

УДК 664.8.03:[634.10:634.2]:678.048
№ держ. реєстр. 0121U110200
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

Керівник НДР
д.с.-г.н., доцент



Олеся ПРИС

Ірина БАНДУРА

2024

Рукопис закінчено 8 грудня 2024 р.

Результати роботи розглянуто Науково-технічною радою
Науково-дослідного інституту «Агротехнологій та екології»
протокол №2 від 23 грудня 2024 р.

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: складається з 156 с., 34 рис., 45 табл.

Об'єкт та предмет досліджень: методологія консервування з метою збереження біоактивних речовин сільськогосподарської сировини, технології виробництва інноваційних продуктів, зміни якості та біологічної цінності сировини та харчових виробів впродовж тривалого зберігання.

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 квалітативних показників плодів протягом зберігання.

спеціальні: виробничий – проведення дослідження зі зберігання плодів за обробки антиоксидантними композиціями у виробничих умовах; лабораторний – для досліджень фізико-хімічних, біохімічних показників, мікробіологічного забруднення; математично статистичний – для математичної обробки експериментальних даних, порівняльно-розрахунковий – для визначення економічної ефективності технологічних впроваджень.

Узагальнені результати досліджень:

Експериментальні досліді за темою 3.1 мали за мету розробку нових та вдосконалення існуючих технологій зберігання та консервування рослинної продукції, зокрема: плодів черешні та вишні та нішевої культури – спаржі. Було проведено оцінку впливу чотирьох способів охолодження на скорочення втрат та подовження термінів зберігання врожаю черешні і вишні, а саме: 1) повільного повітряного способу; 2) інтенсивного повітряного способу, 3) гідроохолодження з додаванням молочної і оцтової кислот; 4) комбінованого способу охолодження. Перевірено плоди сортів черешні різних строків достигання (Мелітопольська чорна, Крупноплідна, Валерій Чкалов) і вишні Встреча (розділ 3.3.1). Визначено втрату маси, стан епіфітної мікробіоти, інтенсивність дихання і тепловиділення при зберіганні плодів. Встановлено, що комбінований спосіб охолодження плодів черешні та вишні зменшує середні втрати маси в 11,3 - 22,9 разів проти інших способів. При застосуванні комбінованого способу кількість мікроорганізмів на поверхні плодів черешні була на тому ж рівні, що і до охолодження, або зменшувалася від 10 до 40 % залежно від сорту.

Апробовано метод аналізу ієрархій для об'єктивної оцінки антиоксидантного статусу овочів (розділ 3.1.2). Метод базується на встановленні концентрації екзогенних антиоксидантів, які корелюють з ендегним пулом антиоксидантів у рослинних тканинах. Запропонована методика інтегрального оцінювання антиоксидантного статусу овочів здатна допомогти в прийнятті

рішень у визначенні антиоксидантного статусу овочів, сприяючи запобіганню втрат продукції при подовженому терміні зберігання.

У межах теми 3.2 розроблено критерії відбору свіжої плодової сировини для переробки на цукати. Кращим для подальшого виготовлення цукатів виявилася плодова сировина сорту вишні «Гріот Мелітопольський» (1 ранг) – $f(X5) = 4,72$ (розділ 3.2.1). Було перевірено ефективний метод сублімаційного сушіння для збереження біологічно активних речовин в ягодах журавлини. Кінцева вологість продукту становила від 2 до 5 % від початкової (розділ 3.2.2).

У розділі 3.3.1 (тема 3.3) узагальнено ознаки кулінарної продукції з розширеною функціональною придатністю, розроблено критерії органолептичної оцінки соусів, за якими проведено порівняння двох рецептур гострих соусів. Доведено позитивний вплив додавання 4 % суміші «Італійська» на органолептичні показники плавленого сиру «Янтар», виготовленого за класичною рецептурою (розділ 3.3.2). Визначено показники харчової цінності чотирьох зразків плавленого сиру та вміст біологічно активних компонентів в продуктах інноваційної рецептури.

Теоретично обґрунтовано та розроблено рецептури крафтових напоїв (концентрованого чаю) (розділ 3.3.3). Проведено підбір плодово-ягідної сировини та досліджено склад біологічно-активних речовин в сировині. Наведено результати органолептичної та мікробіологічної оцінки якості експериментальної продукції.

Досліджено реологічні та функціонально-технологічні властивості соусів з додаванням напівфабрикату зі згущеної низьколактозної молочної сироватки (CLLW) та ферментованого гарбузового пюре з підвищеним вмістом пектинових речовин (FMPP) у якості структуроутворювача (розділ 3.3.4). Обґрунтовано раціональне співвідношення CLLW та FMPP як 70:30 та 60:40. Таке співвідношення проявляє високі емульгуючі та стабілізуючі властивості, що дозволяє отримувати емульсійні системи з максимальною стабільністю при вмісті олії 60 %

Проведені дослідження за темою 3.4 виявили позитивний вплив на якість м'яса гусей породи Легарт датський технічної корекції їхнього раціону заміною 50 % трав'яної маси на суміш вівса та люцерни. Домішка вівса і люцерни сприяла збагаченню товарного м'яса важливими харчовими компонентами. Наприклад, спостерігали підвищення вмісту білка на 5,0 % проти контролю, а процеси перекисного окиснення при зберіганні активізувалися на 12 діб пізніше.

Розроблено технологічну схему виготовлення вина з ягід ірги, обґрунтування якої наведено в розділі 3.5.1 (тема 3.5). За результатами експериментальної роботи отримано вино з наступними кондиціями: міцність 17%об., цукристість 7%, кислотність 6 г/дм³.

За результатами досліджень в межах теми 3.6 визначено морфологічні ознаки плодових тіл технічної та біологічної стиглості перспективних для подальшої переробки штамів чотирьох видів грибів: гливи золотої та легеневої, опенька тополевого та тропічного виду калоцибе індійського. Розраховано коефіцієнти виходу напівфабрикатів після етапу очищення та за різних варіантів переробки грибної сировини (варіння, сушіння) (розділ 3.6.1).

Доведено можливість додавання грибного фаршу з грибів гливи заміною 20 % від маси тіста у технології виробництві хліба з пшеничного борошна, що дозволяє підвищити біологічну цінність цього продукту щоденного споживання (розділ 3.6.2).

Виявлено позитивний ефект застосування водопоглинаючих целюлозних серветок на якість плодівих тіл шіітаке за умови тривалого зберігання (до 35 діб) у пакуваннях з використанням полівінілхлоридної харчової плівки товщиною 7,5 мкм (розділ 3.6.3).

Науково обґрунтовано доцільність застосування штамів неїстівного гриба ксиларії багатолоккої з Колекції культур шапинкових в технології синтезу меланіну, кількість якого варіювала від $5,17 \pm 0,36$ до $180,32 \pm 4,16$ мг/л серед досліджуваних штамів за умови поверхневого культивування на рідких живильних середовищах (розділ 3.6.4).

У межах теми 3.7 наведено результати аналізу сучасних методів та технік управління ресторанним бізнесом, з урахуванням плинних умов бізнес-середовища, визначені засоби впливу на ефективність ресторанного бізнесу, узагальнені та поширені орієнтири відповідних дій операторів ринку. Серед чинників впливу на формування та розвиток ресторанного бізнесу варто виділені наступні: трансфер, впровадження інновацій; забезпечення розвитку ресторанного бізнесу; потенціал розвитку ресторанного бізнесу; формалізовані та налагоджені бізнес-процеси; автоматизація управління бізнесом; умови для сталого економічного зростання. Основними цілями розвитку ресторанного бізнесу є конкурентоспроможність, збалансованість процесів, забезпечення сталого функціонування.

Публікації. За результатами наукових досліджень опубліковано 64 наукові роботи, з них 32 публікації в наукових фахових виданнях, серед яких 18 статей включено до міжнародної наукометричної бази SCOPUS, здійснено 32 апробації наукових робіт з публікацією тез. Отримано 6 патентів на винахід та подано 2 заявки.

Ключові слова: *антиоксидантна активність, аскорбінова кислота, біоактивні речовини, варіабельність, вино, вишня, водопоглинаючі матеріали, гідроохолодження, глива, гриби, заморожування, інтенсивність дихання, ірга, консервування, кріогенне зберігання, меланін, молочна сироватка, м'ясо птиці, оздоровчі властивості, пектини, соуси, спаржа, стерилізація, сухі розчинні речовини, технологія, управління, ферментація, функціональна придатність, харчова цінність, хліб, цукри, титровані кислоти, цукрово-кислотний індекс, чай, черешня, шіітаке.*

ЗМІСТ

Тема 3.1 Розроблення нових та вдосконалення існуючих технологій зберігання та консервування рослинної продукції.....	8
Розділ 3.1.1 Скорочення втрат при зберіганні плодів черешні за використання різних способів охолодження	8
Розділ 3.1.2 Стратегія зменшення післязбиральних втрат через врахування інтегральної оцінки антиоксидантного статусу овочів.....	21
Тема 3.2 Вдосконалення технології виготовлення плодово-ягідної снекової продукції.....	32
Розділ 3.2.1 Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для визначення сортопридатності плодової сировини до виробництва цукатів	32
Розділ 3.2.2 Переваги застосування сублімації для збереження антиоксидантних властивостей журавлини.....	37
Тема 3.3 Розроблення технологій харчової і кулінарної продукції з функціональними властивостями.....	43
Розділ 3.3.1 Крафтове виробництво гострих соусів на основі ферментованого перцю	43
Розділ 3.3.2 Обґрунтування технології виробництва плавлених сирів з функціональними інгредієнтами	61
Розділ 3.3.3 Розробка технології крафтових напоїв функціонального призначення.....	69
Розділ 3.3.4 Підвищення якості молочних соусів за рахунок використання згущеної низьколактозної молочної сироватки.....	78
Тема 3.4 Удосконалення технології зберігання м'яса птиці із застосуванням природних фенольних сполук.....	94
Розділ 3.4.1 Удосконалення технології зберігання м'яса птиці із застосуванням природних фенольних сполук	94
Тема 3.5 Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій виготовлення плодово-ягідних і виноградних алкогольних напоїв	100
Тема 3.6 Обґрунтування інноваційних технологій виробництва функціональних продуктів на основі грибною сировини.....	111
Розділ 3.6.1 Дослідження особливостей збереження якості врожаю перспективних для культивування штамів гливи золотої	

(лимонношапінкової) 2161 та легеневої 2314, калоцибе індійського 2598 та опенька тополевого 2231	112
Розділ 3.6.2 Оцінка якісних показників хлібу з пшеничного борошна з додаванням грибних напівфабрикатів	123
Розділ 3.6.3 Оцінка впливу технік пакування на збереження якості плодових тіл шіїтаке (<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler)	130
Розділ 3.6.4 Виділення та характеристика пігменту меланіну з міцеліальних культур <i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev. (Ascomycota)	139
Тема 3.7 Шляхи підвищення якості товарів та послуг харчової індустрії та сфери обслуговування	150
Розділ 3.7.1 Структурні ознаки та чинники ефективного управління ресторанним бізнесом	150

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

Розділ 3.1.1 Скорочення втрат при зберіганні плодів черешні за використання різних способів охолодження

Керівник теми: Прісс О.П.

Виконавці: Сердюк М. Є.
Іванова І. Є.
Зарецька Д. К.
Булгаков П.О.
Яковер О.І.

Реферат. Ефективне використання енергії та ресурсів відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку нашої планети. Плоди та овочі очолюють рейтинги втрат і відходів. Охолодження і зберігання в охолодженому стані залишається головною стратегією збереження якості, скорочення втрат і подовження термінів зберігання плодів та овочів. Неправильний вибір методів охолодження та невідповідний час охолодження можуть призвести до втрат післязбиральної якості, що в свою чергу призведе до втрати якості продукції та енергії. Різні види фруктів та овочів можуть вимагати різних методів охолодження для збереження своєї якості. Метою досліджень було оцінити вплив охолодження різними способами на скорочення втрат та подовження термінів зберігання черешні і вишні. Досліджували плоди сортів черешні різних строків достигання (Мелітопольська чорна, Крупноплідна, Валерій Чкалов) і вишні Встреча. Проаналізовано вплив повільного повітряного способу, інтенсивного повітряного способу, гідроохолодження з додаванням молочної і оцтової кислот, а також комбінованого способу охолодження. Визначено втрату маси, стан епіфітної мікробіоти, інтенсивність дихання і тепловиділення при зберіганні плодів. Встановлено, що комбінований спосіб охолодження плодів черешні та вишні зменшує середні втрати маси в 11,3 - 22,9 разів проти інших способів. При застосуванні комбінованого способу кількість мікроорганізмів на поверхні плодів черешні була на тому ж рівні, що і до охолодження, або зменшувалася від 10 до 40 % залежно від сорту. На поверхні плодів вишні кількість мікроорганізмів зменшилася від 20 до 60 % як порівнювати з показниками до охолодження. Запропонований комбінований спосіб попереднього охолодження визначено, як найбільш оптимальний за технологічними показниками і збереженням якості плодів черешні і вишні перевірених сортів.

Подальші дослідження впливу способу охолодження на якість черешні дозволить розробити підходи до математичного моделювання для кількісного опису процесів попереднього охолодження у всьому холодильному ланцюзі зберігання плодової продукції.

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити найбільш оптимальний спосіб попереднього охолодження плодів черешні і вишні для збереження їх якості і продовження строку зберігання.

Об'єкт досліджень – плоди черешні та вишні

Предмет досліджень – аналіз якісних показників черешні та вишні при різних способах охолодження

Матеріали та методи дослідження

Плоди черешні та вишні були відібрані для дослідження у споживчій стиглості в умовах садівничих господарств півдня Степової зони України (46°46'N, 35°17'E). Для подовження строків зберігання плодової сировини і збереження її якості були досліджені способи і режими попереднього охолодження плодів черешні і вишні. У якості модельних сортів були використані плоди черешні різних строків досягання Валерій Чкалов (ранній), Мелітопольська чорна (середній), Крупноплідна (пізній) і сорт вишні Встреча.

Якість плодів відповідала вимогам національного стандарту України. Відразу після збирання плоди пакували насипом у пластикові ящики (розмір тари 600×400×116 мм) по 10 кг в кожному. Дослідження фізіологічних і мікробіологічних показників проводили у лабораторіях Науково-дослідного інституту агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь).

Попереднє охолодження плодів проводили безпосередньо після їх збирання такими способами: пасивним повітряним способом (ППС), інтенсивним повітряними способами (ІПС), гідроохолодженням (ГО) і комбінованим способом (КС).

Умови способів попереднього охолодження представлені такими варіантами:

Варіант 1. Охолодження плодів пасивним повітряним способом.

Попереднє охолодження плодів проводили повітрям із швидкість руху 0,5 м/с (кратність повітрообміну 30 об'ємів за годину). Температура у камерах зберігання охолоджених вантажі становила $5\pm 1^{\circ}\text{C}$. Відносна вологість повітря - $90\pm 1\%$.

Варіант 2. Охолодження плодів інтенсивним повітряним способом.

Попереднє охолодження плодів проводили холодним повітрям із швидкість руху 3.0 м/с (кратність повітрообміну 90 об'ємів за годину). Температура у камерах інтенсивного охолодження становила $0\pm 1^{\circ}\text{C}$. Відносна вологість повітря була $90\pm 1\%$.

Варіант 3. Гідроохолодження плодів.

Охолодження здійснювали в стаціонарному палетному гідрокулері MAS-НС-2000-PAL-ST з продуктивністю 2 т/год. Охолодження виконували льодяною водою ($1,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) з додаванням молочної і оцтової кислот у концентрації 2.16 і 1.71 % по об'єму відповідно.

Варіант 4. Комбінований спосіб охолодження плодів

Попереднє охолодження плодів проводили у два етапи.

Етап 1. Плоди охолоджували льодяною водою ($1.0 \pm 0,5^\circ\text{C}$) з додаванням молочної і оцтової кислот (концентрації кислот такі самі як і при гідроохолодженні) протягом 10 ± 2 хв до температури всередині плоду $4.0 \pm 1^\circ\text{C}$.

Етап 2. Доохолодження плодів проводили у камерах інтенсивного охолодження холодним повітрям із швидкістю руху 3.0 м/с (кратність повітрообміну 90 об'ємів за годину) протягом 30 ± 2 хв до температури $2.0 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Температура у камерах інтенсивного охолодження становила $0 \pm 1^\circ\text{C}$. Відносна вологість повітря була $90 \pm 1\%$. Загальна тривалість попереднього охолодження плодів комбінованим способом до температури $2.0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ становила 40 ± 2 хв.

Повторність кожного варіанту п'ятиразова. Розмір повторності – один ящик.

Охолодження плодів виконували до температури всередині плоду (біля кісточки) $2.0 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Вимірювання температури всередині плоду проводили цифровим термометром ТМ-902 СР з термопарою К-типу. Діапазон вимірювання термометра від мінус 50°C до 1300°C , дискретність – 0.1°C у діапазоні температур мінус $50 \dots 200^\circ\text{C}$.

Охолоджені плоди зберігали при температурі $1.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ та вологості $93 \pm 1\%$ протягом 30 діб.

Інтенсивність дихання визначали за кількістю виділеного вуглекислого газу та поглинанні його розчином лугу (Wang and Fan, 2019).

Природну втрату маси визначали зважуванням фіксованих зразків протягом усього часу зберігання.

Швидкість процесу попереднього охолодження визначали за формулою 1:

$$\vartheta = \tan \alpha = \frac{\Delta t}{\Delta \tau}, \quad (1)$$

де ϑ – швидкість процесу попереднього охолодження, $^\circ\text{C}/\text{хв}$,

$\tan \alpha$ – тангенс кута нахилу прямої, або перша похідна рівняння $t = at + b$,

Δt – різниця між початковою та кінцевою температурами об'єкта охолодження, $^\circ\text{C}$,

$\Delta \tau$ – різниця часу, хв.

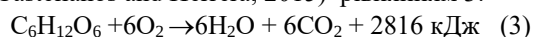
Інтенсивність тепловиділення плодів при диханні визначали за формулою 2:

$$Q = q_s RI \quad (2)$$

де q_s – питома теплота дихання (Specific heat of respiration);

RI – інтенсивність дихання плодів, мг $\text{CO}_2/\text{кг}$ за год.

Питома теплота дихання визначали розрахунковим шляхом ґрунтуючись на експериментально отриманих даних кількості вуглекислого газу виділеного плодами при диханні. Процес аеробного дихання для плодів спрощено може бути описаний (Castellanos and Herrera, 2015) рівнянням 3:



Оскільки молекулярна маса CO_2 становить 44, то відповідно до рівняння процесу дихання буде виділятися $44 \times 6 = 264$ г CO_2 . Таким чином, на 264 г CO_2 виділиться 2816 кДж тепла, а при виділенні 1 г CO_2 виділиться 10,67 кДж тепла. Отже, питома теплота дихання q_s буде дорівнювати 10,67 кДж на 1 г.

Загальну кількість бактерій та плісневих грибів визначали методом кількісного обліку колоній на твердих живильних агарових середовищах. Для культивування бактерій як середовище використовували гідролізоване рибне борошно. Для дослідження кількості плісневих колоній використовували середовище наступної рецептури: агар-агар – 20 г, пептон – 2 г, екстракт мальтози – 20 г, вода – 1 літр. Після стерилізації додавали 1 г цефтріаксону в середовище з температурою 45 °С. Чашки Петрі у трикратному повторенні з кожного варіанту для визначення плісневих грибів поміщали у термостаті за температури 24 °С на 72 год., для визначення бактеріальних колоній за температури 36 °С впродовж 24 год. Визначали загальну кількість колоній, облік змін у живильному середовищі та морфологічні ознаки. Мікроскопію плісневих грибів проводили методами роздавленої і висячої краплі за збільшення у 150 та 600 разів, мікрофотографії робили за допомогою світлового мікроскопу Granum 3002 та фотокамери DCM 130E.

Результати дослідження та їх обговорення

У післязбиральний період внаслідок природних процесів метаболізму та під впливом зовнішніх факторів плоди втрачають свою масу та первинну якість. Це призводить до зниження їх цінності як продукту харчування, так і комерційної якості. Загальні втрати відбуваються за рахунок природної втрати маси при транспірації та диханні, а також від ушкоджень механічними, фітопатогенними, фізіологічними факторами. Втрати плодової продукції внаслідок цих факторів можуть становити до 28 %. З них 19 % зафіксовано після збирання врожаю на етапі зберігання і постачання сировини до торгових мереж (Suran et al., 2019).

У дослідженнях способів і режимів попереднього охолодження плодів черешні і вишні початкова температура сировини була на рівні 20,0–23,0 °С (рис. 3.1.1). Встановлено, що весь процес зниження температури при ППС можна розділити на два періоди. Перший період триває до 60 хвилин (рис. 1А). Цей період характеризується більш інтенсивним зниженням температури. З 61 хвилини охолодження починається другий період повільного зниження температури. Цей період триває до настання необхідної кінцевої температури у плодах ($2 \pm 0,1$ °С). Час попереднього охолодження плодів черешні повільним способом до температури 2 °С становив 245–260 хв, плодів вишні – 225 хв.

Охолодження плодів ППС у камерах інтенсивного охолодження відбувалося більш швидкими темпами порівняно із ППС (рис. 3.1.1-В). Час охолодження від температури 21,5–23,5 °С до температури $2 \pm 0,1$ °С для плодів черешні становив: сорту Валерій Чкалов – 86 хв, Мелітопольська чорна – 99 хв і Крупноплідна – 109. Час інтенсивного повітряного способу охолодження плодів вишні модельного сорту Встреча становив 81 хв

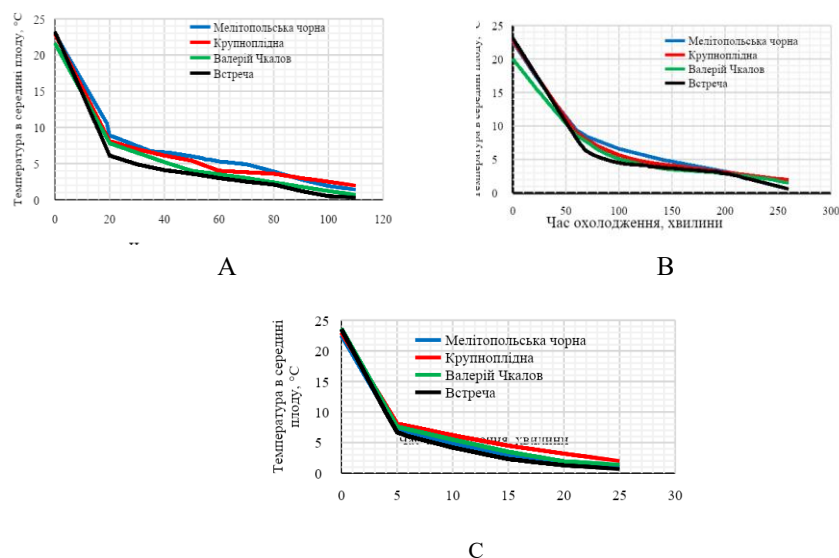


Рис. 3.1.1. Термограма повільного повітряного охолодження (А), інтенсивного повітряного охолодження (В) і гідроохолодження (С) плодів черешні і вишні

У результаті аналізу термограми ГО льодяною водою з додаванням молочної і оцтової кислот визначено подібну динаміку зниження температури з ППС і ПС (рис. 3.1.1-С). Загальна тривалість попереднього ГО плодів черешні до температури $2\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ становила 18–25 хв, а плодів вишні – 16 хв.

Швидкість охолодження плодів черешні в перші 60 хвилин коливалася від $-0,190^{\circ}\text{C/хв}$ при ППС плодів сорту Валерій Чкалов до $-0,230^{\circ}\text{C/хв}$ при охолодженні плодів сорту Крупноплідна (табл. 3.1.1).

Таблиця 3.1.1

Швидкість процесу охолодження плодів сортів черешні і вишні залежно від способу, $^{\circ}\text{C/хв}$

Час охолодження, хвилин	Швидкість, θ , $^{\circ}\text{C/хв}$			
	Валерій Чкалов	Мелітопольська чорна	Крупноплідна	Встреча
повільний повітряний спосіб охолодження				
0–60 хв	-0,190	-0,220	-0,230	-0,250
від 61 хв до кінцевої температури плодів $2\pm 0,1^{\circ}\text{C}$	-0,036	-0,037	-0,035	-0,038
інтенсивний повітряний спосіб охолодження				

Продовження табл. 3.1.1

0–20 хв	-0,690	-0,650	-0,740	-0,855
від 21 хв до кінцевої температури плодів $2\pm0,1^{\circ}\text{C}$	-0,087	-0,100	-0,068	-0,067
гідроохолодження				
0–5 хв	-3,2	-3,1	-2,98	-3,4
від 5 хв до кінцевої температури плодів $2\pm0,1^{\circ}\text{C}$	-0,377	-0,383	-0,305	-0,400

Швидкість охолодження ППС плодів вишні сорту Встреча була вищою порівняно із плодами сортів черешні. Цей показник на етапі охолодження 0–60 хв для плодів вишні становив – $0,250^{\circ}\text{C}/\text{хв}$. Температура всередині плодів вишні знижувалася до $8,1\text{--}9,4^{\circ}\text{C}$ (рис. 1А). При охолодженні ППС на другому етапі від 61 хв до кінцевої температури сировини ($2\pm0,1^{\circ}\text{C}$) швидкість зниження температура варіювала від $-0,035$ до $-0,038^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ незалежно від видових і сортових особливостей плодів.

За ППС охолодження швидкість процесу зниження температури у плодах черешні перші 20 хвилин коливалась в межах від $-0,65$ до $-0,74^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ (табл. 1), а у плодах вишні становила $-0,855^{\circ}\text{C}/\text{хв}$. На другому етапі охолодження швидкість була набагато нижчою. Цей показник для плодів сортів черешні коливалась в межах від $-0,068^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ до $-0,1^{\circ}\text{C}/\text{хв}$. Швидкість охолодження ППС плодів вишні сорту Vstriecha була найменшою ($-0,067^{\circ}\text{C}/\text{хв}$).

Кінетика ППС охолодження плодів мала схожу динаміку незалежно від їх видових і сортових особливостей. Охолодження ППС проходило у два короткотривалих етапи. На першому етапі відбулося зниження температури до $6\text{--}9^{\circ}\text{C}$ протягом 20 хв, а для другого – до температури $2\pm0,5^{\circ}\text{C}$ усередині плоду протягом 75–112 хв.

Тривалість першого періоду процесу ГО льодяною водою з додаванням молочної і оцтової кислот становила 5 хвилин. Протягом цього періоду температура всередині плодів знижувалася до $6,7\text{--}8,1^{\circ}\text{C}$. Швидкість зниження температури протягом перших 5 хвилин ГО черешні льодяною водою з додаванням молочної і оцтової кислот коливалась у межах від $-2,98^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ (сорт Крупноплідна) до $-3,2^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ (сорт Валерій Чкалов). Швидкість охолодження плодів вишні була максимальною ($-3,4^{\circ}\text{C}/\text{хв}$). Другий етап попереднього ГО характеризувався уповільненням процесу зниження температури. Швидкість процесу охолодження плодів черешні на цьому етапі коливалась від $0,305$ до $-0,383^{\circ}\text{C}/\text{хв}$, а плодів вишні становила $-0,4^{\circ}\text{C}/\text{хв}$.

Отже, швидкість зниження температури плодів черешні під час гідроохолодження з додаванням молочної і оцтової кислот перевищувала в 4,5 разів швидкість даного процесу під час ППС та в 11,7 разів під час ППС. Для сорту вишні Встреча встановлена аналогічна тенденція процесу охолодження плодів під час гідроохолодження. Швидкість зниження температури плодів вишні при ГО була більшою у 5 і 14,6 разів порівняно з ППС та ППС відповідно.

Окрім того, швидкість зниження температури сировини під час ППС охолодження перевищувала швидкість даного процесу під час ППС в 2,5 рази для плодів черешні і в 2,8 рази для плодів вишні.

Швидкість охолодження має безпосередній вплив на інтенсивність окисно-відновних процесів, які відбуваються в плодах і впливають на їх подальшу здатність до транспортування і зберігання.

При зберіганні плодів основним окисно-відновним процесом є дихання, під час якого поглинається кисень, виділяється вуглекислий газ і теплова енергія. Частина цієї енергії витрачається на внутрішні процеси. Значна частина виділяється в навколишнє середовище у вигляді тепла, що створює додаткове теплове навантаження і суттєво гальмує процес зниження температури (Liu et al., 2021).

Попереднє охолодження сприяє зниженню інтенсивності дихання плодів, і, відповідно, зменшенню дихального термогенезу. Показники інтенсивності дихання і тепловиділення плодової сировини до і після процесу охолодження, наведені в таблиці 3.1.2:

Таблиця 3.1.2

Інтенсивність дихання та тепловиділення плодів черешні та вишні при охолодженні

Спосіб охолодження	Інтенсивність дихання, мг CO ₂ /кг·год		Інтенсивність тепловиділення, кДж/кг °С	
	до охолодження	після охолодження	до охолодження	після охолодження
Валерій Чкалов				
ППС	88,38±0,78	49,92±1,85	943,02	532,65
ІПС		40,12±0,76		428,08
ГО		30,13±0,59		321,49
КС		30,90±1,43		329,70
Мелітопольська чорна				
ППС	96,70±1,32	54,83±1,18	1031,79	585,04
ІПС		48,51±1,35		517,60
ГО		31,85±1,19		339,84
КС		32,06±0,49		342,08
Крупноплідна				
ППС	81,67±0,43	46,15±0,57	871,42	492,42
ІПС		37,86±0,41		403,97
ГО		24,36±1,20		259,92
КС		25,13±0,71		268,14
Встреча				
ППС	91,21±1,23	46,81±0,73	973,21	499,46
ІПС		32,40±1,52		345,71
ГО		25,45±0,67		271,55
КС		27,64±1,42		294,92

Примітка. ППС- повільний повітряний спосіб охолодження; ІПС - інтенсивний повітряний спосіб охолодження; ГО – гідроохолодження; КС- комбінований спосіб.

Встановлено, що інтенсивність дихання плодів черешні і вишні відразу після збирання врожаю була досить високою – 81,67–96,70 мг CO₂/кг·год.

Мінімальний показник інтенсивності дихання визначено у плодів черешні сорту Крупноплідна, а максимальний – сорту Мелітопольська чорна. Висока інтенсивність дихання плодів супроводжувалася і високою інтенсивністю тепловиділення плодів. До охолодження інтенсивність тепловиділення черешні була найвищою у плодів сорту Мелітопольська чорна (1031,79 кДж/кг·°C) і найнижчою у сорту Крупноплідна (871,42 кДж/кг·°C).

Після попереднього охолодження різними способами спостерігалось зниження інтенсивності дихання і тепловиділення плодів незалежно від їх видових та сортових особливостей. Максимальні показники інтенсивності дихання (46,15–54,83 мг CO₂/кг·год) і тепловиділення (492,42–585,04 кДж/кг °C) плодів черешні і вишні були визначені за дії повільного повітряного способу охолодження. ГО і КС знижує інтенсивність дихання і тепловиділення плодів в 1,7–1,9 рази порівняно з повільними повітряним способом охолодження.

Швидкість зниження інтенсивності дихання була мінімальною за повільного повітряного способу охолодження (табл. 3.1.3).

Таблиця 3.1.3

Швидкість зниження інтенсивності дихання плодів залежно від способу охолодження

Сорт плодів	Швидкість, θ , мг CO ₂ /кг·год/хв			
	ППС	ІПС	ГО	КС
Валерій Чкалов	-1,60	-2,01	-2,43	-2,40
Мелітопольська чорна	-1,75	-2,01	-2,70	-2,69
Крупноплідна	-1,48	-1,83	-2,39	-2,36
Встреча	-1,85	-2,45	-2,74	-2,65
Середнє значення	-1,67	-2,08	-2,57	-2,53

Примітка. ППС- повільний повітряний спосіб охолодження; ІПС - інтенсивний повітряний спосіб охолодження; ГО – гідроохолодження; КС- комбінований спосіб.

Під час ГО та КС, швидкість зниження інтенсивності дихання була максимальною.

Домінуючий вплив способу попереднього охолодження на зміну швидкості інтенсивності дихання плодів підтверджено результатами двох факторного дисперсійного аналізу (рис. 3.1.2).

Вплив фактору А (спосіб попереднього охолодження) є домінуючим з часткою впливу 79,6 %. Вплив фактору В і взаємодії факторів АВ становить 16,2% та 3,2% відповідно.

Отже, застосування ГО та КС сприяє найбільш швидкому зниженню інтенсивності дихання, що, в свою чергу, гальмує термогенез в рослинних клітинах, сприяє стабілізації температурних умов при транспортуванні та подальшому зберіганні, та істотно зменшує теплове навантаження на обладнання.

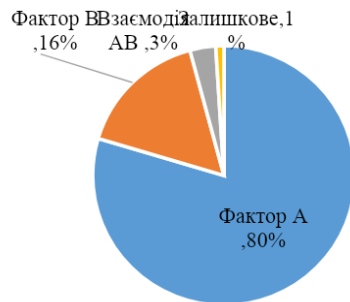


Рис. 3.1.2. Частка впливу факторів на зміни інтенсивності дихання, %:
фактор А – спосіб попереднього охолодження, фактор В – сорт, АВ –
взаємодія факторів А і В, залишкове - випадкові та інші фактори.

Найбільш важливим показником, що характеризує зміни якості плодів після попереднього охолодження і під час подальшого їх зберігання є втрати маси (табл. 3.1.4).

Таблиця 3.1.4

Втрати маси плодів під час попереднього охолодження різними способами

Сорт плодів	Втрати маси, %			
	ППС	ПС	ГО	КС
Валерій Чкалов	1,09±0,08	1,81±0,01	-	0,09±0,02
Мелітопольська чорна	0,74±0,05	1,76±0,04	-	0,07±0,01
Крупноплідна	0,71±0,01	1,96±0,04	-	0,08±0,01
Встреча	0,61±0,001	1,78±0,04	-	0,08±0,003
Середнє значення	0,9±0,04	1,83±0,03	-	0,08±0,01

Примітка. ППС- повільний повітряний спосіб охолодження; ПС - інтенсивний повітряний спосіб охолодження; ГО – гідроохолодження; КС- комбінований спосіб.

Максимальний рівень втрат маси плодів вишні і черешні були зафіксовані під час інтенсивного повітряного способу охолодження. Середнє значення втрати маси під час ПС охолодження було на рівні 1,83 %. Найвищу втрату маси було визначено у плодів черешні сорту Крупноплідна (1,96 %), а найменшу у плодів черешні сорту Мелітопольська чорна (1,76 %). За повільного повітряного способу охолодження втрати маси плодів усіх сортів черешні і вишні були в 2,03 разів (за середнім значенням) меншими порівняно з ПС. Отже, висока інтенсивність руху повітря пришвидшує процес охолодження плодів з одночасним інтенсивним гальмуванням процесу дихання, що збільшує їх природні втрати маси.

Під час ГО втрати маси плодової продукції не зафіксовані. Гідроохолодження плодів черешні і вишні сприяє найбільш ефективному гальмуванню процесу дихання, зниженню термогенезу і повному усуненню втрати маси. Проте, даний спосіб попереднього охолодження плодів мав

суттєвий недолік. Після проведення технологічної операції на поверхні плодів залишається крапельно-рідка волога.

Середні втрати маси плодів за комбінованого способу охолодження були на рівні 0,08% із варіюванням у межах від 0,07% (сорт Мелітопольська чорна) до 0,09% (сорт Валерій Чкалов). Цей показник був меншим у 11,3 разів порівняно з ППС охолодженням і у 22,9 разів порівняно з ПС охолодженням.

Суттєвість впливу способу попереднього охолодження на кількісне значення втрати маси плодів підтверджено результатами двох факторного дисперсійного аналізу (рис. 3.1.3).



Рис. 3.1.3. Частка впливу факторів на втрати маси плодів, %:
фактор А – спосіб попереднього охолодження, фактор В – сорт, АВ –
взаємодія факторів А і В, залишкове – випадкові та інші фактори.

Вплив фактору А (спосіб попереднього охолодження) є домінуючим на втрату маси плодів і становить 97,4%. Вплив сорту (фактор В), взаємодії факторів (АВ) і інших випадкових факторів є несуттєвим та не перевищує 1,6%.

Під час зберігання плодів черешні і вишні спостерігається розвиток епіфітної мікрофлори, що може причинити погіршення комерційної цінності сировини. Ріст епіфітної мікрофлори на поверхні плодів під час зберігання впродовж 30 діб залежав від способу попереднього їх охолодження (табл. 3.1.5).

Перед охолодженням кількість колоній грибів та бактеріальних форм на поверхні плодів у середньому становила $6,20 \times 10^3$ КУО/г і $20,73 \times 10^3$ КУО/г відповідно. Мінімальні кількість грибів ($5,78 \times 10^3$ КУО/г) і бактерій ($18,55 \times 10^3$ КУО/г) визначено на поверхні плодів вишні сорту Встреча. Максимальну кількість грибів зафіксовано на плодах черешні сорту Валерій Чкалов ($6,85 \times 10^3$ КУО/г), а бактерій – на плодах черешні сорту Мелітопольська чорна ($22,26 \times 10^3$ КУО/г). Через 30 діб зберігання плодової продукції за ППС, ПС і ГО охолодження кількість бактерій і грибів на поверхні плодів збільшилася в 1,4–2,3 і 2,0–3,3 рази відповідно залежно від видового і сортового складу.

Таблиця 3.1.5

Кількісний склад епіфітної мікробіоти на поверхні плодів залежно від способу попереднього охолодження (після зберігання протягом 30 діб)

Групи мікроорганізмів	Кількість мікроорганізмів, КУО/г $\times 10^3$				
	до охолодження	ППС	ІПС	ГО	КС
Сорт Валерій Чкалов					
Бактерії	21,24 $\pm$ 0,85	32,55 $\pm$ 2,20	31,25 $\pm$ 0,87	48,96 $\pm$ 1,043	20,35 $\pm$ 1,27
Гриби	6,85 $\pm$ 0,05	15,07 $\pm$ 0,15	16,25 $\pm$ 0,84	20,59 $\pm$ 0,635	4,25 $\pm$ 0,58
Сорт Мелітопольська Чорна					
Бактерії	22,26 $\pm$ 0,85	33,46 $\pm$ 1,40	33,09 $\pm$ 1,76	51,03 $\pm$ 1,18	19,25 $\pm$ 1,86
Гриби	6,13 $\pm$ 0,07	14,65 $\pm$ 1,03	15,25 $\pm$ 0,47	21,35 $\pm$ 1,26	4,528 $\pm$ 0,53
Сорт Крупноплідна					
Бактерії	20,89 $\pm$ 1,27	30,26 $\pm$ 0,74	29,25 $\pm$ 1,47	50,36 $\pm$ 0,74	21,56 $\pm$ 0,37
Гриби	6,06 $\pm$ 0,73	16,46 $\pm$ 2,25	17,26 $\pm$ 0,95	22,547 $\pm$ 1,80	5,49 $\pm$ 0,77
Сорт Встреча					
Бактерії	18,55 $\pm$ 2,22	27,65 $\pm$ 0,68	25,49 $\pm$ 0,80	43,59 $\pm$ 2,15	15,65 $\pm$ 1,27
Гриби	5,78 $\pm$ 0,88	12,55 $\pm$ 0,89	11,50 $\pm$ 0,89	22,59 $\pm$ 0,98	3,66 $\pm$ 0,67
Середнє значення					
Бактерії	20,73 $\pm$ 1,30	30,98 $\pm$ 1,25	29,77 $\pm$ 1,23	48,48 $\pm$ 1,28	19,20 $\pm$ 1,19
Гриби	6,20 $\pm$ 0,43	14,68 $\pm$ 1,07	15,06 $\pm$ 0,79	21,77 $\pm$ 1,17	4,48 $\pm$ 0,64

Примітка. ППС- повільний повітряний спосіб охолодження; ІПС - інтенсивний повітряний спосіб охолодження; ГО – гідроохолодження; КС- комбінований спосіб.

