок у ступці до часточок діаметром до 1 мм, підсушували за температури 92 ±2 °С до відсутності змін при зважуванні; зважували 3 г абсолютно сухого зразку у керамічних тиглях відомої ваги; спалювали у муфельній печі за температури 550 ± 10 °С протягом трьох годин; охолоджували в ексикаторі. Вираховували вміст золи у відсотках через відношення залишкової маси до початкової маси зразку помножене на 100 [12].

Вміст протеїнів розраховували за вмістом загального азоту (нітрогену) визначеного за Кьєльдалем, множенням на коефіцієнт 4,28 з урахуванням засвоюваності білків грибів [13]. Вміст загального азоту визначали хлорамінним методом, запропонованим Починком та удосконаленим в подальших експериментах [14].

Екстракцію ендополісахаридів з плодових тіл грибів проводили за наступною методикою: до 10 мл дистильованої води додавали 2 г порошку з ретельно подрібненої маси плодових тіл грибів (попередньо висушених до відсутності зміни маси за повторного зважування), перемішували методом струшування або за допомогою чистої скляної палички; протягом 16 год витримували у духовій шафі за 98 ±0,1 °С; до отриманого екстракту додавали 96%–й етиловий спирт у співвідношенні 1:2 (за об’ємом) для осадження полісахаридів; відстоювали розчин 24 год за температури 4 °С. Отриманий осад відокремлювали центрифугуванням за 5000 об/хв протягом 25 хв. Осад розчиняли додаванням 20–30 мл гарячої деонізованої води (90 ± 1°С). Суспензовану фракцію ендополісахаридів висушували за 60 °С протягом 8 годин. Кількість ендополісахаридів у сухій речовині визначали у відсотках за відношенням маси ендополісахаридів до початкової маса зразка помноженого на 100%.

Органолептичну оцінку отриманих продуктів проводили експертним дегустаційним методом, за попередньо підготовленими бланками з бальною системою оцінок показників, куди 10 експертів вносили свої оцінки. Отримані результати усереднювали та будували відровідні профілограми. Для експертної оцінки органолептичних показників продуктів були залучені студенти, викладачі та лаборанти відділу.

Обчислення результатів та значимість дослідних факторів виконували з застосуванням статистичної комп’ютерної програм Excel з надбудовою QIMacros®.

Отримані результати

Технологічну схему виготовлення зернових батончиків розроблено на основі стандартних схем виробництва такої продукції з урахуванням удосконалення процесу через введення операції «дозрівання» (рис. 3.6.2.2).

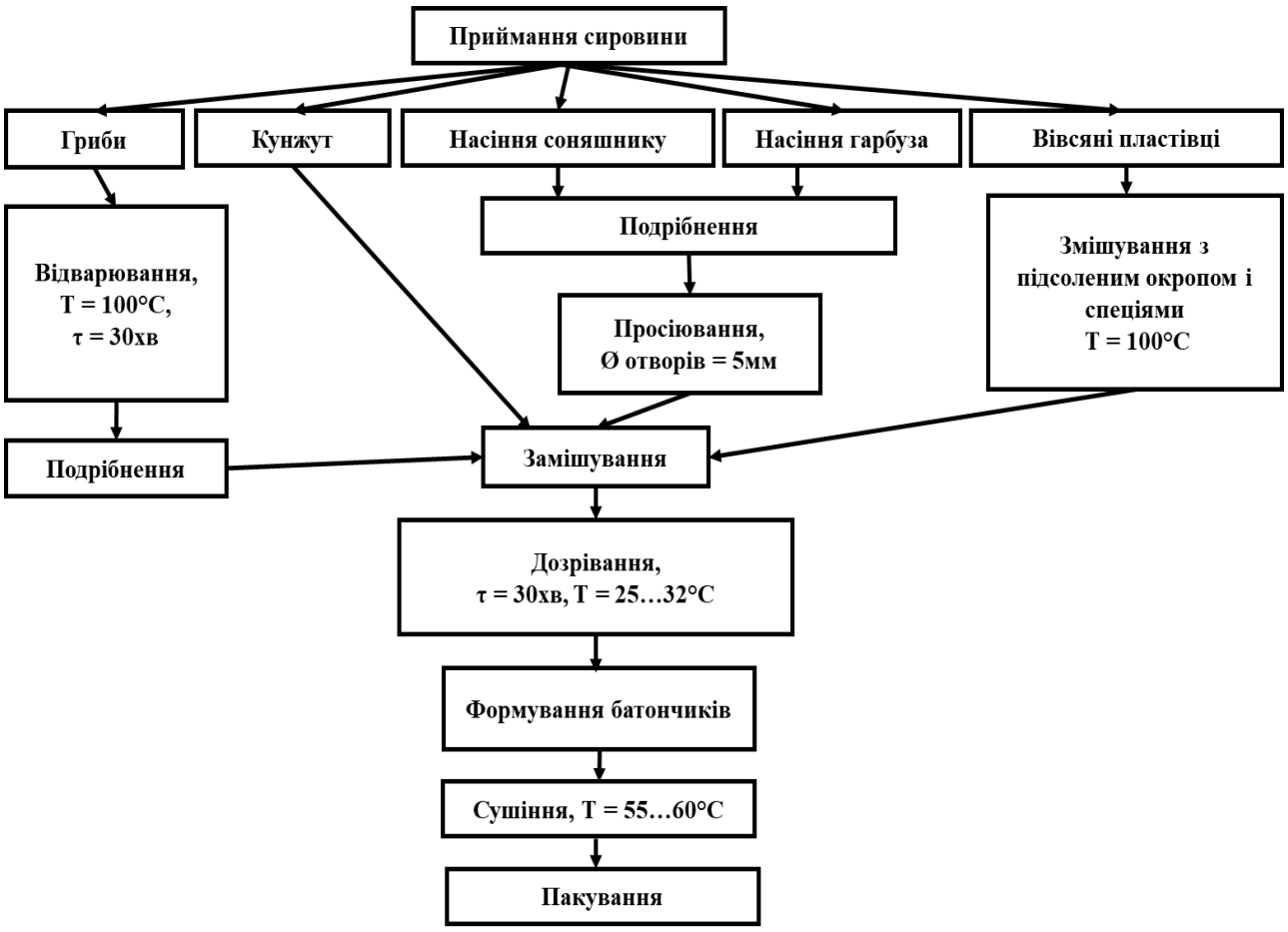


Рис. 3.6.2.2. Схема виробництва зернових батончиків з додаванням грибної сировини