ГО сприяло спочатку зменшенню кількості поверхневої мікробіоти. Надалі під час зберігання наявність на поверхні плодів крапельно-рідкої вологи стимулювала розвиток бактерій і грибів. Тому на вологій поверхні плодів після ГО спостерігали інтенсивний розвиток патогенної мікробіоти. Через 30 діб зберігання плодової продукції за ГО визначено максимальну кількість грибів на поверхні плодів вишні сорту Встреча (22,59 $\times 10^3$ КУО/г), а бактерій – на плодах черешні сорту Мелітопольська чорна (51,03 $\times 10^3$ КУО/г). Позитивний вплив гідроохолодження на мікробіологічні та ароматичні зміни черешні сорту Амбрунес показано Serradilla et al. (Serradilla et al., 2010). За даними Schirli et al. (2020) обробка гіпохлоридом натрію та пероцтовою кислотою у системі гідроохолодження ефективно запобігає розвитку післязбиральним хворобам на плодах черешні під час зберігання та транспортування продукції. У публікації Suran et al. (2019) висвітлено вплив спеціальних обробок плодів черешні проти бурі плодової гнилі. Авторами також зазначено необхідність подальшого пошуку способів зберігання плодів для зменшення мікробіологічних втрат фруктів.

За використання комбінованого способу попереднього охолодження сировини спостерігається зменшення кількості епіфітної мікрофлори на поверхні плодів черешні та вишні через 30 діб зберігання. Загальна кількість МАФАНМ на поверхні плодів черешні була на тому ж рівні, що і до охолодження, або зменшилася від 10 до 40 % залежно від сорту. На поверхні плодів вишні сорту

Встреча кількість МАФАНМ зменшилася від 20 до 60 % порівняно з показниками епіфітної мікрофлори до охолодження.

Висновки

Були проведені дослідження, направлені на встановлення впливу способів попереднього охолодження плодів черешні та вишні на рівень скорочення втрат під час зберігання черешні і вишні. За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

При застосуванні охолодження плодів пасивним повітряним способом швидкість зниження інтенсивності дихання плодів черешні була мінімальною, але втрати маси плодів в середньому в 2 рази нижчі ніж при охолодженні інтенсивним повітряним способом. Кількість мікроорганізмів на поверхні плодів практично однакова при охолодженні пасивним і інтенсивним повітряним способом.

Охолодження плодів інтенсивним повітряним способом сприяє максимальним втратам маси плодів, проте швидше гальмує дихальні процеси ніж охолодження пасивним повітряним способом.

Гідроохолодження забезпечує найменшу тривалість охолодження плодів до температури $2\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ (від 16 до 25 хв залежно від сорту). Гідроохолодження як і комбінований спосіб охолодження знижує інтенсивність дихання і тепловиділення плодів порівняно з повітряними способами охолодження. Гідоохолодження дозволяє уникнути втрат маси. Однак, при використанні цього способу, на поверхні плодів наявність крапельно-рідкої вологи стимулює розвиток фітопатогенної мікрофлори під час подальшого зберігання продукції. Через 30 діб зберігання плодової продукції на поверхні плодів черешні і вишні визначено максимальну кількість грибів ($20,59\text{--}22,59\times 10^3$ КУО/г) і бактерій ($43,59\text{--}51,03\times 10^3$ КУО/г).

Комбінований спосіб охолодження дозволяє скоротити середні втрати маси плодів в 11,3 і 22,9 разів порівняно з ППС і ПС відповідно. Швидкість зниження інтенсивності дихання була вищою у порівнянні з повітряними способами та практично однаковою як при гідроохолодженні. Цей спосіб попереднього охолодження сприяє зменшенню кількості Бактерії і грибів на поверхні плодів порівняно з показниками епіфітної мікрофлори до охолодження. Отже, запропонований комбінований спосіб попереднього охолодження є найбільш прийнятним за технологічними показниками і збереженням якості плодів черешні і вишні.

Правильний вибір способу попереднього охолодження дозволить запобігти втратам фруктів під час зберігання і транспортування на великі відстані у всьому холодильному ланцюзі та буде сприяти покращанню економічних показників у плодоовочевій промисловості.

Література до розділу 3.1.1

1. Wang, J., Fan, L. Effect of ultrasound treatment on microbial inhibition and quality maintenance of green asparagus during cold storage (2019). *Ultrason. Sonochem*, 58, 104631 <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104631>

2. Castellanos, D. A., & Herrera, A. O. (2015). Mathematical models for the representation of some physiological and quality changes during fruit storage. *Journal of Postharvest Technology*, 3(01), 018-035.
3. Suran, P., Zelený, L. Skřivanová, A. (2019). Impact of storage technologies on length of storage period and fruit quality of sweet cherries. *Acta Horticulturae*. 1256(68), 615–622. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1256.88>
4. Serradilla, M.J., Martín, A., Hernandez, A., López-Corrales, M., Lozano, M., Córdoba, M. de G. (2010). Effect of the commercial ripening stage and postharvest storage on microbial and aroma changes of 'Ambrunés' sweet cherries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58(16), 9157–9163 <https://doi.org/10.1021/jf102004v>
5. Sehirli, S., Karabulut, O., Ilhan, K., Sehirli, A. (2020). Use and efficiency of disinfectants within a hydrocooler for postharvest disease control in sweet cherry. *International Journal of Fruit Science*. 20(3), 1590–1606. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1822265>
6. 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>
7. Liu, F., Jia, B., Li, Z., Zhang, X. (2021). Thermodynamics analysis for forced air pre-cooling of cherry. *Journal of Food Process Engineering*. 44(4), e13881. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13881>

Список публікацій за розділом 3.1.1

1. Hutsol, T., Priss, O., Ivanova, I., Serdyuk, M., Cupiał, M., Tymoshchuk, T., Havrylianchyk, R., Prokopchuk, L. & Kowalczyk, Z. Effectiveness of Cooling Methods in Reducing Losses During Cherry Storage. *Agricultural Engineering*, 2024, Sciendo, vol. 28 no. 1, pp. 321-340. <https://doi.org/10.2478/agriceng-2024-0020>
2. Іванова, І., Кюрчева, Л., Кривонос, І., & Філенко, М. (2024). Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для визначення сортопридатності плодової сировини до виробництва цукатів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 14(1). <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-22>

Розділ 3.1.2. Стратегія зменшення післязбиральних втрат через врахування інтегральної оцінки антиоксидантного статусу овочів

Керівник теми: Прісс О.П.

Виконавці: Булгаков П.О.

Яковер О.І.

Реферат. Тривале та ефективне зберігання овочевої продукції є складним завданням, оскільки багато овочів мають короткий виробничо-маркетинговий цикл та швидко псуються. Добре функціонуюча антиоксидантна система є важливою для збереження якості овочів під час зберігання та запобігання післязбиральним розладам. Використання їстівних покриттів з властивостями антиоксидантів є ефективною стратегією для підтримання якості овочів протягом зберігання. Однак важливо враховувати, що високі дози антиоксидантів можуть мати токсичний ефект, і їх ефективність може залежати від концентрації та виду овочів. Для підсилення потужності ендогенної антиоксидантної системи важливо встановлювати концентрації екзогенних антиоксидантів, що корелюють з ендогенним пулом антиоксидантів у рослинних тканинах, забезпечуючи підтримку антиоксидантного статусу та збереження якості овочів під час післязбирального періоду. Для оцінки антиоксидантного статусу нами запропоновано використовувати метод аналізу ієрархій (MAI). Головним недоліком MAI можна вважати суб'єктивність оціночних суджень. Суб'єктивізм оцінювання можна усунути спираючись на відомості експериментального чи аналітичного характеру про кількісні показники хімічного складу, їх кореляційні зв'язки між компонентами антиоксидантної системи та з маркерами окисного стресу. Наведена методика інтегрального оцінювання антиоксидантного статусу овочів методом аналізу ієрархій. Розраховано інтегральну оцінку спаржі трьох різних за забарвленням сортів спаржі. Запропоновано концентрацію антиоксидантів у складі їстівних покриттів регулювати відповідно до встановленого антиоксидантного статусу овочів. Такий підхід може гарантувати запобігання втрат продукції при подовженому терміні зберігання.

Мета дослідження

Мета досліджень полягала в розробленні методики інтегрального оцінювання антиоксидантного статусу овочів методом аналізу ієрархій, усуваючи суб'єктивізм оцінювання.

Матеріали та методи дослідження

Для математичної оцінки антиоксидантного статусу плодових овочів в попередніх роботах (Priss et al., 2014) нами запропоновано використовувати Метод аналізу ієрархій (MAI), розроблений Т. Saaty (Saaty, 2008). Метод аналізу ієрархій широко використовується в управлінні проектами, прийнятті рішень, стратегічному плануванні та інших областях. Він дозволяє

систематизувати і узгоджувати різні аспекти при прийнятті рішень та визначати їх важливість в ієрархічній структурі.

Головним недоліком МАІ можна вважати суб'єктивність оціночних суджень. Безперечною перевагою МАІ є те, що метод дозволяє врахувати різницю в одиницях вимірювань компонентів антиоксидантної системи і такий метод можна використати для порівняння і оцінки антиоксидантного статусу будь якого виду продукції. Суб'єктивізм оцінювання можна усунути спираючись на відомості експериментального чи аналітичного характеру про кількісні показники хімічного складу.

Основна ідея МАІ полягає в розбитті складного рішення на менші, більш керовані етапи. Процес включає в себе наступні стадії:

1. Створення ієрархії: Розбиття проблеми на рівні критеріїв та альтернативних варіантів, щоб утворити ієрархічну структуру.

2. Парний порівняльний аналіз: Оцінка важливості кожного елемента ієрархії шляхом парних порівнянь. Зазвичай використовується матриця парних порівнянь для отримання числових значень важливості.

3. Розрахунок важливості елементів: За допомогою математичних операцій, таких як узагальнені власні значення, розраховується важливість кожного елемента.

4. Синтез рішення: Обчислені важливості використовуються для прийняття рішення та порівняння альтернативних варіантів.

5. Чутливість до змін: Оцінка впливу змін вихідних даних або прийнятих рішень на кінцевий результат.

Для представлення результатів оцінок у кількісному виразі, Saaty вводить шкалу парних порівнянь (табл. 3.1.6).

Таблиця 3.1.6

Шкала парних порівнянь Т. Сааті

Відносна важливість (бали)	Визначення	Пояснення
1	однакова важливість	обидва елементи вносять однаковий вклад
3	один елемент трохи важливіший за інший	досвід дозволяє поставити один елемент трохи вище за другий
5	суттєва перевага	досвід дозволяє встановити безумовну перевагу одного над іншим
7	значна перевага	один елемент настільки важливіший за інший, що є практично значимим
9	абсолютна перевага одного над іншим	очевидність переваги підтверджується більшістю випадків
2, 4, 6, 8	проміжні оцінки між сусідніми твердженнями	компромісне рішення
обернені величини чисел, наведених вище	якщо при порівнянні одного елемента з іншим, отримане одне з вищевказаних чисел (1-9), то при порівнянні другого з першим, матимемо обернену величину	-

Згідно з цією шкалою, різниця в одиницях вимірювань значення не має. За шкалою передбачається попарне порівняння вагомості (важливості) кожного елемента з вагомістю інших елементів множини, яке здійснюється з використанням експертних суджень, що кількісно оцінюються.

У дослідженнях ми оцінювали АОС спаржі трьох різних за забарвленням сортів (зелена Prius, зелено-фіолетова Rosalie та фіолетова Erasmus). Експериментальні дані біохімічного складу отримані нами в одних і тих же лабораторних умовах та усереднені (табл. 3.1.7).

Таблиця 3.1.7

Вміст окремих антиоксидантів у спаржі

Антиоксиданти	Prius	Rosalie	Erasmus
AA, $\text{мг} \times 100\text{г}^{-1}$	18.04	22.68	13.64
TPC, $\text{мг} \times 100\text{г}^{-1}$	93.90	94.15	98.82
CAR, $\text{мг} \times 100\text{г}^{-1}$	3.76	4.39	4.12
SAC, $\text{г} \times 100\text{г}^{-1}$	2.63	2.89	2.95
SOD, % інгібування автоокислення адреналіну	108.55	101.26	119.32
CAT, $\text{ммоль H}_2\text{O}_2 \times \text{г}^{-1} \times \text{хв}^{-1}$	43.27	59.83	62.13
POD, $\text{ммоль H}_2\text{O}_2 \times \text{г}^{-1} \times \text{хв}^{-1}$	59.94	24.62	68.97

Примітка. AA- аскорбінова кислота; TPC-сума фенольних сполук; CAR- сума каротиноїдів, SAC –загальний вміст цукрів; SOD- активність супероксиддисмутази; CAT- активність каталази; POD- активність пероксидази.

Результати дослідження та їх обговорення

Етап створення ієрархій в МАІ розглядається як початковий крок у вирішенні складної проблеми чи прийнятті рішень. Цей етап включає в себе визначення мети і створення ієрархічної структури, шляхом розбивання проблеми на складові частини.

Етап створення ієрархій в АНР розглядається як початковий крок у вирішенні складної проблеми чи прийнятті рішень. Цей етап включає в себе визначення мети і створення ієрархічної структури, шляхом розбивання проблеми на складові частини.

Побудована нами структура включає в себе три рівні: глобальний критерій (загальна мета –інтегральне оцінювання антиоксидантного статусу АОС), рівень критеріїв (окремі антиоксиданти системи) та рівень альтернатив (види чи сорти овочів) (рис. 3.1.4).

В залежності від наявних експериментальних чи аналітичних даних щодо компонентів антиоксидантного захисту системи конкретного виду чи сорту овочів, критерії ієрархії можна доповнювати іншими антиоксидантами чи змінювати, а також враховувати підкритерії. Наприклад, можна враховувати не загальний вміст фенольних речовин, а фенольні кислоти чи флавоноїди. Або зробити їх підкритеріями ієрархії.

На кожному рівні ієрархії визначається важливість елементів відносно один одного. Експерти ранжують кожен критерій та альтернативу відносно глобального критерію.

Для отримання оцінок пріоритетності на основі матриці використовується алгоритм, схема якого має такий вигляд :

1. По наближеній формулі, як середнє геометричне відповідного рядка визначається головний власний вектор матриці:

$$w_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, \quad (1)$$

де w_i – компоненти власного вектора;

n – розмірність матриці. У даному випадку 7;

a_{ij} – компоненти матриці, $i \in \{1 \dots n\}$, $j \in \{1 \dots n\}$.

Тобто : $w_1 = \sqrt[7]{1 \times 3 \times 3 \times 5 \times 1 \times 1 \times 1} = \sqrt[7]{45} = 1,7226$, і т. д. (див. табл. 3.2.3).

2. Знайдені компоненти власного вектора нормуються:

$$v_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (2)$$

де v_i – компоненти нормованого вектора.

$\sum_{i=1}^7 w_i = 9,3967$, тоді

$$v_1 = \frac{1,7226}{9,3967} = 0,1833;$$

$$v_2 = \frac{0,5959}{9,3967} = 0,0634; \text{ і т.д. (див. табл. 3.2.3).}$$

Узгодженість зворотно симетричної вихідної матриці парних порівнянь еквівалентна умові рівності її максимального власного значення λ_{max} числу порівнюваних об'єктів n , тобто $\lambda_{max} = n$. Тому, в якості міри неузгодженості прийнято розглядати нормоване відхилення від n , зване індексом узгодженості. Узгодженості пріоритетів розраховують як індекс узгодженості матриці:

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (3)$$

де, $C.I.$ – індекс узгодженості пріоритетів;

λ_{max} – найбільше власне число матриці, яке знаходиться за стандартним алгоритмом, доступним в он-лайн калькуляторах.

Розраховане λ_{max} матриці парних порівнянь для рівня критеріїв становить 7,50. Тоді:

$$C.I. = \frac{7,5 - 7}{7 - 1} = 0,083$$

Щоб оцінити ступінь узгодженості суджень, індекс узгодженості *C.I.* порівнюють з випадковим індексом. Випадковим індексом називають індекс узгодженості, розрахований для квадратної *n*-мірної позитивної зворотно симетричної матриці, елементи якої генеровані датчиком випадкових чисел для інтервалу значень від 1 до 9 (табл. 3.1.9).

Таблиця 3.1.9

Індекс випадкової узгодженості (R.I.)

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Маючи індекс узгодженості та обравши з табл. 3.2.4 випадковий індекс для заданого порядку матриці, розраховують відношення узгодженості:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}, \quad (4)$$

де, *C.R.* – consistency ratio;
R.I. – random consistency index.

$$C.R. = \frac{0,083}{1,32} = 0,063$$

Величина *C.R.* повинна бути порядку 10 % або менше, щоб бути прийнятною. Якщо *C.R.* виходить за ці межі, то потрібно перевірити судження у матриці. У нашому випадку *C.R.*=0,063, тобто отримані пріоритети є цілком узгоджені. Ранжування АО за розрахованими оцінками пріоритетів представлена на рис. 3.1.5.

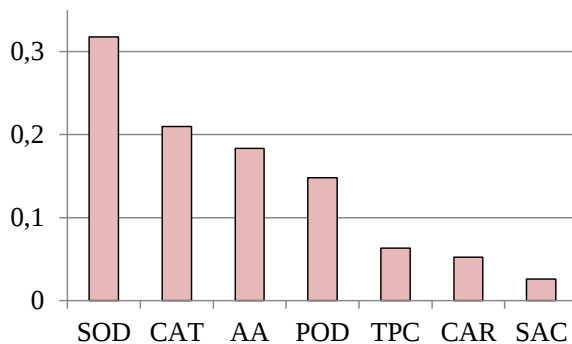


Рис. 3.1.5. Ранжування ендогенних АО в тканинах овочів.

Як видно з рис. 3.1.5, максимальний вклад в АОС вносить SOD, мінімальна роль належить цукрам.

Наступним кроком є порівняння сортів спаржі за критеріями другого рівня. За кожним окремим критерієм порівнюємо сорти спаржі складаючи матриці суджень розміром 3×3. За описаним вище алгоритмом (формули 1-4) розраховуються оцінки пріоритетності та узгодженість матриці для кожного критерію. Матриця парних порівнянь для АК характеризується прийнятною узгодженістю близько 9 % (табл. 3.1.10).

Таблиця 3.1.10

Матриця парних порівнянь для АК

Спаржа	Prius	Rosalie	Erasmus	Власний вектор	Вектор пріоритетів
Prius	1	1/4	6	1,1447	0,2430
Rosalie	4	1	9	3,3019	0,7008
Erasmus	1/6	1/9	1	0,2646	0,0562
Σ				4,7112	1,0000
$\lambda_{\max}$					3,1080
C.I.					0,0540
C.R.					0,0931

Найбільший пріоритет за АК має Rosalie, а найменший Erasmus. Матриця парних порівнянь для ФР дозволяє отримати оцінку пріоритетності з узгодженістю матриці близько 1,5 % (табл. 3.1.11).

Таблиця 3.1.11

Матриця парних порівнянь для ФР

Спаржа	Prius	Rosalie	Erasmus	Власний вектор	Вектор пріоритетів
Prius	1	1/2	1/4	0,5000	0,1365
Rosalie	2	1	1/3	0,8736	0,2385
Erasmus	4	3	1	2,2894	0,6250
Σ				3,6630	1,0000
$\lambda_{\max}$					3,0180
C.I.					0,0090
C.R.					0,0155

Максимальний пріоритет ФР мають для Erasmus, а мінімальний для Prius.

Для каротиноїдів, відношення узгодженості матриці лише 0,3 %. Однак, така висока узгодженість може бути недоліком і може свідчити про надмірну впевненість експертів у судженнях (табл. 3.1.12).

Таблиця 3.1.12

Матриця парних порівнянь для CAR

Спаржа	Prius	Rosalie	Erasmus	Власний вектор	Вектор пріоритетів
Prius	1	1/5	1/3	0,4055	0,1094
Rosalie	5	1	2	2,1544	0,5816
Erasmus	3	1/2	1	1,1447	0,3090
Σ				3,7046	1,0000
$\lambda_{\max}$					3,0040
C.I.					0,0020
C.R.					0,0034

Узгодженість матриці за цукрами ідентична матриці для фенольних сполук (табл. 3.1.13).

Таблиця 3.1.13

Матриця парних порівнянь для SAC

Спаржа	Prius	Rosalie	Erasmus	Власний вектор	Вектор пріоритетів
Prius	1	1/2	1/3	0,5503	0,1692
Rosalie	2	1	1	1,2599	0,3874
Erasmus	3	1	1	1,4422	0,4434
Σ				3,2525	1,0000
$\lambda_{\max}$					3,0180
C.I.					0,0090
C.R.					0,0155

Як видно з табл. 3.1.13, максимальний пріоритет за вмістом цукрів має спаржа Erasmus.

За активністю SOD, найвища пріоритетність характерна для Erasmus. Побудована матриця має відношення узгодженості 4,7 % (табл. 3.1.14).

Таблиця 3.1.14

Матриця парних порівнянь для SOD

Спаржа	Prius	Rosalie	Erasmus	Власний вектор	Вектор пріоритетів
Prius	1	3	1/4	0,9086	0,2176
Rosalie	1/3	1	1/6	0,3816	0,0914
Erasmus	4	6	1	2,8845	0,6910
Σ				4,1746	1,0000
$\lambda_{\max}$					3,0540
C.I.					0,0270
C.R.					0,0465

Матриця парних порівнянь спаржи за активністю каталази дозволяє отримати оцінки пріоритетів за узгодженості близько 2% (табл. 3.1.15).

Таблиця 3.1.15

Матриця парних порівнянь для CAT

Спаржа	Prius	Rosalie	Erasmus	Власний вектор	Вектор пріоритетів
Prius	1	1/4	1/5	0,3684	0,0974
Rosalie	4	1	1/2	1,2599	0,3331
Erasmus	5	2	1	2,1544	0,5695
Σ				3,7828	1,0000
$\lambda_{\max}$					3,0250
C.I.					0,0125
C.R.					0,0215

Найбільший вектор пріоритету активності каталази характерний для Erasmus, а найменший для Prius.

Матриця парних порівнянь плодових овочів за активністю пероксидази має відношення узгодженості: 0,0560 (табл. 3.1.16).

Таблиця 3.1.16

Матриця парних порівнянь для POD

Спаржа	Prius	Rosalie	Erasmus	Власний вектор	Вектор пріоритетів
Prius	1	5	1/3	1,1856	0,2789
Rosalie	1/5	1	1/7	0,3057	0,0719
Erasmus	3	7	1	2,7589	0,6491
Σ				4,2503	1,0000
$\lambda_{\max}$					3,0650
C.I.					0,0325
C.R.					0,0560

Активність пероксидази має максимальний пріоритет для Erasmus і мінімальний для Rosalie.

Після визначення важливості всіх елементів і побудови матриць парних порівнянь, проводиться аналіз для отримання важливості (ваги) кожного елемента. Здійснюється синтез ієрархії, що дозволяє врахувати всі аспекти і прийняти рішення.

Глобальні пріоритети, які і будуть інтегральними оцінками антиоксидантного статусу сортів спаржі, розраховуємо за формулою:

$$I_{AOS} = P_1^2 \times P_1^3 + P_2^2 \times P_2^3 + \dots + P_n^2 \times P_n^3, \quad (5)$$

де I_{AOS} – інтегральна оцінка антиоксидантного статусу,

$P_1^2 \dots P_n^2$ – пріоритетні оцінки матриці критеріїв,

$P_1^3 \dots P_n^3$ – пріоритетні оцінки матриці альтернатив.

Для спаржі сорту Prius:

$$I_{AOS} = 0,1833 \times 0,2430 + 0,0634 \times 0,1365 + 0,0520 \times 0,1094 + 0,0259 \times 0,1692 + 0,3174 \times 0,2176 + 0,2100 \times 0,0974 + 0,1480 \times 0,2789 = 0,1940 \approx 0,19 \text{ (див. табл. 3, 5-11).}$$

Аналогічними розрахунками отримуємо:

– для Rosalie $I_{AOS} = 0,2934 \approx 0,29$;

– для Erasmus $I_{AOS} = 0,51245 \approx 0,51$.

Розрахована інтегральна оцінка показує, що серед досліджуваних сортів найвищий антиоксидантний статус у спаржі сорту Erasmus, мінімальний у спаржі сорту Prius. Тож при застосуванні екзогенних їстівних покриттів, концентрацію антиоксидантів у складі можна буде регулювати відповідно до встановленого антиоксидантного статусу. Такий підхід може гарантувати запобігання втрат продукції при подовженому терміні зберігання.

Висновки

Втрати плодоовочевої продукції, особливо на етапі зберігання, є проблемою, яка потребує уваги та вдосконалення технологій. Зменшення цих втрат не тільки забезпечить стійкий продовольчий ресурс, але й сприятиме зниженню викидів парникових газів та ефективному використанню ресурсів.

Добре функціонуюча антиоксидантна система є важливою для підтримання якості овочів під час їх зберігання та запобігання післязбиральним розладам. Їстівні покриття з антиоксидантними властивостями є ефективною стратегією для збереження якості овочів протягом періоду зберігання. Однак важливо враховувати, що великі дози антиоксидантів можуть мати токсичний ефект, а їх ефективність залежить від концентрації та виду овочів.

Для підсилення потужності ендогенної антиоксидантної системи важливо встановлювати концентрації екзогенних антиоксидантів, які корелюють з ендогенним пулом антиоксидантів у рослинних тканинах. Це забезпечить підтримку антиоксидантного статусу та збереження якості овочів під час післязбирального періоду. Для об'єктивної оцінки антиоксидантного статусу овочів було запропоновано використовувати метод аналізу ієрархій.

Недоліком цього методу може бути суб'єктивність оціночних суджень, яку можна усунути, враховуючи експериментальні або аналітичні дані про хімічний склад та кореляційні зв'язки між компонентами антиоксидантної системи та маркерами окисного стресу. Запропонована методика інтегрального оцінювання антиоксидантного статусу овочів методом аналізу ієрархій може забезпечити об'єктивність та допомогти в прийнятті рішень у визначенні антиоксидантного статусу овочів, сприяючи запобіганню втрат продукції при подовженому терміні зберігання.

Література до розділу 3.1.2

1. Priss, O., Malkina, V., & Kalitka, V. (2014). Integral Assessment of Antioxidant Status of Fruit Vegetables. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(11), 38-41. DOI 10.15587/1729-4061.2014.27668
2. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>

Список публікацій за розділом 3.1.2

1. Priss, O., Hutsol, T., Glowacki, S., Bulhakov, P., Bakhlukova, K., Osokina, N., Nurek, T., Horetska, I., & Mykhailova, L. (2024). Effect of Asparagus Chitosan-Rutin Coating on Losses and Waste Reduction During Storage. *Agricultural Engineering*, 28(1), 99-118. <https://doi.org/10.2478/agriceng-2024-0008>
2. Palamarchuk, I.; Adamchuk, L.; Palamarchuk, V.; Andrushchenko, M.; Priss, O.; Glowacki, S.; Hutsol, T.; Bezalychna, O. Assessment of the Ecological Safety of Honey with the Help of "Factor Area" Models. *Sustainability* **2024**, 16, 9960. <https://doi.org/10.3390/su16229960>
3. Palamarchuk, I., Mushtruk, M., Vasylyv, V., Stefan, E., Priss, O., Babych, I., Karpovych, I., & Pushanko, N. (2024). Modelling the centrifugal mixing process of minced meat to optimise the production of chopped meat semi-finished products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 297–312. <https://doi.org/10.5219/1959>

4. Priss, O., Glowacki, S. (2024). Strategies for reducing postharvest losses of vegetables through integral assessment of antioxidant status. *Food technology progressive solutions*. Tallinn: Scientific Route OÜ, 4-27. doi: <https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.ch1>
5. Priss O. (2024). Focus on food system challenges. *Food technology progressive solutions*. Tallinn: Scientific Route OÜ, 1-3. doi: <https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.introduction>
6. 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. *Economic Affairs*, (2023). 68(1s), 35-42. DOI: 10.46852/0424-2513.1s.2023.5 P
7. 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/ijstdp.180828>
8. Прісс, О., & Булгаков, П. (2024). Storage waste of asparagus as a valuable source of phenolic compounds. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 14(2). DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-2-15
9. 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).10с DOI: 10.31388/2220-8674-2023-1-24
10. 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. *Proceedings of Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University – 2023* [10.31388/2078-0877-2023-23-1-188-198](https://doi.org/10.31388/2078-0877-2023-23-1-188-198)
11. Прісс, О. П., Улянич, О. І., Шевчук, К. М., Яковер, О. І., & Ваховська, А. В. Зберігання зелені шпинату городнього з використанням живильного середовища. *Збірник наукових праць Уманського НУС. Умань*, 2023. Вип. 103, Ч.1, С.7-17. 10.32782/2415-8240-2023-103-1-7-17
12. Ulianych O.I., Priss O. P., Shevchuk K. M., Yakover O. I. (2023). Sowing timeframes and adaptability of escarole cultivars in the Southern Steppe of Ukraine. *Vegetable and Melon Growing Volume*, 74, 94-102. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2023-74-94-10>
13. Priss, O., Zhukova, V., Holiachuk, S., & Karman, T. Effect of heat treatment with biopreparation on the quality of tomato fruit during storage. *Technology audit and production reserves*, (2021). 3(3), 59. 40-45. doi:10.15587/2706-5448.2021.235533

Тема 3.2 Вдосконалення технології виготовлення плодовоягідної снекової продукції

Керівник теми: Кюрчева Л.М.

Виконавці: Сердюк М. Є.

Прісс О. П.

Розділ 3.2.1 Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для визначення сортопридатності плодової сировини до виробництва цукатів

Реферат. У розділі 3.2.1 теми 3.2 наведено результати досліджень щодо придатності свіжої сировини вишні до виготовлення цукатів методом багатокритеріальної оптимізації сортів «Встреча», «Ожиданіє», «Шалунья», «Сіянець Туровцевої», «Гріот Мелітопольський», «Солідарність», «Ігрушка»; «Мелітопольська пурпурна», «Модниця», «Експромт». Плодова сировини є незамінним компонентом здорового харчування, тому що в своєму складі містить вітаміни, мінеральні речовини та має антиоксидантну активність. Однією з популярних видів плодової сировини є вишня. Тому, актуальним є не тільки пошук нових технологій її тривалого зберігання та споживання, а й критерії відбору свіжої плодової сировини для переробки на цукати. Кращим для подальшого виготовлення цукатів виявилася плодова сировина сорту «Гріот Мелітопольський» (1 ранг) – $\varphi(X_5) = 4,72$. На підставі значень показників якості сорту вишні «Гріот Мелітопольський» визначено комплекс параметрів який дозволяє науково прогнозувати найбільшу придатність плодів до виготовлення цукатів.

Мета дослідження

Метою досліджень було – за комплексом якісних параметрів виділити кращі сорти вишні для подальшого виготовлення цукатів у безвідходному ланцюзі використання плодової сировини.

Об'єкт досліджень – плоди вишні

Предмет досліджень – аналіз якісних показників вишні як сировини щодо виготовлення цукатів

Матеріали та методи дослідження

Для реалізації мети досліджень були виконані наступні завдання:

- визначити товарні, біохімічні, органолептичні показники якості в свіжих плодах вишні досліджуваних сортів;
- визначити варіацію обраних показників якості досліджуваного періоду;
- за допомогою методу багатокритеріальної оптимізації шляхом ранжування виділити кращий сорт вишні для виробництва цукатів з свіжої плодової сировини;
- розробити комплекс товарних, біохімічних, органолептичних показників якості свіжих плодах вишні, що будуть оптимально придатні для виробництва цукатів.

Для визначення придатності сировини для виробництва цукатів згідно ДСТУ 6075:2009 Цукати. Технічні умови були проаналізовані біохімічні, технологічні та органолептичні параметри свіжих плодів 10 сортів вишні: «Встреча», «Ожиданіє», «Шалунья», «Сіянець Туровцевої», «Гріот Мелітопольський», «Солідарність», «Ігрушка», «Мелітопольська пурпурна», «Модниця», «Експромт».

Критеріями сорт придатності плодів вишні для виготовлення цукатів в свіжій плодової сировини були обрані наступні елементи якості: вміст сухих розчинних речовин, %; вміст цукрів, %; вміст титрованих кислот, %; вміст вітаміну С, мг на 100 г; вміст фенольних речовин, мг на 100 г; співвідношення кісточки до м'якоти, %; загальна органолептична оцінка плодів за бальною оцінкою. Визначена стабільність обраних параметрів якості свіжих плодів впродовж 12 років досліджень (2010-2022) за її варіабельністю (V_p , %). Проаналізовано загальну варіабельність кожного досліджуваного показника якості, %.

Для встановлення комплексу фізико-біохімічних, органолептичних, товарних параметрів плодів кращого сорту вишні був застосований метод багатокритеріальної оптимізації (геометрична згортка критеріїв).

Результати дослідження та їх обговорення

Аналізуванням отриманих даних встановлено ранжування сортів вишні за ступенем придатності їх плодів до виготовлення цукатів зі свіжої сировини (табл. 3.2.1). Рішенням цільових функцій доведено, що кращим для подальшого виготовлення цукатів виявився сорт «Гріот Мелітопольський» (1 ранг) – $\varphi(X_5) = 4,72$. Аналіз даних на підставі яких було отримано цільову функцію дозволив визначити комплекс товарних, біохімічних та органолептичних параметрів, який дозволяє науково прогнозувати найбільшу їх придатність до виготовлення цукатів зі свіжих плодів: початкова концентрація сухих розчинних речовин - 18,63% (V , % -17,7); цукрів – 12,19% (V , % -21,1); титрованих кислот – 1,65% (V , % -18,7); вітамін С – 8,23 мг/ 100 г (V , % -15,6); суми фенольних речовин – 193,26 мг/100 г (V , % -13,2); співвідношення маси плоду до маси кісточки - 5,21 г; сенсорна оцінка плодів - 8,7 балів. Отже, допустимий рівень варіабельності показників якості плодів вишні є середнім та становить від 13,2% до 18,7%. Винятком є висока варіабельність цукрів в плодах вишні за роки досліджень (21,1%).

Таблиця 3.2.1

Результати значень функцій $f(X1) \dots f(X10)$ при виборі оптимального сорту вишні для виготовлення цукатів з свіжих плодів

X1	Критерій: A1	Критерій: A2																									
		Сухі розчинні речовини (V%), A1		Сухі розчинні речовини (%), A2		Цукри, (V%), A3		Цукри, (%), A4		Титровані кислоти (V, %), A5		Титровані кислоти (%), A6		Фенольні речовини (V%), A7		Фенольні речовини (мг на 100 г), A8		Вітамін C (V, %), A9		Вітамін C (мг на 100 г), A10		Співвідношен на масі плоду до маси кісточки (%), A11		Сенсорна оцінка (балл), A12		Значення функції f(x)	Ранг
		f1	f1	f2	f2	f3	f3	f4	f4	f5	f5	f6	f6	f7	f7	f8	f8	f9	f9	f10	f10	f11	f11	f12	f12		
Створити примітку	Корольова-підлісна	13,40	0,95	18,50	0,78	12,30	0,96	14,35	0,86	19,20	0,56	0,72	0,35	16,00	0,66	245,79	0,54	14,90	0,77	7,74	0,23	4,37	0,92	9,00	1,00	3,43	1
X2	Каріна	20,90	0,13	18,21	0,67	15,70	0,67	12,53	0,33	17,70	0,89	0,65	0,22	14,00	0,79	252,17	0,60	17,70	0,36	8,33	0,37	6,89	0,50	8,40	0,60	5,88	6
X3	Регіна	18,70	0,37	17,14	0,29	17,20	0,54	11,90	0,14	20,10	0,36	0,67	0,25	13,40	0,83	273,11	0,80	13,80	0,93	7,29	0,13	9,26	0,11	8,10	0,40	6,84	10
X4	Міраж	19,30	0,30	18,21	0,67	19,20	0,37	13,89	0,72	19,30	0,53	0,68	0,27	20,70	0,37	209,73	0,19	14,00	0,90	10,67	0,89	7,50	0,40	8,40	0,60	5,77	5
X5	Удівительна	18,50	0,39	18,63	0,82	21,08	0,21	13,03	0,47	20,00	0,38	1,00	0,90	11,10	0,97	288,55	0,95	17,30	0,42	7,58	0,20	3,53	1,06	8,90	0,93	4,30	2
X6	Зодіак	14,80	0,79	17,00	0,24	18,80	0,40	13,14	0,50	19,80	0,42	0,65	0,22	11,20	0,96	272,95	0,80	15,20	0,72	9,60	0,65	6,25	0,61	8,70	0,80	4,88	3
X7	Скорпіон	19,00	0,34	17,91	0,57	17,11	0,55	13,43	0,59	18,70	0,67	0,62	0,16	26,20	0,03	238,34	0,47	18,20	0,29	8,10	0,31	7,73	0,36	8,70	0,80	6,87	11
X8	Колхозниця	21,50	0,07	17,82	0,53	21,00	0,21	12,64	0,36	20,00	0,38	0,74	0,39	16,40	0,64	238,84	0,47	15,80	0,64	7,85	0,26	8,59	0,22	8,00	0,33	7,49	12
X9	Космична	16,30	0,63	17,70	0,49	20,72	0,24	13,55	0,62	19,40	0,51	0,63	0,18	11,70	0,93	246,87	0,55	17,90	0,33	8,95	0,50	9,44	0,08	8,80	0,87	6,06	7
X10	Празднична	13,70	0,91	16,82	0,18	19,30	0,36	12,73	0,39	19,20	0,56	0,59	0,10	18,10	0,53	225,34	0,34	19,70	0,07	10,25	0,79	5,16	0,79	8,40	0,60	6,38	8
X11	Анонс	21,60	0,05	17,62	0,46	21,20	0,20	12,36	0,28	20,70	0,22	0,66	0,24	16,00	0,66	195,04	0,05	19,30	0,13	8,20	0,34	6,09	0,63	8,50	0,67	8,07	13
X12	Темпоріон	18,70	0,37	18,33	0,72	23,00	0,04	12,82	0,41	14,50	1,60	0,63	0,18	16,20	0,65	202,06	0,12	18,70	0,22	7,72	0,23	7,74	0,36	8,50	0,67	6,44	9
X13	Мелодія	15,90	0,67	18,41	0,74	19,60	0,33	14,05	0,77	21,20	0,11	0,70	0,31	13,40	0,83	256,49	0,64	18,10	0,30	8,03	0,30	6,74	0,53	8,80	0,87	5,59	4
	f1	12,90		16,32		11,80		11,40		17,20		0,54		10,60		190,00		13,30		6,69		3,87		7,50			
	f2	22,10		19,13		23,50		14,85		21,70		1,05		26,70		293,60		20,20		11,17		9,94		9,00			
	f3				1		1		1		1		1		1		1			1		1		1		f(x)=0	
	fj ^{opt}	12,9 (min)		19,13 (max)		11,8 (min)		14,85 (max)		17,2 (min)		1,05 (max)		10,6 (min)		293,6 (max)		13,3 (min)		11,17 (max)		3,87 (min)		9 (max)			

Майбутній розвиток даного дослідження може передбачати спосіб підбору сортів плодової сировини та оптимізувати спосіб переробки плодів як вишні, так і інших культур після збирання у безвідходному ланцюзі переробки плодової продукції [16, 17, 18, 19, 20]. Важливо також буде розширити асортимент вишні для більш глибокого аналізу плодової сировини. Врахування сортових особливостей і строків досягання дасть можливість точніше трактувати отримані результати [21, 22, 23, 24, 25]. Крім того, розширення дослідження на інші види фруктів дозволить зробити висновки щодо можливості використання широкого асортименту плодової сировини для виробництва цукатів.

Висновки

Узагальнюючі отримані експериментальні данні щодо сортопридатності свіжих плодів вишні до виготовлення цукатів можна відзначити:

- кращим для подальшого виготовлення цукатів виявилися плоди сорту вишні «Гріот Мелітопольський» (1 ранг) – $\varphi(X_5) = 4,72$.

- комплекс оптимальних параметрів для сортів вишні, який дозволяє науково прогнозувати найбільшу придатність плодів до виготовлення цукатів має наступні значення: початкова концентрація сухих розчинних речовин - 18,63%; цукрів – 12,19%; титрованих кислот – 1,65%; вітамін С – 8,23 мг/100 г; суми фенольних речовин – 193,26 мг/100 г; співвідношення маси плоду до маси кісточки - 5,21 г; сенсорна оцінка плодів - 8,7 балів. Допустимий рівень варіабельності показників якості плодів вишні є середнім та становить від 13,2% до 18,7%. Винятком є висока варіабельність цукрів в плодах вишні за роки досліджень (21,1%).

Література до розділу 3.2.1

1. Шкіндер-Барміна А. М. Формування та вивчення колекції вишні (*Cerasus vulgaris* mill.) Мелітопольської дослідної станції садівництва для визначення селекційно цінних зразків. *Генетичні ресурси рослин*. 2020. № 26. С. 71–80.

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

3. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Шкіндер-Барміна Г. М., Кривонос І. А. Вплив абіотичних чинників на формування смакових якостей плодів вишні. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. Вип. 96, ч. 1. С. 416-432.

4. Шкіндер-Барміна А. М. Товарні якості та біохімічний склад плодів сортів вишні і дюків в умовах південного Степу України. *Вісник Степу*. Кіровоград, 2015. Вип.12. С. 104-107.

5. Жукова В. Ф., Тарасенко В. Г., Кюрчева Л. М. Удосконалення технології гарбузових цукатів з використанням кандидування в сиропі з гранатових вичавок. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв*: матеріали II міжн. наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 23 лист. 2021р.). Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 193-196.

6. Іванова І., Сердюк М., Герасько Т., Білоус Е., Кривонос І. Вибір сорту

черешні з оптимальним комплексом параметрів за методом багатокритеріальної оптимізації. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Вип. 9, т. 1. С. 56.

7. Іванова І. Є., Білоус Е. С., Покопцева Л. А., Єременко О. А. Багатокритеріальна оптимізація показників якості плодів черешні української селекції при заморожуванні та зберіганні. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 99. С. 76-82.

8. Chiabrando V., Garavaglia L., Giacalone G. The postharvest quality of fresh sweet cherries and strawberries with an active packaging system. *Foods*. 2019. Vol. 8(8). P. 335.

9. Conte A., Scrocco C., Lecce L., Mastromatteo M., Nobile M. A. D. Ready-to-eat sweet cherries: Study on different packaging systems. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Vol. 2009. 10. P. 564–571.

10. Ladanyi M., Vegvari G., Toth M. Mathematical modelling of the accumulation of carbohydrates and organic acids throughout the ripening process of Hungarian sour cherry cultivars. *Trees*. 2015. Vol. 29(3). P. 797–807.

11. Lakatos L., Dussi M.C., Szabo Z. The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. *Acta horticulturae*. 2014. № 1020. P. 287–292.

Список публікацій за розділом 3.2.1

1. Іванова, І., Кюрчева, Л., Кривонос, І., & Філенко, М. (2024). Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для визначення сортопридатності плодової сировини до виробництва цукатів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 14(1). <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-22>

2. Спосіб виробництва цукатів з вишні: пат. 155517 Україна: МПК A23L 21/12. № u202303847; заявл. 11.08.2023; опубл. 07.03.2024, Бюл. № 10.

Розділ 3.2.2 Переваги застосування сублімації для збереження антиоксидантних властивостей журавлини

Реферат. У розділі 3.2.2 теми 3.2 наведено результати досліджень щодо використання методу сублімації для збереження антиоксидантних властивостей журавлини. Проведено глибокий аналіз сучасних літературних даних для визначення функціональних властивостей журавлини, які пригнічують розвиток інфекцій, знижують ризик серцевих захворювань та нормалізують артеріальний тиск. Ця ягода має особливу корисність при раку простати. Більшість біоактивних речовин у журавлині знаходяться у її шкірці, яка може втрачати свої властивості під час традиційного вичавлювання соку. Сушіння є альтернативним методом для збереження антиоксидантів, але традиційні температурні методи можуть призводити до втрати якості продукту. Сублімаційне сушіння виявилось найефективнішим та інноваційним методом, оскільки забезпечує збереження антиоксидантних властивостей журавлини. Після циклу сублімації кінцева вологість матеріалу становить лише від 2 до 5 % від початкової, що гарантує максимальне збереження корисних властивостей та отримання високоякісного продукту. Цей метод є перспективним для збереження якості сировини під час сушіння та збереження її лікувальних властивостей.

Мета дослідження

Метою досліджень було аналізування даних літератури щодо оздоровчих характеристик журавлини та експериментальне визначення антиоксидантних речовин журавлини до та після висушування.

Об'єкт досліджень – ягоди журавлини

Предмет досліджень – технологічний процес сублімаційного сушіння та антиоксидантні властивості журавлини

Матеріали та методи дослідження

Дослідження були проведені впродовж 2023-2024 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 проведено аналіз хімічного складу та біологічної цінності журавлини.

Результати дослідження та їх обговорення

Журавлина – це кисла ягода, яка за рахунок унікального вмісту мінеральних солей та біологічно активних речовин, вважається однією з найбільш корисних ягід, її зазвичай додають у соки, соуси та харчові добавки. Окрім цього, сушена журавлина є чудовою альтернативою родзинкам під час випікання чи оздоблення різноманітних страв.

До хімічного складу ягід журавлини входять вітаміни: B1, B2, B6, B9, B12, K, C, A, E, PP; мінеральні речовини: калій, натрій, кальцій, магній, фосфор, залізо, йод, срібло, мідь, свинець, барій, марганець. Крім того, в ній виявлено флавоноїди, глікозид вакцинин, тритерпенові кислоти - олеанолова і урсолова, органічні кислоти - бензойна, лимонна, хінна і оксоглутарова. В журавлині також містяться такі цукри, як глюкоза, фруктоза; поліфеноли: кверцетин, міріцетин; пектинові, дубильні, азотисті і барвні речовини та фітонциди, процианіди. Зокрема, в ягоді виявлено близько 30 видів органічних кислот, а велика кількість бензойної кислоти дозволяє зберігати журавлину протягом всієї зими без термічної обробки і додавання консервантів. Хімічний склад свіжої журавлини (за даними ресурсу Nutrition [10]) наведений в таблиці 3.2.2

Таблиця 3.2.2

Хімічний склад свіжої журавлини

Найменування	Вміст на 100 г сирової речовини	Добова потреба споживання
Вітамін С	13,3 мг	22%
Вітамін Е (токоферол)	1,2 мг	6%
Вітамін К (філохінон)	5,1 мкг	6%
Вітамін В1 (тіамін)	0,02 мг	10%
Вітамін В2 (рибофлавін)	0,02 мг	10%
Вітамін В3 (пантотенова кислота)	0,30 мг	2,5%
Вітамін В6 (піридоксин)	0,1 мг	5%
Вітамін В9 (фолієва кислота)	1 мкг	0,5%
Вітамін РР (нікотинова кислота)	0,4 мг	2,5%
Кальцій	14 мг	1,4%
Калій	105 мг	2%
Магній	15 мг	5%
Фосфор	11 мг	1%
Мідь	0,1 мг	3%
Залізо	0,6 мг	7,5%
Марганець	0,4 мг	18%
Вуглеводи	12,2 г	4%
Білки	0,5 г	0,4%
Клітковина	4,6 г;	23%

Отже, ягоди журавлини в цілому складаються на 89,5% з води, 0,3% - золи, 0,5% - білків, 0,2% - жирів, близько 13% - вуглеводів, 3,3% - харчових волокон, до 0,7% - пектинових речовин, близько 3% - органічних кислот, 5% клітковини; 13-30 мг/% вітаміну С, 1 мг/% вітаміну В9 (фолієва кислота), 0,1 мг/% - вітаміну В6 (піридоксин), 0,02 мг/% - вітаміну В2 (рибофлавін), 0,02 мг/% - вітаміну В1 (тіамін), 0,4 мг/% - вітамін РР.

Журавлина багата речовинами Р-вітамінної дії (до 250 мг/%), які зміцнюють судинну стінку і беруть участь в обмінних процесах разом з аскорбіновою

кислотою. Енергетична цінність свіжої журавлини досить низька (всього 114,8 кДж на 100 г продукту), Калорійність - 28 ккал.

Журавлина входить до складу багатьох харчових добавок, рослинних лікарських засобів, соусів, за рахунок унікального вмісту мінеральних солей та біологічно активних речовин, вона однією з найбільш корисних ягід.

Журавлина також є джерелом антиоксидантів – поліфенолів, а саме: кверцетину, міріцетину, пеонідину, мальвідину, дельфінідину, також разом з ціанідном пеонідин відповідає за насичений червоний колір журавлини.

Антиоксиданти містяться у шкірці ягоди, отже в журавлиновому соку їх значно менше. Ця ягода має фізіологічну дію на організм людини, отже володіє антиоксидантними, освіжаючими та тонізуючими властивостями, покращує фізичну і розумову працездатність, стимулює виділення шлункового і панкреатичного соку, проявляє антимікробну та сечогінну дію. Потужні антиоксиданти ягоди борються з різними інфекціями (бактеріальними та вірусними) і знижують рівень «поганого» холестерину, а рослинні сполуки мають захисну дію. Також журавлина зменшує ризик виникнення серцевих захворювань, знижує артеріальний тиск та пригнічує утворення сполуки під назвою гомоцистеїн, яка, як відомо, пошкоджує слизову оболонку судин. Так додавання журавлини до раціону може допомогти людині керувати кількома факторами ризику серцево-судинних захворювань, серед яких систолічний артеріальний тиск (рівень тиску крові на стінки артерій в момент максимального скорочення серця), журавлина сприяє зменшенню індексу маси тіла (ІМТ) та покращенню рівня "хорошого" холестерину.

Деякі дієтологи включають журавлину до категорії суперфудів, що є продуктами переважно рослинного походження з високим вмістом корисних речовин. Ця ягода містить потужні антиоксиданти, які борються з інфекціями, знижують рівень «поганого» холестерину та мають протизапальні властивості. Журавлина може бути особливо корисною при раку простати через вміст урсолової кислоти, яка має антиоксидантну та протиракову дію [11].

Вважається, що ця ягода, особливо корисна для профілактики раку простати, завдяки вмісту урсолової кислоти, рослинної сполуки з антиоксидантною, протизапальною та потенційною протираковою дією [12].

Журавлина поліпшує смакові якості їжі, сприяє поліпшенню травлення та засвоєння їжі. Деякі дієтологи називають журавлину стимулятором секреції підшлункової залози, так при пієлонефритах вона підсилює антибактеріальну дію інших препаратів, отже за рахунок своїх властивостей має лікувальний ефект.

В медицині журавлину рекомендують хворим при одужанні після перенесених важких захворювань. Вона має тонізуючу, освіжаючу дію і підвищує розумові та фізичні здібності організму людини.

Журавлина володіє бактерицидними властивостями: сік журавлини затримує ріст і розвиток золотистого стафілокока, сибірозвеної палички та кишкової палички, зменшує ризики розвитку виразкових хвороб. Інфекція, спричинена

бактерією *Helicobacter pylori*, вважається основною причиною запалення шлунка та виразок. Отже, фенольні сполуки журавлини виявляють 9 % інгібування уреазної активності, тому вживання журавлини може пригнічувати *Helicobacter pylori* у шлунково-кишковому тракті. Однак, ця ягода корисна не всім, так вона не рекомендується хворим на виразку шлунку і вживати її при такому захворюванні можна тільки за рекомендацією лікаря залежно від стану організму [13].

Сушену журавлину рекомендують вживати для профілактики і лікування інфекцій сечовивідних шляхів. Таку інфекцію викликає бактерія – кишкова паличка, яка прикріплюється до внутрішньої поверхні сечового міхура та сечовивідних шляхів. Завдяки вмісту проантоціанідинів А-типу, які володіють антиадгезивними властивостями, журавлина здатна запобігати розвитку хвороби. При вживанні сушеної журавлини відбувається зміцнення імунітету, профілактика утворення ниркових каменів, очищення лімфатичної системи від холестерину, виведення з організму людини важких металів, лікування та профілактика гастриту і виразки, а також запобігання швидкого росту пухлин.

Сушену ягоду журавлини отримують шляхом дегідратації, тобто зневоднення свіжих ягід (*Vaccinium Oxococcus*) з додавання цукру для нейтралізації кислоти. Деякі виробники, при виробництві сушеної журавлини, щоб запобігти злипанню ягід, покривають їх невеликою кількістю рослинного масла. Так, наприклад в США їх називають «craisins» за аналогією з родзинками (raisins). В ній представлені такі мікроелементи: фосфор і магній, марганець, калій, залізо і цинк, кальцій і мідь. Вітамінний комплекс ста-новлять: вітамін В6, В12, Е, С (20 % денної норми), К і А.

Флавоноїди в сушеній журавлині знижують кількість холестерину, що осідає на стінках артерій, тим самим захищає організм від атеросклерозу, а антиоксиданти ремонтують пошкоджені вільними радикалами клітини серцево-судинної системи.

Для здоров'я травної системи організму людини сушена журавлина надзвичайно корисна. В народній медицині вона представлена в багатьох рецептах, як ефективний засіб від виразки шлунку та 12-палої кишки. Також вважають її, як ліки від раку: протипухлинними властивостями «зневоднена» північна ягода характеризується великим вмістом вітаміну С та антиокислювачів, які здатні інгібувати розвиток злоякісних клітин, наприклад, при раку молочної залози. Також, регулярне споживання сушеної журавлини знижує ризик остеопорозу і захворювань суглобів.

Завдяки унікальному хімічному складу сухофрукти з ягід журавлини запобігають прилипанню бактерій до зубної емалі, блокуючи, таким чином, формування зубного каменю, в наслідок чого запобігають розвитку карієсу. Також відбувається поліпшення здоров'я ротової порожнини. За даними Center for Oral Biology and Eastman Department of Dentistry в University of Rochester Medical Center, проантоціанідини приносять користь здоров'ю ротової порожнини, запобігають зв'язуванню бактерій з поверхнею зубів.

При дослідженні антиоксидантних властивостей журавлини встановлено наявність та визначено вміст біологічно активних сполук в ягоді (таблиця 3.2.3)

Таблиця 3.2.3

Вміст біологічно активних сполук у журавлині

Речовини	Вміст, % у перерахунку на абсолютно суху сировину ($n = 5$)	
	Журавлина свіжа	Журавлина сублімована
Антоціани	$0,23 \pm 0,01$	$0,16 \pm 0,01$
Проціанідини	$0,14 \pm 0,01$	$0,36 \pm 0,01$
Фенольні речовини	$1,16 \pm 0,01$	$1,32 \pm 0,01$
Поліфенольні речовини	$0,48 \pm 0,01$	$0,92 \pm 0,01$
Пектинові речовини	$5,36 \pm 0,01$	$3,42 \pm 0,01$

Біохімічний склад продукції з сушеної журавлини містить значну кількість сполук, які мають біологічну активність. Фенольні сполуки, такі як антоціани, лейкоантоціани та катехіни, сприяють підвищенню активності ферментів і поліпшенню еластичності судин. Пектини, присутні в журавлині, утворюють міцні сполуки з важкими та радіоактивними металами, які виводять їх з організму.

Висновки

За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що сублімована ягода зберігає біологічно активні сполуки на високому рівні, отже завдяки цьому журавлина є дуже корисною ягодою, яка володіє протизапальними, антибактеріальними, гіпотензивними, імуномодуючими, антиоксидантними, противірусними, цитотоксичними властивостями. Ягідні снеки у вигляді пастили стають все більш популярними, оскільки вони мають високий вміст вітамінів, мінералів та антиоксидантів, а також низький вміст насичених жирів та холестерину порівняно з традиційними м'ясними або молочними снеками. Пастила з журавлини - це особливий вид солодоців, який виготовляється з пюре, цукру і желатину. Вона має гладку структуру і солодкий смак, містить вітаміни і корисні речовини, пастила може бути як десерт або просто як смачний і здоровий перекус низької калорійності.

Література до розділу 3.2.2

1. I.Palamarchuk. S.Kiurchev. L.Kiurcheva. V.Verkholtantseva. 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. DOI:10.35784/iapgos.3487
2. Якісне заморожування і сублімаційна сушка завдяки технологіям PIGO. Ексклюзив зберігання і заморозка. Журнал «Ягідник» 16.02.2023 Журнал «Ягідник» <http://www.jagodnik.info/vysokoyakisne-zamorozhuvannya-ta-sublimatsijna-sushka-zavdyaky-tehnologiyam-pigo/>
3. Новый тренд в искусстве хранения и переработки продуктов – сублимация. Зберігання і заморозка новини переробки, ягідництво як бізнес. Журнал «Ягідник» 02.09.2019.

4. Priss, O. P., Bulhakov, P. O., Kolisnychenko, T. O., & Gazzavi-Rogozina, L. V. (2023). Using Protective Coating for Reduction of Losses While Storing Asparagus. *Proceedings of Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University*, 23(1), 188-198. [10.31388/2078-0877-2023-23-1-188-198](https://doi.org/10.31388/2078-0877-2023-23-1-188-198)
5. Hutsol, T., Priss, O., Kiurcheva, L., Serdiuk, M., Panasiewicz, K., Jakubus, M., Barabasz, W., Furyk-Grabowska, K., Kukharets, M. (2023). Mint Plants (*Mentha*) as a Promising Source of Biologically Active Substances to Combat Hidden Hunger. *Sustainability*, 15, 11648. <https://doi.org/10.3390/su151511648>
6. Кузнецова В. Ю., Кисличенко В. С., Горячая Л. Н., Суцук Н. А. Протианидины плодов клюквы и смородины черной. *Вестник ЮКГФА*. 2017. №4 (81), Т. VI. С. 5–8
7. Lee E. J., Patil B. S., Yoo K. S. Antioxidants of 15 onions with white, yellow, and red colors and their relationship with pungency, anthocyanin, and quercetin. *LWT – Food Science and Technology*. 2015. Vol. 63, Is. 1. P. 108–114.
8. 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.

Список публікацій за розділом 3.2.2

1. L. Kiurcheva., S. Holiachuk., Chapter 2 "The advantages of using sublimation for preserving the antioxidant properties of cranberries". Monograph "Food technology progressive solutions"., Scientific Route OÜ, 2024. <https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.ch2>
2. Food technology progressive solutions : Collective monograph./ Priss, O., Glowacki, S., Kiurcheva, L., Holiachuk, S., Samoichuk, K., Verkholtantseva, V. et al.; Priss, O. (Ed.). Tallinn: Scientific Route OÜ, 2024. pp. 268. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/17650>
3. Кюрчева Л.М. Перспективність технології виробництва чіпсів з плодів та ягід. Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва». 8 листопада 2023 р., ТДАТУ. Запоріжжя. <https://peers.international/node/580#node-application-field-comment>

Тема 3.3 Розроблення технологій харчової і кулінарної продукції з функціональними властивостями

Керівник теми: Колісниченко Т.О.

Виконавці: Прісс О. П.,
Ангеловська А.О.
Андрущенко М. В.
Гончар Ю.М

Розділ 3.3.1 Крафтове виробництво гострих соусів на основі ферментованого перцю

Реферат. В розділі представлені результати аналізу сучасної літератури та чинних нормативних документів щодо контролювання якості та шляхів удосконалення технології виготовлення гострих соусів з додаванням плодової сировини. Узагальнено ознаки кулінарної продукції, розроблено критерії органолептичної оцінки соусів за якими проведено порівняння двох рецептур гострих соусів Хабанеро, побудовано відповідні профілограми.

Мета дослідження

Мета цієї роботи зосередилася на удосконаленні та урізноманітненні асортименту продукції, які пропонуються на споживчому ринку продуктів і страв та впровадження інноваційних технологій у виробництво, наданні уваги не тільки на поживній цінності продуктів, але й на їхніх оздоровчих властивостях та відповідності індивідуальним потребам споживачів.

Узагальнення результатів проведених раніше досліджень щодо створення різноманітних нових продуктів для поліпшення харчового статусу людини є своєчасним і актуальним питанням, яке стоїть перед науковцями харчової промисловості. У харчових технологіях використовуються функціональні інгредієнти з підвищеними захисними і поліпшеними технологічними властивостями.

Для досягнення мети були поставлені *завдання*:

- проаналізувати сутність технології крафтових гострих соусів, систематизувати теоретичні та методичні розробки для створення інформативної бази про особливості сучасних технологій виробництва крафтових гострих соусів для підприємств ресторанного господарства;
- провести відповідний аналіз принципів, особливостей та практичного досвіду крафтового виробництва гострих соусів;
- здійснити порівняльний аналіз технології виробництва крафтових гострих соусів за характерними властивостями.

Об'єкт досліджень – крафтові гострі соуси.

Предмет досліджень – технологія особливої преміальної групи гострих соусів.

Матеріали та методи дослідження

Використано методи аналізу та узагальнення інформації, базуючись на огляді літератури. Для формування висновків застосовано абстрактно-логічний метод. Також були використані методи біологічного аналізу та синтезу.

Результати дослідження та їх обговорення

У харчовій промисловості підприємства стикаються з необхідністю вдосконалення та розширення асортименту продуктів і страв, які пропонуються на споживчому ринку. Це вимагає розробки та впровадження інноваційних технологій, з акцентом не лише на поживній цінності, а й на корисності та індивідуальних потребах споживачів. У сучасному світі, де темпи життя швидко зростають, а ритм дня стає дедалі напруженішим, соуси набувають важливого значення в кулінарній культурі. В умовах глобалізації кулінарних уподобань екзотичні смаки та нетрадиційні приправи все частіше знаходять своє місце в соусах. Ці продукти мають безліч переваг, спрощуючи процес приготування їжі та роблячи його більш ефективним і зручним.

Соуси дозволяють розширити гаму смаків і ароматів у кулінарному використанні. Завдяки різноманітній палітрі смаків, їх можна успішно використовувати для приготування різноманітних страв, від класичних до екзотичних. Найважливіше те, що соуси можуть бути корисним доповненням до збалансованого харчування і мати функціональні властивості. Багатство вітамінів, мінералів та антиоксидантів у складі деяких з них робить ці продукти не лише смачними, але і корисними для здоров'я. Включення до рецептури рослинних інгредієнтів може допомагати у боротьбі з прихованим голодом, забезпечуючи організм необхідними фітонутрієнтами [1].

Крім того, соуси мають високу додану вартість, а їх виробництво є досить прибутковим. Результати маркетингових досліджень підтвердили потребу у створенні нових видів соусів, виготовлених з використанням лише натуральної сировини як стабілізаторів та смакових інгредієнтів. Комбінування високоякісної сировини дозволить отримати продукт зі збалансованим складом корисних речовин. Це, здебільшого, зумовлює потребу в плануванні виробничих процесів із урахуванням комплексу оптимізаційних заходів – економічних, фінансових, організаційних, технологічних, екологічних тощо. У конкурентному середовищі яскравим прикладом адаптації до умов невизначеності, ризику та кризи є діяльність ресторанів. Для ефективної роботи вони повинні знаходити свою особливу лінію пропозиції продукції на споживчому ринку, що стосується не тільки організації процесу обслуговування клієнтів, сервісу, але й розширення асортименту за рахунок оптимальних затрат без втрати якості. Прикладом може слугувати використання палітри соусів для різноманітних страв.

Соус – це додатковий компонент із рідкою або напіврідкою консистенцією, який використовують у процесі приготування страви або подають до готової страви для поліпшення смаку й аромату. У сучасній кухні вони є складовою частиною великого асортименту гарячих і холодних страв, закусок, десертів та ін.[2]. Соуси можна класифікувати за різними критеріями, включаючи географічне походження (наприклад, італійські, індійські, японські соуси тощо), температуру подачі (наприклад, теплі або холодні соуси), смак (наприклад, м'які або гострі соуси), кислотність (наприклад, соуси з низьким вмістом кислоти або кислотні), солодкість (наприклад, солодкі або солоні соуси), колір (наприклад, коричневі соуси, рожеві соуси, зелені соуси тощо) [3].

Протягом останніх 5–10 років особливою популярністю почали користуватися соуси, виготовлені так званим «крафтовим» методом, що пояснюється збільшенням приватних сімейних малих підприємств і ферм, де, зокрема, можливо здійснювати повний комплекс виробничих процесів – «від поля – до столу». Крафтове виробництво відрізняється від масового промислового виробництва, перш за все, тим, що виробництво здійснюється без використання характерних йому технологій та на малій потужності, тобто відноситься до дрібних (малих) підприємств. Крафтові виробники можуть виробляти продукцію невеликими партіями і орієнтуватись як на традиційні так і на екзотичні смаки споживачів. Гострі соуси є невід'ємною частиною традиційної кухні країн Азії, Південної Америки та США. Для більшості європейських споживачів гострі соуси є екзотичними і споживаються в невеликій кількості.

Стрімко зростає кількість споживачів, котрі акцентують увагу на хімічному складі, харчовій цінності та наявності функціональних інгредієнтів у продуктах харчування. Це зумовленою проблемою незбалансованого харчування за рахунок споживання очищених, рафінованих продуктів у той час, коли для здорового харчування людина потребує в їжі насичення харчовими волокнами, вітамінами, мікроелементами, мінеральними речовинами, ненасиченими жирними кислотами тощо. Беручи до уваги підвищення інтересу до здорового харчування, на споживчому ринку харчових продуктів виникає потреба у виробках підвищеної харчової цінності, збагачених біологічно активними компонентами та відмінними органолептичними показниками. Досягнути такого ефекту можна завдяки використанню в технології виробництва нетрадиційної рослинної сировини [4].

Обґрунтування доцільності та вимоги до виробництва крафтових соусів

За результатами аналізування норм та вимог до оформлення та рецептури крафтових продуктів і страв виявлена відсутність суворих вимог до їх технології виробництва. Головний принцип сучасного підходу до технології соусів базується на застосуванні переважно ручної та сімейної праці на всіх стадіях процесу виробництва, яка гарантує відсутність штучних консервантів, барвників, харчових добавок і хімічних інгредієнтів. Однак, це не є підставою для крафтових виробників поза увагою лишати потребу отримання відповідних сертифікатів і відповідності санітарним вимогам.

Отже, для продажу крафтових виробів підприємці повинні мати всі визначені чинним законодавством країни, де виробляються крафтові продукти харчування, підтвердження щодо безпеки для здоров'я споживачів. Фактично кожен крафтовий виріб має унікальну рецептуру, що зумовлює високу якість такого унікального виробу. Доцільно зазначити, що технологія виготовлення крафтових виробів передбачає ретельний контроль на якість добірки усіх без виключення компонентів і їх поєднання на основі унікальної рецептури. При цьому вагоме значення має майстерність виробника. Практика доводить унікальність крафтового продукту протягом усього циклу – від вирощування або закупівлі у виробників потрібного сорту природних компонентів (сировини) до його продажу споживачу в оригінальній упаковці, де варто фокусувати увагу на унікальності та натуральних інгредієнтах й екологічного спрямування технології як вироблення продукту, так і його упаковки.

Фактично наразі в Україні відсутнє законодавчо визначене поняття «крафтове виробництво», що за умови національного характеру виробництва зумовлює відповідність певним критеріям, у тому числі має переважати не механізована, а ручна праця; використовується виключно якісна сировина. Філософією крафтового продукту закладено відповідальність перед споживачем, прагнення відповідності загальної культури споживання показнику якості та значимості [15].

Наразі в Україні відсутні й законодавчо визначені вимоги до площі, об'ємів, потужності крафтового виробництва, тобто це може бути як мале, так і велике за обсягом виробництво. Виключення становлять хіба що обмеження стосовно тих виробництв, які потребують ліцензійного дозволу певного типу, що надається окремо на виготовлення продукту і на продаж, наприклад, пива з крафтової пивоварні. Щодо відмінностей масового виробництва від крафтового, доцільно враховувати експериментальний характер такого виробництва, зумовленого прагненням досягнути найвищого, часом оригінального смаку, що впливає на ціноутворення та вимагає активізувати пошук саме своїх споживачів-цінителей й враховувати зміну смаків. Для такого роду діяльності, як «ремісничий», що стосується найменших за потужністю виробництва виробників і сімейних виробників продуктів харчування, створюються сприятливі умови для залучення донорів, фінансової підтримки для розвитку сімейного бізнесу та розвитку сільської громади. В межах цього дослідження доцільно взяти до уваги положення, викладені в міжнародному стандарті щодо системи управління безпечністю харчових продуктів і вимог до будь-якої організації в харчовому ланцюгу (ISO 22000:2018). Загрозу безпечності харчових продуктів може становити біологічний, хімічний або фізичний агент у харчових продуктах, який може спричинити несприятливий вплив на здоров'я. Безпечність харчових продуктів забезпечується спільними зусиллями всіх учасників харчового ланцюга. Отже, розробка технології крафтових гострих соусів для підприємств ресторанного господарства має відповідати вимогам до якості та безпечності харчових продуктів на будь-якому етапі харчового ланцюга.

Серед переліку нормативних документів, щодо соусної продукції, чинні на сьогодні такі, які стосуються соусів делікатесних, фруктових із субтропічних плодових культур; соусів фруктових; соусів, кетчупів і приправ; соусів гарбузових й овочево-фруктових структурованих, соусів десертних [6].

Санітарні правила розповсюджуються на всі діючі підприємства ресторанного господарства, незалежно від форм власності та відомчого підпорядкування, які повинні дотримуватись їх у повному обсязі. Кулінарна продукція виробляється у вигляді страв, кулінарних виробів і кулінарних напівфабрикатів, що відрізняються за основними ознаками (рис. 3.3.1).

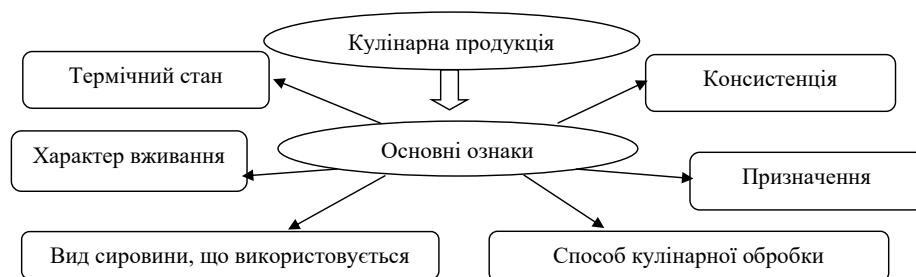


Рис. 3.3.1. Основні ознаки кулінарної продукції

Гігієнічні нормативи мікробіологічних показників включають контроль за чотирма групами мікроорганізмів: санітарно-показові, потенційно-патогенні мікроорганізми, патогенні мікроорганізми та мікроорганізми, що викликають псування продукту [7]. Мікробіологічні нормативи розповсюджуються також на продукцію інтенсивних технологій: з використанням мікрохвильового та інфрачервоного нагрівання, а також на продукцію з ферментованої сировини, що становить інтерес і є важливим під час застосування технології виробництва гострих соусів.

За результатами аналізу вимог мікробіологічних нормативів щодо якості соусів або заправок для других страв, які виробляються підприємствами громадського харчування для гарнірів, визначено: для непастерізованих виробів з овочів та фруктів кількість кишкової палички *Escherichia coli* (*E. coli*) знаходиться в межах від 100 до 1000 КУО/г у 2х відібраних зразках з 5-ти, а в інших менша за 100 КУО/г [7]. Для термічнооброблених та пастерізованих соусів мікробіологічні показники мають відповідати вимогам чинних нормативних документів щодо контролю їхньої якості.

Виявлено безліч варіацій та назв гострих соусів. Фактично, різні народи виготовляють свої оригінальні соуси, у тому числі й гострі, адже природні натуральні інгредієнти для них, здебільшого, виростають саме на території певної країни та є притаманними саме цій країні та відповідати кулінарним традиціям.

Навіть у межах однієї країни, здавалося б, однакові соуси відрізняються своєю оригінальною назвою. Наразі в Україні гострі соуси від крафтових виробників мають свої відмінності не тільки завдяки натуральній сировині, але й за технологією виготовлення. Перевагою гострих соусів є також притаманна їм властивість не лише збагачувати смак страв, але й на основі гострого соусу можливо готувати нові, завдяки чому в закладах ресторанного господарства створюються передумови для розширення пропозицій в меню.

Основою багатьох гострих соусів є перець або інший продукт, який надає гостроту прянощам, оцет, сіль, а також приправи для додавання аромату та смакових відтінків. Технологія приготування особливої преміальної групи гострих соусів передбачає застосування процесу ферментації перцю. Соуси мають консистенцію від рідких до пастоподібних, можуть бути помірно або екстра гострими. Також гострі соуси можуть відрізнятися за кольоровою гамою – зелені, червоні, коричневі. Серед різноманіття рецептів виготовлення гострих соусів, наприклад, на основі васабі, гірчиці, хрону, в Україні широкою популярністю серед смакових запитів споживачів користуються гострі соуси на основі перців, зокрема «Чилі», «Хабанеро», «Скорпіон Тринідаду».

Коли ми використовуємо термін «гострий» соус, асоціативно розуміємо, що мова йде про певну міру пекучості. Наразі цю пекучість гострим соусам надає присутній в перці пряний інгредієнт капсаїцин, який при додаванні в рідкі та пастоподібні суміші й сприяє створенню оригінального смаку. Завдяки цій пряності будь-яка страва може поглибити свої смакові властивості.

Сьогодні однією з найбільш відомих компаній з виробництва гострих соусів є компанія Табаско, яка фактично першою почала розфасовувати гострий соус у пляшечки. Серед відомих постачальників гострих соусів для HoReCa є, зокрема, ті, що пропонують екзотичні або авторські гострі соуси на основі Скорпіон Тринідад з BBQ і Хабанеро. Також технологи та кулінари пропонують нові авторські гострі соуси, серед яких, наприклад, користується попитом у рестораторів гострий соус Zapal Nogesa. Відбувається повсякчас у закладах ресторанного господарства й запит на модернізацію класичних рецептів. Особливою популярністю в світі користуються рецепти на основі фруктів, у тому числі ананасу, манго з додаванням до них перців хабанеро або чилі. Але варто зазначити певну відмінність смакових властивостей гострих соусів в залежності від регіону їх походження.

Для більш детального розгляду особливостей технології виробництва гострих соусів, варто звернути увагу на сутність системи, яка вимірює рівень капсаїциноїдів в конкретній речовині. Мова йде про пряні хімічні речовини, а не лише капсаїцин у речовині. Така система має назву «Шкала Сковілла» на честь фармацевта Вілбера Сковілла, який ще у 1912 р. розробив цей показник, що вимірюється в теплових одиницях Сковілла (SHU) й використовується для оцінювання гостроти конкретної страви. У випадку визначення цього показника в гострому соусі ця система дозволяє дізнатися рівень його пекучості. Отже, якщо під час стандартної дегустації має місце певна суб'єктивність визначення пекучості гострого соусу, то завдяки

виміру хімічних речовин за шкалою Сковілла можливо отримати об'єктивний результат.

В Україні працює платформа «Неймовірна крафтова торбина», започаткована онлайн-виданням «AgroPortal.ua» спільно з Посольством Королівства Нідерландів для популяризації локального продукту та підтримки крафтових виробників. Так, зокрема, станом на вересень 2023р. на цій платформі представлені крафтові продукти від 29 українських виробників – фіналістів конкурсу «Неймовірні села України» та учасників проєкту «Інстафермери». [13].

Технологія виготовлення та органолептичні показники крафтових соусів

Доцільно зазначити, що одним із найбільш рентабельних продуктів для переробки є перець, оскільки за умови правильного підходу з відходів лишається тільки хвостик, сам перець йде на соус, а з макухи можна виготовити олію чи спеції. Унікальну технологію переробки та виготовлення гострих соусів розроблено методом засолки, як це робили у стародавні часи для того, щоб зберегти продукти, або виготовлені на основі ферментованих перців, тобто переброджених у дубових кадібках.

Технологія виготовлення гострих соусів вимагає враховувати всі етапи від підготовки до вирощування рослин і до кінцевого виготовлення та розфасовки. Вирішуються, зокрема, такі питання, як метод вирощування перцю в опалювальних теплицях або двох-трирічне зберігання рослин, заходи щодо уникнення перезапилення, процеси зміни плодів, гострота і смак на наступні роки. Проводяться експерименти з різними сортами, їх врожайністю та технологією вирощування. З метою уникнення перезапилення за результатами експериментів в теплицях серед мінімум 40–50 сортів перцю обирають не більше 12–17 сортів для подальшого використання під час виготовлення гострих соусів. Окрім вимог до агротехнологічних питань унікальною виявляється й технологія переробки врожаю перців і безпосередньо виготовлення соусів. Застосовується власна розробка – холодна ферментація, завдяки якій можливо виготовляти кінцевий продукт без консервантів. Фактично розроблено технологію, що «дозволила уникнути масштабних капітальних затрат», а також довела свою ефективність. У таких випадках доцільно подавати запит на патентування винаходу. Для виготовлення гострого соусу відповідної гостроти та смаку має бути витримана низка вимог. Так, наприклад, перець не можна поливати за два тижні до збору урожаю, бо це впливає на гостроту, яка буде збільшуватись за рахунок малої кількості вологи. Також дуже важливою складовою є насіння перцю.

Технологія виготовлення гострих соусів методом холодної ферментації дозволяє виготовляти кінцевий продукт без консервантів і є унікальною, хоча її відпрацювання вимагає занадто багато часу для визначення оптимального режиму. Ферментація під час експериментів проводилася як в металевих великих, так і в маленьких ємностях. Здійснювався пошук для забезпечення достатньо зволоженого суслу та убезпечення від потрапляння туди кисню. Важливим аспектом під час розробки технології виробництва крафтових гострих соусів було й те, що треба було

розробити технологію, яка дозволила б уникнути масштабних капітальних затрат і при цьому була ефективною.

Для виготовлення гострих соусів використовує метод ферментації, аналогічний процесу створення червоного вина, що дозволяє уникнути окислення смако-ароматичних речовин і зберегти їх букет у готовому продукті. Щодо сутності технології виготовлення гострих соусів за методом ферментації, доцільно зазначити, що в перекладі з англійської мови слово “fermentation” одночасно перекладається і як «бродіння» (процес анаеробного отримання енергії з цукрів і зрідка амінокислот), і як «ферментація» (біологічний процес, під час якого відповідним чином модифікуються ті чи інші речовини). Особливістю ферментації є те, що цей процес може відбуватися також і без участі мікроорганізмів. У такому разі ферментація відбувається виключно за рахунок власних ферментів у тканинах, які підлягають подібній обробці і на зрізі відбувається саме процес ферментації, тобто за наявності кисню повітря поліфенолоксидази окислюють поліфеноли й при цьому утворюються хінони. У свою чергу хінони окиснюють амінокислоти й в результаті утворюється меланін – пігмент коричневого кольору.

Треба відрізнити процес ферментації від процесу промислового культивування мікроорганізмів у біореакторах з метою отримання різноманітних цінних продуктів від біопалива до замінників тваринного білка та антитіл. Також існує відмінність процесу ферментації від технології застосування ферментів, виділених із мікроорганізмів, для розщеплення складних молекул, тобто від методу ферментативного гідролізу.

І хоча крафтові виробники сьогодні наголошують на інноваційності ферментативної технології виробництва гострих соусів, справедливо буде наголосити на тому, що фактично цей метод в тій чи іншій формі застосовувався й нашими далекими пращурами. На практиці ферментування є унікальним біотехнологічним процесом, який сприяє не лише зберігання їжі та напоїв протягом тривалого часу, але й допомагає суттєво підвищувати харчову цінність продуктів і створювати принципово нові. Щодо класифікації ферментованих продуктів, їх розрізняють відповідно до типу сировини та за способами біохімічного перетворення речовин. Дослідами доведено, що для утворення всіх ферментованих продуктів дотичні різні мікроорганізми, де у кожного виду є своя роль і результат його діяльності. Наразі варто зазначити, що переважні види фруктів, овочів, злаків, молочних продуктів ферментуються завдяки першому типу ферментації, тобто коли завдяки молочнокислому бродінню (ферментації) накопичуються органічні кислоти, які призводять до зниження рН та появи кислого смаку, а також змінюють текстуру продукту та можуть підвищувати його харчову цінність. Важливо усвідомлювати, що в даному випадку організм людини краще засвоює ці продукти ферментації завдяки підвищенню розчинності мінеральних елементів [20].

Для більшості традиційних ферментованих продуктів характерним є утворення завдяки складному поєднанню процесів життєдіяльності різних мікроорганізмів.