Приймання сировини: за показниками кількості та якості сировина має відповідати вимогам діючих стандартів: ДСТУ 7012:2009 «Кунжут. Технічні умови», ДСТУ 4843:2007 «Ядро соняшникового насіння. Технічні умови», ДСТУ 7786:2015 «Глива звичайні свіжа. Технічні умови», ДСТУ 2903:2005 «Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови» [3-6].

Відварювання грибів, або бланшування проводять за температури 60°С впродовж 15 хвилин в спеціальних ємностях. Гриби завантажують у сітки та занурюють у кріп, який постійно перемішують механічно. Після температурного впливу сітку підіймають тельфером та тримають над ємністю 30 хв для видалення незв'язаної води.

Подрібнення сировини до необхідних розмірів виконується на кутері до розміру часточок 2-5 мм. Отриманий фарш вивантажують у ємність для змішування.

Просіювання насіння соняшнику та гарбуза проводиться за допомогою механічних сит, які постійно струшуються, діаметр отворів сита має бути 5мм.

Зволоження (відновлення) вівсяних пластівців проводять дозованою кількістю води з температурою 85…90°С. Окріп підсолюють соллю за рецептурою, туди ж додаються спеції, розсол кип'ятять до 15 хвилин за слабкого нагрівання для кращої екстракції ароматичних речовин. Це робиться для

поліпшення смакових властивостей майбутньої суміші. Далі проводять фільтрацію розчину та додають у пластівці за постійного перемішування.

Замішування: всі інгредієнти засипають у ємність змішувача у визначених рецептурою кількостях, після чого машина замішує всі компоненти до однорідної маси.

У схему включили операцію **дозрівання** з метою активації ферментів та отримання протеїново-глюканових комплексів, які покращують зв'язування компонентів суміші та смакові властивості продукту за рахунок. Складові суміші необхідно витримати півгодини за температури 25…32°С за періодичного перемішування.

Надання форми батончиків: отриману після замішування масу направляють по конвеєру на формувальну машину, де на першому етапі суміш спочатку пресують, далі надають форму стрічки, а на останньому етапі відбувається нарізання на батончики, які розміщують на лотках. Покриття глазурованою або зерновою сумішшю проводять для надання виробу естетичного вигляду. Передбачено використання кунжуту, суміші з льону та насіння соняшнику, тощо.

Сушіння сформованих виробів висотою до 10 мм проводять за конвекції з температурою 55…60°С протягом 60…90 хв. Тривалість може бути збільшеною за необхідності досягнення продуктом вологості у 15-18%.

Пакування виконують автоматично через дозатори та пакувальні пристрої, які забезпечують створення модифікованого газового середовища усередині паковання (видалення кисню, насичення нітрогеном). Такий захід сприяє збереженню продукції [7].

Зберігання: паковання зберігають в тарі із гофрованого картону масою нетто не більше 5 кг, коробки або пачки з картону масою нетто до 3 кг, а потім у ящики дощані, фанерні або з гофрованого картону за температури 18…25 градусів та вологістю повітря до 65%. Зберігають у сухих, чистих, добре вентильованих приміщеннях, які не мають стороннього запаху і не заражені шкідниками. Не допускається зберігати батончики поруч із продуктами, що мають специфічний запах.

Оптимізація складу та собівартості батончиків полягала в визначенні відсоткового співвідношення інгредієнтів, за якого будуть забезпечені вимоги балансу основних нутрієнтів (білків, жирів та вуглеводів), а також знижена вартість. Відповідно до існуючих норм прагнули досягти співвідношення білків/жирів/вуглеводів на рівні 1/1/4 відповідно [58]. Тому встановлювали наступні обмеження вмісту окремих складових: білків від 15…24 г на 100г сухих речовин продукту; жирів від 8 до 15 г/100г; вуглеводів - 55…70 г/100г (табл. *3.6.2.3*).

Таблиця 3.6.2.3

Оптимізація складу зернових батончиків

	гриби	кунжут	соняшникове насіння	насіння гарбуза	овес	Вартість	Обмеження	
Масові долі	0,12	0,05	0,09	0,04	0,70	73,60		

ціна	80,00	162,00	65,00	200,00	60,00	*Вміст*	min	max
білки	20,50	21,97	24,00	36,00	13,14	16,34	15,00	24,00
жири	4,7	58,50	56,00	45,80	6,87	15,00	8,00	15,00
вуглеводи	70,00	4,00	4,00	2,00	68,09	58,67	55,00	70,00
min	0,10	0,05	0,05	0,04	0,50	1,00		
max	0,15	0,15	0,20	0,12	0,70			

Для побудови математичної моделі користувались наступними припущеннями:

Нехай a_{ij} (i = 1…m, j=1…n) - це кількість i (нутрієнтів) в одиниці j-го виду сировини. Позначаємо через $b_{i\,min}$ найменшу припустиму кількість і-ої речовини, а через $b_{i\,max}$ – максимальну.

Через $d_{j\,min}$ позначаємо мінімально необхідний вміст сировини j-го виду у продукті (доля), тоді через $d_{j\,max}$ – максимально допустимий.

c_j (j=1…n) – вартість сировини

Тоді x_j – кількість сировини j-го виду, яку необхідно використати для складання суміші.

У загальному вигляді математична модель матиме такий вигляд:

$F(x) = \sum_{j=1}^{n} c_j \times x_j \;\; (min)$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} b_{i\,min} \le a_{ij} \times x_j \le b_{i\,max}, i = 1 \dots m \\ d_{j\,min} \le x_j \le d_{j\,max}, j = 1 \dots n \\ x_j \ge 0 \; (j = 1, \dots, n) \end{cases}$$

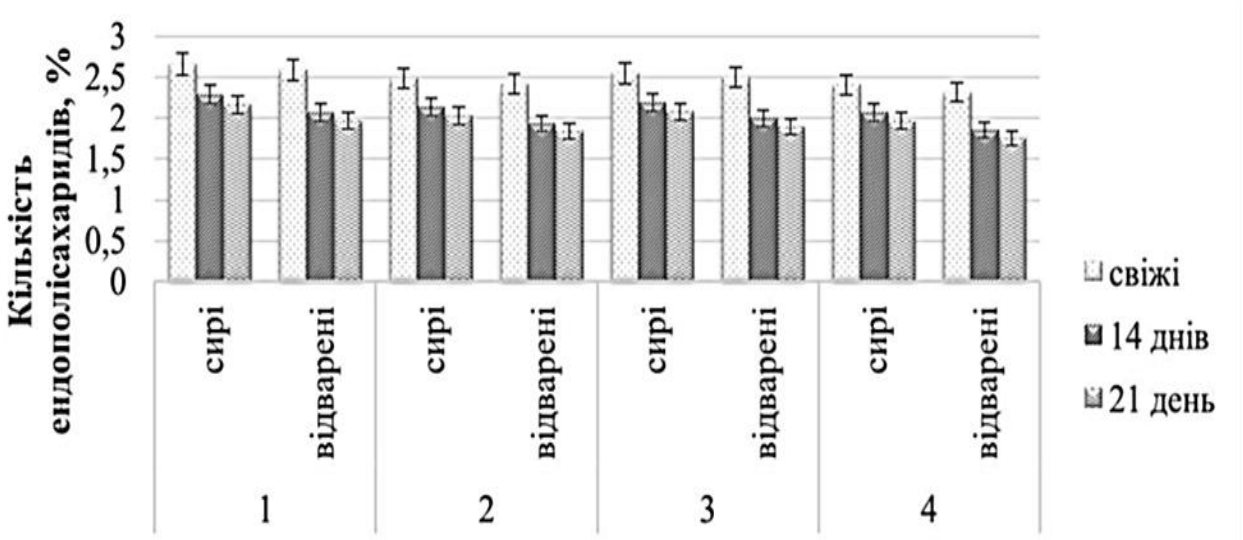
Складаємо базу даних, вводимо цільову функцію та обмеження в інструмент MS Excel та використовуючи пакет рішень в інструменті MS Excel та пошук вирішення створеної лінійної задачі симплекс методом знаходимо найбільш оптимальні значення показників для вирішення необхідної функції (табл. 3.6.2.3).

Відповідно до табл. 3.6.2.3, рішення знайдено за наступних умов:

1. Частка кожного інгредієнта у відсотках складає: 12% грибів, 5% кунжуту, 9% соняшникового насіння, 4% насіння гарбуза та 70% вівса.
2. Вміст жирів у готовому продукті досягає максимального обмеження за рахунок високого вмісту жирів у всіх видах насіння.

Мінімальна вартість готової продуктової суміші сировини складає 73,6 грн/кг, що дає змогу отримати продукт з низькою собівартістю. У розрахунку на 100 г готового виробу (маркетингова модель) собівартість сировини у продукті складатиме 7,36 грн.

За результатом порівняння вмісту ендополісахаридів (ЕПС) в свіжих та відварених грибах гливи звичайної, отриманих з цілих плодових тіл (ПТ) та з окремих шапинок (Ш), визначено, що плодові тіла містять ЕПС на 10 % більше (рис. 3.6.2.3).



Варіанти досліду: 1- плодові тіла (ПТ) біологічної стиглості (БС); 2-шапинки БС; 3-ПТ технічної стиглості (ТС); 4-шапинки ТС

Рис. 3.6.2.3. Вміст ендополісахаридів (%) у плодових тілах гливи

Найбільший вміст ЕПС було виявлено у свіжих плодових тілах (2,7 ± 0,2 % за сухою речовиною), втім істотних відмінностей за цим показником зі свіжими відвареними грибами не було – 2,6 ± 0,6 % [7]. Визначений факт свідчить про можливість використання дешевих відходів грибів після первинної переробки, зокрема отримання борошна з відділених під час очищення комелю (основи зростка) та ніжок [15].

Не визначено суттєвої різниці між вмістом ЕПС в ПТ різного ступеня стиглості, хоча за порівнянням середніх спостерігали зменшення на 0,2% вмісту ЕПС у ПТ та Ш технічної стиглості. Отримані результати дають змогу рекомендувати для переробки сировину у біологічній стиглості, яка за неопублікованими даними гірше зберігається, тож буде коштувати менше.

Доведено поступове зменшення вмісту біоактивних речовин у ПТ гливи впродовж зберігання. Так, у свіжих ПТ біологічної стиглості визначено 2,7% ЕПС, тоді як на 21 добу зберігання вміст знижувався до 2,1%. Подібні зміни спостерігали за аналізування ПТ технічної стиглості: з 2,5% до 2,1%. Отже, свіжа сировина є більш придатною для виготовлення продуктів функціонального призначення.