Практично всі овочі та їх суміші містять цукри, які й використовуються в процесі бродіння. Серед найбільш популярних овочів для ферментації доцільно назвати капусту, огірки та оливки. В межах цього дослідження в якості прикладу доцільно більше уваги звернути на технологію виробництва ферментованого соусу з гострого перцю. Фактично всі частини рослини є природним середовищем для найрізноманітніших мікроорганізмів, зокрема бактерій, дріжджів, цвілевих грибів. Через контактування поверхні рослин із атмосферним повітрям практично неможливо уникнути появи на них аеробних бактерій, грибів і факультативних анаеробів, здатних існувати як за наявності кисню, так за його відсутності. На рослинах молочнокислі бактерії, які є анаеробами, а отже, гинуть від кисню, можуть бути в незначних кількостях.

Процес молочнокислого бродіння характеризується наступними ознаками: після проходження процесу ферментації овочів цілою низкою бактерій, які порізно зростають в середовищі бродіння протягом певного часу, відбувається процес гальмування або припинення збільшення їх кількості через накопичення продуктів метаболізму; опісля в анаеробному середовищі розвивається інша група бактерій. У разі, коли не витримані анаеробні умови, тобто має місце доступ атмосферного повітря, на заміну молочнокислими бактеріям починають розвиватися аеробні бактерії та гриби, а це викликає гниття та утворення цвіті.

Щодо приготування соусу з перцю, спочатку його плоди переробляють в однорідну масу, надалі через декілька годин відбувається процес молочнокислого ферментування, тривалість якого може бути від одного до декількох тижнів. У той час, коли в ємності з перцевим суслом ще залишається певна кількість кисню, серед бактерій переважають факультативні анаероби, але через 1–2 дні за відсутності кисню починають переважати молочнокислі бактерії, що сприяє зброджуванню цукрів до молочної кислоти з утворенням невеликої кількості оцтової кислоти та етилового спирту. На цьому етапі процесу ферментації відбувається інтенсивне виділення вуглекислого газу. Додатковий субстрат для бродіння може створюватися завдяки синтезу ферментів деякими бактеріями. Утворені ферменти розщеплюють полісахариди клітинних стінок, у тому числі геміцелюлози, крохмаль, пектини, целюлозу. Як наслідок процесів ферментації, що є досить складними, фіксується утворення значної кількості побічних продуктів, зокрема це можуть бути спирти та органічні кислоти, які, в свою чергу, вступають у реакцію естерифікації з утворенням естерів – летких сполук із приємним запахом. Саме ці процеси сприяють утворенню нових запашних речовин у ферментованому соусі, що відрізняє від запаху свіжого перцю.

Також завдяки вивільненню сполучень, які містилися в плодах свіжого перцю, в соусному суслі утворюється унікальний букет запахів і смаків, тобто покращуються смакові та ароматичні властивості продукту. Одночасно ці речовини пригнічують ріст дріжджів. В результаті накопичення кислоти в суслі соусу відбувається зниження його рН до 4,5, а темп ферментації уповільнюється. Це пояснюється тим, що за таких умов виживають тільки кислотостійкі бактерії, які є

причиною бродіння решти цукрів. Процес бродіння в кінцевому випадку завершується з фіксацією рівня рН приблизно до 3,4. Як наслідок пригнічується ріст переважної кількості мікроорганізмів, що сприяє збільшенню терміну зберігання такого суслу за умови абсолютної відсутності доступу повітря [16]. Отже, ферментований гострий соус справедливо вважається унікальним продуктом, на смак і гостроту якого впливають не тільки плоди перцю, але й штами бактерій та мікроорганізмів, які впливають на процес ферментації [17].

Беручи до уваги підвищення інтересу до здорового харчування, на споживчому ринку харчових продуктів виникає потреба у виробках підвищеної харчової цінності, збагачених біологічно активними компонентами та відмінними органолептичними показниками. Досягнути такого ефекту можна завдяки використанню в технології виробництва нетрадиційної рослинної сировини [3]. Населення різних країн світу виявляє підвищений інтерес до хімічного складу, харчової цінності та наявності функціональних інгредієнтів у продуктах харчування, зумовленою проблемою незбалансованого харчування за рахунок споживання очищених, рафінованих продуктів у той час, коли для здорового харчування людина потребує в їжі насичення харчовими волокнами, вітамінами, мікроелементами, мінеральними речовинами, ненасиченими жирними кислотами тощо [3]. Останнім часом лікарським засобам рослинного походження приділяється багато уваги через їхню високу ефективність, а застосування синтетичних антиоксидантів скоротилося через їхній негативний вплив на здоров'я людини [19]. Серед широкого спектру пряно-ароматичних добавок варто назвати добавки на основі *Armoracia rusticana*. Хрін звичайний або *Armoracia rusticana* відноситься до багаторічних трав'янистих рослин родини Brassicaceae, до складу якої також входить також гірчиця, васабі, капуста та брокколі (іноді її називають японським хроном) [3]. Аналогічно до перцю, гірчиці, імбирю або справжнього васабі, *Armoracia rusticana* достатньо популярна добавка в кулінарії завдяки властивості сприяти покращенню смаків страв і соусів.

У багатьох куточках світу кожен народ має свої кулінарні традиції приготування гострого соусу. Навіть в межах однієї країни, рецептура цього соусу може відрізнитися від регіону до регіону. В Україні гострі соуси стають все більш популярним як для професійних, так і для домашніх кухонь, оскільки гострий соус не тільки підсилює смак страви, але й дозволяє готувати нові страви на його основі, розширюючи меню багатьох закладів ресторанного господарства.

У таких країнах Європи, які знаходяться на півночі та сході, гострі соуси користуються популярністю як приправа для практично всіх видів м'яса, риби, птиці, овочів і користуються популярністю в Німеччині, в Ельзасі, в багатьох країнах Центральної та Східної Європи тощо. В Англії, наприклад, для збагачення смаків ростбіфу та США в ресторанах швидкого харчування використовують гострі соуси. Наразі має місце інформація, що серед усіх країн світу за кількістю виробництва гострих соусів США має першість, друге місце посідає Китай [3].

Гострий перець – єдина рослинна культура, в якій міститься капсаїцин. Останні наукові дослідження показали, що капсаїцин, що міститься в гострому перці, має антимутагенну та протипухлинну дію. Цей компонент пригнічує ріст ракових клітин, що підтверджує його ефективність.

Гострий перець має корисні властивості, оскільки він діє як природний консервант. Його складні компоненти мають протимікробну та антибактеріальну дію, яка запобігає розвитку шкідливих мікроорганізмів у продуктах.

Крім того, гострий перець допомагає запобігти окислювальному стресу, захищаючи клітини від ушкоджень та зберігаючи їх молодими. У складі перцю містяться вітаміни B1, B2, A, E, C, P, а також різноманітні мікроелементи, які необхідні для нормального функціонування організму, такі як кальцій, залізо, фосфор та кремній.

Присутність у складі цієї речовини визначає корисні властивості продукту. За даними досліджень, алкалоїд капсаїцин чинить виражену протизапальну, знеболювальну та антиоксидантну дію. Антиоксидантні властивості гострих сортів перцю обумовлені присутністю в його складі глюкозинолатів, які відповідають за унікальний аромат і надають йому антиракові властивості. Крім глюкозинолатів в хроні присутні й багато інших антиоксидантів, деякі з яких не тільки знищують та блокують вільні радикали, але й перешкоджають появі мутацій, що можуть виникати у людини під дією несприятливих умов навколишнього середовища та побічних дій від прийому лікарських препаратів, а це в свою чергу може збільшувати ймовірність розвитку різних дегенеративних захворювань [3].

Як приклад досліджень, спрямованих на визначення антиоксидантних властивостей у певних видів рослин, доцільно розглянути результати дослідження екстракту іранського перцю чилі, для отримання якого були використані деякі розчинники, такі як вода, етанол та водно-етанольний розчин [19]. Застосовувалися два види інструментів впливу на об'єкт дослідження, у тому числі з обробкою та без обробки ультразвуковими хвилями. Кількість токоферолу та фенольних сполук в екстрактах вимірювали стехіометричним методом, а антиоксидантну здатність екстрактів вимірювали та аналізували за допомогою тестів на бета-каротин та DPPH. Як результат, було визначено окислювальну стабільність екстрактів. Дані були статистично проаналізовані за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA) та тесту Дункана. Статистично значущим вважався рівень $P < 0,05$. Максимальна та мінімальна ефективність екстракції фенолу та сполук токоферолу були отримані при використанні етанолу та води, відповідно. Отже, завдяки високій антиоксидантній здатності перець чилі може широко використовуватися в харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості.

Доцільно зазначити, що в світі різко збільшується кількість захворювань, які певною мірою пов'язані з порушенням обміну речовин. І одним із напрямів сприяння вирішенню цієї проблеми може стати оздоровче харчування [4]. Серед основних вимог до оздоровчої продукції є максимальне забезпечення організму біологічно активними сполуками відповідно до цільової направленості.

Треба зазначити, що навіть під час карантину на COVID-19 в Україні ніша крафтових харчових продуктів і страв на основі натуральних компонентів і з застосуванням екологічно спрямованих технологій продовжувала збагачуватися новими пропозиціями. Досліджуючи тему розробки технології крафтових гострих соусів для підприємств ресторанного господарства, доцільно акцентувати увагу на різноманітті використовуваних у ресторанах соусів, у тому числі гарячих і холодних, рибних і м'ясних, молочних і сирних, овочевих та ягідних, десертних, низькокалорійних, масляних. Також не безпідставним є широке створення в ресторанах спеціальних соусних карт із рекомендацією відповідних соусів для кожної категорії страв. У той же час залишається ще недостатньо вирішеним питання активізації розробки нових рецептур і технологій кулінарних виробів для здорового харчування, у тому числі й соусів. Наразі українські вчені запропонували низку наукових підходів для розроблення нових видів соусів із додаванням до їх складу функціональних інгредієнтів.

Зарубіжні вчені за останні роки також отримали низку позитивних результатів щодо розробки нових технологій виробництва соусів, зокрема досліджено введення у томатний соус в якості загущувача та емульгатора слизу бамії в натуральній та ліофілізованій формах; запропоновано технологію натурального соусу з плавленого сиру, приправленого ефірними маслами; розроблено технологію збагачення білих соусів червоним солодким перцем і визначено сенсорні характеристики та споживча прийнятність нових білих соусів.

Серед українських вчених продовжується робота, спрямована на розроблення рецептур соусів із розчинними харчовими волокнами, які сприяють зв'язуванню та виведенню з організму антропогенних забруднювачів і продуктів порушення процесів метаболізму речовин. Головною умовою отримання якісного соусного продукту має бути отримання стабільної та однорідної консистенції, що забезпечувало б від розшаровування при подачу соусу споживачу, тобто забезпечена його в'язкість [9]. Щодо зовнішнього вигляду соусів, у ЗРГ варто брати до уваги його вагоме значення для фізіологічного та психологічного сприйняття споживачем. Соус має бути однорідним на вигляд, без плівок і жирних речовин на поверхні [9].

У розроблених гострих соусах було проведено органолептичний аналіз, який має важливе значення для виробників продуктів харчування, оскільки він дозволяє оперативно оцінити якість не тільки готової продукції, але й продуктів на різних етапах виробництва. Виявлення дефектів і недоліків напівфабрикатів дозволяє своєчасно виправити технологічні порушення і запобігти випуску низькоякісної готової продукції.

Експериментально підібрано раціональний рецептурний склад та розроблено технологію виробництва й асортимент крафтових гострих соусів (рис. 3.3.2). Соуси зроблені або методом засолки, як це робили у стародавні часи для того, щоб зберегти продукти, або виготовлені на основі ферментованих перців, тобто переброджених у дубових кадобах, з додаванням айви, груші та меду.



Рис.3.3.2. Гострі крафтові соуси

Оцінка якості харчових продуктів за допомогою органів почуттів людини є найстарішим і найпоширенішим способом. Сучасні лабораторні методи аналізу складніші і вимагають більше зусиль порівняно з органолептичною оцінкою, але дозволяють характеризувати окремі ознаки якості. Органолептичні методи швидкі, об'єктивні і надійні для загальної оцінки якості продуктів. Сенсорний контроль дозволяє оперативно і цілеспрямовано впливати на всі етапи харчового виробництва.

Здоров'я людини залежить від безпеки і якості харчових продуктів. Тому при розробці технології харчової продукції необхідно вивчати ці показники. Першими серед показників якості зазвичай досліджують органолептичні властивості. Сенсорний аналіз допомагає з'ясувати закономірності у формуванні органолептичних показників, оскільки саме за ними споживачі перш за все оцінюють продукт (табл. 3.3.1).

Таблиця 3.3.1

Органолептичні показники концентрованих крафтових гострих соусів

Найменування показників	Найменування соусу	
	Соус Хабанеро	Соус Хабанеро (груша, мед)
Зовнішній вигляд	Однорідна, рівномірно протерта пюреподібна маса, яка не розтікається на горизонтальній поверхні	Однорідна, рівномірно протерта пюреподібна маса, яка не розтікається на горизонтальній поверхні
Консистенція	Однорідна, без сторонніх включень	Однорідна, без сторонніх включень
Колір	Темно-жовтий	Яскраво-червоний
Запах	Із вираженим запахом перцю та айви	Із вираженим запахом перцю, груші та меду
Смак	Гостро-кисло-солодкий з яскраво відчутним айвовим післясмаком	Гостро-кисло-солодкий, із яскраво відчутним вираженням грушівомедовим післясмаком

Згідно з аналізом, який представлений у табл.1, можна зробити висновок, що розроблені гострі крафтові соуси мають високу смакову якість, що позитивно впливатиме на сприйняття нового продукту.

Під час виконання дослідження була розроблена система оцінювання якості чайних концентратів з урахуванням важливості кожного критерію (табл. 3.3.2), що дозволило продемонструвати високі органолептичні показники якості отриманої продукції.

Таблиця. 3.3.2

Результати органолептичного аналізу крафтових гострих соусів

Результати органолептичного аналізу крафтових соусів				Оцінка, бали	
Найменування показника	Коефіцієнт вагомості	Коефіцієнт вагомості	Характеристика	Соус Хабанеро	Соус Хабанеро (груша, мед)
Зовнішній вигляд	0,2	0,83	Однорідність	4,80	4,80
		0,17	Відсутність включень	4,70	4,80
Сумарна оцінка за показником				0,95	0,96
Консистенція	0,25	0,4	Однорідність	4,80	4,90
		0,3	Густина	4,70	4,70
		0,3	Текучість	4,90	4,90
Сумарна оцінка за показником				1,19	1,20
Колір	0,15	0,3	Інтенсивність	4,70	4,90
		0,2	Виразність	4,90	5,00
		0,2	Однорідність	5,00	5,00
		0,3	Натуральність	5,00	4,80
Сумарна оцінка за показником				0,74	0,74
Смак	0,25	0,1	Збалансованість	5,00	4,90
		0,2	Виразність	5,00	4,80
		0,1	Швидкість вивільнення	5,00	5,00
		0,3	Натуральність	4,90	5,00
		0,3	Чистота	4,90	5,00
Сумарна оцінка за показником				1,24	1,24
Запах	0,15	0,3	Чистота	5,00	5,00
		0,2	Виразність	4,90	5,00
		0,2	Стійкість	4,90	4,90
		0,3	Відповідність типу використаної сировини	5,00	4,90
Сумарна оцінка за показником				0,74	0,74
Загальна оцінка				4,86	4,88

Дегустаційну оцінку гострих крафтових соусів, відповідно до вищезазначеного стандарту і з дотриманням вимог системи управління безпечністю харчових продуктів. Результати дегустаційної оцінки показали однозначно

позитивний відгук щодо розробленого харчового продукту. Профілі органолептичної оцінки якості гострих крафтових соусів наведено на рис. 3.3.3

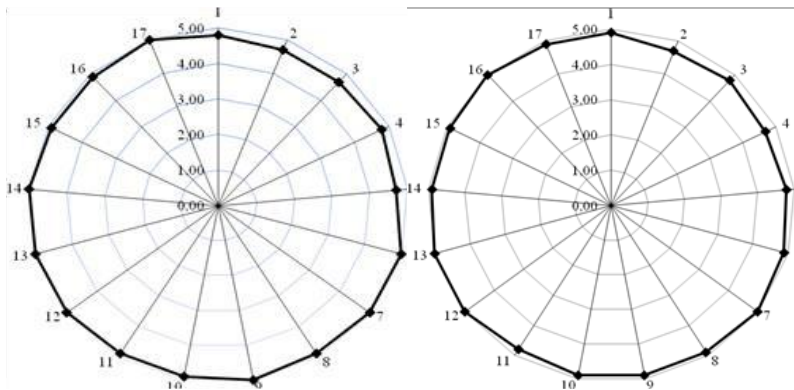


Рис.3.3.3. Органолептичний профіль крафтових гострих соусів Хабанеро та Хабанеро (груша, мед)

Під час проведення органолептичного аналізу було виявлено, що отримані соуси мають високі показники якості за органолептичними характеристиками. Системою бального оцінювання якості соусів, з урахуванням коефіцієнта вагомості, виявлено, що загальна оцінка для соусів така: для крафтового гострого соусу Хабанеро – 4,86, для крафтового гострого соусу Хабанеро (груша, мед) – 4,88. Розроблені соуси мають традиційний смак, який споживачі позитивно сприймають, що сприятиме успіху інноваційного продукту.

Висновки:

За результатами наукового дослідження визначено переваги застосування в крафтовому виробництві інноваційних технологій для виготовлення гострих соусів. Підкреслено важливість врахування зміни смаків і споживчі пріоритети в харчуванні відвідувачів закладів ресторанного господарства.

Проведені комплексні дослідження дозволяють з упевненістю стверджувати, що використання наявної рослинної сировини та сировини з підвищеною харчовою цінністю дозволяє розширити асортимент крафтових соусів для підприємств ресторанного господарства.

Доведено, що під час створення нових композицій гострих соусів для забезпечення гарантії їх виготовлення з необхідними структурно-механічними та органолептичними властивостями враховано вибір і обґрунтування застосування натуральної ресурсної сировини для рецептурних інгредієнтів, їх раціональне комбінування.

Література до розділу 3.3.1

1. Hutsol, T., Priss, O., Kiurcheva, L., Serdiuk, M., Panasiewicz, K., Jakubus, M., Barabasz, W., Furyk-Grabowska, K., Kukharets, M. (2023). Mint Plants (*Mentha*) as a Promising Source of Biologically Active Substances to Combat Hidden Hunger. *Sustainability*, 15, 11648. <https://doi.org/10.3390/su151511648>
2. Листопад, Т.С. Розробка технології соусів з дикорослих та культивованих ягід з йодвміщуючими добавками: дис. ... док. Філософ., техн. науки: спец. 181 «Харчові технології»: захист 22-12-2021/ Листопад Тамара Сергіївна; наук. кер. Г. В. Дейниченко; ДБУ. – Харків, 2021. – 310 с. <https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/Lystopad-dysertatsiya.pdf>
3. Maoloni, A., Cardinali, F., Milanović, V., Garofalo, C., Osimani, A., Mozzon, M., & Aquilanti, L. (2022). Microbiological safety and stability of novel green sauces made with sea fennel (*Crithmum maritimum* L.). *Food Research International*, 157, 111463.
4. Гілецький, І., & Паска М. (2022). Теоретичні та практичні аспекти використання пряно-ароматичної сировини підвищеної біологічної та харчової цінності для сфери гостинності. *Інновації харчових та крафтових технологій для HoReCa. Львівський державний університет фізичної культури*, 183-188 с.
5. Грінченко, І., Грушецький, Р., & Хомічак, Л. (2023). Момордика харантія – перспективна сировина для оздоровчих і крафтових продуктів. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*, 6(2), 247-257. URL: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.6.2.2023.291708/>
6. Все про гострі і екстра гострі соуси. 18 Травня 2021. URL: [//">https://pomodorobrand.top/ua/articles/vse-pro-gostri-i-ekstra-gostri-sousi //](https://pomodorobrand.top/ua/articles/vse-pro-gostri-i-ekstra-gostri-sousi)
7. Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.07.2012 за № 548 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1321-12#Text>
8. ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ». *Офіційний веб-портал*. URL: <https://www.ukrcsm.kiev.ua/index.php/en/>
9. ДСП 4.4.5-078-2001. Мікробіологічні нормативи та методи контролю продукції громадського харчування: Державні санітарні правила. Київ, 2001. Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України 07.11.2001. № 139. URL: <https://budinfo.org.ua/doc/1816420/DSP-4-4-5-078-2001-Mikrobiologichni-normativi-ta-metodi-kontroliu-produktsii-gromadskogo-kharchuvannia/>
10. Калініченко, Л.Л. (2022). Проблеми розвитку крафтової діяльності в Україні. *Економіка: реалії часу. Науковий журнал*. 5, 63, 26-33. URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2022/No5/26.pdf/>
11. Лебеденко, Т.Є., Крусір, Г.В., Шунько, Г.С., & Коркач, Г.В. (2021). Розробка технології соусів з функціональними інгредієнтами для закладів ресторанного господарства. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Серія:*

Харчові технології, 23, 95, 57-64. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/food/article/view/4146>

12. Пекельна справа: як побудувати бізнес на «живих» соусах та окупити свої інвестиції. 02 жовтня 2020. URL: <https://agroportal.ua/publishing/idei-dlya-biznesa/ideya-ogon-kak-postroit-biznes-na-zhivvykh-sousakh-i-okupit-svoi-investitsii/>

13. Процес ферментації, бродіння та ферментер. URL: <https://vognyar.com/statja-fermentacija-brodinnja-ta-fermenter/>

14. Рибачек, В.К. (2023). Деякі аспекти розвитку крафтового виробництва в Україні як інноваційної моделі в післявоєнному розвитку агровиробництва. 218-234. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-331-6-28>

15. Смакуй українське. Історії 11 виробників з неймовірної крафтової торбини. 09 вересня 2023. URL: <https://agroportal.ua/agrocheck/made-in-ukraine/smakuy-ukrajinske-istoriji-11-virobnikiv-z-neymovirnoji-kraftovoji-torbini/>

16. Унікальну технологію переробки та виготовлення гострих соусів розробили українські крафтовики. 21.10.2020. URL: <https://www.seeds.org.ua/unikalnu-texnologiyu-pererobki-ta-vigotovlennya-gostrix-sousiv-rozrobili-ukra%D1%97nski-kraftoviki/>

17. Що таке «крафт» та чому слід обирати крафтовий продукт? 02 жовтня 2021. URL: <https://kult.com.ua/shcho-take-kraft-ta-chomu-slid-obyraty-kraftovyy-produkt/>

18. Cho, S., Kim, J.-M., et al. (2015). [Fermentation of hot pepper juice by *Bacillus licheniformis* to reduce pungency]. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 58, 4, 611-616.

19. Fermented Vegetables and Fruits. *Food Microbiology: Principles into Practice*. 2016. Pp. 313-348.

20. ISO 22000:2018(en). Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:22000:ed-2:v1:en>

21. Mohammadi, M., Sardarodiyani, M., Salehi, E.A., & Baghan, E.E. (2020). Investigating of the antioxidant properties of Iranian chili pepper extract. *Food Science and Technology*, 14, 1, 63-69. DOI <https://doi.org/10.15673/fst.v14i1.1641>

22. Nout, M.J.R. (2014). Food Technologies: Fermentation. *Encyclopedia of Food Safety*. Y. Motarjemi. Waltham, Academic Press, 168-177.

23. Novik, A., Farisieiev, A., Chernyshenko, E., Zhukov, Y., & Zaparenko, A. (2021). Researches of the influence of sea buckthorn on the formation of quality parameters of emulsion-type sauces. *Food Science and Technology*, 15(4), 48-59. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.212>

24. Voidarou, C., Antoniadou, M., et al. (2020). Fermentative Foods: Microbiology, Biochemistry, Potential Human Health Benefits and Public Health Issues. *Foods*, 10, 1.

Список публікацій за розділом 3.3.1

1. Tetiana Kolisnychenko, Kateryna Sefikhanova. Crafting fermented pepper-based hot sauces. Part of the collective monograph "Food technology progressive solutions". Tallinn, Estonia. Scientific Route OÜ. 2024. P. 169-187. doi:<https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.ch7>

2. Колісниченко Т. О., Прісс О. П., Пузанов М. М. Розробка крафтових гострих соусів для підприємств ресторанного господарства. Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції «Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання»: 28-29 березня 2024 року, м. Черкаси [Текст] : у 2-х томах / М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Т.1. – Черкаси: ЧДТУ, 2024. – С.142-145.

3. Колісниченко Т. О., Прісс О. П., Пузанов М. М. Інноваційні крафтові гострі соуси на основі ферментованого перцю для HoReCa Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації: Програма та матеріали II-гої Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 травня 2024 р., м.Київ. – К.: НУХТ, 2024. –С. 131-134

Розділ 3.3.2 Обґрунтування технології виробництва плавлених сирів з функціональними інгредієнтами

Реферат. Представлено результати експериментальної роботи, проведеної в умовах діючого підприємства. Розроблено склад суміші рослинних інгредієнтів під назвою «Італійська»), до складу якої входять: сушена зелень базилику, часнику, порошок томатів, в'ялені помідори. Доведено позитивний вплив долавання 4 % суміші «Італійська» на органолептичні показники плавленого сиру «Янтар», виготовленого за класичною рецептурою. Визначено показники харчової цінності виготовлених зразків та вміст біологічно активних компонентів в продуктах інноваційної рецептури.

Мета дослідження

Метою наших досліджень була розробка перспективної рецептури та технології виготовлення функціонального пастоподібного плавленого сиру з композицією натуральних сухих інгредієнтів «Італійський». За задумом, цей наповнювач мав надати досліджуваному продукту оздоровчих функцій за рахунок вітамінів, незамінних амінокислот, мікро- та макроелементів, фітонутрієнтів. Також урізноманітнить асортимент плавлених сирів за рахунок унікального пряно-томатного смаку, а також привабливого для покупців вигляду, включаючи колір, консистенцію та текстуру.

Для досягнення мети були поставлені *завдання*:

- визначення оптимальних співвідношень рецептурних компонентів для виробництва плавлених сирів із використанням рослинної сировини;
- встановлення оптимального співвідношення рецептурних компонентів;
- дослідження органолептичних, мікробіологічних і технологічних показників дослідних зразків.

Об'єкт досліджень – сир плавлений пастоподібний

Предмет досліджень – технологічні особливості виробництва плавлених сирів, рослинні компоненти.

Матеріали та методи дослідження

За основу для дослідження було взято класичну рецептуру на сир плавлений пастоподібний «Янтарний», до складу «італійської» суміші входили наступні компоненти: сушена зелень базилику, часнику, порошок томатів, в'ялені помідори.

Дослідження проводилися на базі молочного підприємства ТОВ ВО «МОЛІС» м. Дніпрозудне, Василівського р-ну, в цеху плавлених сирів. На першому етапі науково-дослідної роботи було проведено аналітичний огляд літературних джерел з обраного напрямку, сформульовано мету, поставлено задачі, визначено об'єкт та предмет досліджень. На другому етапі досліджувалися технології виготовлення плавлених сирів та обладнання. Визначали придатність до використання вибраних інгредієнтів для виготовлення плавленого сиру; вивчали показники харчової та

біологічної цінності окремих складових рецептури. Перевіряли якість виготовлених зразків за варіантами дослідів: 1) додавання 2 % рослинної суміші; 2) - 4 %; 3) - 6 %. На основі отриманих результатів розробили рецептуру сиру пастоподібного плавленого «Італійський».

Результати дослідження та їх обговорення

Після виготовлення трьох зразків пастоподібного плавленого сиру, дегустаційною комісією, в складі 7 чоловік, було проведено їх порівняльне оцінювання зовнішнього вигляду, консистенції, смаку і запаху. Отримані результати наведені в табл. 3.3.3.

Таблиця 3.3.3

Характеристика органолептичних показників якості розроблених зразків

Назва показника	Зразок 1 (2%наповнювача)	Зразок 2 (4% наповнювача)	Зразок 3 (6% наповнювача)
Зовнішній вигляд	Однорідна пастоподібна маса, поверхня чиста і глянцева		
Консистенція	Пастоподібна, ніжна, пластична, легко намазується, однорідна по всій масі сиру, з домішками базиліку та шматочками помідорів		
	Наявність шматочків помідору замала	Наявність шматочків помідору помірна	Наявність шматочків помідору достатня
Смак та запах	Приємний, вершковий, яскраво виражений смак та запах плавленого сиру		
	смак наповнювача відчувається погано	з легким гармонійно вираженим присмаком часнику та базиліку, смак томатів приємний	з приємним пряно-томатним смаком та вираженим ароматом часнику
Колір	Однорідний, рівномірний по всій масі		
	Світло – кремовий з вкрапленням зелени та шматочками томатів	Світло –помаранчевий, з вкрапленням зелени та шматочками томатів	Кремово-помаранчевий з вкрапленням зелени та шматочками томатів

За результатами дегустаційного оцінювання було визначено найкращий за смаковими якість зразок виготовленого продукту, це був пастоподібний плавлений сир з вмістом наповнювача 4 %. Він мав приємний сирний смак з гармонійним пряно-томатним присмаком та легким післясмаком. Зразок із вмістом наповнювача 2 % характеризувався слабким, ледь відчутним смаком наповнювача. Плавлений сир із 6 % вмістом наповнювача характеризувався різкішим і трохи приторним пряно-томатним смаком з чітким післясмаком часнику. Він менше за інші сподобався дегустаційній комісії. На ряду з експериментальними зразками до дегустації було представлено контрольний зразок виготовлений за типовою рецептурою без наповнювача. Він за органолептичними показниками відповідає встановленим нормам і має помірно виражений сирний, злегка кислуватий смак, приємний сирно-вершковий запах. Консистенція ніжна, мажуча, однорідна по всій масі сиру. Колір світло-жовтий однорідний, рівномірний, за всією масою.

Профілографи, побудовані на узагальненні оцінок дегустаційної комісії досліджених варіантів, наведені на рис.3.3.4

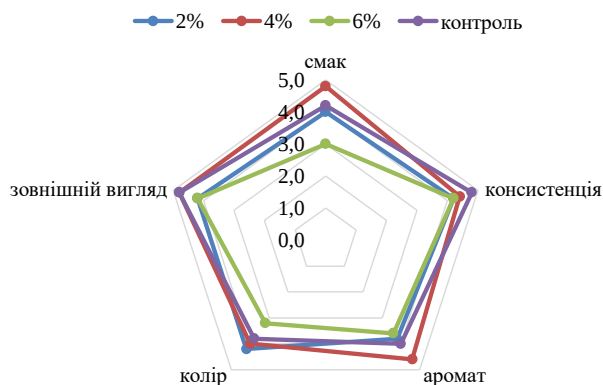


Рис. 3.3.4. Профілографи органолептичної оцінки сиру плавленого з різним вмістом рослинної суміші «Італійська»

Аналізуючи дані рис.3.3.4 зауважимо, що найвище значення показнику смаку мав зразок 2 (4,8 бали), зразок 1 отримав 4,0 бали, а зразок 3 лише 3,0 бали. Аромат дегустаційна комісія оцінила в 4,6 бали - зразок 2, а от зразки 1 і 3 в 3,8 3,6 бали відповідно. Слід зауважити що під час оцінки зразків за кольором зразок 1 було оцінено в 4,2 бали, тоді як зразок 2 отримав 4,0 а зразок 3 лише 3,2 балів. Зовнішній вигляд експериментальних зразків наведено на рис. 3.3.5

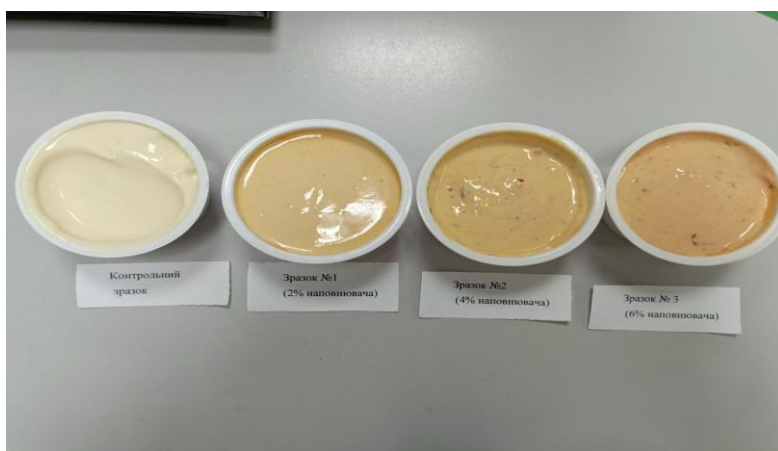


Рис. 3.3.5. Зовнішній вигляд експериментальних зразків

За думкою дегустаційної комісії, якість кольору погіршувалась у міру збільшення кількості рослинного компоненту, сир набував непритаманний помаранчево-червоний колір. Практично однаковий результат було отримано за показником консистенції досліджуваного продукту, зразок 2 отримав 4,4 бали, а зразки 1 і 3 по 4,2 бали кожен. Зовнішній вигляд досліджуваних зразків 1 та 3 було оцінено в 4,2 бали кожен, а зразок 2 отримав 4,8 бали. Зовнішній вигляд досліджуваних зразків в цілому був добрий. Загальною оцінкою найбільше поступився третій зразок, який було оцінено в 3,9 бали, на 0,2 бали більше отримав зразок 1-4,2 бали, а он найбільше балів отримав зразок 2 – 4,6

Також експериментальні зразки дослідили за фізико-хімічними показниками, результати яких наведені в таблиці 3.3.4.

Таблиця 3.3.4

Фізико-хімічні показники експериментальних зразків плавленого сиру

Назва показника	Зразок 1 (2% наповнювача)	Зразок 2 (4% наповнювача)	Зразок 3 (6% наповнювача)	Контроль, 0 %
Масова частка жиру, %	40,0	40,0	40,4	42,2
Масова частка вологи, %	60,0	59,6	59,2	58,8
Масова частка сухих р-н, %	40	40,4	40,8	41,2
pH	4,8	4,85	4,9	4,9

Ми також вивчали, як змінюються санітарно-показові показники (МАФАНМ та БГКП) та мікроорганізми під час зберігання плавлених сирів, що свідчать про їх псування (наявність дріжджів та пліснявих грибів). Результати досліджень представлені в табл. 3.3.5.

Таблиця 3.3.5

Мікробіологічні показники експериментальних зразків після виготовлення та в процесі зберігання

Назва показника	Норма за ДСТУ 4635:2006	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
МАФАНМ, КУО, в 1 г	5×10 ⁴	1,3×10 ⁴	1,4×10 ⁴	1,6×10 ⁴
Після виготовлення				
На 15-й день зберігання		1,3×10 ⁴	1,2×10 ⁴	1,2×10 ⁴
На 30-й день зберігання		1,1×10 ⁴	1,2×10 ⁴	1,2×10 ⁴
БГКП, КУО, 0,01 г	Не допускається	Не виявлено		
Після виготовлення				
На 15-й день зберігання		Не виявлено		
На 30-й день зберігання		Не виявлено		
Дріжджі, КУО, в 1г продукту, не більше ніж	50	10	11	14
Після виготовлення				

На 15-й день зберігання		12	10	28
<i>Продовження табл. 3.3.5</i>				
На 30-й день зберігання		12	16	32
Плісняві гриби, в 1г продукту, не більше ніж	50	5	7	10
Після виготовлення				
На 15-й день зберігання		8	22	40
На 30-й день зберігання		8	28	41
Staphylococcus aureus, в 1г продукту	Не допускається	Не виявлено		
Після виготовлення				
На 15-й день зберігання		Не виявлено		
На 30-й день зберігання		Не виявлено		
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella, в 25 г продукту	Не допускається	Не виявлено		
Після виготовлення				
На 15-й день зберігання				
На 30-й день зберігання				

Визначення мікробіологічних показників якості експериментальних зразків сирів плавлених як після виробництва так і під час зберігання показали, що до мікробіологічної забрудненості всі зразки є безпечними впродовж 30 діб зберігання за температури 4 ± 2 °C.

Вміст поживних речовин та фітонутрієнтів в експериментальних зразках представлений в таблицях 3.3.6 та 3.3.7.

Таблиця 3.3.6

Вміст поживних речовин на 100 г готового продукту

Назва	Контроль, 0%	2 %	4 %	6 %
Білків, г	10,96	10,68	10,41	10,14
Жирів в сух. р-ні, г	16,0	16,0	16,0	16,0
Вуглеводів, г	12,8	12,75	12,69	12,63
Сухих р-н, г	40,0	40,0	40,0	40,0
кКал	239,0	237,7	236,3	235,0
кДЖ	1000,1	994,5	988,9	983,4

Таблиця 3.3.7

Вміст фітонутрієнтів в експериментальних зразках, на 100 г готового продукту, $\bar{x}\pm s$, n=5

Назва показника	Контроль, 0%	2 %	4 %	6 %
Каротиноїди, мкг	-	$5,41\pm 0,48$	$10,91\pm 0,54$	$16,12\pm 0,67$
Лікопен, мг	-	$0,95\pm 0,03$	$1,93\pm 0,09$	$2,84\pm 0,11$
Поліфеноли, мг	-	$3,33\pm 0,04$	$6,29\pm 0,81$	$10,11\pm 1,02$

Хлорофіли, мг	-	10,85±1,04	21,61±1,08	32,48±1,17
---------------	---	------------	------------	------------

Під час дослідження ми намагалися зберегти нормативні органолептичні характеристики і технологічні якості молочної основи плавленого сиру та рослинних компонентів, знайти їх оптимальне співвідношення. Оцінка 3-х експериментальних зразків, виготовлених в умовах підприємства, дозволила вибрати найбільш вдале співвідношення сиру плавленого із різними дозами рослинного наповнювача, за органолептичними показниками ним виявився зразок 2 в якому містилося 4 % наповнювача від загальної маси суміші. Він характеризувався приємним пряно-томатним смаком та запахом, ніжною мазкою консистенцією з шматочками томатів та незвичним для плавленого сиру кольором.

Також проаналізувавши отримані дані експериментальних зразків можна побачити, що при додаванні рослинної сировини фізико-хімічні плавлених сирів відповідають встановленим нормам, на ряду з нормуючими показниками досліджувані зразки збагатилися фітонутрієнтами, вітамінами які містилися в рослинних компонентах. Видно що пропорційне збільшенню доданої рослинної сировини зменшується калорійність продукту, що позитивно для продукту який прогностично має оздоровчі властивості.

Каротиноїди є важливими поживними речовинами, які мають багато корисних властивостей для організму. Вони є потужними антиоксидантами, що допомагають захищати клітини від пошкоджень від вільних радикалів. Вони також підвищують резистентність організму до мутагенів і канцерогенів, знижують ризик виникнення раку, катаракти, серцево-судинних та інших захворювань.

Каротиноїди також мають протизапальні властивості і допомагають знижувати запалення в організмі. Вони можуть нормалізувати обмін речовин і підвищувати стійкість організму до інфекцій. Крім того, вони беруть участь у регуляції транскрипції генів, що впливає на функціонування клітин і органів [1].

Лікопен є потужним антиоксидантом, який має важливу роль у захисті клітин організму від окисного стресу. Окисний стрес виникає, коли нерівновага між продукцією вільних радикалів і антиоксидантним захистом організму. Вільні радикали можуть спричиняти пошкодження клітин та ДНК, що може призвести до розвитку різних захворювань, включаючи атеросклероз та рак [2]. Споживання лікопено-вмісних продуктів призводить до достовірного зменшення маркерів окисного стресу у людини [3]. Лікопін найсильніший каротиноїд-антиоксидант, присутній в крові людини.

Хлорофіл має яскраво виражені антимікробні властивості, його використовують для лікування ран та опіків, також чинить тонізуючий вплив на організм, стимулює роботу серця та дихального центра. Також він бере участь в окисно-відновних реакціях, нормалізує рівень споживання кисню тканинами організму [4].

Тож ми отримали якісно новий вид плавленого сиру який характеризується підвищеною харчовою і біологічною цінністю, та прогностично має переваги для здоров'я споживачів.

Висновки

Вибір рослинної сировини обумовлений доступністю на території України та цільовою доцільністю застосування у виробництві плавлених сирів.

Впровадження обраного рослинного складу підтверджується численними позитивними результатами, які зазначені в наукових джерелах. Фізіологічно цінні мікронутрієнти в обраних рослинних ресурсах сприяють покращенню роботи імунної, нервової, серцево-судинної та дихальної систем, а також покращують роботу захворювань і мають антиоксидантні властивості. Враховуючи це, гармонійне поєднання мікронутрієнтів у вибраних добавках не лише сприятиме створенню нового продукту з привабливими органолептичними властивостями, але й значно підвищить його харчову цінність, яка в цілому буде корисною для всіх людей. Очевидним є те, що внесення в плавлений сир сухого базиліку, сухого порошку часнику і сухого порошку томатів, а також шматочки в'ялених помідор сприятиме формуванню гарного смаку і аромату. Тому особливу увагу необхідно приділити дослідженню органолептичних властивостей, що є стане одним із задач досліджень.

Не менш важливою задачею досліджень стане установлення оптимальної кількості рослинних добавок (базилік, часник, томати) для виробництва плавленого пастоподібного сиру.

Література до розділу 3.4.2

1. Сімонова М. Каротиноїди: будова, властивості та біологічна дія. Біологічні студії. Львів, 2010. Вип. 4-2. С. 159-170.
2. Visioli F., Riso P., Grande S., Galli C., Porrini M. Protective activity of tomato products on in vivo markers of lipid oxidation. *European journal of nutrition*. 2003. Vol. 42. P. 201-206.
3. Devaraj S., Mathur S., Basu A., Aung H. H., Vasu V. T., Meyers, S., Jialal I. (2008). A dose-response study on the effects of purified lycopene supplementation on biomarkers of oxidative stress. *Journal of the American College of Nutrition*. 2008. Vol. 27(2). P. 267-273.
4. Гриненко У. В., Журавель І. О. Визначення вмісту хлорофілів та каротиноїдів в листі шпинату городнього *Spinacia oleracea* : зб. наук. праць співробітників НМАПО ім. П.Л.Шупика, 2017, 29-33 с.

Список публікацій за розділом 3.3.2

1. Priss, O., Glowacki, S. (2024). Strategies for reducing postharvest losses of vegetables through integral assessment of antioxidant status. *Food technology progressive solutions*. Tallinn: Scientific Route OÜ, 4-27. doi: <https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.ch1>
2. Priss, O. (2024). Focus on food system challenges. *Food technology progressive solutions*. Tallinn: Scientific Route OÜ, 1-3. doi: <https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.introduction>

3. Palamarchuk, I., Mushtruk, M., Vasylyv, V., Stefan, E., Priss, O., Babych, I., Karpovych, I., & Pushanko, N. (2024). Modelling the centrifugal mixing process of minced meat to optimise the production of chopped meat semi-finished products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 297–312. <https://doi.org/10.5219/1959>
<https://potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/view/1959>
4. Priss, O., Hutsol, T., Glowacki, S., Bulhakov, P., Bakhlukova, K., Osokina, N., Nurek, T., Horetska, I., & Mykhailova, L. (2024). Effect of Asparagus Chitosan-Rutin Coating on Losses and Waste Reduction During Storage. *Agricultural Engineering*, 28(1), 99-118. <https://doi.org/10.2478/agriceng-2024-0008>
5. Palamarchuk, I.; Adamchuk, L.; Palamarchuk, V.; Andrushchenko, M.; Priss, O.; Glowacki, S.; Hutsol, T.; Bezalychna, O. Assessment of the Ecological Safety of Honey with the Help of “Factor Area” Models. *Sustainability* **2024**, *16*, 9960. <https://doi.org/10.3390/su16229960>
6. Прісс О., Яковер.О. Ескаріол. Розширення асортименту листової зелені для HoReCa. *Інновації, гостинність, туризм: наука, освіта, практика : зб. тез доп. IV Всеукр. наук.-практ. конф. мол. учених, асп. і студ. з міжнародною участю (30 травня 2024 року, м. Львів).* – Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2024. С.215-216.
7. Прісс О., Кузьменко.О. Ароматні олії для HoReCa. *Інновації, гостинність, туризм: наука, освіта, практика : зб. тез доп. IV Всеукр. наук.-практ. конф. мол. учених, асп. і студ. з міжнародною участю (30 травня 2024 року, м. Львів).* – Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2024. С.212-214.
8. Priss O., Hutsol, T., Kukharets V. European Green Deal: Reducing Losses and Waste in Asparagus Storage . *Postępowanie Naukowo-Techniczne i Organizacyjny w Rolnictwie: XXX jubileuszowa konferencja naukowa (05-08.02.24), Zaczopane*, 2024.

Розділ 3.3.3 Розробка технології крафтових напоїв функціонального призначення

Реферат. Теоретично обґрунтовано та розроблено рецептури крафтових напоїв (концентрованого чаю) функціонального призначення. Проведено підбір плодово-ягідної сировини та досліджено склад біологічно-активних речовин в сировині. Проведено органолептичні та мікробіологічні дослідження розробленої продукції.

Мета дослідження

Метою дослідження стало обґрунтування рецептури концентрованого чаю з плодово-ягідної сировини з розширеними оздоровчими функціями

Для досягнення мети були поставлені завдання:

- обґрунтування підбору плодово-ягідної сировини, вивчення та дослідження складу біологічно-активних речовин підібраної сировини;
- дослідження хімічного складу, фізико-хімічних показників дикорослих та культивованих ягід;
- дослідження органолептичних, мікробіологічних і технологічних показників дослідних зразків крафтових напоїв.

Об'єкт досліджень – крафтові напої функціонального призначення.

Предмет досліджень – характеристики плодово-ягідної сировини дикорослої та культивованої, модельні харчові системи, що утримують означені види сировини

Матеріали та методи дослідження

Під час виконання роботи було використано загальноприйняті та стандартні методи досліджень, що забезпечать виконання поставлених завдань. Дослідження якості та безпечності сировини та готових крафтових концентрованих чаїв проводились відповідно до вимог державних стандартів. З метою розробки рецептури крафтових напоїв функціонального призначення на основі плодово-ягідної сировини була розроблена схема теоретичних та експериментальних досліджень.

Так, для проведення органолептичних досліджень використовували ДСТУ 4069-2016 «Напої безалкогольні» та п'ятибальну шкалу з коефіцієнтом вагомості [1, 2]. Результати аналізу відображалися у вигляді графічних таблиць та діаграм. Під час органолептичного аналізу визначали зовнішній вигляд, консистенцію, колір, смак та запах продукції. Для більш детального дослідження кожна група показників була розділена на сегменти:

- 1) під час оцінювання зовнішнього вигляду та консистенції плодово-ягідного чаю визначали однорідність, відсутність включень, текучість і щільність.
- 2) під час оцінювання кольору – однорідність, виразність, природність та інтенсивність; смаку – виразність, збалансованість, швидкість випуску, чистоту, натуральність; запаху – виразність, відповідність виду використовуваної сировини, стійкість, чистоту.

Дослідження якості меду відбувалась відповідно до ДСТУ 4497:2005 Мед натуральний. Технічні умови. [3] Відповідно до цього стандарту було проведено визначення: масової частки води, діастазного числа, кислотності, органолептичних показників; можливої фальсифікації.

Для мікробіологічного аналізу проб застосовувалися стандарти ДСТУ 8051:2015 та ISO / TS 17728:2015, а для підготовки проб – стандарти ДСТУ 7963:2015 та ISO 6887–1:2017. Випробування проводилися з урахуванням вимог МБТ № 5061 (хоча ці МБТ втратили актуальність, проте 66 кількісних та якісних обмежень залишилися згідно з Наказом МОЗ України від 19.07.2012 р. № 548 «Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів») відповідно до державних стандартів за такими мікробіологічними показниками: мезофільні аеробні та факультативно анаеробні мікроорганізми (МАФМ) – за ДСТУ 8446:2015 та ISO 4831:2006; бактерії групи кишкової палички (БГКП) – за ГОСТ 30518–97 та ISO 7251:2005; плісєневі гриби та дріжджі – за ДСТУ 8447:2015 та ISO 21527–2:2008; молочнокислі бактерії – за ДСТУ 7999:2015 та ISO 15214:1998. Визначення наявності/відсутності патогенних мікроорганізмів (включаючи бактерії роду *Salmonella*) проводилося згідно з ДСТУ EN 12824:2004 та ISO 6579–1:2017 / AMD 1:2020.

Для визначення вмісту вітаміну С було проведено два етапи дослідження. На першому етапі вміст аскорбінової кислоти визначали напівкількісно. Метою цього етапу було підтвердження наявності аскорбінової кислоти в розроблених продуктах та контрольних зразках, а також вилучення з подальших досліджень зразків з негативними значеннями. Для напівкількісного визначення використовували паперові тест-смужки, які були зроблені шляхом імпрегнування фільтрувального паперу малорозчинною тетрацикліноміною сіллю 18-молібдодифосфорного гетерополікомплексу (18-МФК) [4]. Тест-смужки занурювали у відібрану частину розчину дослідного зразка, а зміна кольору з жовтого на синьо-зелений або синій свідчила про наявність аскорбінової кислоти. Інші зразки піддавали напівкількісному визначенню за допомогою спеціально підготовленої тест-шкали. Ця методика дозволяє визначати концентрацію аскорбінової кислоти в діапазоні від 10 мг/л до 450 мг/л. На другому етапі визначення аскорбінової кислоти проводили спектрофотометричним методом з використанням 18-МФК і методом градувального графіку (рис.3.3.6) [57, 58].

Для приготування розчину реагенту в мірну колбу об'ємом 50 мл додавали 5 мл розчину 0,01 М 18-МФК, 10 мл розчину 0,01 М нітрату вісмуту (III) та 10 мл розчину 0,5 М H_2SO_4 . Потім доводили об'єм до позначки дистильованою водою та перемішували.

Для проведення аналізу в мірну колбу об'ємом 25 мл додавали 1 мл розчину реагенту. Потім доводили об'єм до приблизно 15-20 мл дистильованою водою, додавали аліквоту розчину аскорбінової кислоти. Через 1 хв вносили 1 мл розчину 0,5 М H_2SO_4 , доводили об'єм до позначки дистильованою водою та перемішували.

Таким чином, реакція окиснення аскорбінової кислоти 18-молібдодифосфату перебігає за умови рН приблизно 1,5, що є оптимальним

значенням рН. Оптичну густину вимірювали в кюветі з товщиною поглинального шару 1 см при довжині хвилі 690 нм.

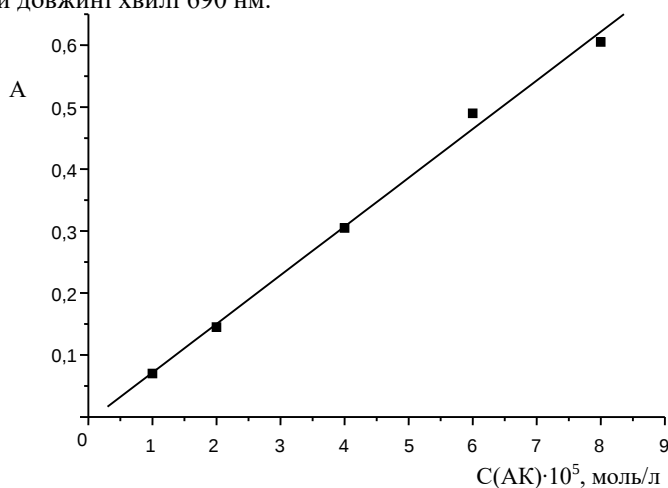
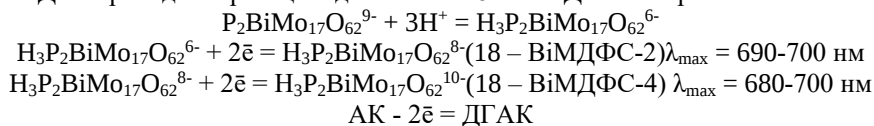


Рис. 3.3.6. Градувальний графік для визначення АК
С(18 - ВіМДФК)=10⁵ моль/л λ = 690 нм, кювета l=1см

Кількісний вміст аскорбінової кислоти у зразках визначали за наступною методикою. Концентровані крафтові чаї з плодово-ягідної сировини двічі фільтрували через щільний паперовий фільтр. З метою запобігання окиснення АК і прискорення процесу фільтрування його проводили за допомогою водострумного насоса через лійку Бюхнера. Проводили аналіз за методикою: у мірні колби на 25 мл вносили 0,25 мл 0,5 М розчину ГПК, вводили аліквоту зразка, який містить АК, необхідну для створення її концентрації, яка відповідає середині градувального графіка (1 – 2 мл). Після додавання аліквоти досліджуваного розчину, колір розчину реагенту змінюється на насичений синій внаслідок відновлення 18-ВіМДФК. Доводили дистильованою водою до позначки та вимірювали оптичну густину одразу після перемішування розчину при довжині хвилі 690 нм в скляній кюветі з товщиною поглинаючого шару 1 см відносно води.

Далі приведенні реакції відновлення 18 – ВіМДФК аскорбіновою кислотою:



Органолептичний аналіз має важливе значення для виробників продуктів харчування, оскільки він дозволяє оперативно оцінити якість не тільки готової продукції, але й продуктів на різних етапах виробництва. Виявлення дефектів і недоліків напівфабрикатів дозволяє своєчасно виправити технологічні порушення і запобігти випуску низькоякісної готової продукції. Під час виконання

дослідження була розроблена система оцінювання якості чайних концентратів з урахуванням важливості кожного критерію та побудовані відповідні профілограми.

Результати дослідження та їх обговорення

Концентрований плодово-ягідний чай не тільки має неперевершений смак і аромат, він ще й підсилює ваш імунітет та наповнює організм вітамінами у будь-яку пору року, завдяки натуральній основі чаю. Залежно від складу айвово-обліпиховий, малиново-кизилловий з імбиром та медом тощо) натуральний фруктовий чай концентрат містить низку корисних мікроелементів та вітамінів, серед яких: вітаміни групи B, P, C, E, D, мінерали, зокрема залізо, калій, магній, фолієва кислота, біофлавоноїди, харчові волокна, антиоксиданти.

Здоров'я людини залежить від безпеки і якості харчових продуктів. Тому при розробці технології харчової продукції необхідно вивчати ці показники. Першими серед показників якості зазвичай досліджують органолептичні властивості. Сенсорний аналіз допомагає з'ясувати закономірності у формуванні органолептичних показників, оскільки саме за ними споживачі перш за все оцінюють продукт (табл. 3.3.8).

Таблиця 3.3.8

Органолептичні показники концентрованих крафтових чайів

Найменування показників	Найменування концентрованого чаю	
	Айвово-обліпиховий з імбиром та медом	Малиново-кизилловий з імбиром та медом
Зовнішній вигляд	Однорідна, рівномірно протерта пюреподібна маса, яка не розтікається на горизонтальній поверхні	Однорідна, рівномірно протерта пюреподібна маса, яка не розтікається на горизонтальній поверхні
Консистенція	Однорідна, без сторонніх включень	Однорідна, без сторонніх включень
Колір	Темно-жовтий	Яскраво-червоний
Запах	Із вираженим запахом айви-обліпихи, імбиру та меду	Із вираженим запахом малини, кизилу, імбиру та меду
Смак	Терпкувато-кисло-солодкий, із вираженим смаком айви-обліпихи, імбиру та меду	Кисло-солодкий, із вираженим смаком малини, кизилу, імбиру та меду

Згідно з аналізом, який представлений у таблиці 3.3.8, можна зробити висновок, що розроблені концентровані крафтові чаї мають високу смакову якість, що позитивно впливатиме на сприйняття нового продукту.

Під час виконання дослідження була розроблена система оцінювання якості чайних концентратів з урахуванням важливості кожного критерію (табл. 3.3.9), що дозволило продемонструвати високі органолептичні показники якості отриманої продукції. На дослідному крафтовому підприємстві було затверджено діяльність дегустаційної комісії внутрішніми документами, відповідно до вищезазначеного стандарту і з дотриманням вимог системи управління безпекою харчових продуктів.

Таблиця 3.3.9

**Результати органолептичного аналізу концентрованих крафтових чаїв з
плодово-ягідної сировини**

Найменування показника	Коефіцієнт вагомості	Коефіцієнт вагомості характеристики	Характеристика	Оцінка, бали	
				Айвово-обліпиховий з імбиром та медом	Малиново-кизиловий з імбиром та медом
Зовнішній вигляд	0,2	0,83	Однорідність	4,80	4,80
		0,17	Відсутність включень	4,70	4,80
Сумарна оцінка за показником				0,95	0,96
Консистенція	0,25	0,4	Однорідність	4,80	4,90
		0,3	Густина	4,70	4,70
		0,3	Текучість	4,90	4,90
Сумарна оцінка за показником				1,19	1,20
Колір	0,15	0,3	Інтенсивність	4,70	4,90
		0,2	Виразність	4,90	5,00
		0,2	Однорідність	5,00	5,00
		0,3	Натуральність	5,00	4,80
Сумарна оцінка за показником				0,74	0,74
Смак	0,25	0,1	Збалансованість	5,00	4,90
		0,2	Виразність	5,00	4,80
		0,1	Швидкість вивільнення	5,00	5,00
		0,3	Натуральність	4,90	5,00
		0,3	Чистота	4,90	5,00
Сумарна оцінка за показником				1,24	1,24
Запах	0,15	0,3	Чистота	5,00	5,00
		0,2	Виразність	4,90	5,00
		0,2	Стійкість	4,90	4,90
		0,3	Відповідність виду використаної сировини	5,00	4,90
Сумарна оцінка за показником				0,74	0,74
Загальна оцінка				4,86	4,88

Результати дегустаційної оцінки показали однозначно позитивний відгук щодо розроблених концентрованих крафтових чаїв. Профілі органолептичної оцінки якості концентрованих крафтових чаїв наведено на рис. 3.3.7.

Один з найважливіших показників якості продукції – мікробіологічні показники. Всі види продукції повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів. Були проведені дослідження на мезофільні аеробні і факультативно анаеробні мікроорганізми, бактерії групи кишкової палички, патогенні мікроорганізми. Мікробіологічні дослідження проводилися з використанням поживних середовищ.

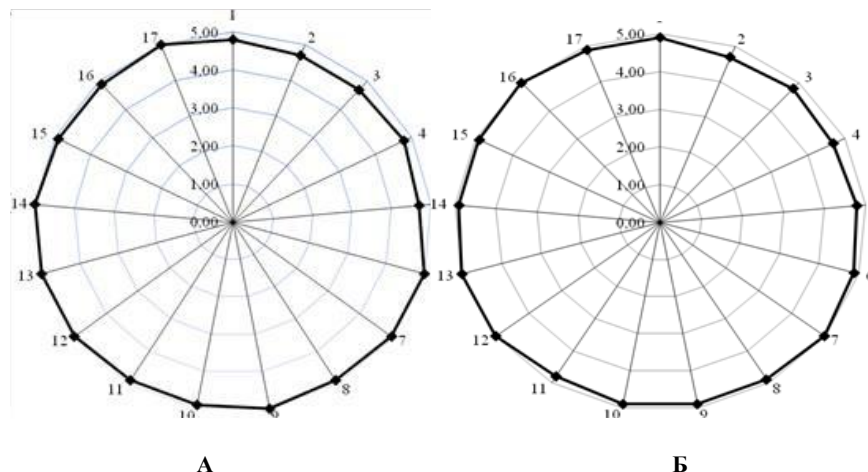


Рис. 3.3.7. Органолептичний профіль концентрованого крафтового чаю айвово-обліпихового з імбиром та медом (А) та малиново-кизилового з імбиром та медом (Б)

Для цього були обрані наступні поживні середовища: середовище з сухого поживного агару для визначення мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів; середовище Ендо для визначення бактерії групи кишкової палички; м'ясо-пептонний агар для визначення бактерій; середовище агарове Беард-Паркера для визначення *Staphylococcus aureus*.

Дослідження проводилися з метою визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у продукції протягом 1 року, патогенних мікроорганізмів у 50 мл напою, груп кишкової палички у 0,1 мл та стрептококів у 1 мл напою. Дослідження проводилися згідно з методиками, викладеними у відповідних ДСТУ. Використання цієї нормативної документації дозволяє контролювати вплив меду на мікробіологічні показники, які можуть призвести до псування продукту після пастеризації. Результати досліджень показали, що у концентрованих крафтових чаїв кількість аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів відповідає нормі, патогенні мікроорганізми, бактерії *Staphylococcus aureus*, бактерії кишкової палички та *E.coli* не були виявлені.

Мед для виготовлення концентрованих крафтових чаїв застосовують у рідкому вигляді. Серед декількох найбільш поширених та доступних варіантів меду: соняшникового, гречишного та акацієвого, віддали перевагу акацієвому. Відомо, що в ньому високий вміст фруктози, відповідно він використовується для дієтичного та дитячого харчування. Визначено, що цей мед має найнижчу алергенність, а також зменшує запальні процеси, підвищує імунні резерви організму та впливає на покращення зорових функцій.

Акацієвий мед найменше піддається кристалізації, тож найкраще відповідає технологічним вимогам процесу. Звичайно, рідкий мед безпосередньо вливають у

суміш пюре за необхідності, його розтоплюють, але не кип'ятять. Результати експериментальних досліджень порівнювалися зі значеннями, зазначеними у нормативному документі і наведено в табл.3.3.10.

Таблиця 3.3.10

Показники якості меду для виробництва концентрованих крафтових чайів

Найменування показників	Зразок акаційового меду	Значення ДСТУ
Масова частка води, %	17	не більше 21
Діастазне число, %	2,5	не більше 6
Кислотність, (0,1моль/дм3) на 1 кг	40	не більше 50
Колір	світло-жовтий	Безкольорний, білий, світло-жовтий, жовтий, темно-жовтий, темний з різними відтінками
Смак	солодкий, ніжний, приємний,	Солодкий, ніжний, приємний, терпкий, подразнює слизову оболонку ротової порожнини, без сторонніх присмаків
Аромат	приємний, ніжний	Специфічний, приємний, слабкий, сильний, ніжний, без сторонніх запахів
Консистенція	в'язка	Рідка, в'язка, дуже в'язка, щільна
Кристалізація	дрібно-зерниста	Від дрібнозернистої до крупнозернистої
Ознаки бродіння	відсутні	Не допускаються
Механічні домішки	відсутні	Не допускаються

Результати отримані в ході дослідження вмісту аскорбінової кислоти в інноваційних рецептурах концентрованих плодово-ягідних напоїв наведені у табл. 3.3.11.

Таблиця 3.3.11

Вміст аскорбінової кислоти у представленій продукції

№ з/п	Найменування крафтового чаю	Вміст аскорбінової кислоти, мг/100мл
1	Айвово-обліпиховий з імбиром та медом	83±0,2
2	Малиново-кизильовий з імбиром та медом	120±0,4

Висновки

Сьогодні однією з основних тенденцій розвитку ринку крафтових безалкогольних напоїв є розробка та впровадження новітніх технологій на основі плодово-ягідної сировини. Дикоросла та культивована рослина сировина є джерелом багатьох біологічно активних речовин, і їх дозування необхідне для отримання функціональної крафтової продукції зі значними поживними властивостями. Розвиток крафтових технологій безалкогольних напоїв спрямований на підвищення біологічної цінності продукту та формування функціональності продукту шляхом додавання плодово-ягідної сировини з великим вмістом БАР.

Виробництво безалкогольних напоїв – це різноманітна група харчових продуктів, які суттєво відрізняються за рецептурним складом, технологією виробництва та споживчими характеристиками. Вони капіталізують купівельні потреби населення і відіграють важливу роль у поповненні енергетичного балансу людини. Виробництво безалкогольних напоїв надзвичайно важливо з багатьох причин. Напої є однією з основних категорій продуктів харчування, які можуть усунути дефіцит мікронутрієнтів у щоденному раціоні людей.

Аналіз науково-технічної літератури показав, що використання плодово-ягідної сировини є важливим напрямом розширення асортименту крафтових чаїв у харчуванні. Ця сировина містить біологічно активні речовини і має антиоксидантні властивості. Наявний асортимент концентрованих крафтових чаїв підтверджує потребу у розробці нових продуктів високої біологічної цінності. Проаналізувавши вплив технологічних прийомів переробки плодів і ягід дійшли висновку, що створення на їх основі готової продукції з високим вмістом флавоноїдних сполук, які зумовлять його біологічну цінність і дадуть можливість використовувати отримане концентроване пюре для отриманих на їх основі крафтових чаїв.

Науково обґрунтована методологія дозволить уникнути емпіричного підходу при пошуку сировинної бази і визначенні різних аспектів доцільності комбінування шляхом розрахунку критеріїв участі окремих компонентів рецептури у формуванні якості нових продуктів. Після проведення маркетингових досліджень можна стверджувати, що перспективним напрямком створення продуктів функціонального харчування є створення безалкогольних напоїв з використанням рослинної сировини, а саме – концентровані крафтові чаї, який на сьогоднішній день набуває все більшої популярності. Споживання цього чаю дозволить значно підвищити рівень забезпечення організму людини корисними речовинами. Розроблені рецептури оздоровчого напою рекомендовані для використання в підприємствах ресторанного господарства для широкого кола населення.

Література до розділу 3.3.3

1. Основні способи переробки плодів і овочів Web-сайт URL: http://192.162.132.48:5000/MyWeb/manual/agronomija/txn_pererob_plodiv_i_ovoc_hiv/2/2_9.html
2. Технологія производства плодово-ягодных консервов Web-сайт URL : <https://studyes.com.ua/lektsii/lektsiya-technologiya-proizvodstva-plodovoyagodnich-konservov/ctranitsa-2.html>
3. Технологія виробництва яблучного пюре Web-сайт URL: https://studbooks.net/2045371/marketing/tehnologiya_proizvodstva_yablochnogo_py_ure_detskogo_pitaniy/
4. Зарецька Д. К., Сердюк М. Є., Міліч В. М. Моделювання плодового напівфабрикату на основі айви та обліпихи. Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Полтава, ПДАУ, 2021. – С. 21 – 25.

57. Vishnikin A.B. 11–Molybdo-bismuthophosphate – a new reagent for the determination of ascorbic acid in batch and sequential injection systems / A.B. Vishnikin, T.Ye. Svinarenko, H. Sklenářová, P. Solich, Ya.R. Bazel, V. Andruch // Talanta. 2010. Vol. 80, № 5. P. 1838–1845.

58. Vishnikin A, Melnikov K, Kolisnychenko T, Lystopad T, Pidhorna D. Development of berry drinks with a high content of ascorbic acid / Food science and technology. Volume 13 Issue 3. 2019. C. 70–76.

Список публікацій до розділу 3.3.3

1. Tetiana Kolisnychenko, Marina Serdyuk. Use of berry raw materials in fruit drinks for restaurant establishments. proceedings of the I International Scientific-Practical Conference “Scientific strategies in the context of global challenges” «ISPC-SSCGC 2024» April, 16, 2024 Warsaw (Poland) 2024. P. 144-146. https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2024-06/Polinkevych_16_04_2024_MAN_Warszawa.pdf

2. Тетяна Колісниченко, Людмила Кюрчева. Технологічні аспекти виробництва крафтових напоїв основі плодово-ягідної сировини для підприємств ресторанного господарства. Інновації, гостинність, туризм: наука, освіта, практика : зб. тез доп. IV Всеукр. наук.-практ. конф. мол. учених з міжнародною участю (30 травня 2024 року, м. Львів). – Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2024. – С.179-182.

Розділ 3.3.4 Підвищення якості молочних соусів за рахунок використання згущеної низьколактозної молочної сироватки

Реферат. На основі положень стратегії інноваційного розвитку було сформульовано робочу гіпотезу, яка передбачає, що використання рослинної сировини як джерела низькоетерифікованих пектинових речовин та кисломолочної сироватки як джерела білків, кальцію, фосфору, низьколактозних речовин, з направленим регулюванням функціонально-технологічних властивостей під час сквашування та згущення, з використанням низьколактозного напівфабрикату на основі молочної сироватки, дозволить отримати функціональний емульгований соус.

Мета дослідження

Метою цієї роботи є дослідження реологічних властивостей модельних соусних систем на основі напівфабрикату зі згущеної низьколактозної молочної сироватки та ферментованого гарбузового пюре з підвищеним вмістом пектинових речовин.

Для досягнення мети були поставлені завдання:

- проаналізувати сучасний ринок соусів і виокремити основні тенденції щодо їх виробництва;
- визначити вплив використання безлактозної молочної сироватки в технології соусів для людей, страждаючих на часткову або повну непереносимість лактози;
- удосконалити технологію виробництва соусів на основі безлактозної молочної сироватки.

Об'єкт досліджень – технологія майонезного емульсійного соусу на основі напівфабрикату на основі згущеної низьколактозної молочної сироватки і ферментованого пюре з гарбуза, та його якість.

Предмет досліджень – напівфабрикат на основі згущеної низьколактозної молочної сироватки і ферментованого пюре з гарбуза, функціонально-технологічні властивості модельних систем на основі нього та якість розробленої кулінарної продукції.

Матеріали та методи дослідження

Запропоновано інноваційну стратегію розвитку технології емульгованих соусів з урахуванням фізіологічних, сировинних, екологічних, технологічних та економічних аспектів. У зв'язку з цим сформульовано основні принципи розробки майонезного соусу та вимоги до його технологічних властивостей. Продукт повинен:

- задовольняти потреби людей з мальабсорбцією, які мають обмеження на споживання лактози та непереносимість яєць, в основних поживних речовинах;
- бути агрегативно стабільним одразу після виробництва та під час зберігання;
- вироблятися з локально доступної в Україні сировини з реалізацією їх харчових та функціонально-технологічних властивостей;

– з меншити обсяги вторинної молочної сировини (невикористаної молочної сироватки), що є потенційними забруднювачами навколишнього середовища;

– зробити технологічний процес виробництва соусів на основі напівфабрикату на основі згущеної низьколактозної молочної сироватки і ферментованого пюре з гарбуза доступним як для високопродуктивних виробництв, так і для невеликих крафтових виробництв та закладів ресторанного господарства.

Реалізація цих принципів можлива лише шляхом обґрунтованого та цілеспрямованого впливу на обрану молочну та рослинну сировину з метою найбільш повного використання їх технологічних властивостей.

Як контрольний зразок досліджували властивості майонезу «Провансаль 67% жирності» класичної рецептури власного виробництва.

Основа для напівфабрикату на основі згущеної низьколактозної молочної сироватки і ферментованого пюре з гарбуза, що використовується у виробництві соусів, завдячує своїм складом чудовим емульгуючим властивостям.

Моделльні склади напівфабрикату на основі згущеної низьколактозної молочної сироватки і ферментованого пюре з гарбуза з вмістом ферментованого пюре гарбуза більше 60% та згущеної сироватки менше 40% мали незадовільні органолептичні показники, тому не були використані для подальших досліджень.

Для виробництва напівфабрикату на основі згущеної низьколактозної молочної сироватки і ферментованого пюре з гарбуза попередньо ферментовану молочну сироватку, яку згущують під вакуумом. Процес згущення відбувається при зниженому тиску $P = -0,1$ Па, за постійної температури $50 \pm 2^\circ\text{C}$, протягом 6×3600 сек. Коефіцієнт концентрації становить 10 [11]. В результаті конденсації ефективний показник в'язкості зростає, що дає підстави для використання згущеної у вакуумі низьколактозної молочної сироватки у в'язкопружних системах. При цьому досягається регулювання кислотності напівфабрикату на основі згущеної низьколактозної молочної сироватки і ферментованого пюре з гарбуза до нейтрального рівня pH.

Одночасно проводили попередню гідротермічну обробку гарбузової мезги з подальшою ферментацією ферментним препаратом Ветом 1.1. Оптимальними параметрами процесу ферментації при виробництві ферментованого пюре з гарбузової м'якоти, що призводить до максимального накопичення розчинного пектину, є температура $55 \pm 3^\circ\text{C}$, тривалість 15×3600 с та концентрація ферментного препарату 1,5% [12].

Ключовим питанням у визначенні функціонально-технологічних властивостей напівфабрикату та його харчової і біологічної цінності є встановлення раціонального співвідношення компонентів системи.

Однією з основних вимог до виробництва соусів на основі напівфабрикату на основі згущеної низьколактозної молочної сироватки і ферментованого пюре з гарбуза є наявність необхідної текстури та здатність зберігати структурні характеристики. Під час виробництва емульсійних соусів найбільш показовими параметрами на стадії емульгування є в'язкість (η , Па-сек) та стабільність (V , %). Ці параметри безпосередньо залежать від значень pH емульсійної системи,

температури емульгування (t , °C), швидкості капання олії (v , мл/сек) та швидкості обертання робочого органу змішувача (V , 1/сек).

Вміст ферментованого пюре з гарбуза в модельних системах соусів варіювався в межах 40...90% з кроком 10%. Компоненти суміші перемішували за температури $20 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 60 секунд до досягнення гомогенності за допомогою базового гомогенізатора IKA Ultra-Turrax T18 при $V=11200$ об/хв.

Розмір крапель олії в емульсіях спостерігали за допомогою біологічного цифрового мікроскопа MICROmed XS-3330 LED та реєстрували об'ємно-зважений діаметр (DS , нм), де DSD показує % кількість частинок з діаметром di . Вимірювання було використано для отримання картини розподілу розмірів крапель.

Ефективну в'язкість визначали за допомогою ротаційного віскозиметра БПН-0,2М. Робоча температура в термостаті становила $+23,3 \pm 1,5^\circ\text{C}$. Для фіксованого значення напруги брали до п'яти значень періоду обертання, виключаючи грубі похибки, і розраховували середнє значення.

Границю міцності зразків на зсув (ГМЗ) визначали шляхом екстраполяції лінійної ділянки кривої $\tau=f(\gamma)$ при швидкості зсуву 100 1/сек, що відповідає значенням при сенсорній оцінці під час споживання продукту.

Жирозв'язуючу здатність визначали за кількістю рослинної олії (соняшникової), необхідної для досягнення точки інверсії. Визначення точки інверсії фаз для оцінки емульгуючої здатності модельних систем проводили за методом Гурова О.М. [13]. Емульгування олії проводили за допомогою механічної верхньопривідної мішалки DLH з насадкою для розчинення, перемішуючи матеріал зверху вниз і знизу вгору в умовах високої турбулентності та дії поперечної сили протягом 25-35 хв, залежно від співвідношення компонентів. Стабільність емульсії (ES) визначали за кількістю нерозшарованої емульсії. Тип емульсії визначали шляхом розведення у воді. Значення точки інверсії фаз відповідало масовому вмісту олії, що використовувалася в процесі.

Результати досліджень

Для оптимального функціонування всіх органів і систем людського організму харчування має бути повноцінним і збалансованим. Це досягається шляхом удосконалення рецептур і технологій виробництва існуючих продуктів харчування з метою збереження їх поживних властивостей або надання їм нових властивостей. При наявності супутніх захворювань, особливо харчової алергії, мальабсорбції або навіть непереносимості певних харчових речовин, існуючий асортимент харчових продуктів повинен бути розширений за рахунок розробки технологій спеціального харчування. Майонезні продукти, популярні серед споживачів, але не відрізняються високою біологічною цінністю або збалансованістю, не можуть бути включені в раціон харчування осіб з алергією до яєчних продуктів. Існують спроби замінити яєчні інгредієнти в майонезі рослинними білками, але сироваткові білки в майонезних продуктах не отримали достатньої уваги. Хоча вторинна молочна сировина - молочна сироватка - є цінним та економічно вигідним ресурсом, який необхідно переробляти, пошук шляхів її застосування триває. Крім того, майонезні продукти на основі молочної сироватки

можуть не тільки розширити асортимент соусів для людей з алергією на яйця, але й слугувати джерелом тваринних білків для людей з непереносимістю лактози після видалення лактози. Цей новий напрямок її використання є надзвичайно важливим, оскільки попередні дослідження показали, що виключення лактозовмісних продуктів з раціону або їх часткове обмеження не покращує здоров'я людини. Цю проблему можна вирішити, використовуючи низьколактозну білково-вуглеводну молочну сировину – перероблену молочну сироватку.

У цьому розділі наведено результати досліджень щодо можливості використання ферментованого пюре з м'якоті гарбуза з високим вмістом пектину (далі – FMPP) та згущеної у вакуумі низьколактозної молочної сироватки (далі – CLLW) в складі емульсійних соусів, подібних до майонезу. Встановлено раціональні параметри емульгування олії та досліджено характеристики модельних зразків з використанням FMPP та CLLW у різних співвідношеннях. Оцінено якість соусів з об'ємною часткою емульгованої олії 60 %. Для встановлення раціонального співвідношення основних компонентів у напівфабрикаті досліджено реологічні властивості модельних систем, зокрема їх вплив на формування показників структуроутворення, зокрема емульгуючих властивостей. Продемонстровано можливість використання білково-вуглеводного напівфабрикату (далі – БВНФ) на основі CLLW та FMPP як основи для соусів емульсійного типу майонез.

Харчування – один з найважливіших факторів у житті людини, що безпосередньо впливає на здоров'я, продуктивність, фізичний і розумовий розвиток. Для оптимального функціонування всіх органів і систем організму харчування має бути повноцінним і збалансованим.

Питання раціонального харчування населення має важливе соціальне значення. Воно відіграє вирішальну роль у забезпеченні якості і тривалості життя людини та її здоров'я. В Україні найбільш суттєвими порушеннями в системі харчування є надмірне споживання тваринних жирів і вуглеводів, дефіцит повноцінних білків тваринного походження, поліненасичених жирних кислот, мікроелементів, вітамінів і харчових волокон. Тому перед науковцями стоїть завдання створення асортименту нових продуктів функціонального призначення, які покращують харчовий статус людини.

Світові тенденції в харчуванні пов'язані зі створенням асортименту функціональних продуктів, які сприяють зміцненню здоров'я населення та зниженню ризику виникнення захворювань, пов'язаних з харчуванням. Це завдання вирішується шляхом включення до складу харчових продуктів функціональних інгредієнтів, що позитивно впливають на одну або декілька фізіологічних функцій організму людини. Створення функціональних харчових продуктів базується на модифікації традиційних (класичних) технологій, що дозволяє включити корисні інгредієнти в готовий продукт в межах фізіологічних норм їх споживання (10-50 % від середньодобової потреби).

Водночас організм може відчувати труднощі із засвоєнням поживних речовин при певних захворюваннях. Поширеною перешкодою для повного або часткового засвоєння певних груп поживних речовин є харчова алергія, непереносимість, мальабсорбція або чутливість до них. Харчова алергія виникає,

коли імунна система надмірно реагує на певний білок. На відміну від харчової алергії, харчова непереносимість не пов'язана з імунною системою, але в організмі відсутні ферменти, які розщеплюють поживні речовини. Легшою формою непереносимості є мальабсорбція, коли концентрація ферментів недостатня для повного розщеплення поживних речовин. Чутливість без захворювання – це новий синдром непереносимості. Дієта, вільна від цієї специфічної поживної речовини, призводить до повного регресу симптомів. Симптоми можуть варіюватися від легких (висипання, гази, кропив'янка, набряк, свербіж тощо) до важких (утруднене дихання, втрата свідомості тощо). Повідомляється, що понад 170 продуктів харчування викликають алергічні реакції. Основними харчовими алергенами є молоко через вміст лактози як вуглеводу та яйця через комплекс білків. Тому існує попит на традиційні продукти, в яких замінені інгредієнти, що можуть викликати негативну реакцію в організмі. Одним з видів такого продукту є соуси. Основні соуси та їх похідні переважно містять продукти, які можуть викликати такі реакції: молоко, яйця, горіхи тощо. Тому варто розглянути перспективи та напрямки вдосконалення виробництва соусів для спеціальних дієт. Загалом світовий ринок продуктів харчування та напоїв, спрямованих на покращення здоров'я та загального самопочуття, продовжує зростати в середньому на 8 %. Кількість людей, які споживають функціональні харчові продукти та дієтичні добавки, постійно збільшується.

Міжнародний ринок соусної продукції різноманітний. Проте всі продукти цієї категорії мають однакове значення, а саме - як підсилювач смаку страв. На цьому ринку успіх запуску нових продуктів залежить від постійного моніторингу споживчих переваг та аналізу конкурентних продуктів. Світовий ринок майонезу демонструє стійкі темпи зростання, з прогнозованим збільшенням виробництва приблизно на 4% протягом наступних п'яти років [1].

За даними Державної служби статистики України, Української митної служби та компанії «Pro-Consulting», рівень конкуренції на ринку соусів в Україні є високим, насамперед з боку вітчизняних виробників. Найбільшу частку ринку займає виробництво майонезу, що становить 57 % у структурі ринку [2].