За короткочасного відварювання суттєвих змін за вмістом ЕПС не спостерігали. Отже вміст біоактивних ß-глюканів залишався достатнім, щоб була можливість застосовувати відварений грибний фарш, який у замороженому вигляді може зберігатися тривалий час. Такий підхід спрощує та стабілізує забезпечення виробництва сировиною.

Оцінку органолептичних показників батончиків, виготовлених з різної грибної сировини проводили експертним методом. Усереднені бали за окремими органолептичними показниками стали основою профілограми якості отриманих варіантів (рис. 3.6.2.4)

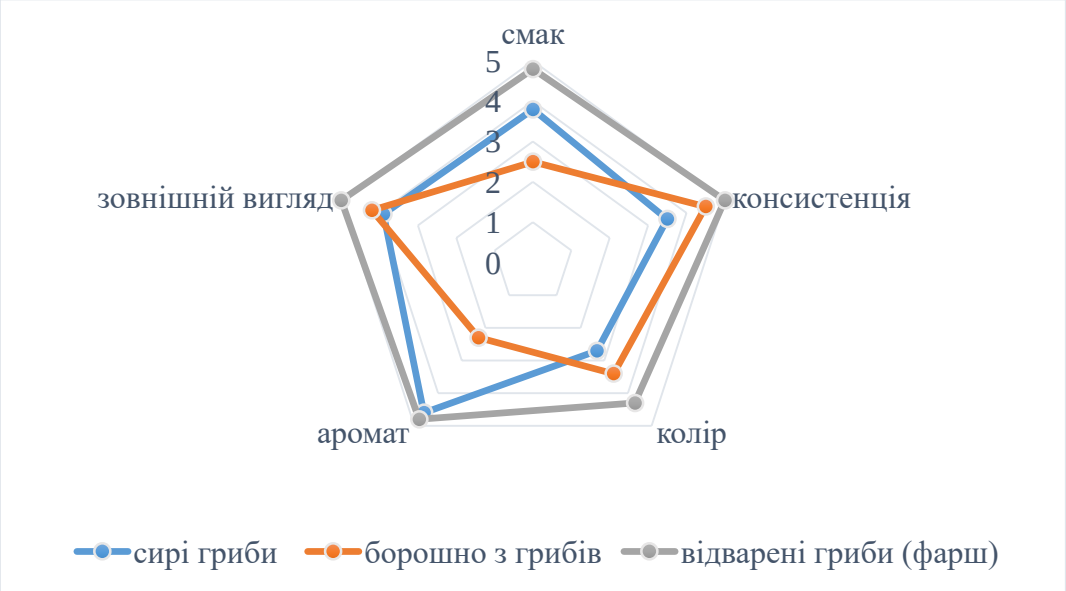


Рис. 3.6.2.4. Результат експертної оцінки якості батончиків, виготовлених за додавання 5% різної грибної сировини

Аналізуванням результатів експертної оцінки визначено істотні переваги фаршу із відварених грибів у якості компоненту рецептури, який підвищує функціональні властивості зернових батончиків.

Оцінки експертів за всіма 5 показниками якості були найвищими, тому площа діаграми якості цього варіанту досліду була найбільшою (сірий колір). Найгірші оцінки за смак (2,5) та аромат (2,3) отримали у варіанті з додаванням грибного борошна.

ксперти відзначали дерев'янистий присмак продукту та найнижчий рівень характерного грибного аромату.

Також вироби з борошном були найбільш крихкими як порівнювати з іншими варіантами досліду [10]. Отже, для виготовлення зернових батончиків з додаванням грибів найбільш придатною сировиною виявився грибний фарш з відварених грибів.

У наступних експериментах використовували свіже виготовлений грибний фарш у різних концентраціях, де вміст вівсяних пластівців заміняли на грибний фарш за сирою масою інгредієнтів [8, 9].

Батончики готувати за технологічною схемою, яку було удосконалено за результатами спостережень у процесі виготовлення (рис. 3.6.2.2.**)** .

Було введено додаткову операцію, так званого «дозрівання», яка передбачала настоювання виготовленої суміші у теплому приміщенні (25…30 °С) або у термостаті.

Це давало змогу розкрити аромат спецій та надати суміші необхідної консистенції.

Після аналізу експертної оцінки органолептичних показників зернових батончиків з додаванням грибного фаршу було визначено оптимальний вміст на рівні 10% від маси сировини (рис. 3.6.2.5).

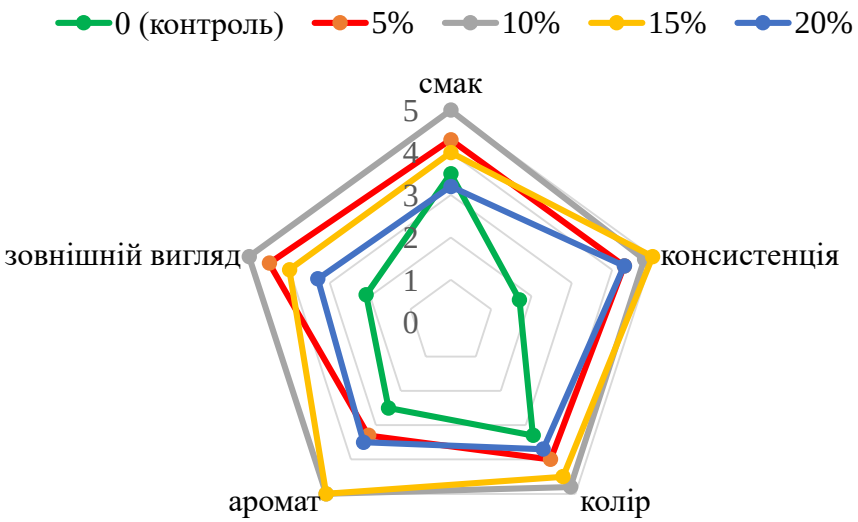


Рис. 3.6.2.5. Результат експертної оцінки якості батончиків з різним вмістом грибного фаршу

Експерти поставили найвищі оцінки батончикам цього варіанту рецептури за показниками аромату, смаку, зовнішнього вигляду і кольору, лише за показником консистенції цей він програвав варіанту з додаванням 15% грибного фаршу. Ми пов'язуємо факт покращення консистенції виробу за рахунок більшого вмісту вологи, що за додавання 15% відвареного грибного фаршу набував оптимальної структури. Втім за підвищення вмісту грибів експерти зазначали перевищення оптимального балансу смаку: говорили про занадто сильний присмак та аромат грибів. Найгірші оцінки мав контрольний варіант, без додавання грибів, за рахунок незбалансованості смаків насіння та надлишкової концентрації вівса, смак якого перебивав смаки всіх інших інгредієнтів. На додаток, вироби цього варіанту рецепту мали найгіршу структуру, були крихкими та мали блідий колір.

Отже, грибний фарш за рахунок вмісту високомолекулярних речовин – глюканів та протеїново-глюканових комплексів дозволяє поєднати компоненти зернової суміші та надати виробу необхідної консистенції. Втім, надлишкове введення фаршу до рецептури погіршує органолептичні показники виробів. Отже, за отриманими результатами експериментального виготовлення зернових батончиків з додаванням грибної сировини рекомендуємо введення 10…15% фаршу з відварених грибів.

Список використаних джерел

1. Кордзая Н.Р., Ковалів І.О. Дослідження ринку зернових батончиків, що реалізуються у роздрібних торговельних мережах м. Одеса Збірник тез доп. 77-ої наук. конф. викл. акад., Одеса, 18-21 квіт. 2017 р. Одес. нац. акад. харч. технологій, 2017. С. 375–376.

2. Bazhay-Zhezherun S. Glazed bar on the basis of sprouted grains of wheat. Журнал увійшов до міжнародної наукометричної бази. 2014. P. 189.

3. ДСТУ 7012:2009 Кунжут. Технічні умови. З поправкою [Чинний від 2010-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2010. 12 с.

4. ДСТУ 4843:2007 Ядро соняшникового насіння. Технічні умови [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2010. 13 с.

5. ДСТУ 2903: 2005 Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2006. 21 с.

6. ДСТУ 7786:2015 Гриби. Глива звичайна свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ, 2016. 11 с.

7. Бандура І.І., Кулик А.С., Макогон С.В., Орлова Т.Ю., Севастьянович. О.С. Перспективи використання грибної сировини для підвищення біологічної цінності продуктів харчування. Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції. 28–29 травня 2019 року, м. Мелітополь, Міжвузівська студентська науково-практична конференція, Видавничо-поліграфічний центр «Lux». 2019. С.51–56

8. Baltacıoğlu C., Baltacıoğlu H., Seyhan R., Uğur Ö., Avcu O. Investıgatıon of the effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) powder on bıscuıt productıon and effect on qualıty crıterıa by fourıer-transform ınfrared spectroscopy. Journal of Food Processing and Preservation. 2020. Vol. 45. № 2.

9. Ястреба Ю.А. Вдосконалення технології грибного напівфабрикату і комбінованих м'ясних продуктів з його використанням: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / Ястреба Юлія Анатоліївна ; НУХТ. Київ., 2012. 20 с.

10. Павлишин М.Л. Дослідження борошняних виробів з нетрадиційної сировини: 13. Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. 2013. № 13. С. 38–40.

11. Toscano G., Riva G., Pedretti E.F., Corinaldesi F., Mengarelli C., Duca D. Investigation on wood pellet quality and relationship between ash content and the most important chemical elements. Biomass and Bioenergy. 2013. Vol. 56. P. 317–322.

12. Бухало А.С., Бабицкая В.Г., Бисько Н.А., Вассер С.П., Дудка И.А., Митропольская Н.Ю., Соломко, Э. Ф. Биологические свойства лекарственных макромицетов в культуре: Сборник научных трудов в двух томах. Под ред. чл.-кор. НАН Украины С.П. Вассера. Киев: Альтерпрес, 2011. 212 с.

13. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. Киев: Издательство "Наукова думка," 1976. 336 с.

14. Nelson D.W., Sommers L.E. Determination of total nitrogen in plant material 1. Agronomy Journal. Wiley Online Library, 1973. Vol. 65, № 1. P. 109–112.

15. Сокот О.Є. Оцінка вмісту біоактивних речових у плодових тілах гливи Pleurotus (fr.) P. Kumm різного ступеню стиглості. Міністерство освіти і науки україни таврійський державний агротехнологічний університет імені дмитра моторного рада молодих учених та студентів. С. 60.