Майонез – популярна приправа, відома своєю кремоподібною текстурою та гострим смаком. Зазвичай його виготовляють із суміші олії, оцту або лимонного соку, яєчних жовтків і приправ. Суміш емульгують, щоб створити однорідний і стабільний соус. Емульговані жировмісні продукти відіграють важливу роль у харчуванні, оскільки при споживанні жирів організм людини засвоює їх тільки після того, як вони перетворені в емульгований стан.

Вершкове масло широко використовується як намазка для бутербродів, гамбургерів та обгортань, а також слугує основою для різноманітних заправок та соусів. Завдяки своїй універсальності він став основним кулінарним продуктом на домашніх кухнях і в комерційній харчовій промисловості. Крім того, вона відома тим, що покращує смак і відчуття страв, додаючи їм насиченість і ситність. Завдяки своїй кремоподібній консистенції сьогодні його додають до соусів і маринадів у всьому світі.

Зростаюча індустрія громадського харчування в першу чергу стимулює ринок. Крім того, на зростання ринку впливає збільшення кількості продуктів для

зручних і легких альтернатив їжі, включаючи обгортання, салати і бутерброди. Крім того, зростаюча обізнаність про здоров'я серед споживачів, зростаючий попит на продукти в глобальному кулінарному асортименті та збільшення наявного доходу сприяють зростанню ринку. Крім того, ще одним важливим фактором, що сприяє зростанню ринку, є поява продуктів, що сприяють здоров'ю, зокрема, безяєчних, безглютенкових, безлактозних, зі зниженим вмістом жиру, веганських та вегетаріанських майонезів. Крім того, зміна способу життя споживачів і широка інтеграція продуктів у секторі продуктів харчування та напоїв сприяють зростанню ринку. Зручність придбання продуктів у різних торгових точках сприяє зростанню ринку. Крім того, зростаюче визнання поживної цінності та універсальності майонезу створює позитивні ринкові перспективи. У цьому розділі розглядаються проблеми поліпшення якості соусів.

В Україні виробництво майонезу та соусів на основі майонезу регулюється ДСТУ 4487:2015 «Майонези та соуси майонезні. Загальні технічні умови». Відповідно до п. 3.1 ДСТУ 4487:2015, майонез – це дрібнодисперсний однорідний емульгований продукт з вмістом жиру не менше 50%, виготовлений з олії, води, яєчних продуктів, з додаванням або без додавання продуктів переробки молока, харчових добавок, інших харчових інгредієнтів (відповідно до рецептури). Крім того, відповідно до п. 5.4.4 ДСТУ 4487:2015, майонез, що випускається під традиційною назвою «Провансаль», повинен мати жирність 67% та вміст яєчних продуктів, у тому числі ферментованих, у перерахунку на сухий яєчний жовток не менше 1,5%. Однак, незважаючи на свою функціональність, безяєчні рецептури в промисловому виробництві можна назвати лише «а-ля майонез», що свідчить про недосконалість та неінклюзивність українського законодавства. Тим не менш, існуючий попит на таку продукцію необхідно задовольняти.

Перш за все, виключення яєчної сировини з рецептури майонезу задовольняє потреби людей з алергією на яйця, від якої страждає приблизно 1 з 10 дорослих [3], а також вегетаріанців [4].

У своїй роботі Nopparat Prabangob та Sunsanee Udomrati використовували кислотно-модифікований ізолят горохового білка та кристали целюлози окари як коемульгатор для покращення фізико-хімічної стабільності знежиреного безяєчного майонезу [5]. Однак, отриманий продукт мав недолік у вигляді желатинової консистенції та специфічного аромату. Miray Büyüç, Ada Ata та Ahmet Yemencioğlu запропонували використовувати аквафабу як джерело переважно водорозчинних білків та вуглеводів у поєднанні з цитрусовим пектином та екстрактом винограду кісточок [6] в якості коемульгатора. Основна перевага цієї технології пов'язана зі зменшенням розміру крапель емульсії, але вона все ще має короткостроковий термін зберігання, високі ризики втрати емульсії і додатково специфічні органолептичні характеристики. В іншій роботі було показано інноваційну технологію розробки безяєчного майонезу, яка використовує β -каротин та зв'язування соєвого білка, але має невідповідний інтенсивний жовтий колір [7]. Іншим очевидним недоліком цієї технології є використання соєвих білків, оскільки соя є алергеном. Проте досліджень, присвячених використанню сироваткових білків для приготування рецептур майонезів, порівняно небагато, і всі вони зосереджені на створенні рецептур

низькокалорійних соусів. Більшість досліджень також стосуються використання сухої демінералізованої сироватки. Проте не проводилося жодних досліджень щодо використання проміжного продукту її виробництва - згущеної сироватки, в тому числі з частковою демінералізацією близько 40 % замість 90 %. Важливим моментом у цьому випадку є необхідність попереднього видалення лактози, щоб запобігти кристалізації та зробити цей продукт доступним для людей з непереносимістю лактози та мальабсорбцією. Це особливо важливо, оскільки відсоток таких людей серед населення країн Азії та Африки становить 90 %, Південної Європи – 70 %, Австралії, Північної Європи та Північної Америки – до 17 %. У Центральній Європі – 30 %, у Південній Європі – 70 %, а в Україні 16 % населення мають офіційно встановлений і підтверджений лабораторними дослідженнями діагноз мальабсорбції, а також багато недіагностованих випадків [8]. Впровадження у виробництво низьколактозних харчових продуктів на основі гідролізованої білково-вуглеводної молочної сировини дозволить розробити продукт, придатний для споживання широким колом споживачів.

Дешевою та значною за обсягами побічною продукцією є молочна сироватка, потенціал якої в Україні для харчових цілей реалізується не повною мірою. Станом на перше півріччя 2020 року було вироблено 735 тис. т молочної сироватки, з яких лише 30,4 тис. т підлягало переробці, а решта була викинута як відходи [9]. Тому пріоритетним питанням стає створення технологій низьколактозних напівфабрикатів на їх основі для подальшого використання в технологіях спеціальних харчових продуктів.

Для розробки емульгованих соусних продуктів на основі сироваткових білків необхідні структуроутворювачі. Відмінними структуроутворюючими властивостями відрізняється рослинна сировина з високим вмістом пектинових речовин. В якості такої сировини може бути використана м'якоть гарбуза, що характеризується потенційними властивостями структуроутворювачів, стабілізаторів структури та регуляторів сенсорних показників харчових продуктів. Однак у необробленому вигляді кількість пектинових речовин є недостатньою для використання в якості структуроутворювачів.

На основі попередніх досліджень було розроблено білково-вуглеводний напівфабрикат на основі низьколактозної згущеної молочної сироватки та ферментованого гарбузового пюре [10]. Проте питання дослідження емульгової соусної продукції на його основі вивчено не в повній мірі. Тому цей розділ присвячено дослідженню якості емульгованих соусів на прикладі майонезу з використанням напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки.

Дослідження реологічних властивостей модельних емульсійних соусних систем. У системах, що містять білки молочної сироватки та етерифікований пектин, отриманий з ферментованого гарбузового пюре, можуть відбуватися різні взаємодії. Залежно від температури, часу обробки, рН середовища, іонної сили розчину та співвідношення білків і пектину можуть утворюватися комплекси (внутрішньомолекулярні, міжмолекулярні, електронно-нейтральні, заряджені коацервати) [9]. Тому доцільно дослідити характер взаємодії пектиновмісного FMPP з сироватковими білками CLLW. Для оцінки ефективності застосування

напівфабрикату на основі CLLW та FMPP досліджували модельні композиції за різних співвідношень CLLW та FMPP та кількості емульгованої олії. Нову рецептуру майонезу готували з використанням CLLW та FMPP у різних співвідношеннях як емульгатора. Зразок майонезу власного виробництва, стабілізованого порошком яєчного жовтка, використовували як контроль для порівняння. Дисперсійні характеристики спостерігали візуально за допомогою мікроскопа, підраховували кількість крапель олії різного розміру. Результати розрахованих середніх значень розміру крапель емульгованої олії в різних зразках з урахуванням похибки наведено на рис. 3.3.8.

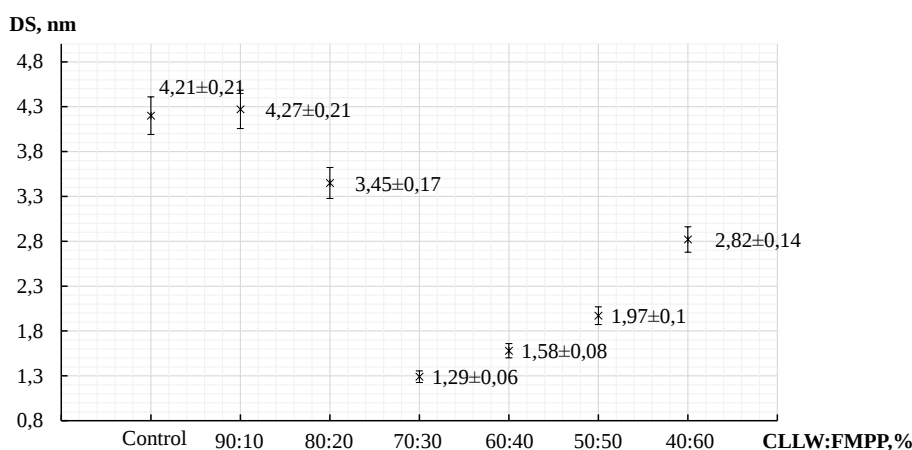


Рис. 3.3.8. Відмінності в розмірах крапель олії (DS, nm) емульсії залежно від природного складу модельних систем

Менша стабільність чітко спостерігається для контрольного зразка та зразка зі співвідношенням 90:10, на що вказує вищий середній розмір крапель. Порівняно з цими зразками, зразки зі співвідношенням 70:30, 60:40 та 50:50 мали менший середній розмір крапель олії. Це корелює з оптичними зображеннями емульсій. Результати продемонстрували доцільність використання напівфабрикату на основі CLLW та FMPP як емульгатора для приготування емульсійного соусу, як і очікувалося з огляду на його сильну емульгуючу здатність, як було продемонстровано раніше [14].

Однак, використання FMPP у кількості 30 % та 40 % від маси напівфабрикату, що призводило до зменшення розміру крапель. Отже, це пояснює підвищену фізичну стабільність свіжоприготованих майонезів у цих модельних композиціях. Додавання FMPP у кількості 30 % та 40 % до маси напівфабрикату пояснюється покращенням міжфазної активності сироваткових білків за рахунок зміни балансу гідрофільності та гідрофобності, а також молекулярної гнучкості в присутності пектинів.

Для контрольного зразка спостерігався широкий діапазон розмірів крапель емульсії (див. рис. 3.3.9), причому більшість з них були великого розміру, що свідчить про меншу стабільність контрольного зразка.

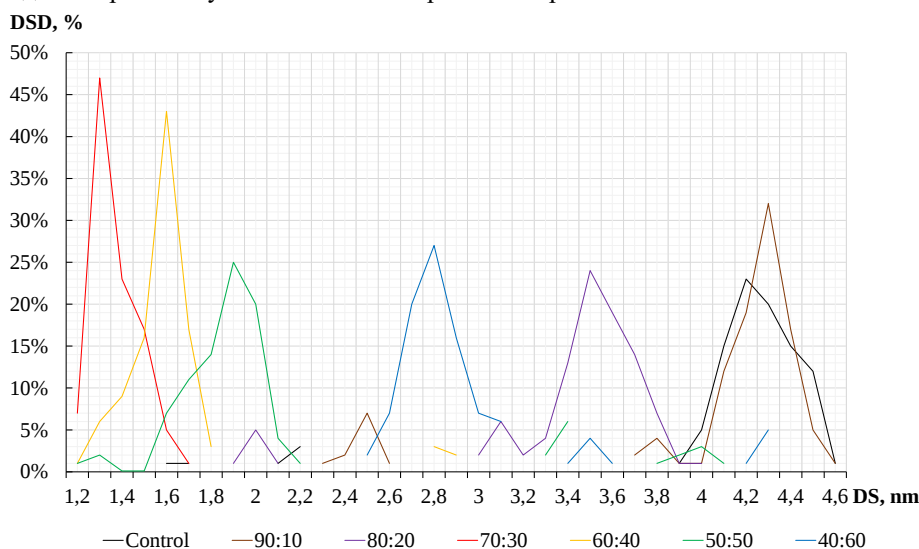


Рис. 3.3.9. Характер розподілу крапель за розмірами для модельних систем соусів

Порівняно з контролем, зразки з КЛЛВ у співвідношенні основних компонентів CLLW та FMPP у кількості 70:30 та 60:40 не тільки мали менші краплі олії, але й демонстрували більш щільне групування за розмірами. На кривих, зображених на рис. 10, спостерігаються гострі піки, що свідчить про високу однорідність емульгованих крапель за розмірами. Однак для зразка зі співвідношенням CLLW:FMPP 50:50 крива розподілу крапель за розмірами фрагментована, що свідчить про наявність більш однорідних за розміром крапель і невеликої, але значної кількості великих крапель. Це свідчить про знижену стабільність такої системи, що узгоджується з оптичними зображеннями досліджуваних емульсійних соусів.

Решта зразків показали значні коливання у співвідношенні розмірів крапель. Хоча середні розміри зразків 40:60 та 80:20 CLLW та FMPP були меншими, ніж у контролі, ці системи мали значно нижчу стабільність, оскільки вони мали тенденцію до швидшого розшарування через нерівномірний розподіл крапель. Отримані результати продемонстрували ефективність використання напівфабрикату як емульгатора для приготування безяєчного майонезу, як і можна було очікувати, враховуючи його потужну емульгуючу здатність, як показано на рисунках 1 і 2. Однак, використання CLLW та FMPP у співвідношенні 70:30 та 60:40 призвело до отримання крапель меншого розміру з вузькою структурою розподілу за розмірами. Ця тенденція відповідає більшій стабільності цих зразків майонезу порівняно з контрольним зразком.

Взаємодію між сироватковими білками та пектином можна оцінити за допомогою реологічних методів. Реологічні методи дослідження дозволяють виявити аномальні зміни в'язкості та напруги зсуву систем, на основі яких можна зробити висновок про те, взаємодіють речовини чи ні. Результати ефективних досліджень в'язкості модельних систем представлені на рис. 3.3.10.

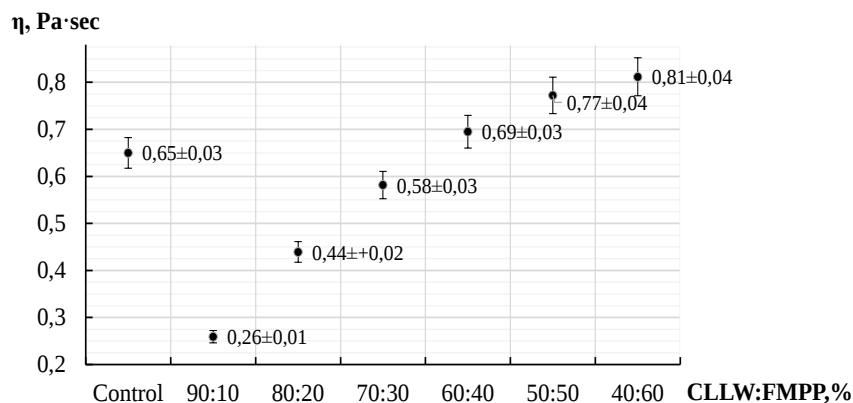


Рис. 3.3.10. Ефективна в'язкість (η, Па-сек) модельних композицій від співвідношення CLLW: FMPP

Зі збільшенням вмісту FMPP з 10 % до 60 % ефективна в'язкість зростала в 3,1 рази. Отже, можна зробити висновок, що коацервація білково-пектинових комплексів та термодинамічна несумісність білків з пектинами за досліджуваних співвідношень компонентів відсутня. У таких випадках в'язкість системи мала б зменшуватися. Отримані дані свідчать про взаємодію сироваткових білків і пектинів із взаємопроникними полімерними сітчастими структурами під час міцелуутворення. Це суттєво впливає на стабільність отриманих емульсій. Отримані дані порівнювали з в'язкістю контрольного зразка, приготованого за класичною рецептурою.

Швидкість зсуву постійна і дорівнює 100 1/сек.

У класичному майонезі взаємодія між білками яєчного жовтка та краплями олії відіграє вирішальну роль у формуванні мережі для стабілізації майонезної системи. Вища швидкість емульгування контрольного зразка може бути пов'язана з меншою в'язкістю та більшим розміром крапель олії в емульсії (див. рис.9 та рис.10), що знижує диспергуючу здатність емульсії.

Навпаки, зразки зі співвідношенням CLLW:FMPP 40:60, 50:50, 60:40 демонстрували вищу в'язкість порівняно з контролем. Використання CLLW у поєднанні з FMPP додатково покращувало в'язкість майонезів, особливо за вищих концентрацій FMPP. Ці результати можна пояснити між- та внутрішньомолекулярними взаємодіями між адсорбованими білками та пектинами на поверхні крапель олії, що призводять до утворення гідроколоїдних мереж. Одночасне або послідовне утворення взаємопроникних полімерних сітчастих структур призводить до мікрофазового розділення білків і вуглеводів

через несумісність, що виникає в міжланцюгових вузлах, з подальшою орієнтованою екструзією молекул пектину на поверхню білка. Підвищення концентрації вуглеводів в мікрооб'ємах призводить до посилення самоасоціації, утворення водневих зв'язків, злиття зон піранозних структур пектину, що призводить до прискорення зростання в'язкості. Цей процес перешкоджає фазовому розподілу пектинів, забезпечуючи необхідне структурування їх структур і стабілізуючи структуру системи. Крім того, водорозчинні пектини з гідрофільною природою можуть ефективно взаємодіяти з водою, збільшуючи в'язкість емульсії. Підвищена в'язкість водної фази може обмежувати рух крапель олії, обмежуючи зіткнення між краплями, що призводить до покращення стабільності емульсії. Крім того, видима в'язкість тісно пов'язана з відчуттям у роті, що вказує на оксамитову текстуру харчових емульсій. Отже, підвищення в'язкості майонезу за рахунок використання розробленого напівфабрикату може призвести до покращення текстурних характеристик продукту.

Визначення величини та залежності межі міцності на зсув (далі – SSL) від вмісту компонентів дозволяє виявити можливий тип взаємодії та охарактеризувати реологічну поведінку систем. Встановлено, що зі збільшенням вмісту FMPP зростає і гранична напруження зсуву. Слід зазначити, що залежність SSL від вмісту пюре показує наявність точки зламу на кривій для зразка зі співвідношенням CLLW:FMPP 70:30 (див. рис.3.3.11).

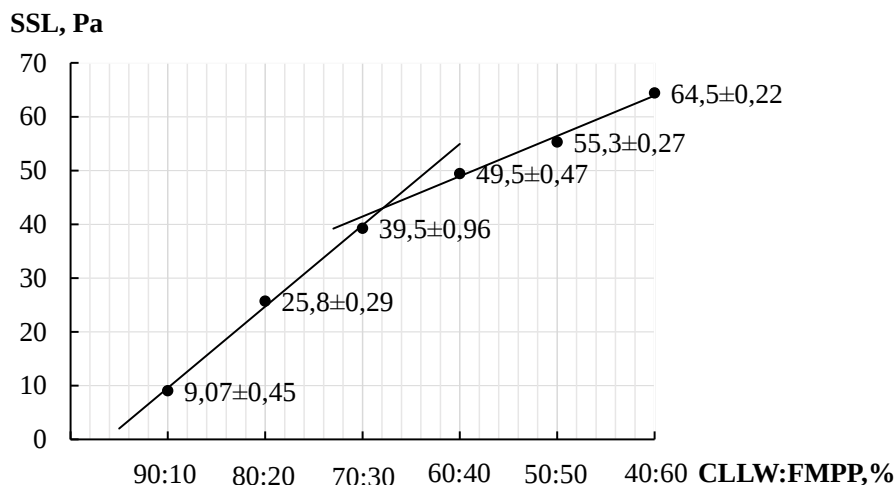


Рис. 3.3.11. Залежність SSL (Па) систем від співвідношення CLLW: FMPP

Злам кривої на рис. 3.3.11 свідчить про зміну взаємодії між білками та пектинами. Збільшення структуроутворюючої здатності спостерігається для зразка зі співвідношенням CLLW та FMPP як 70:30. На основі отриманих даних можна стверджувати, що за такого співвідношення компонентів напівфабрикат досягає максимальної реалізації структуроутворювальних властивостей під час емульгування, а системи характеризуються як в'язкопластичні. Крім того,

збільшення SSL є результатом зміни взаємодії між сироватковими білками та пектином. Про це свідчить швидкість збільшення SSL. Імовірно, змінюється розчинність комплексів, молекулярна маса і коефіцієнт дифузії, що узгоджується з дослідженнями, які показують, що зі збільшенням вмісту пектину збільшується і розмір білково-пектинових частинок.

Дослідження швидкості зсуву є корисним для сенсорної оцінки консистенції та загального вигляду зразків. Оскільки додавання напівфабрикату підвищує в'язкість майонезу завдяки його високій здатності зв'язувати вільну воду та олію як стабілізаторів безперервної фази. Однак зразки з CLLW та FMPP у співвідношенні 40:60 швидко переходили від стадії максимальної в'язкості до розшарування емульсії, що свідчить про недостатню міцність комплексів з меншим вмістом білка.

Можна зробити висновок, що за рахунок введення напівфабрикату до складу модельних емульсійних соусних систем можна регулювати в'язкість у широкому діапазоні як фактор стабільності. Оскільки ефективна в'язкість протидіє процесу емульгування олії, що призводить до значних енерговитрат, необхідно оцінити емульгуючу здатність системи. Емульгуючу здатність модельних систем оцінювали за точкою інверсії фаз (далі – FC) (див. рис. 3.3.12), тобто визначали умови, за яких система розшаровується.

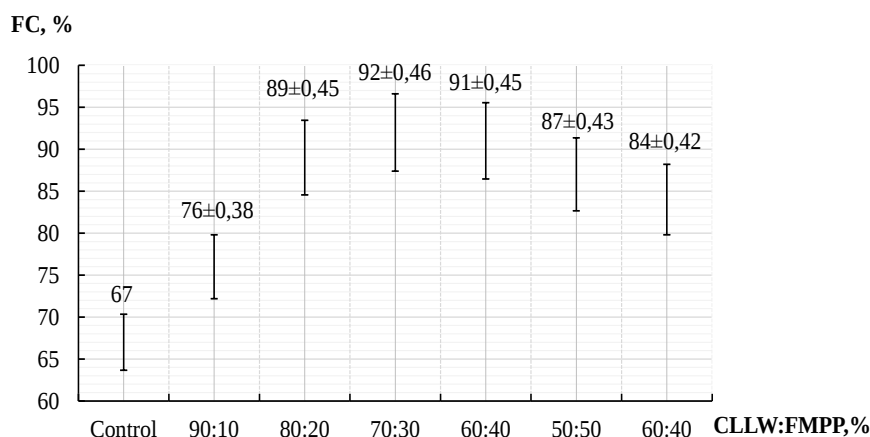


Рис. 3.3.12. Залежність точки інверсії емульсії (FC, %) систем від співвідношення КЛЛВ: ФМПП

Для вивчення поведінки системи та визначення стандартної точки інверсії було проведено аналіз рецептурного складу з використанням напівфабрикату для різних співвідношень CLLW та FMPP, що відповідають різним в'язкостям.

Для визначення стандартної точки інверсії кожен попередньо збалансований зразок продовжували емульгувати за незмінних параметрів системи: швидкості обертання мішалки, температури навколишнього середовища та швидкості капання олії. Змінною величиною була кількість емульгованої речовини, при якій відбувалося розшарування системи.

Встановлено, що залежність точки інверсії від співвідношення компонентів має екстремальний характер. В інтервалі вмісту FMPP 0...30% в напівфабрикаті емульгуюча здатність зростає. Подальше збільшення до 40...60% призводить, навпаки, до зниження емульгуючої здатності систем в 1,3 рази. У системах з використанням CLLW:FMPP у співвідношенні 70:30 точка фазової інверсії емульсії відповідає вмісту жиру 91...92 %. Це, ймовірно, пов'язано з утворенням складних білково-вуглеводних комплексів, максимальна гідрофобність яких формується в системах з вмістом FMPP 30 %.

При вмісті FMPP понад 40 % може змінюватися гідрофільно-ліпофільний баланс, збільшуються розмірні характеристики і, як наслідок, зменшується коефіцієнт дифузії. Це негативно впливає на емульгуючу здатність.

Проведені дослідження стабільності емульсій під час емульгування свідчать, що зі збільшенням вмісту олії стабільність емульсії зростає. Однак важливим фактором є вплив швидкості краплинної подачі олії, яка безпосередньо впливає на стабільність емульсій та кількість емульгованої олії. Оптимальну швидкість емульгування олії визначали за умов постійних швидкостей обертання мішалки та температури навколишнього середовища. Діапазон досліджуваних швидкостей капання олії становив 0,09...0,11 мл/с.

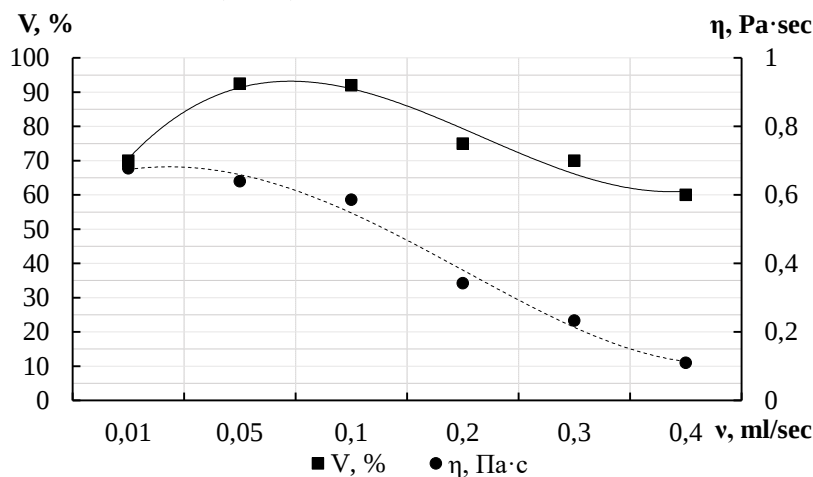


Рис. 3.3.13. Залежність точки інверсії емульсії (FC, %) та ефективної в'язкості (η , Па-сек) від швидкості крапання олії (v , мл/с)

Як видно з рис. 3.3.13, показник ефективної в'язкості прямо пропорційний інтенсивності капання олії в процесі її емульгування. Зона раціональної в'язкості відповідає показникам ефективної в'язкості в діапазоні від 0,586 Па-сек до 0,640 Па-сек. Ці значення в'язкості відповідають швидкості витікання олії 0,05 та 0,1 мл/сек. Збільшення інтенсивності потоку олії до 0,2...0,4 мл/с призводило до неповного емульгування і прискорювало час до інверсії емульсії. Водночас зменшення інтенсивності потоку до 0,01 мл/с призводило до розшарування

системи вже при 70 % доданої олії, що пояснюється нерівномірним розподілом масляної фази за встановлених режимів перемішування.

Таким чином, досягається модельна система зі співвідношенням CLLW та FMPP у співвідношенні 70:30 та вмістом олії 60 %, зі стабільністю емульсії $98 \pm 2\%$, що відповідає вимогам до майонезної продукції згідно з нормативною документацією.

Варто зазначити, що в системах з вмістом олії до 60 % і вмістом FMPP 40...60 % в напівфабрикаті стабільність емульсії залишається практично незмінною. Однак, в'язкість системи на основі FMPP у цьому діапазоні зростає. Тому можна припустити, що при вмісті FMPP до 30 % і при вмісті FMPP 40...60 % утворюються різні за поверхневою активністю та гідродинамічними властивостями (розміром, зарядом, молекулярною масою) комплекси, які відрізняються між собою.

На основі аналізу абсолютних значень емульгуючої здатності та стійкості емульсії можна рекомендувати раціональне співвідношення компонентів у модельних системах на основі напівфабрикату для отримання соусів емульсійного типу, типу майонезу без яєчних продуктів. Отже, наведені дані свідчать про те, що використання напівфабрикату на основі CLLW та FMPP для набуття певних функціонально-технологічних властивостей має низку переваг. По-перше, це підвищення харчової та біологічної цінності та надання продуктам лікувально-профілактичних властивостей. По-друге, FMPP здатні утримувати вологу в структурі продукту, підвищувати стабільність та в'язкість соусів емульсійного типу з високим вмістом олії. По-третє, в даному випадку FMPP виступає як барвник, а CLLW - як підсилювач смаку.

Висновки

Запропонована інноваційна модель виробництва емульсійних соусів, подібних до майонезу нового покоління, передбачає використання в якості основного компонента напівфабрикату, який виконує функції емульгатора завдяки наявності сироваткових білків та структуроутворювача завдяки високому вмісту розчинного пектину. У результаті проведених досліджень визначено діапазон значень раціональних параметрів окремих показників технологічного процесу приготування таких емульсійних соусів. Тому встановлення оптимальних значень є об'єктивно обґрунтованим.

Дослідження реологічних та функціонально-технологічних властивостей дозволили встановити, що зі збільшенням вмісту FMPP зростає напруження зсуву модельних систем. На основі отриманих даних констатовано, що за вмісту FMPP 30 % досягається максимальна реалізація структуроутворювальних властивостей, а системи характеризуються як в'язкопластичні.

За результатами досліджень реологічних та функціонально-технологічних властивостей обґрунтовано раціональне співвідношення CLLW та FMPP як 70:30 та 60:40. Таке співвідношення проявляє високі емульгуючі та стабілізуючі властивості, що дозволяє отримувати емульсійні системи з максимальною стабільністю при вмісті олії 60 %.

Література до розділу 3.3.4

1. Mayonnaise Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2023-2028. (2022). Available at: <https://www.imarcgroup.com/prefeasibility-report-mayonnaise-manufacturing-plant>.
2. Available at: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/pasport-rynka-sousnoj-gruppy-i-plodovoovoshnoj-konservacii-v-ukraine-2020-god>.
3. Cremona, E.M., Galdi, E., Roncallo, C. et al. (2021). Adult onset egg allergy: a case report. Clin Mol Allergy 19, 17 DOI: <https://doi.org/10.1186/s12948-021-00156-7>.
4. Kwiatkowska I, Olszak J, Formanowicz P, Formanowicz D. (2022). Nutritional Status and Habits among People on Vegan, Lacto/Ovo-Vegetarian, Pescatarian and Traditional Diets. Nutrients. Nov 1;14(21):4591. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu14214591>.
5. Nopparat Prabsangob, Sunsanee Udomrati, (2024). Acid-modified pea protein isolate and okara cellulose crystal: A co-emulsifier to improve physico-chemical stability of fat-reduced eggless mayonnaise, Future Foods, Volume 9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100298>.
6. Miray Büyük, Ada Ata, Ahmet Yemenicioğlu. (2024). Application of pectin-grape seed polyphenol combination restores consistency and emulsion stability and enhances antioxidant capacity of reduced oil aquafaba vegan mayonnaise, Food and Bioproducts Processing, Volume 144, Pages 123-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2024.01.010>
7. Tian Tian, Shi Liu, Lanxin Li, Shaodong Wang, Lin Cheng, Jianling Feng, Zhe Wang, Xiaohong Tong, Huan Wang, Lianzhou Jiang (2023). Soy protein fibrils-β-carotene interaction mechanisms: Toward high nutrient plant-based mayonnaise, LWT, Volume 184, 114870. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114870>
8. Непереносимість лактози: симптоми і поради лікаря. (2019). Available at: <https://gazeta.ua/articles/health/neperenosimist-laktozi-simptomi-i-poradi-likarya/880477>
9. Офіційний сайт Державного комітету статистики України. (2022). Available at: [URL:http://www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
10. Gnitsevykh V., Honchar Yu.. (2020). International Journal of Food Science and Applied Biotechnology «Rheological properties of model systems of semi-finished products based on condensed low-lactose whey». Plovdiv, Bulgaria. 3(2). pp.204-211. DOI: <https://doi.org/10.30721/fsab2020.v3.i2.81>
11. Гніцевич В.А., Гончар Ю.М. (2018). Спосіб виробництва згущеної ферментованої молочної сироватки зі зниженим вмістом лактози. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність». ХДУХТ. 2018. Ч. 1. С.120-121.
12. Гніцевич В.А., Гончар Ю.М. (2018). Дослідження процесу ферментолізу м'якоті гарбуза. Наукові праці НУХТ. Том 24. № 2. С. 203-208.
13. ДСТУ 4487:2015 Майонези та майонезні соуси. Загальні технічні умови.
14. Gnitsevykh V.A., Honchar Yu.M. (2022). Technology and properties of low-lactose semi-finished product based on sweet milk whey. Scientific monograph «Innovative technologies and equipment: development prospects of the food and

restaurant industries», Riga, Latvia: «Baltija Publishing», pp.118-136. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-6>

Список публікацій за розділом 3.3.4

1. Yuliia Honchar, Victoriya Gnitsevyich. Improving the quality of dairy sauces by using condensed low-lactose milk whey. Part of the collective monograph "Food technology progressive solutions". Tallinn, Estonia. Scientific Route OÜ. 2024. P. 152-168. DOI: 10.21303/978-9916-9850-4-5.ch6 URL:<https://monograph.route.ee/rout/catalog/book/978-9916-9850-4-5>.
2. Honchar Yuliia. The technology of craft sauces based on secondary dairy raw materials as a way of sustainable whey management. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Інноваційні технології та реалізація концепції Zero-waste у харчових технологіях і сфері ресторанного, готельного та туристичного бізнесу» ПУЕТ. м. Полтава, Україна. 5 грудня 2023. С. 32-34. URL: <https://drive.google.com/file/d/18IoQeoQUhrY4KougpspVE9EDC4btUhp1/view?usp=sharing>

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: Данченко О.О.

Виконавці: Майборода Д.О.
Данченко М.М.

Реферат. Переміщення ТДАТУ з окупованої території, безумовно, позначилось скороченням можливостей для проведення запланованих експериментальних досліджень. Втім, завдяки підтримці науковців Вагенінгенського університету (Нідерланди) вдалося здійснити аналізи, що були неможливими в Україні. З вирощеного на відповідному ґрунті вівса сорту Спурт, що використовувався в наших дослідженнях раніше, відібрано його зразки на різних стадіях онтогенезу та здійснено розгорнутий хроматографічний аналіз цих зразків на вміст фенольних сполук. Окрім того, неопрацьовані результати раніше проведених досліджень (2021 р.) по з'ясуванню впливу БАР вівса в годівлі свійської птиці на якість отриманого м'яса за різних режимів застосування вівса було статистично опрацьовано, проаналізовано і оприлюднено.

Мета досліджень

Одним із способів протидії окислювальному псуванню м'яса птиці при зберіганні є використання антиоксидантів — сполук, здатних пригнічувати окислення жирних кислот, насамперед ненасичених. Овес (*Avena sativa* L.) — це злакова культура, яка є важливим джерелом природних антиоксидантів і відома своїми численними харчовими, медичними та фармацевтичними перевагами. Ці антиоксиданти включають флавоноїди, феноли, сапоніни, токофероли та унікальні сполуки вівса, які називаються авенантрамідами [10, 11]. Структура молекул авенантраміду визначає їхню багатофункціональність, що забезпечує захист від багатьох захворювань. Вчені Вагенінгенського університету довели, що до складу зернового вівса входить 28 унікальних авенантрамідів [12]. Овес визнаний у всьому світі як високо цінний харчовий продукт для підтримки здорового способу життя та раціонального харчування. В Україні овес як культура не має значної ринкової вартості для більшості аграріїв, що підтверджується низьким рівнем зацікавленості товаровиробників у його вирощуванні впродовж тривалого часу. Проте насправді овес має значні та досі неоціненні можливості, які безпосередньо пов'язані зі світовими тенденціями зміни поглядів людства на здоровий спосіб життя та розвиток органічного сільського господарства, зокрема птахівництва.

Метою досліджень було визначення можливості підвищення якості 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 птиці

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 (В, С, Е та К), 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].

Серед сучасних порід гусей однією з найперспективніших є Легарт датський. Ці гуси характеризуються скоростиглістю та високою конверсією корму [2]. М'ясо цієї породи гусей вважається дієтичним, тому що жир накопичується в підшкірному шарі. Ця властивість робить його корисним для різноманітних дієт і здорового харчування. Крім того, ця порода гусей відрізняється невибагливістю утримання і швидким зростанням. Однак гусяче м'ясо через високий вміст ненасичених жирних кислот дуже сприйнятливим до окисного пошкодження під час зберігання. Ці процеси негативно впливають на якість м'ясних продуктів, знижують харчову цінність м'яса та скорочують терміни його зберігання [3–5].

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-тню 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 мінус 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].

Жиринокислотний 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 °C і швидкості наростання 2 °C/хв (температура інжектора - 210 °C; температура детектора – 240 °C) [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 дослідження та їх обговорення

Забезпечення населення якісними продуктами харчування потребує використання безпечних антиоксидантів природного походження. В останні роки споживачі все більше віддають перевагу більш натуральним і менш обробленим продуктам харчування. Харчова промисловість реагує на цей попит продуктами з чистими етикетками, які містять природні антиоксиданти та консерванти, отримані з рослин. Ці інгредієнти не тільки продовжують термін зберігання, але і приносять користь здоров'ю. Позитивний вплив біологічно активних рослинних сполук на якість м'яса доведено багатьма останніми дослідженнями [6–9].

Проведений науковцями Вагенінгенського університету на замовлення ТДАТУ порівняльний аналіз зеленої маси вівса та його насіння на вміст авенантрамідів доводить, що вміст цих сполук у насінні вівса у 3,72 рази вищий, ніж у надземній частині рослин. Проте слід зазначити, що маса зелені вівса в раціоні птиці у кілька разів перевищує масу насіння вівса в її кормах [11]. Також встановлено наявність диферуїлгліцерину (ДФГ) — органічної сполуки, що складається з двох молекул ферулової кислоти, естерифікованих молекулою гліцерину. Ця сполука є природним антиоксидантом і має антибактеріальні властивості. Крім того, виявилось, що овес також містить особливі фенольні сполуки оксиліпіни. У досліджуваних зразках вівса виявлено наявність 9 типів оксиліпінів, найбільший вміст у насінні вівса.

У людини оксиліпіни відіграють важливу роль у різних процесах, таких як запальні та імунні реакції, апоптоз (запрограмована смерть клітин) і регуляція секреції гормонів. Деякі дослідження також вказують на можливі корисні властивості оксиліпінів для здоров'я людини, включаючи їх антиоксидантну та протизапальну дію [11]. На хроматограмі насіння вівса, окрім авенантрамідів, присутні трицини та його похідні та оксиліпіни (рис. 3.4.1).

В цілому результати хроматографічного аналізу довели наявність ряду сполук з потужними антиоксидантними властивостями не лише в зерні, а й у складі зеленої маси вівса. Таким чином, результати хроматографічного дослідження підтвердили доцільність використання зеленої вівсяної маси в годівлі птиці.