Публікації за на результатами виконання наукової теми:

1. Бандура І.І. Пріcс О.П. Quality evaluation of the oyster pleurotus mushroom fruiting bodies of different ripenes. Journal Publishing House "Baltija Publishing"2023/8/17. 699 p. P. 360-373

2. Бандура І.І., Бісько Н.А., Хареба В.В., Куц О.В., Хареба О.В., Цизь О.М., Кулик А.С.. Методика наукових досліджень у грибівництві. За ред. докт. с.-г. наук, проф., академіка НААН України Хареби В.В. *Інститут овочівництва і баштанництва НААН*. Київ, 2022. 128 с

3. Bandura I., Sabadash S. Peculiarities of the use of mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* and effect on the quality and microstructure of chicken batter. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 2023. 25(100), P. 47-52. https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10008

4. Бандура І., Кошель О. The relevance of research the progress on the application of mushroom in meat products processing. *Вісник Хмельницького національного університету,* №4, 2023 (323), С. 377-384 https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-323-4-377-384

5. Бандура І. І., Ткаченко А. Г.. Оцінка морфологічних особливостей плодових тіл їстівних грибів *Lentinula edodes* та *Calocybe indica* як об'єктів зберігання. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету:* електронне наукове фахове видання/ТДАТУ; гол. ред. д. т. н., проф. ВМ Кюрчев.–Мелітополь: ТДАТУ, 2023.–Вип. 13, том 2. (2023): С.189-202 https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-2-19

Тема 3.7 Сучасні підходи та актуальність впровадження інноваційної стратегії розвитку та управління готельно-ресторанного та туристичного бізнесу

Розділ 3.7.1 Структурні ознаки та чинники ефективного управління ресторанним бізнесом

Керівник теми Кюрчева Л. М.,
Виконавці Колісниченко Т. О.

Мета дослідження

Метою досліджень було визначення та систематизація структурних ознак управління ресторанним бізнесом, обґрунтування чинників впливу на формування та розвиток ресторанного бізнесу.

Об'єкт досліджень – ресторанний бізнес.

Предмет досліджень – системи управління ресторанним бізнесом, зокрема, використанням різних методів та інструментів управління розвитку ресторанного бізнесу для формалізації та налагодження бізнес-процесів.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження були проведені протягом 2022 – 2023 років. Методи дослідження: аналізування, системний підхід для систематизації структурних ознак управління ресторанним бізнесом; узагальнення, синтез для обґрунтування чинників впливу на формування та розвиток ресторанного бізнесу.

Результати досліджень

Результативність та ефективність управління ресторанним бізнесом зумовлені різною кількістю та складністю внутрішніх чинників і параметрів, зокрема, застосуванням інновацій в бізнесі, рівнем розвитку операційних процесів, кооперацією праці, використанням наявних ресурсів, системою мотивування тощо. Найвагоміший аспект – рівень об'єднання усіх чинників у разі застосування в процесі управління бізнесом. Саме інтегративність застосування чинників сприяє ефективному розвитку ресторанного бізнесу.

Ефективне управління ресторанним бізнесом відбувається завдяки забезпеченню впровадження низки структурних ознак, які поєднують цілі, принципи, завдання, напрями, методи та інструменти, функції, економічні закони, умови та засоби, визначені узагальнені та поширені орієнтири дій і характеристик економічних явищ і процесів, результати яких наведено в таблиці3.7.1.

Таблиця 3.7.1

Структурні ознаки управління ресторанним бізнесом

Ознаки	Класифікація, характеристика
1	*2*
Цілі	Забезпечення стабільного функціонування, економічного зростання, стратегічний розвиток, конкурентоспроможність бізнесу, збалансованість бізнес-процесів, залучення клієнтів, збільшення прибутку, утримання конкурентних переваг на ринку
Принципи	Інтегрованості, економічності, безперервності, оптимальності, комплексності, гнучкості, об'єктивності, альтернативності
Завдання	Дослідження та ліквідація диспропорцій щодо відхилень у діяльності бізнесу, створення протиріч як підґрунтя розвитку бізнесу, інформаційно-аналітичне забезпечення розвитку бізнесу, забезпечення результативного й ефективного застосування ресурсів, утримання та зміцнення конкурентних позицій, вироблення та впровадження напрямів політики щодо розвитку бізнесу
Напрями	Організаційні, фінансово-економічні, соціально-психологічні, екологічні
Методи	– соціально-психологічні: соціальні, психологічні, моральні; – економічно-технологічні: економічні, технологічні,
	матеріальні; – адміністративно-правові: організаційні, розпорядчі, диспиплінарні (бюджетування, економічні плани, конструкторські документи, соціальні плани, стимули та санкції, розпорядчі і дисциплінарні інструменти)
Інструменти	– за напрямом впливу: прямого і непрямого впливу (накази, розпорядження, інструкції, положення, плани); – за способом урахування інтересів працівників: матеріального, владного, морального впливу (економічні стимули, штатні розписи, регламенти, договори, моральні стимули); – за формою впливу: якісні, кількісні (вказівки, кошториси); – за функціональною спрямованістю: організаційні, планові, координаційні, контрольні, регулювальні, мотиваційні (контролінг, регламентація, стратегічні карти, моніторинг, реінжиніринг); – за областю сферою застосування: маркетингові, фінансові, операційні тощо (факторний аналіз, бенчмаркінг, аутсорсинг та ін.);

	– за ступенем новизни: творчі, адаптивні, селективні, стандартні, нестандартні (інноваційні, креативні, пошукові); – за масштабом застосування: загальні, спеціальні; – за врахуванням фактору часу: статичні, динамічні (балансові, оптимізаційні, динамічні); – за тривалістю дії: довгострокові, середньострокові, поточні (стратегічні, тактичні, оперативні); – за формою вираження: концептуальні, аналітичні (описові – стратегічна модель Портера, SWOT-аналіз, PEST-аналіз та ін.; формалізовані – матриця БКГ, матриця McKinsey-7S, полікритеріальна діагностика розвитку тощо); – за напрямом дії: внутрішні, зовнішні; – за радикальністю дії: адаптаційні та біфуркаційні
Функції	– мікрофункції: аналізування й оцінювання стану та тенденції розвитку бізнесу, планування, організування, програмування, прогнозування, мотивування, контролювання процесів, моніторинг результатів, регулювання, бізнес-комунікування, захист інформації тощо; – макрофункції: виробництво продукції та послуг, реалізація продукції та послуг, організація споживання,
	фінансування, маркетинг та збут, інноваційна діяльність тощо
Економічні закони	Загальні та специфічні; економічні закони, які діють у суспільно– економічних формаціях; економічні закони, що діють на одній із стадій перебігу виробничих (операційних) процесів
Умови	Умови зростання бізнес-активності; умови забезпечення діяльності ресторанного бізнесу; умови, зумовлені сформованим попитом; умови, зумовлені наявністю ресурсів; умови, зумовлені фінансовими обмеженнями
Засоби	Аналіз якості обслуговування та продукції; впровадження чи удосконалення стандартів якості в бізнесі; оцінка зовнішнього вигляду оздоблення; престижність; аналіз світових і вітчизняних тенденцій у ресторанній сфері; розширення і удосконалення номенклатури послуг, враховуючи побажання постійних клієнтів; удосконалення системи постачання ресурсів залежно від можливостей та обмежень; впровадження зворотного зв’язку з постачальниками щодо системи закупок, постачання і приймання продуктових запасів; удосконалення чи розробка страв чи додаткового меню, враховуючи побажання постійних клієнтів

Чинники впливу на ресторанний бізнес	– внутрішні та зовнішні; – чинники, які зорієнтовані на вироблення умов для регулювання напрямів розвитку ресторанного бізнесу; чинники, які обумовлені стимулами до формування та розвитку потенціалу ресторанного бізнесу

Найважливіший критерій оцінки рівня стратегічного розвитку бізнесу – стійкість. Водночас основними цілями розвитку бізнесу є економічне зростання, конкурентоспроможність, збалансованість процесів, забезпечення стабільного функціонування. Підґрунтям розвитку бізнесу є стратегія. Тому невід'ємним елементом стає потреба вивчення напрямів отримання цільових орієнтирів завдяки формуванню стратегії розвитку ресторанного бізнесу за умови обмеженої кількості ресурсів. У такому контексті проблема формування стратегії розвитку ресторанного бізнесу вбачається надзвичайно актуальною.

Врахування усіх чинників впливу на становлення та розвиток ресторанного бізнесу варто розглядати як основний спосіб підтримки стійкості бізнесу (див. рис.).

Чинники впливу на формування та розвиток ресторанного бізнесу

У сучасних умовах, яким притаманне загострення криз, стратегії розвитку ресторанного бізнесу доцільно формувати зі спрямуванням на подолання та запобігання кризових явищ і ситуацій із застосуванням різних інновацій, інноваційних технологій у всіх внутрішніх процесах бізнесу.

Важливою інноваційною технологією в контексті розвитку ресторанного бізнесу є втілення системи управління ресторанним бізнесом, зокрема, використання різних методів та інструментів управління, розвиток потенціалу, забезпечення розвитку ресторанного бізнесу для формалізації та налагодження бізнес-процесів.

Розвиток потенціалу ресторанного бізнесу зумовлений внутрішніми та зовнішніми чинниками, наявністю оптимальних стратегій розвитку ресторанного бізнесу.

Керівники структурних підрозділів готельного бізнесу у своїй діяльності стикаються з низкою проблем кризового характеру, зокрема, серед чинників зовнішнього середовища на їхню діяльність найбільший вплив мають соціальні, фінансово-економічні, політичні та виробничо-технологічні чинники [1]. Тому треба вирішити проблеми розроблення та реалізації ефективних оптимальних стратегій розвитку ресторанного бізнесу як компоненти процесу управління цим видом бізнесу.

Вивчення теоретичних основ розроблення стратегії розвитку ресторанного бізнесу та виваженість управлінських рішень для відбору оптимального варіанта розвитку бізнесу дають змогу збільшити ефективність і результативність управління ресторанним бізнесом, максимально використовувати існуючий потенціал ресторанного бізнесу, досягати підвищення конкурентоспроможності й економічного зростання.

Ресторанний бізнес зазнав суттєвих трансформацій через стимулювання науково-технічного прогресу й інноваційного розвитку світового масштабу. Ресторанний бізнес все більше піддається вдосконаленню та впровадженню різних інновацій для готування страв, поліпшення обслуговування клієнтів. Сучасний стан функціонування та розвитку ресторанної сфери цілковито зорієнтований на пошук і втілення найбільш затребуваних інноваційних технологій, що сприятимуть зростанню кількості клієнтів, продажів, формуванню довіри та сприятливого іміджу.

Розвиток ресторанного бізнесу зумовлений успішним застосуванням різних електронних, автоматизованих систем управління.

На ринку комп’ютерних систем існують універсальні та спеціальні аналітичні програми, які застосовують у ресторанній сфері. Більшість суб’єктів господарювання ресторанного бізнесу віддають перевагу універсальним

комп'ютерним засобам унаслідок їх достатньо легкої адаптації до особливостей управлінських функцій у закладах ресторанного бізнесу. Сучасний ресторанний бізнес потребує найновіших методів управління. Ухвалення управлінських рішень в умовах постійно змінного середовища потребує не тільки аналізу, оцінки і прогнозування внутрішнього розвитку бізнесу, а й забезпечення відповідності між зовнішнім мікросередовищем, зовнішнім макросередовищем і результатами фінансово-господарської діяльності бізнесу, що водночас ставить високі вимоги до інформаційного та інших видів забезпечення управління ресторанним бізнесом. Використання автоматизованої системи управління в ресторанному бізнесі має низку переваг: виконується автоматичний облік, контроль за надходженням, списанням і рухом сировини, напівфабрикатів, готової продукції; налагоджується синхронний взаємозв'язок між усіма (модулями) підсистемами ресторанного бізнесу тощо [1].