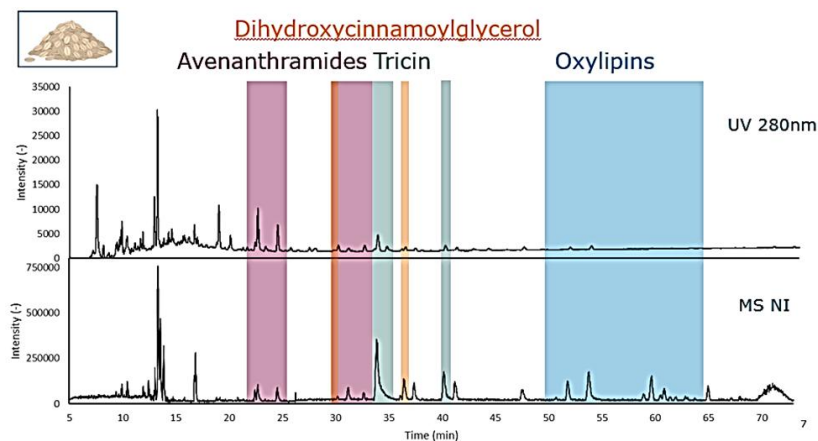


Рис. 3.4.1 Хроматограма насіння вівса

При обох технологічних режимах використання вівса в годівлі гусей (зеленої вівсяної маси або її екстракту) спостерігалось підвищення антиоксидантної активності м'язової тканини і, відповідно, активності ендогенних антиоксидантів у м'ясі, отриманому після забою. Проте додавання зеленого вівса до раціону гусей обумовлювало до достовірно більшого збільшення вмісту $\omega 3$ - та $\omega 6$ -поліненасичених жирних кислот порівняно з контрольною групою після забою. Додавання екстракту вівса до раціону гусей обумовило збільшення тривалості прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у м'ясі під час зберігання. У м'ясі цієї дослідної групи виявлено підвищення вмісту незамінних жирних кислот. Після 120 діб зберігання у м'ясі дослідної групи встановлено вищий вміст лінолевої, арахідонової та докозагексаєнової кислот. Через 210 діб зберігання в м'ясі дослідної групи порівняно з контрольною спостерігалось підвищення вмісту олеїнової, арахідонової та докозагексаєнової кислот. Проте за вмістом лінолевої та ліноленової кислот дослідний зразок поступався контрольному.

Введення в раціон гусей суміші вівса і люцерни обумовило збільшення живої маси на 11,5 %, що свідчить про високу ефективність цього компоненту раціону в стимуляції росту і розвитку. Такий раціон гусей сприяв не лише збільшенню виходу м'яса птиці, але й підвищенню вмісту білка в ньому на 5,0 %, що підтверджує покращення якісних характеристик продукту. Встановлено позитивний вплив додавання в раціон птиці вівса та люцерни на технологічні характеристики м'яса за низькотемпературного зберігання, а саме виявлено підвищення здатності м'яса утримувати вологу та, відповідно, меншу втрату маси при розморожуванні. Також підвищився вміст $\omega 3$ -поліненасичених жирних кислот, вітаміну Е, β -каротину, а також незамінних амінокислот треоніну та метіоніну, а рівень інших незамінних амінокислот залишився на рівні м'яса птиці контрольної груп.

За низькотемпературного зберігання в м'ясі цієї дослідної групи процеси перекисного окиснення активізувалися на 12 діб пізніше, ніж у відповідних

зразках контрольної групи. Наприкінці зберігання в м'ясі дослідної групи виявлено достовірно підвищений вміст вітаміну Е, β -каротину та ω 3-ПНЖК. Вміст незамінних амінокислот валіну, лейцину та ізолейцину в дослідній пробі також перевищував відповідні показники контрольної групи. Проте м'ясо дослідної групи характеризувалося меншим вмістом фенілаланіну.

Висновки

За результатами проведених досліджень визначено позитивний вплив збалансування раціону гусей породи Легарт датський за рахунок заміни 50 % трав'яної маси на суміш вівса та люцерни на загальну якість м'яса та зміни його якісних показників впродовж зберігання.

Домішка вівса і люцерни до класичного раціону гусей сприяла збагаченню м'яса важливими харчовими компонентами: спостерігали підвищення вмісту білка на 5,0 % проти контролю, а процеси перекисного окиснення активізувалися на 12 діб пізніше. Ці позитивні зміни зберігаються навіть за тривалого низькотемпературного зберігання, що забезпечує підвищення харчової цінності м'ясних продуктів.

Література за розділом 3.4

1. Raising Geese: Best Steps For High Profits (2023). Roys Farm. Available at: <https://www.roysfarm.com/raising-geese/?nowprocket=1>
2. Kushch, M. M., Kushch, L. L., Byrka, E. V., Yaremchuk, O. S. (2019). Morphological features of the jejunum and ileum of the middle and heavy goose breeds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (4), 690–694. https://doi.org/10.15421/2019_811
3. Orkusz, A., Wolańska, W., Krajinska, U. (2021). The Assessment of Changes in the Fatty Acid Profile and Dietary Indicators Depending on the Storage Conditions of Goose Meat. *Molecules*, 26 (17), 5122. <https://doi.org/10.3390/molecules26175122>
4. Amaral, A. B., Silva, M. V. da, Lannes, S. C. da S. (2018). Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – a review. *Food Science and Technology*, 38 (1), 1–15. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>
5. Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., Lorenzo, J. M. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 8 (10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
6. Shen, M. M., Zhang, L. L., Chen, Y. N., Zhang, Y. Y., Han, H. L., Niu, Y. Et al. (2019). Effects of bamboo leaf extract on growth performance, meat quality, and meat oxidative stability in broiler chickens. *Poultry Science*, 98 (12), 6787–6796. <https://doi.org/10.3382/ps/pez404>
7. Kwiecień, M., Winiarska-Mieczan, A., Danek-Majewska, A., Kwiatkowska, K., Krusiński, R. (2021). Effects of dietary alfalfa protein concentrate on lipid metabolism and antioxidative status of serum and composition and fatty acid profile and antioxidative status and dietetic value of muscles in broilers. *Poultry Science*, 100 (4), 100974. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.071>
8. Danchenko, O. O., Nicolaeva, Y. V., Koshelev, O. I., Danchenko, M. M., Yakoviichuk, O. V., Halko, T. I. (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, 12 (2), 307–314. <https://doi.org/10.15421/022141>

9. Muzolf-Panek, M., Kaczmarek, A., Tomaszewska-Gras, J., Cegielska-Radziejewska, R., Majcher, M. (2019). Oxidative and microbiological stability of raw ground pork during chilled storage as affected by Plant extracts. *International Journal of Food Properties*, 22 (1), 111–129. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1579834>

10. Kim, I.-S., Hwang, C.-W., Yang, W.-S., Kim, C.-H. (2021). Multiple Antioxidative and Bioactive Molecules of Oats (*Avena sativa* L.) in Human Health. *Antioxidants*, 10 (9), 1454. <https://doi.org/10.3390/antiox10091454>

11. Xie, X., Lin, M., Xiao, G., Liu, H., Wang, F., Liu, D. et al. (2024). Phenolic amides (avenanthramides) in oats – an update review. *Bioengineered*, 15 (1). <https://doi.org/10.1080/21655979.2024.2305029>

12. de Bruijn, W. J. C., van Dinteren, S., Gruppen, H., Vincken, J.-P. (2019). Mass spectrometric characterisation of avenanthramides and enhancing their production by germination of oat (*Avena sativa*). *Food Chemistry*, 277, 682–690. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.013>

Список публікацій за темою 3.4

1. Maiboroda, D., Danchenko, O., Gryshchenko, V., & Danchenko, M. (2024). Enhancing the quality and technological properties of goose meat during low-temperature storage through the action of biologically active substances from oats and alfalfa. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(11 (127)), 20–28. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.296900>

2. Danchenko O., Maiboroda D., Gryshchenko V., & Danchenko M. (2024). Biological activity of phenolic compounds of oats depending on the technology of its use in feeding geese. Collective monograph "FOOD TECHNOLOGY PROGRESSIVE SOLUTIONS", Tallinn, Estonia, P. 188–221. DOI: <https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.ch8> URL: <https://monograph.route.ee/rout/catalog/book/978-9916-9850-4-5.ch8>

1. Онтогенетичні особливості вмісту фенольних сполук у вівсі посівному / М.М. Данченко, Д.О. Майборода, О.О. Данченко // Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матеріали V Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 29-31 травня 2024 р.) / [за наук. ред. С. В. Кюрчев, В. О. Радкевич, В. М. Кюрчев та інш.] Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. – С. 181-185 <https://drive.google.com/file/d/1dqVjvAVs5rwAEIPLesohtQ-wglEByQqR/view>

2. The effectiveness of the use of sowing oats depending on the technology of its use in geese farming / Danchenko O.O., Danchenko M.M., Maiboroda D.O. // Фізіолого-біохімічні та технологічні аспекти тваринництва: III міжнародна науково-практична конференція, присвячена 95-річчю від дня народження д. б. н., проф., академіка Української Академії Наук та Нью-Йоркської Академії Наук Олексія Івановича Кононського, 28–29 лютого 2024 р.

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

Керівник: Загорко Н. П.

Виконавці: Прісс О.П.

Реферат. У межах теми 3.5 наведено результати досліджень біологічної цінності ягід ірги сорту Радослав, який внесений до Реєстру рослин в Україні, культивується в Південно-східному регіоні України, розроблена технологічна схема виробництва натурального міцного червоного вина із ірги (юрги), виготовлені зразки нової продукції, визначені органолептичні та фізико-хімічні показники якості сировини та отриманого вина.

Мета дослідження

Метою досліджень було встановлення придатності ірги, як сировини для виробництва виноматеріалів та вин в умовах Південного Степу України.

Об'єкт досліджень – ягоди ірги

Предмет досліджень – процес виробництва та формування основних компонентів якісного складу виноматеріалів та готових вин з ягід ірги сорту Радослав.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження були проведені впродовж 2023-2024 р.р. на базі філії лабораторії виноробства кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного в рамках програми НДР кафедри ХТГРС.

Вивчали виноматеріали плодово-ягідні – продукти первинної переробки ягід ірги, які виготовляли із додаванням соків плодово-ягідних зброджених натуральних або підсолоджених, соків зброджено-спиртованих та спиртованих з додаванням (чи без) цукровмісних матеріалів, спирту етилового ректифікованого, ароматичних настоїв чи дистилятів із харчової або рослинної сировини, лимонної кислоти та питної води (для зниження кислотності).

Сировиною для приготування плодово-ягідних соків були плоди яблуні, вишні, сливи, агрусу, малини, аличі, смородини, суниці, абрикосів. Для дослідження були обрані ягоди ірги сорту Радослав, 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 вимогами відповідних ДСТУ.

Виготовляли як сортові соки - з одного виду сировини, так і купажні, до складу яких входить два і більше видів плодів чи ягід. Виготовляли експериментальну партію натурального сортового не кріпленого вина із ірги. Технологічний процес складався із чотирьох етапів:

- 1) отримання соку,

- 2) виробництво виноматеріалів,
- 3) виробництво вина,
- 4) купажування з іншими видами плодово-ягідних вин.

Виробництво соку, в свою чергу, проводили за наступним алгоритмом: збирання врожаю → миття → сортування ягід (видалення гнилих, пошкоджених, недозрілих) → подрібнення → отримання соку.

Перед відділенням соку мезгу нагрівали до температури 60 - 70 °С, витримували впродовж 10-15 хвилин, віджимали сік. Вичавки заливали водою (60 °С) для кращого видалення екстрактивних речовин. Кількість води становила 40 % до маси вичавок. Знову проводили настоювання впродовж 5 годин, відтискали і отриману другу фракцію об'єднували з першою. Отриманий сік досліджували на наявність цукру і титрованої кислотності. Визначення масової частки сухих розчинних речовин, цукрів та титрованих кислот у сировині визначали за стандартними методиками у період технічної стиглості плодів та ягід.

Результати дослідження та їх обговорення

Морфологічні та товарні особливості ірги сорту Радослав мають характерні особливості. Зовні ягоди цього сорту схожі з чорною смородиною, в діаметрі до 10 мм, мають форму кулі або груші, синювато-чорного або фіолетового кольору з сизим нальотом, мають насичений солодкий смак.

Перші плоди дозрівають в кінці червня. Рослина вже на третій рік після посадки дає перший урожай і щорічно плодоносить протягом 40-50 років. Найбільшою перевагою її є висока стійкість до морозу, а також ранній термін дозрівання плодів. Повної продуктивності сорт досягає у віці 6-8 років. Сорт невибагливий у догляді - добре росте практично в будь-якому ґрунті, дуже стійкий до хвороб і шкідників.

Культивовані сорти ірги походять від дикої форми ірги вільхості (*Amelanchier alnifolia*). Цей рід налічує близько 25 видів, що характеризуються великою різноманітністю і досягають у висоту від 0,5 м до 15 м. В дикому вигляді ірга росте в північно-східній частині 11 США та південно-західних районах Канади. З-за схожих кліматичних умов, рослина особливо добре адаптувалася до умов Західної України.

Сорт взимку витримує температуру до -40°C, а квіти переносять весняні заморозки до мінус 5-7 °С. Розмножують іргу цього сорту висіванням насіння, живцюванням, кореневими паростками і поділом куща. Розростання кущів відбувається за рахунок корневих пагонів. Рясне цвітіння, декоративні плоди, вишукане осіннє забарвлення листя, невибагливість до ґрунту, посухостійкість, скороплідність, швидкий ріст, зимостійкість, щорічне плодоношення – особливості, що надають особливих перспектив отримання високого врожаю цього сорту з метою подальшої переробки на вино або виноматеріали для купажованих плодово-ягідних вин. Кущі легко переносять підстригання, маючи 15-20 і більше ростових пагонів.

Хімічний склад. Ягоди ірги відрізняються сталим вмістом корисних речовин. Так, за 2 роки вміст сухих речовин в ягодах коливався від 17 (2023) до 23 (2024)

%, що пов'язано з посушливими умовами цього року. Втім цукри накопичувалися до 12-14 % від сирової маси і не визначено доведеної відмінності між роками.

Моноцукрів визначено біля 4,0 %, сахарози – 8,5 (2023) та 10 (2024) %. Антоціанів від 500 до 1600 мг/% відповідно, катехинів – 150 і 220 мг/%, флавонолів – 50 і 155мг/%, похідних оксикоричної кислоти – 40 та 150мг/%, дубильних і барвних речовин – до 0,8 % в обидва роки, пектинових речовин - 1,5 та 3,0 %, зольних речовин - 0,6 та 0,8 %, клітковини – біля 1,7 % за обидва роки. Окремі вітаміни (групи С, Р) не визначали, бо опубліковано достатньо актуальних результатів за останні роки. З органічних кислот переважала яблучна – до 60 % від загальної кількості [2].

Плоди і ягоди, які використовували для виготовлення плодово-ягідних виноматеріалів мали різний хімічний склад, який значно відрізнявся навіть в межах одного сорту. Як відомо він залежить від кліматичних умов при вирощуванні, ґрунту, регіону вирощування, внесених добрив та багатьох інших факторів. Так, вміст в них сухих речовин (без насіння і кісточок) складав від 9,5 до 27,0 %. Найбільша кількість води містилася в полуниці 91,5 % (2023) та 88,7 % (2024), агрусі (86,0 %), абрикосах, ожині, смородині (до 85,0 %). Дещо менше було води в яблуках, айві, черешні (до 82,0 %), в грушах (80,0 %), горобині (73,0 %). Найменший вміст води вбуло визначено в плодах шипшини – всього 66,2 % (2024), що узгоджується з результатами попередніх досліджень [1]

Відомо, що сновну масу вуглеводів плодів і ягід складають моно- і дисахариди (глюкоза, фруктоза і сахароза). В плодах завжди міститься глюкоза і фруктоза, тоді як сахароза відсутня. Вона не знайдена також в червоній смородині, чорниці, обліпісі. В насінневих плодах переважає фруктоза. В яблуках, наприклад, може міститись глюкози 2,5-5,6 %, фруктози – 6,5-11,8 % і сахарози – 1,5-5,3 %, в грушах – відповідно 0,9-3,7; 6-9,7 і 0,4-2,6 %. Необхідно відзначити, що вміст цукрів навіть в межах одного сорту плодів і ягід вирощених в південних регіонах вище, ніж у сировини південних регіонів, тоді як для загальної кислотності спостерігається зворотна закономірність. В кісточкових плодах вміст сахарози може бути відносно більшим, ніж глюкози і фруктози. Наприклад, в абрикосах він коливається від 2,8 до 10,4 %, тоді як глюкози всього 0,1- 3,4 %, а фруктози – 0,1-3,0%. В насінневих і кісточкових плодах і ягодах у відносно великих кількостях міститься сорбітол. Він має солодкий смак і завищує вміст цукрів при їх визначенні методом Бертрана. Так, в незрілій груші його знайдено до 3 %, в вишнях – до 2%, що складає в період зрілості до 20 % загального вмісту цукрів. Пектинові речовини містяться у відносно великих кількостях і створюють відповідні складнощі при переробці окремих видів плодово-ягідної сировини (яблук, слив та ін.). Вони також можуть бути причиною підвищеного вмісту метилового спирту в міцних напоях. Крохмаль міститься в незрілих плодах у досить великих кількостях (до 5,8 %), але у стиглих плодах його знайдено тільки в айві, грушах і яблуках в кількостях від 0,3 до 0,8 %. Органічні кислоти представлені яблучною, лимонною, ізолімонною, хінною та іншими кислотами. Яблучна кислота знайдена у всіх плодах і ягодах, тому загальну кислотність визначають в перерахунку на яблучну. Їх вміст становить від 0,7 до 2,4 %, а

титрована кислотність становить від 4 до 30 г/дм³. Найбільша кислотність спостерігається у червоній смородині, а найменша – у полуниці.

Фенольні сполуки (антоціани, флавоноли) визначають забарвлення плодів і ягід та впливають на їх смак. З ними пов'язано також ферментативне побуріння яблук, груш та інших плодів в присутності діфенолоксидази, яка окислює катехіни. Найбільш багаті на фенольні сполуки горобина чорноплідна (аронія), обліпіха та чорна і червона смородина. Азотисті речовини містяться в кількості 0,2-1,9 %. Значна частина в них представлена білковими речовинами, що ускладнює бродіння у зв'язку з недостатньою кількістю засвоюваних форм азоту у соках. Але з іншого боку, всі плоди і ягоди є джерелом незамінних амінокислот. Плоди і ягоди містять активні окиснювальні ферменти.

Деякі плоди і ягоди багаті на вітаміни, в першу чергу на вітамін С. Так, у шипшині його в середньому міститься 100-4500 мг %, в чорній смородині і обліпісі – до 200. В той же час бідні на нього вишня, черешня, брусниця (до 15 мг %), яблука (до 13 мг %), чорниця, слива (до 10 мг 30 %), груші (до 5 мг %). До складу плодів і ягід входять також ефірні олії, які обумовлюють специфічний аромат рослинної сировини.

Вміст мінеральних речовин у перевірених фруктах коливався від 0,3 до 1,5 %. Як правило, їх вміст в соках є достатнім для нормальної життєдіяльності дріжджів при бродінні.

Особливості технології виготовлення вина з ірги. Ірга має низьку цукристість, як порівнювали з іншими ягодами, тож допускали можливість додавання в купаж бурякового або тростинового цукру до досягнення відповідних кондицій. Такий рідхід забезпечував отримання в готовому продукті необхідної кількості спирту і цукру.

Відомо, що в яблучні або айвові вина для досягнення гармонійної кислотності в ряді випадків потрібне внесення лимонної кислоти, то для отримання гармонійних вин з ірги доводилось додавати воду. Дуже сприятливим для якості вина було змішування малокислотних і висококислотних, мало- і високо цукристих соків і виноматеріалів при купажуванні. Було проаналізовано асортимент сировинної бази плодів та ягід з метою розробки нових видів плодово-ягідних вин та виробництва сортового натурального міцного вина із ірги сорту Радослав в умовах Південно-Східного регіону України. Відповідно до зростаючого попиту 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 було розроблено схеми купажування. За результатами експертної дегустації було визначено переваги таких купажів за вмістом біологічно цінних речовин (вітамінів, поліфенольних сполук)

Було розроблено технологічну схему виробництва неспиртованого міцного вина із ірги (рис.3.5.1).

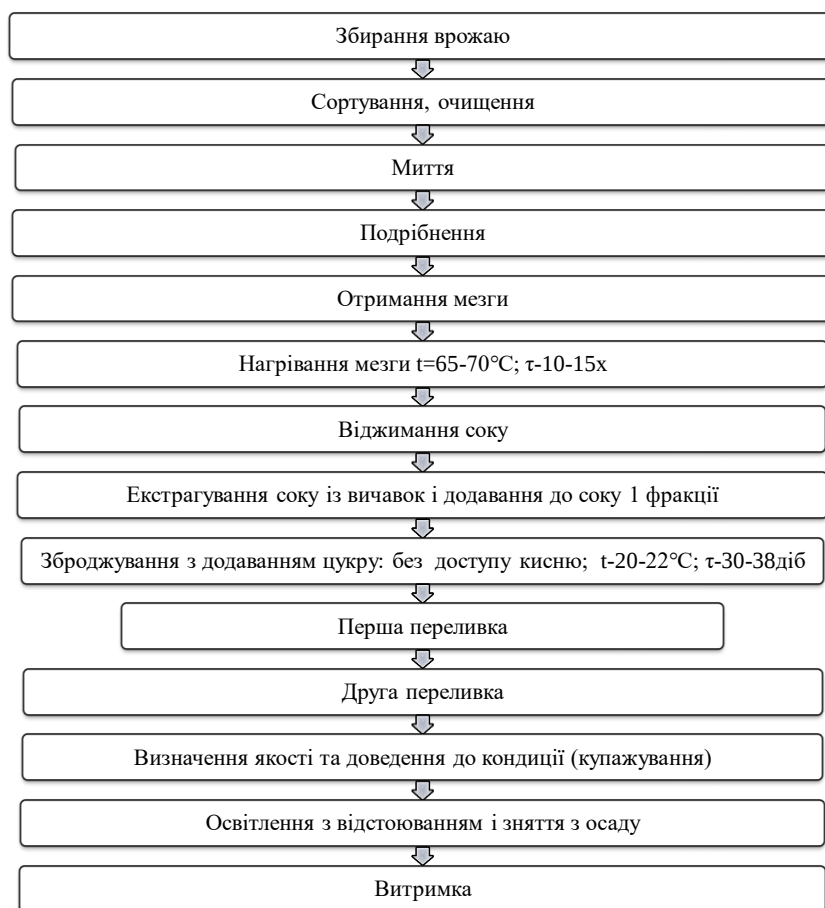


Рис.3.5.1. Технологічна схема виробництва плодово-ягідного натурального некріпленого сортового вина із ірги сорту Радослав

Виробництво виноматеріалів полягало у процесі зброджування на чистих культурах дріжджів. Перед цим сусло підсолоджували сухим цукром, який вносили в два прийоми.

Перший раз кількість цукру вносили з розрахунку отримання наброду спирту 14 %об. з урахуванням власного цукру ягід. Зброджування проводили до залишку цукру у суслі не більше, ніж 0,5 %. Вдруге додавали цукор для досягнення кондицій по цукру для готового продукту.

Зброджування проводили в закритих ємностях з метою попередження потрапляння шкідливої мікробіоти у сусло, заповнюючи їх на $\frac{3}{4}$ об'єму за температури 18-20 °С. Накопичений CO₂ видаляли через гідравлічний затвор. Головне бурхливе бродіння відбувалося впродовж 8 діб. Доброджування або тихе

бродиння тривало 30 діб. Загальна тривалість бродиння становила 38 днів. Після закінчення зброджування виноматеріал освітлювали відстоюванням 10 діб і обережно знімали з осаду, тобто проводили першу переливку. Через 15 діб виконали другу переливку і відправили виноматеріал на відпочинок терміном 9 діб. Після виконання всіх технологічних операцій здійснили контроль якості, довели відповідні кондиції до показників готового вина і відправили на зберігання в підвальне приміщення (на тривалу витримку). Таке вино можна заготовляти в будь-яких кількостях, оскільки з роками його смак лише покращуватиметься. Крім того, тривале зберігання напою сприяє процесу придбання благородніших смакових якостей.

Загальна технологічна схема виробництва вина тривала в днях:

- a) бродиння сула – 38,
- b) освітлення – 10,
- c) перша переливка – 1,
- d) відстоювання – 15,
- e) друга переливка – 1,
- f) відпочинок – 9,
- g) купажування – 1,
- h) тривала витримка – 150.

Всього - 225 діб.

У результаті отримали вино із ірги з наступними кондиціями: міцність 17%об., цукристість 7%, кислотність 6 г/дм³. Якісні органолептичні показники наведені в табл. 3.5.1.

Таблиця 3.5.1

Органолептичні показники виготовленої продукції за 100-бальною оцінкою.

Показники	Характеристика вина	Бали
Прозорість	Прозоре	4
Колір	Відповідає типу сировини: Темно червоний з фіолетовим відтінком, нарядний	5
Букет	Гармонійний, яскравий, зі слабо вираженим ароматом ірги	18
Смак	Сформований, гармонійний, специфічні властивості гарно виражені	24
Післясмак	Приємний	10
Типовість	Дуже гарно виражена	13
Загальні враження	Хороші	14
Загальний бал	«Відмінно»	88

За органолептичними показниками вино мало темно - червоний колір з фіолетовим відтінком, приємний м'який смак і відчутний аромат ягід ірги. В

процесі дегустації вино отримало оцінку «відмінно». За 100-бальною системою оцінки «відмінно» отримують вина, які набирають в сумі 86-100 балів; «добре» - які отримують 71-85 балів; «задовільно» - 56-70 балів. Напої можна отримати в залежності від кінцевої мети: столові, солодкі або міцні.

За показниками харчової цінності вино з ірги також відповідало нормативним вимогам (табл. 3.5.2)

Таблиця 3.5.2

Харчова цінність вина з ірги сорту Радослав

Речовина	Кількість у 100 г	% рекомендованої добової дози
Цукор, г	11,4	8
Кальцій, мг	42	4
Магній, мг	24	6
Залізо, мг	1	12
Марганець, мг	1,4	70
Калій, мг	162	3
Натрій, мг	0,5	0
Вітамін С, мг	3,6	4
Вітамін А, ІУ	11	1
Вітамін Е, мг	1,1	7
Фолієва кислота, мкг	4,6	1
Рибофлавін, мг	3,5	100
Пантотенова кислота, мг	0,3	7
Біотин, мкг	20	67

Термін зберігання такого вина за температури +17 °С необмежений, чим більша витримка, тим смачніший напій.

Додаткові дослідження виявили перспективи поширення цього сорту для промислового вирощування. З плодів ірги отримували високоякісні кондитерські вироби: варення, джеми, пастилу, желе. Висушені плоди – чудовий компонент компотів і киселів із сухофруктів, бо надає їм гарне забарвлення. Також ягоди ірги в сухому вигляді сожна використовувати як родзинки, для оздоблення та безпосереднього споживання. У холодну пору року вони підкріплять організм і пораду ють незвичайним терпким смаком, ірга є хорошим харчовим барвником і відмінно поєднуються з іншими плодами і ягодами.

Високий вміст вітаміну Р дозволяє рекомендувати плоди ірги і соки з неї для введення в раціон людей похилого віку. Відомо, що цей вітамін сприяє зміцненню стінок судин і підвищує їхню еластичність, попереджує інфаркт міокарда і варикозного розширення вен, укріплює імунітет. Плоди ірги — хороший полівітамінний засіб, їх застосовують для лікування гіпо- і авітамінозів. Ірга нормалізує сон і зміцнює організм. Вживання настоянки квіток ірги нормалізує роботу серця і знижує кров'яний тиск. В народній медицині сік використовується для полоскання горла при ангінах, запаленнях порожнини рота, відвари кори і

листя — як в'яжучий і обволікаючий засіб. Сік свіжих плодів має в'яжучі властивості і використовується як лікувальний напій при розладах кишківника. Садівники приписують їй чудодійну силу, здатну попереджати хвороби печінки і нирок, серця і шлунка, запальні процеси горла і деякі інші захворювання.

З плодів цієї рослини ми отримували напрочуд смачне вино як столове, так і десертне. М'який смак і незвичайний аромат напою не залишать байдужим нікого. Це дуже цінний продукт, який забезпечить споживачів цінним вітамінним комплексом на всю зиму, а також порадує м'яким і насиченим смаком (рис. 3.5.2).



Рис. 3.5.2. Варіант маркетингової презентації вина з ірги

Висновки

Ягоди ірги мають унікальні цілющі властивості завдяки багатому різноманіттю цінних біологічних речовин у її складі. Вона є невибагливою рослиною для садівництва, яка рано вступає в період плодоношення, дає високі врожаї. В харчовій промисловості застосовується для виготовлення варення, джемів, желе, а також смачного корисного вина, в якому зберігається майже весь склад цінних біологічно - активних речовин. Але ця культура ще не достатньо вивчена і потребує подальших досліджень і застосування в харчовій промисловості для розширення асортименту продукції з цінними і корисними властивостями.

Розроблена оптимальна технологічна схеми отримання натурального сортового міцного червоного вина із ірги сорту Радослав. Отримані фізико-хімічні показники дослідженої сировини знаходяться в межах, що дозволяє використовувати її для виробництва високоякісної продукції виноробства, багатой на біологічно активні речовини та дозволить розширити асортимент креативних алкогольних напоїв регіону

Література до розділу 3.5

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 плодовоовочевої 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 суслу 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. Яке буває вино? URL: <https://graevo.com.ua/yake-buvaye-vyno/> 9дата звернення 03.01.2023).

13. Кількість вина, яке можна випити без шкоди для здоров'я. URL: <https://flexi.com.ua/?p=3467> (дата звернення 08.01.2023).

14. Костюкевич В. Б. Секрети винного етикету. Сімферополь: ВД «ЧорноморПРЕС», 2003. 156с.

15. Андрєєв В. В. [та ін.]. Довідник по виноробству. Київ: Харчова промисловість, 1998. 408с.

16. <https://b-i-g.com.ua/vino-z-irgi-korisni-vlastivosti-yagodi-texnologiya-prigotuvannya-recepti/> (дата звернення 18.12.2022).

17. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Irga> (дата звернення 24.12.2022)

18.<https://roomsstyling.com/description-composition-calories-contraindications-and-usefulproperties-of-irgi-irga-roundleaved.html>(дата звернення 28.12.2023). , 1980. 180с.

19. Dudarev I., Panasyuk S., Taraymovich I., Say V., Zahorko N.Technology of multilayer and glazed fruit and vegetable chips. *Food Technology Progressive Solutions*, 2024, С. 118–151

Список публікацій за розділом 3.5

1. Бизова А. Загорко Н. Ірга, як сировина для виноробства. Зб. тез “Матеріали Всеукр. наук-техн. конф. здобувачів ВО за підсумк. наук. досл. 2022р”. ТДАТУ, 2023р. С. 10-12
2. Волошин А. Загорко Н. Сировина плодово-ягідного виноробства. Зб. тез “Матеріали Всеукр. наук-техн. конф. здобувачів ВО за підсумк. наук. досл. 2022р”. ТДАТУ, 2023р. С. 29-30.
3. Клименко Ю. Загорко Н. Поняття “вино”, норми його споживання. Зб. тез “Матеріали Всеукр. наук-техн. конф. здобувачів ВО за підсумк. наук. досл. 2022р”. ТДАТУ, 2023р., С. 62-63.
4. Клименко Ю. Загорко Н. Відходи виноробства та їх утилізація. Зб. тез “Матеріали Всеукр. наук-техн. конф. здобувачів ВО за підсумк. наук. досл. 2022р”. ТДАТУ, 2023р., С. 64-65.
5. Безь І.М., Загорко Н.П. Аналіз структури галузі виробництва соків в Україні. Зб. тез “Матеріали Всеукр. наук-техн. конф. здобувачів ВО за підсумк. наук. досл. 2023р”. ТДАТУ, 2024р.
6. Безь І.М., Загорко Н.П. Розробка технології виробництва соку абрикосового та аличевого з використанням екстракту стевії. Зб. тез “Матеріали Всеукр. наук-техн. конф. здобувачів ВО за підсумк. наук. досл. 2023р”. ТДАТУ, 2024р.
7. Прасолов Д.Г., Загорко Н.П. Властивості та застосування карагенану в харчовій промисловості. Зб. тез “Матеріали Всеукр. наук-техн. конф. здобувачів ВО за підсумк. наук. досл. 2023р”. ТДАТУ, 2024р.
8. Прасолов Д.Г., Загорко Н.П. Удосконалення обробки пива з використанням карагенану. Зб. тез “Матеріали Всеукр. наук-техн. конф. здобувачів ВО за підсумк. наук. досл. 2023р”. ТДАТУ, 2024р.
9. Ivanova, I., Serdyuk, M., Tymoshchuk, T., ... Shepel, A., Savchuk, Y. Prediction of Cherry Fruit Technological Characteristics by RIDGE-regression Method. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 2024, 12(1), P. 39–50
10. Anastasia TOKAR, Iryna GAIDAI, Oksana YUSHINA, Maryna BILKO, Nadiia ZAHORKO, Volodymyr VOITSEKIVSKIY. INFORMATION OF THE QUALITY OF NATURAL FRUIT AND BERRY WINE FROM JOSTABERRIES. *Asta Scientiarum Technologia Alimentaria*, 2023.

Отримані патенти на КМ в 2024р.

1. Спосіб виробництва цукатів із персика. №155488 Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 06.03.2024. Сердюк М.Є., Іванова І.І., Загорко Н.П., Прісс О.П
2. Спосіб виробництва цукатів із вишні. №155517, Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 06.03.2024. Сердюк М.Є., Іванова І.І., Загорко Н.П., Прісс О.П
3. Спосіб виробництва цукатів із замороженої вишні. №155636, Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 20.03.2024. Сердюк М.Є., Іванова І.І., Загорко Н.П., Прісс О.П

4.Спосіб виробництва перцю слодкого замороженого в маринадній заливці. . №157273, Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 25.09.2024. Загорко Н.П.

Подано заявок на патенти (КМ)

1. Спосіб виробництва перцю солодкого замороженого в маринадній заливці Загорко Н.П. (**отриманий патент**).

2. Спосіб зберігання плодів вишні. Сердюк М.Є., Іванова І.І., Загорко Н.П., Прісс О.П (**на реєстрації**).

3. Спосіб попереднього охолодження черешні перед зберіганням. Сердюк М.Є., Іванова І.І., Загорко Н.П., Прісс О.П (**на реєстрації**).

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

Керівник: Бандура І.І.
Виконавці: Бісько Н.А.
Ткаченко А.Г.
Сокот О.Є.

Реферат. Їстівні та лікарські культивовані гриби є топовою складовою інноваційних продуктів харчування. Асортимент готової для споживання продукції, що містить гриби, стрімко розширюється – це борошняні вироби, паштети, консерви, соуси, молочні продукти та ін.) [1]. Такий зліт споживчого інтересу до біоактивних речовин грибів зумовлений не тільки зростанням проінформованості населення про оздоровчі властивості високомолекулярних речовин грибів, а й пошуком альтернативи білкам тваринного походження для збалансування дієтичних раціонів. Тому наукове спрямування теми 3.6 передбачає визначення якісних показників грибів та збереження їх поживної цінності впродовж зберігання, вивчення особливостей введення грибною сировини та її біоактивних речовин в рецептуру продуктів щоденного споживання. Досліджуються можливості фортифікації плодових тіл грибів есенціальними елементами через моделювання складу субстратів і водних розчинів, що використовуються в біотехнології отримання біомаси грибів [6].

За результатами минулорічних досліджень визначено морфологічні ознаки плодових тіл технічної та біологічної стиглості перспективних штамів чотирьох видів грибів: гливи золотої та легеневої, опенька тополевого та тропічного виду калочибе індійського. Запропоновані оптимальні режими збирання врожаю з урахуванням методів подальшої переробки, розраховані коефіцієнти виходу напівфабрикатів за різних варіантів обробки грибною сировини.

Доведено можливість додавання грибного фаршу з грибів гливи заміною 20 % від маси тіста у технології виробництві хліба з пшеничного борошна. Такі зміни надають виробам легкого грибного аромату, позитивно впливають на колір, не погіршуючи структуру та загальний вигляд виробів.

Виявлено позитивний ефект застосування водопоглинаючих целюлозних серветок на якість плодових тіл шіітаке за умови тривалого зберігання (до 35 діб) у пакуваннях з використанням полівінілхлоридної харчової плівки товщиною 7,5 мкм.

Науково обґрунтовано доцільність застосування штамів неїстівного гриба ксиларії багатолікої з Колекції культур шапинкових в технології синтезу меланіну, кількість якого варіювала від $5,17 \pm 0,36$ до $180,32 \pm 4,16$ мг/л серед досліджуваних штамів за умови поверхневого культивування на рідких живильних середовищах.

Ключові слова: продукти особливого функціонального призначення, оздоровче харчування, грибний фарш, пакування, меланіни, глива, шіітаке, ксиларія

Розділ 3.6.1 Дослідження особливостей збереження якості врожаю перспективних для культивування штамів гливи золотої (лимонношапінкової) 2161 та легеневої 2314, калоцибе індійського 2598 та опенька тополевого 2231

Мета дослідження

Метою дослідження стало визначення показників якості врожаю чотирьох видів культивованих грибів та результатів первинної переробки

Об'єкт досліджень – культивовані їстівні гриби

Предмет досліджень – післязбиральні процедури збереження споживчої якості грибів з підвищеною біологічною та харчовою цінністю

Матеріали та методи дослідження

Чисті культури грибів отримували шляхом вирізання шматочків паренхіми з внутрішніх частин карпофорів і перенесення їх на агарове середовище з 3 % солодовим екстрактом і витримували протягом 14 діб за температури 25 °С. Чисті культури було депоновано в Колекції грибних культур ІБК Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України, яку офіційно визнано національним надбанням країни. Зберігали культури штамів *Cyclocybe aegerita* 2231, *Pleurotus citrinopileatus* 2161, *P. pulmonarius* 2314 за температури 4 ± 1 °С, але штам *Calocybe indica* 2598 при 16 ± 2 °С, оскільки це не терморезистентний штам. Культури *P. citrinopileatus* 2161 та *P. pulmonarius* 2314 інкубували 7 діб при 24 °С, тоді як ріст *C.aegerita* 2231 продовжувався 10 діб, культуру *C. indica* 2598 вирощувати при 30 °С.

Для приготування *посівного зернового міцелію* використовували суміш зернових та технічних культур: ячмінь, пшеницю, ріпак, льон і крейду (CaCO₃) як мінеральну добавку в співвідношенні 60:30:8:1:1 [5]. Ретельно перемішували попередньо проварений ячмінь і пшеницю з попередньо замоченим у холодній воді насінням ріпаку, після цього додавали льон та крейду. Насипали по 6 кг суміші в поліпропіленові мішки розміром (570×470 мм), PP75/BEU6/X47-57 (Sac02, Бельгія). Пакети стерилізували за температури 128 °С (тиск - 1,8 атм) впродовж 3 годин в промисловому автоклаві. Після охолодження стерильну зернову суміш інокулювали «материнським» міцелієм (0,5 % за сирою масою), герметизували та інкубували за температури 22 °С (*C. aegerita* 2231, *P. citrinopileatus* 2161, *P. pulmonarius* 2314) і 30 ± 1 °С (*C. indica* 2598) впродовж шести або семи діб. Частково колонізоване зерно ретельно струшували для досягнення рівномірної колонізації культурами грибів зернової суміші. Через 8 ± 1 днів для *P. citrinopileatus* 2161 і *P. pulmonarius* 2314, і 10 ± 1 днів для *C. indica* 2598 і *C. aegerita* 2231, посівний зерновий міцелій (ПЗМ) був готовим для охолодження. Пакети з ПЗМ *C. aegerita* 2231, *P. citrinopileatus* 2161 та *P. pulmonarius* 2314 охолоджувалися до 10 ± 1 °С, після чого переносили в холодильник і зберігали за температури 2 ± 1 °С до використання. Зерновий міцелій *C. indica* 2598 зберігали за температури 15 ± 1 °С не більше тижня.

Субстрат виготовляли з ячмінної соломи, лушпиння соняшника, гранул лушпиння соняшника, ріпаку, кукурудзяного борошна та крейди у співвідношенні

30:40:70:20:17:1 та зволожували до 68 ± 1 %. Субстрат пакували в поліпропіленові мішки 580×480 мм з чотирма фільтруючими смугами 20×480 мм, розташованими на відстані 150 мм одна від одної, по дві з кожної сторони. Субстрат стерилізували впродовж 2 год за температури 125 ± 1 °C, охолоджували в асептичних умовах до 28 ± 1 °C та інокулювали ПЗМ (5 % сирої маси). Пакування з інокурованим субстратом герметично запаювали в асептичних умовах, а потім ретельно перемішували струшуванням, щоб досягти рівномірного розподілу зернят по всьому субстрату. Середня вага кожного пакування з субстратом становила 3330 ± 123 г. Для кожної культури було виготовлено по 30 пакувань.