Для того, щоб стати повноправним партнером у світовій і європейській спільноті, Україна має утвердити свої позиції на міжнародній арені, розширити межі міжнародної економічної діяльності, створити сприятливе середовище для розвитку бізнесу. Важливим складником бізнес-середовища країни є інституційні умови функціонування ресторанного бізнесу. Зрозумілі та прозорі правила гри на ринку, чесна та передбачувана поведінка контрольних органів, відсутність регуляторних бар'єрів життєво необхідні для повноцінного розвитку ресторанної сфери в країні та залучення інвестицій [3].

Таким чином можна зробити висновок, що ведення ресторанного бізнесу, впровадження політики та стратегії розвитку потребує врахування комплексу умов, які необхідні для стабільного економічного зростання, мають вплив на ефективність діяльності та зумовлені еволюцією бізнес-середовища. Формування сприятливого бізнес-середовища для розвитку ресторанної сфери є невід'ємною передумовою задля зростання рівня економічного розвитку суб'єктів господарювання та країни загалом, інтегрування в глобальний простір.

ВИСНОВКИ:

1. Результативне й ефективне управління ресторанним бізнесом відбувається завдяки забезпеченню впровадження структурних ознак, які поєднують цілі розвитку ресторанного бізнесу, принципи управління, завдання та напрями розвитку ресторанного бізнесу, методи та інструменти управління ресторанним бізнесом, функції управління ресторанним бізнесом, економічні закони, умови бізнес-середовища, засоби впливу на управління ресторанним бізнесом, встановлені узагальнені та поширені орієнтири дій і характеристик економічних явищ і процесів.

2. Серед чинників впливу на формування та розвиток ресторанного бізнесу варто виділити такі: трансфер, впровадження інновацій; забезпечення розвитку ресторанного бізнесу; потенціал розвитку ресторанного бізнесу; формалізовані та налагоджені бізнес-процеси; автоматизація управління бізнесом; умови для стабільного економічного зростання.

3. Найважливішим критерієм оцінки рівня стратегічного розвитку бізнесу є стійкість. Заразом основними цілями розвитку ресторанного бізнесу є економічне зростання, конкурентоспроможність, збалансованість процесів, забезпечення стабільного функціонування.

Література

1. Бурий С.А. Інноваційний потенціал у сфері готельно-ресторанного бізнесу та туризму. Вісник Хмельницького національного університету. 2014. № 5. Т. 2. С. 201–205.

2. Запухляк І.Б., Зелінська Г.О., Побігун С.А. Підходи, методи та інструменти управління змінами в системі управління розвитком підприємства. Глобальні та національні проблеми економіки. 2018. Вип. 23. С. 204–209.

3. Пікулик О.І. Бізнес-середовище в Україні: проблеми та перспективи розвитку. Держава та регіони. 2021. № 2 (119). С. 23–26.

4. Чорна М. В., Коваль М. С. Особливості управління розвитком підприємств ресторанного господарства. Ефективна економіка. 2015. № 1. URL: http://www. economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3710

5. Юринець З. В. Інноваційний потенціал і державна інноваційна політика в системі підвищення конкурентоспроможності національної економіки. Інвестиції: практика та досвід. 2016. №4. С. 35–37.

6. Юринець З. В., Мельник Н.В. Основні аспекти формування маркетингової політики на підприємствах туристичної галузі України. Вісник Херсонського державного університету. 2014. Вип. 6., ч. 2. С. 84–87.

7. Yurynets Z., Bayda B., Petruch O. Country’s economic competitiveness increasing within innovation component. Economic Annals – XXI. 2015. № 9–10. P. 32–35.

Список публікацій за розділом 3.7.1

1. Колісниченко Т. О. Функціональні характеристики управління ресторанним бізнесом в інноваційній економіці. Acta Academiae Beregsasiensis. Economics: наук. журн. Вип. 2(2022)/ редкол.: Р. Бачо, Н. Пойда-Носик, В.Макарович [та ін.]; Закарпат. угор. ін-т ім. Ф. Ракоці ІІ. –Берегове :ЗУІ, 2022.– С. 42-46.

2. Колісниченко Т. О. Особливості управління готельно-ресторанним бізнесом в умовах воєнного стану. Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні:

проблеми розвитку та регулювання»: 23–24 березня 2023 року, м. Черкаси [Електронний ресурс]: у 2-х томах / М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Т. 1.– Черкаси : ЧДТУ, 2023. – С. 96-97.

3. Колісниченко Т., Кюрчева Ю.С., Ангеловська А.О. Основні переваги та впровадження новітніх технологій автоматизації в готельно-ресторанного бізнесуІнновації, гостинність, туризм: наука, освіта, практика: зб. тез доп. III Всеукр. наук.-практ. конф. мол. учених, асп. і студ. з міжнародною участю (18 травня 2023 року, м. Львів). – Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2023. – С.131 -134.

4. Колісниченко Т. О., Шеховцова Д. С.Інноваційні технології сервісних процесів у закладах ресторанного господарства. Матеріали X всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти за підсумками наукових досліджень 2022 року. Факультет агротехнологій та екології (5-20 лютого 2023 р., Запоріжжя) / Таврійський державний агротехнологічний унівеситет імені Дмитра Моторного; відпов. за вип. В. П. Скиба. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. – С.160-161.

5. Колісниченко Т. О. Специфічні особливості сервісної практики менеджменту послуг у підприємствах ресторанного господарства. Тези доповідей «Гостинність, сервіс, туризм: досвід, проблеми, інновації» X Міжнародна науково-практична конференція, 6 – 7 квітня 2023., м. Київ. – К.: КУК, 2023р. – С.344-347.

6. Тетяна Колісниченко, Людмила Кюрчева Фудпейринг – інноваційний напрямок в технології продукції ресторанного господарства. Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності : зб. тез доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф. (12 жовтня 2023 року, м. Львів). – Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2023. С. – 74-77.