Інкубацію культур здійснювали за температури 24 ± 2 °C та відносній вологості повітря (RH) 65 %. Тривалість періоду інкубації була різною для кожного культивуру і становила для *C. aegerita* 2231 28 ± 3 доби, *P. citrinopileatus* 2161 – 18 ± 2 доби, *P. pulmonarius* 2314 – 12 ± 1 доба до початку утворення примордіїв. У цей час освітлення приміщень для вирощування грибів не застосовувалося. Субстрати з культурою *C. indica* 2598 інкубували за температури 28 ± 2 °C, а середня температура всередині пакетів становила 34 ± 1 °C. На 19-й день *C. indica* 2598 переносили в камеру плодоношення, розкривали пакети таким чином щоб залишити «комірці» висотою 6-7 см та наносили покривний шар на основі торфу висотою 30 мм, попередньо зволожений до 75 % вмісту води. Регулярно проводили полив по 100 мл на $0,047$ м² (площа відкритої поверхні пакету) кожні 48 годин.

Кліматичні умови для формування плодових тіл підтримували на оптимальних параметрах відповідно до особливостей культивування штаму. Так для *C. aegerita* 2231 і *P. citrinopileatus* 2161 знижували температуру до 16 ± 2 °C, відповідно збільшували відносну вологість повітря (RH) до 96 ± 2 %. Вміст CO₂ складав 1150 ± 150 ppm (0,11 %), освітленість становила 150-200 люкс впродовж 8-10 годин на добу. Плодоношення *P. pulmonarius* 2314 почалося без зміни температури за температури 24 ± 2 °C, але коливання день-ніч складали до 8 °C, RH - 90 ± 2 % CO₂ - 900 ± 150 ppm. Для плодоношення *C. indica* 2598 мікроклімат, який підтримували на інкубації також не змінювали. В приміщенні для плодоношення підтримувалися такі параметри мікроклімату: температура 29 ± 3 °C, відносна вологість = 91 ± 4 %, вміст CO₂ 1520 ± 310 ppm, освітленість 150 ± 30 люкс.

У попередніх дослідженнях виявлено значний вплив часу збирання врожаю 2 груп штамів *P. ostreatus* та *P. pulmonarius* на їх технічні, хімічні та органолептичні показники [2]. Тому для досліджуваних культур, перш за все, була визначена можливість збирання врожаю на різних стадіях стиглості. Штам *P. pulmonarius* 2314, який вивчався в попередніх експериментах, був визначений як базовий. Плодові тіла мають дві стадії дозрівання: до активного спороношення – технічна, та з початком спороношення настає біологічна. Загальну вагу плодових тіл визначали з кожної субстратної одиниці (пакування). Вимірювали вагу, діаметр (для *C. aegerita* 2231 і *C. indica* 2598, *P. citrinopileatus* 2161) і товщину шапинок, висоту і ширину шапинок для *P. pulmonarius* 2314 (тому що шапинка у культури відрізняється асиметричною мушлевою формою); діаметр і висоту ніжки вимірювали для 100 плодових тіл, відібраних рандомно, для кожного культивуру.

Біологічну ефективність (БЕ) розраховували для кожного хвилі плодоношення за відношенням загальної ваги врожаю до маси сухої речовини субстрату, помноженого на 100 % [8].

Зберігання та обробку свіжозібраних плодових тіл грибів починали після швидкого охолодження за допомогою активної вентиляції в холодильнику з температурою 2 ± 1 °C. Урожай зберігали не більше доби до процесу отримання напівфабрикатів методами відварювання та сушіння. Потрібно додати, що плодові тіла *C. indica* 2598 через 12 годин за низької температури пошкодилися, почали стікати, втрачати пружність, а поверхня потемніла (рис. 6-д). Тому в подальшому для переробки використовували свіжі плодові тіла *C. indica* 2598, які зберігали за температури 14 ± 1 °C не більше доби. Відварені гриби (по 300 г п'ять повторень) відварювали вродовж 5 хвилин, остиджували під час стікання води на ситі 10 хвилин, потім зважували. Сушіння проводили конвекційним методом за температури 60 ± 5 °C вродовж 10 - 12 годин до постійної маси. Висушені зразки ретельно подрібнювали і використовували для подальших аналізів. Зразки зберігали не більше 2 тижнів за температури 4 ± 1 °C в герметично закритій тарі.

Харчовий і хімічний аналіз проводили з отриманим порошком, який додатково підсушували в шафі за температури 92 ± 2 °C до отримання абсолютної сухої маси. Відсотковий вміст вологи в плодових тілах розраховували як різницю між вагою свіжих (відварених) плодових тіл та абсолютно сухої маси отриманої після висушування, та відношення цієї різниці початкової маси наважки, помноженої на 100 %. Зольність визначали шляхом спалювання 3 г абсолютного сухого порошку плодового тіла в керамічному тиглі відомої ваги при 550 ± 10 °C протягом трьох годин. Залишок охолоджували в ексікаторі. Вміст зольних речовин розраховували за різницею у вазі між залишком і вихідним сухим матеріалом плодового тіла віднесеної до маси початкової наважки, виражену у відсотках. Загальний азот визначали за методом К'ельдаля з перевідним коефіцієнтом 4,38 [3]. Вміст ліпідів визначали екстракцією зі зразків (абсолютного сухих) петролейним ефіром як розчинником за допомогою апарату Сокслета (АОАС, 1995). Вміст вуглеводів визначали за формулою: $100 - \text{сума відсоткового вмісту білків, ліпідів і зольних речовин}$.

Статистичний аналіз даних проводився за допомогою Microsoft Office Excel 2016 MSO (16.0.4266.1001). Для порівняння змінних даних використовувався ANOVA Single Factor у надбудові QIMacros (Version: 2020.10 Licensed). Відмінності вважалися значущими за $p < 0,05$. Повторення кожного експерименту відбувалося три рази.

Результати дослідження та їх обговорення

Зовнішні характеристики плодових тіл значно змінювалися після початку спороношення (табл. 3.6.1). У всіх штамів з віком край шапинки стоншувався, пігментація поверхні різною мірою зменшувалася, а ламели гіменального шару темнішали. З настанням біологічної зрілості м'якоть шапинки ставала більш рихлою. Загальними для більшості штамів були зміни в будові ніжок: вони ставали більш жорсткими і волокнистими за виключенням *P. pulmonarius* 2314.

Таблиця 3.6.1

Морфологічні особливості культиварів на різних стадіях дозрівання

Параметри	Зрілість	Культивар (вид і штаб)			
		<i>Calocybe indica</i> 2598	<i>Cyclocybe aegerita</i> 2231	<i>Pleurotus citrinopileatus</i> 2161	<i>Pleurotus pulmonarius</i> 2314
Форма шапинки	технічна	Округла, опукла, симетрична, іноді має невелике піднесення в центрі, а край її гладкий і щільний.	Круглі, опуклі, з загнутими вниз краями, з'єднані вуаллю з ніжкою	Округлі, з чіткими краями і поглибленням в центрі	Округлі, рідше злегка мушлеподібні, ширина завжди майже дорівнює висоті, з щільним краєчком
	біологічна	Округлі, сплюснені, край тонкий, іноді з невеликими тріщинами глибиною до 1-3 мм	Круглі, плоскі або злегка опуклі, краю гладкі, іноді із залишками шматка вуалі по краях	Округлі, іноді зі злегка зміщеним центром і хвилястими, дуже ламкими краями	Устричної форми, ширші за висоту, краї тендітні, злегка хвилясті, іноді загнуті вгору
Колір шапинки	технічна	Колір яскравий молочно-білий, матовий, без будь-яких плям і відтінків.	Колір варіюється від темно-коричневого до яскраво-коричневого, іноді з більш світлим оксамитовим краєм	Колір жовтий, з легким лимонним відтінком, але до центру шапинки більш насичений	Поверхня рівномірно сіро-коричнева, зі світлішим забарвленням у місці прикріплення ніжки
	біологічна	Молочний з легкою жовтизною, менш насичений до краю шапинки	Світло-коричневий – темніший у центрі та майже білий по краю шапинки	По краю світло-жовтий, в центрі більш насичений, іноді з більш темними водянистими плямами	Бежево-сіруватий відтінок з більш темнішими ділянками особливо до краю шапинки
Колір гемелію	технічна	Молочно-білий, матовий. Пластинки напівпрозорі на просвіт	Рожево-білий, Пластинки напівпрозорі на просвіт	Прозорі білуваті, інколи з легким бежевим відтінком	Білий, з легким бежевим відтінком
	біологічна	Рожевий бежевим відтінком, насичений	Коричневий, насичений, оксамитовий	Світло-бежевий, зі рожевим відтінком	Бежевий, виглядає «брудним» через невелику звивистість

Продовження табл. 3.6.1

Ніжка	технічна	Довга, щільна, пружна, але не волокниста, без видимої різниці у щільності по всьому об'єму	Щільна, пружна, погано ламається, щільно з'єднана з шапинкою	Щільна, але не жорстка, з центричним або злегка асиметричним кріпленням до шапинки	Коротка, волокниста, але не жорстка, асиметричне кріплення до шапинки, гіменій плавно переходить на ніжку
	біологічна	Збільшена нижня частина більш ущільнена в місці прикріплення до субстрату	Волокниста, легко відокремлюється від шапинки, покрита лусочками розміром до 1 мм.	Тендітна тканина зовнішнього шару стає більш щільною, особливо у основі зростку	З віком ніжка не збільшується, не ущільнюється, не стає жорсткішою

Зовнішній вигляд *C. indica* 2598 і *P. pulmonarius* 2314 суттєво змінювався з віком (рис. 3.6.1 – а, б). Слід зазначити, що через зниження тургору в клітинах м'якоті плодові тіла *C. indica* 2598 стали менш пружними, а при механічному натисканні під час збирання врожаю на стеблах утворилися злегка помітні водянисті плями (рис. 3.6.1 – с). В цілому якісні характеристики плодових тіл цих двох сортів в різному ступені зрілості залишилися задовільними.



Рис. 3.6.1 Зміни грибів з віком: *P. pulmonarius* 2314 плодові грона в технічній (а) і біологічній (б) зрілості; *C. indica* 2598 цілі (с) і зрізані плодові тіла (d); карпофори після денного зберігання при 14 ± 1 °C (е) і при 2 ± 1 °C (f).

Плодові тіла *P. citrinopileatus* 2161 ставали крихкими і розсипалися біля основи ніжки. У плодових тіл *C. aegerita* 2231 з настанням біологічної зрілості вуаль на шапинці розривалася, а шапинка легко відділялася від ніжки при збиранні. Осипання темних спор призводило до того, що поверхня ставала коричневою, що псувало зовнішній вигляд врожаю. Тому сорти *C. aegerita* 2231 і *P. citrinopileatus* 2161 слід збирати лише на стадії технологічної зрілості. Підвищені температури в

період плодоношення сприяють прискоренню фізіологічних процесів в плодових тілах грибів, що, відповідно, призводить до швидкого дозрівання. Тому для збереження якості врожаю *P. pulmonarius* 2314 збирають 2-3 рази на добу. Такий же підхід ми рекомендуємо і при культивуванні *C. indica* 2598.

Проаналізовано морфологічні особливості плодових тіл, варіабельність яких у зразках не перевищувала 20 %, що свідчить про задовільну сталість цього показника якості врожаю для всіх досліджуваних сортів (табл. 3.6.2).

Таблиця 3.6.2

Розміри плодових тіл (технічна зрілість)

Вид, штам	Вага, г	Висота, мм	Довжина ніжки, мм	Діаметр ніжки, мм	Діаметр шапинки, мм
<i>C. indica</i> 2598	84,7 ±4,8	130,1 ±5,9	100,7 ±1,31	34,2 ±1,1	80,6 ±1,9
<i>C. aegerita</i> 2231	5,5 ±0,6	78,2 ±2,3	68,6 ±2,1	8,3 ±0,3	28,6 ±1,2
<i>P. citrinopileatus</i> 2161	10,5 ±0,9	74,6 ±1,7	45,5 ±2,1	12,2 ±0,7	51,2 ±2,3
<i>P. pulmonarius</i> 2314	3,5 ±0,2	38,5 ±1,0	18,6 ±0,8	5,6 ±0,2	41,1 ±1,4

Найбільшу вагу мали плодові тіла *C. indica* 2598, яка в окремих випадках коливалася від 20 до 380 г, тоді як понад 80 % врожаю становили плодові тіла масою від 55 до 127 г. Ми припускаємо, що такі відмінності дадуть можливість вплинути на візуальне сприйняття асортименту грибів на полицях супермаркетів, отже, привернути увагу покупців.

Культивари, рекомендовані для літнього вирощування (*C. indica* 2598 і *P. pulmonarius* 2314), достовірно ($p < 0,05$) відрізнялися більш високим вмістом сухих речовин (СР) в плодових тілах як порівнювати з умовною «зимовою» групою досліджуваних штамів (*C. aegerita* 2231 і *P. citrinopileatus* 2161) (табл. 3.6.3). Однак, відмінностей за вмістом СР всередині цих умовних груп не виявлено.

Таблиця 3.6.3

Хімічний склад культурних сортів

Вид, штам	Суха речовина, %	Вміст, % (від сухої речовини)			
		Сирі протеїни	Ліпіди	Вуглеводи	Зола
<i>C. indica</i> 2598	11,02 ±0,51	12,31 ±0,37	5,27 ±0,66	74,75 ±0,83	7,63 ±0,21
<i>C. aegerita</i> 2231	8,49 ±0,49	19,36 ±0,17	2,59 ±0,08	70,73 ±0,04	7,33 ±0,25
<i>P. citrinopileatus</i> 2161	8,54 ±0,05	21,46 ±0,51	1,56 ±0,23	68,33 ±0,31	8,64 ±0,08
<i>P. pulmonarius</i> 2314	11,17 ±0,22	18,75 ±0,63	1,12 ±0,13	72,81 ±0,27	7,11 ±0,03

Плодові тіла *P. citrinopileatus* 2161 (21,46 ±0,51%) мали найвищий вміст протеїнів в експерименті, тоді як зразки *C. indica* 2598 відрізнялись найнижчим результатом (12,31 ±0,37 %). Найвищий вміст жиру (5,27 ±0,66 %) визначено в урожаї *C. indica* 2598, який в 4,7 рази вище, ніж в грибах *P. pulmonarius* 2314 з найнижчим показником (1,12 ±0,13 %), і в 2 рази вище ніж в ПТ *C. aegerita* 2231 (2,59 ±0,08 %). Вміст вуглеводів коливався від найбільшого 74,75 ±0,83% (*C. indica* 2598) до найменшого 68,33 ±0,31 % (*P. citrinopileatus* 2161), проте суттєвих

відмінностей між іншими штамми не виявлено. Найвищий вміст золи серед досліджених культиварів виявлено в ПТ *P. citrinopileatus* 2161 ($8,64 \pm 0,08 \%$), а найнижчий – у *P. pulmonarius* 2314 ($7,11 \pm 0,03 \%$). Співвідношення білків/жирів/вуглеводів було різним для досліджуваних штамів 2:1:14 (*C. indica* 2598), 7,5:1:27 (*C. aegerita* 2231); 14:1:44 (*P. citrinopileatus* 2161); 17:1:65 (*P. pulmonarius* 2314), але всі мали спільну характеристику — низький вміст жиру. Відомо, що кількість легкозасвоюваних вуглеводів в грибах не перевищує 0,1% [40]. Тож такий баланс дає можливість рекомендувати досліджені гриби і продукти їхньої переробки для низькокалорійних дієт, які відповідають загальним тенденціям розвитку сучасної харчової промисловості.

Для встановлення інтегрального показника якості, що включає в себе витрати на отримання кінцевого продукту, необхідно мати точний прогноз втрат на кожному етапі переробки сировини. Для досліджуваних штамів найбільші втрати на етапі очищення виявлені при переробці врожаю *C. indica* 2598 – 7,3 % та *P. citrinopileatus* 2161 – 7 %, тоді як під час очищення грон *P. pulmonarius* 2314 втрачали не більше 1 % маси зібраних грибів (табл. 3.6.4).

Таблиця 3.6.4

Коефіцієнти виходу напівфабрикатів

Вид, штам	Очищення	Відварювання	Сушіння
<i>C. indica</i> 2598	$0,927 \pm 0,021$	$0,798 \pm 0,009$	$0,088 \pm 0,007$
<i>C. aegerita</i> 2231	$0,956 \pm 0,004$	$0,803 \pm 0,006$	$0,092 \pm 0,005$
<i>P. citrinopileatus</i> 2161	$0,930 \pm 0,011$	$0,853 \pm 0,019$	$0,098 \pm 0,006$
<i>P. pulmonarius</i> 2314	$0,991 \pm 0,017$	$1,095 \pm 0,028$	$0,090 \pm 0,003$

Ми пов'язуємо це з відсутністю у цього штаму зросткової основи, що дає можливість легко відокремлювати плодові тіла один від одного для маринування або сушіння. Підвищена втрата ваги *C. indica* 2598 під час збирання залежить від необхідності видалення залишків покривного ґрунту з ніжки.

Короткочасне варіння грибів *P. pulmonarius* 2314 супроводжувалося незначним збільшенням (до 1 %) маси переробляної сировини за рахунок затримки вологи паренхімними тканинами та ламелами шапинок. Це дає змогу підвищити вихід маринадів, паст, фаршу з врожаю цього культивуру. При відварюванні інших грибів втрачали від 15 % (*P. citrinopileatus* 2161) до 20 % маси сировини (*C. aegerita* 2231, *C. indica* 2598). Можливо, це пов'язано з високим вмістом водорозчинних компонентів, тож використання грибних відварів вищезначених штамів для приготування бульйонів або отримання екстрактів виглядає більш доцільним.

Найбільш високий рівень втрат характерний для процесів отримання сухих грибних напівфабрикатів. Так, висушування *C. indica* 2598 призвело до зниження маси сировини на 91,2 % (максимальний показник у досліді), а найменші втрати були зафіксовані при сушінні плодівих тіл *P. citrinopileatus* 2161 (90,2%). В цілому, найвищі втрати сировини були виявлені при переробці врожаю *C. indica* 2598, а найнижчі для контрольного штаму *P. pulmonarius* 2314.

Необхідно відзначити зміну органолептичних показників досліджуваних штамів після відварювання. Наприклад, плодові тіла *P. citrinopileatus* 2161 змінювали свій яскраво-жовтий колір на бежевий (рис. 3.6.2), що свідчить про недоцільність використання цього сорту для приготування маринадів у прозорих скляних ємностях.

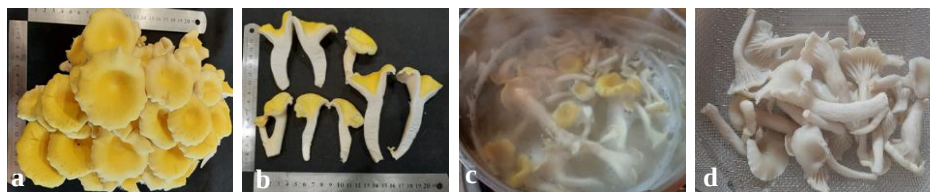


Рис. 3.6.2. *Pleurotus citrinopileatus* 2161 грона (а) і карпофори (б) і зміна кольору карпофора після 3 хвилин (в) і 10 хвилин (г) кип'ятіння.

Однак відварені плодові тіла цього культивуру набували приємного аромату морепродуктів, а бульйон мав привабливий жовтий колір. Такі особливості, на нашу думку, будуть цікаві рестораторам для виготовлення супів, гарнірів, фаршу, начинок, паштетів та намазок. Порошок, отриманий з сушених грибів цього сорту, мав приємний жовтий відтінок і аромат, що дозволяє використовувати його в якості натурального барвника і ароматизатора при створенні соусів, паст і хлібобулочних виробів.

Плодові тіла *C. aegerita* 2231 не втрачали забарвлення і пружності після варіння. «Хрусткі», з насиченим грибним ароматом – вони найбільше підходили для маринування (рис. 3.6.3). При цьому фарш з цієї сировини був ніжним і пружним, але мав темно-коричневий відтінок. Сушені гриби легко подрібнювалися, порошок мав коричневий відтінок, приємний грибний аромат.

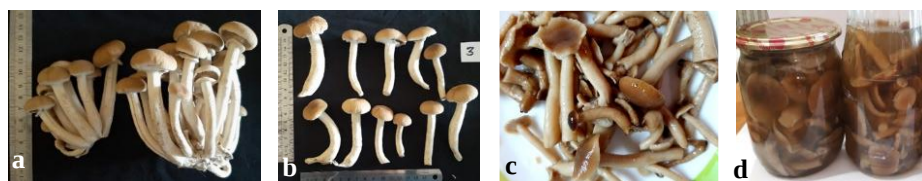


Рис. 3.6.3. Плодові тіла *Cyclocybe aegerita* 2031 у зростках (а), карпофори (б); після 10-хвилинного кип'ятіння (в) і у вигляді солінь з додаванням 2 % оцтової кислоти (г).

Напівфабрикати, отримані з культури *P. pulmonarius* 2314, мали аналогічні органолептичні показники. Після відварювання плодові тіла не втрачали пігментацію шапинки, залишались пружними, легко жувалися. Порошок з *P. pulmonarius* 2314 мав світло-сірий відтінок і слабкий, ледь вловимий аромат. Тому урожай цих грибів найбільше підходить для маринування, виготовлення м'ясних і овочевих напівфабрикатів і готових виробів, але в меншій мірі для соусів і начинок. Консистенція фаршу була однорідною, як і у фаршу з *C. aegerita* 2231. Аромат його був нейтральним, ненасиченим, що, на наш погляд, дає можливість використовувати таку сировину в якості наповнювача та часткової заміни м'ясної

складової в котлетах, ковбасних виробах і паштетах. Потрібно відзначити високу вологоутримуючу здатність грибних напівфабрикатів ($K=2,5-3$) що є перспективним показником для використання їх у якості структуроутворювачів.

Великі плодові тіла *C. indica* 2598 перед обробкою необхідно подрібнювати, що негативно позначається на візуальному сприйнятті маринадів. Також необхідно враховувати, що термічна обробка більше 5 хвилин робить м'якоть цих грибів жорсткою. Фарш був грубозернистим, щільним, його важко змішувати з іншими інгредієнтами. Найбільш вдалим методом стало швидке бланшування скибочок або брусків товщиною не більше 5 мм. Тож така сировини є ідеальною для салатів швидкого приготування, соусів і перших страв. Порошок з висушених плодових тіл не мав яскраво вираженого грибного аромату, він був дрібнозернистим, майже повітряним, з високою вологоутримуючою здатністю ($K=3,2$) Отже, цікавими напрямками переробки врожаю цього культивару можуть стати: виробництво бланшованих напівфабрикатів для ресторанів і кафе; отримання порошків для виробництва соусів; покращення якості макаронних і хлібобулочних виробів.

Висновки

Гриби, завдяки своїм особливим функціональним властивостям, впевнено входять в щоденний раціон людей, які націлюють своє харчування на поліпшення стану власного здоров'я. Тому виробництво і споживання грибів, а також продуктів їх переробки стрімко зростає, а асортимент наявних на ринку видів активно розширюється. У дослідженні представлено результати вивчення морфологічних, технічних та хімічних показників урожаю та продуктів переробки їстівних грибів *Calocybe indica* (молочний гриб), *Cyclocybe aegerita* (піопіно), *Pleurotus citrinopileatus* (глива золота або лимонношапінкова) та *Pleurotus pulmonarius* (глива легенева). Отримана кваліметрична оцінка післязбиральних характеристик штамів з вітчизняної колекції дозволяє припустити високі перспективи їхнього промислового вирощування. Насамперед, яскраві та привабливі зовні плодові тіла здатні привернути увагу покупців. Збільшення асортименту дає змогу не тільки задовольнити їх смакові вимоги, а й наповнити раціон унікальними біоактивними речовинами. Запропонований сезонний підхід культивування дає можливість зниження собівартості грибного врожаю, що позитивно вплине на цінову політику грибного асортименту та зробить його доступним широкому колу споживачів.

Література до розділу 3.6.1

1. 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/nvivet-f10008>.
2. Бандура І. І. [и др.]. Analysis of the biological efficiency and quality factors of mushrooms of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm as a model of effective cultivation of lignicolous fungi with high functional value 2020.

3. Бухало А.С. [и др.]. Биологические свойства лекарственных макромицетов в культуре: Сборник научных трудов в двух томах / Бухало А.С., Бабицкая В.Г., Бисько Н.А., Вассер С.П., Дудка И.А., [и др.], Под ред. чл.-кор. НАН Украины С.П. Вассера-е изд., Киев: Альтерпрес, 2011. 212 с.

4. Bach F. [и др.]. Influence of cultivation methods on the chemical and nutritional characteristics of *Lentinula edodes* // Emirates journal of food and agriculture. 2018. С. 1006–1013.

5. Bandura I. [и др.]. Effect of different grain spawn materials on *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. mushroom cultivation under unregulated and regulated fruiting conditions // Acta agriculturae Slovenica. 2022. № 1 (118). С. 1–13.

6. Bandura I., Bisko N. A. Вплив добрива Аватар (комплекс наноцітратів мікроелементів) на продуктивність та якість печериць (*Agaricus bisporus*) та гливи (*Pleurotus ostreatus*) / I. Bandura, N. A. Bisko, 2021.

7. Bisko N. A. [и др.]. Методика наукових досліджень у грибівництві / N. A. Bisko, O. Hareba, O. Tsyg, I. Bandura, 2024.

8. Chang S. T., Lau O. W., Cho K. Y. The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor-caju* // European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology. 1981. № 1 (12). С. 58–62.

9. Cirlincione F. [и др.]. Functional bread supplemented with *Pleurotus eryngii* powder: A potential new food for human health // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2022. (27). С. 100449.

10. Dimopoulou M. [и др.]. Nutritional Composition and Biological Properties of Sixteen Edible Mushroom Species // Applied Sciences. 2022. № 16 (12). С. 8074.

11. Donglu F. [и др.]. Effect of nanocomposite packaging on postharvest quality and reactive oxygen species metabolism of mushrooms (*Flammulina velutipes*) // Postharvest Biology and Technology. 2016. (119). С. 49–57.

12. Linke M., Geyer M. Condensation dynamics in plastic film packaging of fruit and vegetables // Journal of Food Engineering. 2013. № 1 (116). С. 144–154.

13. Rio L. A. del [и др.]. The activated oxygen role of peroxisomes in senescence // Plant Physiology. 1998. № 4 (116). С. 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. 2007. № 4 (79). С. 1302–1309.

15. High Relative Humidity In-Package of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Advantage or Disadvantage Considering Microbiological Problems and Antimicrobial Delivering Systems? - Ayala-Zavala - 2008 - Journal of Food Science - Wiley Online Library [Електронний ресурс]. URL: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1750-3841.2008.00705.x> (дата обращения: 19.03.2023).

16. Standards | CODEXALIMENTARIUS FAO-WHO [Електронний ресурс]. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/> (дата обращения: 07.07.2022).

Список публікацій до розділу 3.6.1

1. 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/nv1vet-f10008>.

2. Bandura I., Krupodorova T. Qualimetric assessment and features of quality formation for cultivated mushrooms in accordance with the methods of further processing. Food technology progressive solutions: Collective monograph./ Priss, O., Glowacki, S., Kiurcheva, L. et al.; Priss, O. (Ed.). Tallinn: Scientific Route OÜ, 2024. P. 93 - 117. <https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.ch4>.

3. Бандура І.І. Особливості виготовлення напівфабрикатів з плодових тіл гливи золотої та опенька тополевого. Актуальні питання виробництва плодоовочевої продукції та винограду: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (Мелітополь, 22 квітня 2021 р.). С. 136-139

4. Bandura I.I., Priss O.P. Quality evaluation of the oyster pleurotus mushroom fruiting bodies of different ripeness. Publishing House "Baltija Publishing." 2023. P. 360-375

Розділ 3.6.2 Оцінка якісних показників хлібу з пшеничного борошна з додаванням грибних напівфабрикатів

Реферат. Робота присвячена дослідженню впливу додавання фаршу з відварених та подрібнених грибів гливи звичайної до тіста (заміна частки тіста) з пшеничного борошна в технології виготовлення хлібу з метою підвищення біологічної цінності готового продукту. Гриби на сьогодні є топовим інгредієнтом рецептур з оздоровчим спрямуванням завдяки відомим лікарським властивостям [1]. Вони здатні насичувати організм людини есенціальними мікронутрієнтами, а також мають декілька важливих профілактичних дій: кардіопротекторну, імуномодуючу, протипухлинну, гепатопротекторну та інші. Вчені пов'язують лікарські властивості дереворуйнівних грибів з присутністю в клітинах грибів специфічних полісахаридів (бета-глюканів).

Хліб пшеничний – продукт щоденного споживання, тому можливість введення грибної складової до його складу дає перспективу збагачення раціону пересічних споживачів унікальними біоактивними речовинами. Велика група вітчизняних досліджень присвячені тематиці покращення якості та збагачення складу хлібобулочних виробів, а саме: роботи Л.Ю. Арсеньєвої [2], С. Ю. Миколенко [3], Н. М. Грегірчак [4], О. В. Звягінцевої [5] та ін. Втім, тема використання грибів як складової рецептури хліба в Україні досліджена недостатньо. Натомість, іноземні дослідники вивчають можливості використання грибів як функціонального компонента для випікання хлібу вже понад 10 років. Позитивні результати науковців G. I. Okafor [6], M. A. Brennan [7], V.O. Oyetaayo [8], K. H. Kyung [9], M. Seguchi [10] надихають на пошук локальних рішень стосовно інновацій у класичному виробництві хліба пшеничного.

За попередніми неопублікованими результатами оцінки сенсорних показників виробів було визначено переваги введення відвареної грибної сировини (рис. 3.6.4):

— сирі гриби — борошно з грибів — відварені гриби (фарш)

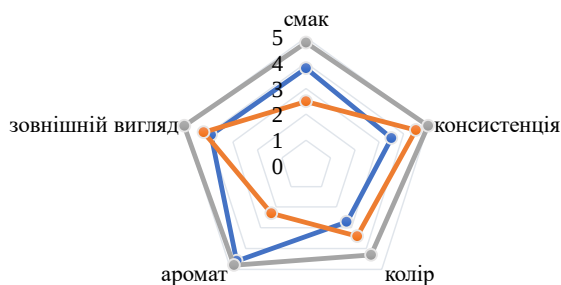


Рис. 3.6.4 Профілограма органолептичних характеристик хлібу пшеничного, виготовленого з додаванням грибної сировини (10 % заміни маси борошна у рецептурі)

Саме тому пілотні експерименти спрямували на вивчення особливостей

виготовлення хлібу з додаванням відварених грибів.

Мета дослідження

Мета дослідження – оцінити вплив заміни частини тіста на грибний фарш з грибів гливи у технології виготовлення хліба з пшеничного борошна.

Об'єкт досліджень – хлібобулочні вироби з пшеничного борошна.

Предмет досліджень – технологія виготовлення хліба з добавками, що мають оздоровчий потенціал.

Матеріали та методи дослідження

Грибну сировину (свіжі плодові тіла гливи звичайної штамм 2301 ІБК) отримували від компанії ТОВ «Дамато» (м. Бровари Київської області; директор О.Тимошенко) безпосередньо після збирання врожаю. Гриби відварювали в киплячій воді впродовж 5 хвилин, відкидали на металеве сито для стікання води. Після охолодження подрібнювали блендером до стану пасти. Підготовлений напівфабрикат зберігали за температури мінус 18 °С, а перед використанням розморожували на ситі для видалення води. Використовували лише тверду фракцію.

Готували хліб безопарним способом. Для тіста на 1000 г борошна брали 450 мл води. Сіль кухонну 15 г (1,5 %) розчиняли у частині води, необхідної для тіста. Дріжджі пресовані у кількості 30 г (3 %) також розчиняли в частині води та вводили у просіяне борошно частково. Замішували тісто у тістомісі планетарного типу. Вводили грибний фарш через заміну маси частини тіста відповідно до варіантів дослідів:

- 1) Контрольний – відповідно до класичної рецептури хліба пшеничного, наведеної вище, без додавання грибів;
- 2) 100 г грибної пасти та 900 г тіста (10 % грибів);
- 3) 200 г пасти та 800 г тіста (20 % грибів);
- 4) 300 г пасти та 700 г тіста (30 % грибів).

Технологічні операції замішування, формування, вистоювання проводили за температури 24 °С та відносній вологості повітря 65 %. Випікали за температури 180 °С у розігрітій духовій шафі з конвективною вентиляцією.

Після випікання хліб охолоджували за температури 22 °С без активної вентиляції впродовж доби, після чого відбирали зразки на визначення вмісту вологи, рН, вміст зольних речовин та ендополісахаридів за загальноприйнятими методиками [7]. Виготовлені зразки зберігали в холодильнику при 4 °С три доби, проводили повторне визначення рН.

Вміст білків визначали за К'ельдалем з використанням обладнання SpeedDigester K-425.

Оцінку споживчої якості виробів проводили за відповідністю до вимог ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови» [11]. Згідно з нормативним документом для експертної оцінки якості виробів обрали такі показники:

- загальна форма,
- стан поверхні,

- колір,
- стан м'якушки,
- смак,
- запах.(рис. 3.6.5)

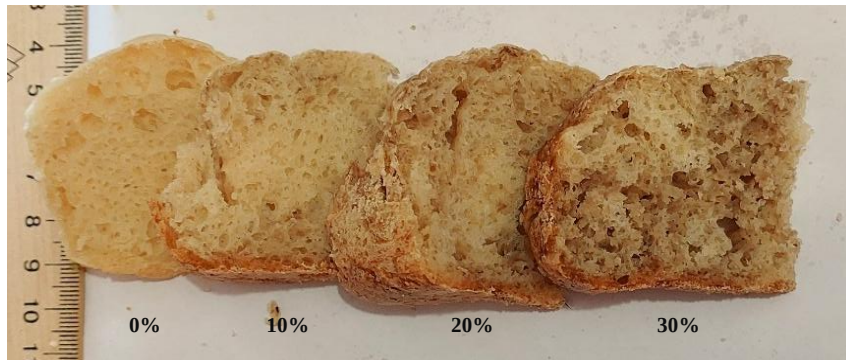


Рис. 3.6.5. Порівняння зразків хлібу з різним вмістом відварених грибів

Оцінювання зразків проводили експертним методом за п'ятибальною системою. Для цього розробили систему бальною оцінки відповідності характеристик виробу вимогам ДСТУ (табл. 3.6.5).

Таблиця 3.6.5

Система бальної оцінки зразків хліба

Бали	Показники					
	Форма	Поверхня	Колір	М'якушка	Смак	Запах
1	Не тримає форму, легко деформується	Дуже волога, слизька	Дуже темний, неоднорідний	З малими порами, слизька	Гіркий, неприємний	Різкий, неприємний
2	Погано тримає форму	Рихла, волога	Сіро - зелений	З малими порами	Солоний грибний	Різкий
3	Задовільно тримає форму	Гладка з незначними тріщинами	Сірий, неоднорідний	Середня пористість, нееластична	Чітко виражений грибний, солонуватий	Чіткий грибний
4	Добре тримає форму	Гладка	Світло сірий, однорідний	Середня пористість, еластична	Зі слабким присмаком грибів	Слабкий грибний
5	Гарно тримає форму	Гладка без тріщин та підривів	Жовтий з сіруватим відтінком, однорідний	Добре розвинута пористість, еластична	Приємний, з легкими грибними нотками	Приємний, з легкими грибними нотками

Результати дослідження та їх обговорення

Залучені експерти (8 осіб) отримували підготовлені зразки під номерами та заносили бали і додаткові коментарі у підготовлені експертні листи відповідно до номеру зразка. Розшифровані дані обробляли в Excel (надбудові «Аналіз даних»)

для визначення середнього балу та інших показників статистики. Відповідно до зведених результатів будували профілограму оцінки якості досліджених зразків (рис. 3.6.6.).

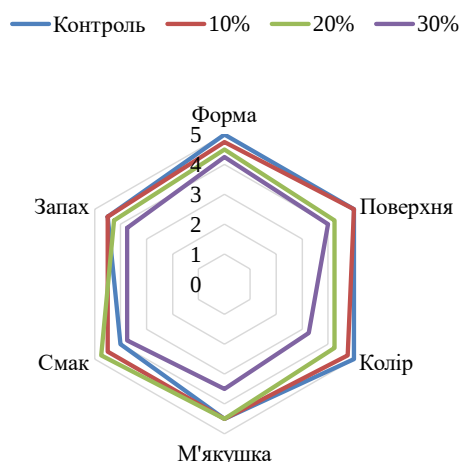


Рис. 3.6.6. Профілограми органолептичних показників зразків хлібу з різним вмістом грибів

За результатами оцінки органолептичних показників найвищий рівень визначено для хліба з додаванням 10 % грибів, але контрольний варіант поступався йому лише за смаком. Найнижчі бали за всіма показниками отримав зразок з додаванням 30 % грибів. Додавання 20 % грибної сировини значно покращувало смак виробу, надавало приємного специфічного аромату, але за іншими показниками поступався контрольному варіанту та з додаванням 10 % грибів. Цей факт свідчить про необхідність удосконалення технології підготовки грибного напівфабрикату, яке допоможе ввести збільшену кількість грибів без погіршення зовнішнього вигляду хлібу та його структури.

Потрібно зазначити, що отримані результати відрізняються від даних, отриманих з використанням грибного борошна [9] (табл. 3.6.6.).

Таблиця 3.6.5

Хімічний склад основних інгредієнтів та виготовлених зразків хлібу з додаванням грибів

Назва	Вміст, в 100 г			
	Вода	Білок	ЕПС	Зола
Гриби гливи	8,48 ± 0,13	2,51 ± 0,05	9,02 ± 0,37	7,93 ± 0,98
Борошно пшеничне	86,99 ± 0,04	11,40 ± 0,25	68,61 ± 8,15	0,55 ± 0,03
B1 (к) 0 %	59,31 ± 1,05	16,67 ± 0,27	18,89 ± 4,61	0,73 ± 0,09
B2 10 %	54,07 ± 0,53	15,10 ± 0,05	15,85 ± 2,17	0,68 ± 0,08
B3 20 %	49,19 ± 0,68	13,72 ± 0,11	11,22 ± 2,47	0,48 ± 0,11
B4 30 %	42,65 ± 1,21	11,25 ± 0,07	13,79 ± 1,46	0,93 ± 0,10

Суттєво ($p < 0,05$) знижувалась кількість сухих речовин в готовому продукті, відповідно підвищувався вміст води. Такий результат пов'язаний з високою

вологоутримуючою здатністю грибно́ї сировини. Якщо контрольний варіант задовольняв вимогам ДСТУ 7517:2014 за показником вмісту води, то варіанти досліду перевищували норму від 4 до 12 %. Відповідно, терміни зберігання таких виробів мають бути досліджені додатково.

Кількість білків в контрольному варіанті була суттєво вищою ($16,67 \pm 0,27$ г на 100 г продукту), а найменший вміст білків ($11,25 \pm 0,07$) визначено за додавання 30 % грибно́ї сировини ($HP = 0,57$). Вміст білків лінійно зменшувався зі збільшенням вмісту грибів, але в контрольному варіанті та за додавання 10 і 20 % грибів суттєво перевищував вміст білків у борошні (рис. 3.6.7)

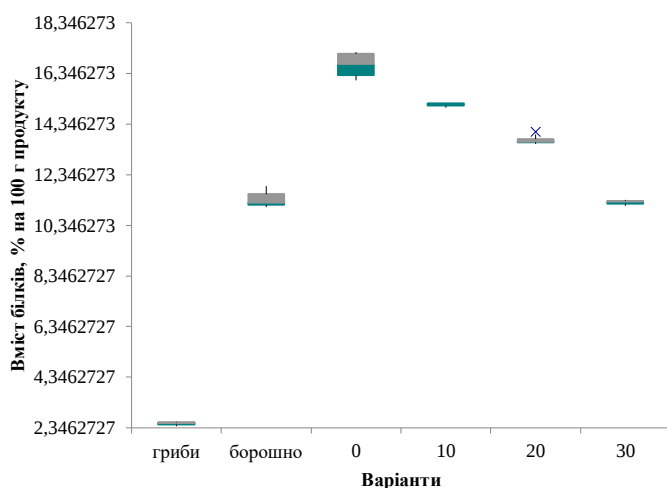


Рис. 3.6.7. Результати однофакторного аналізу даних (One-Way ANOVA) в надбудові QIMacros у перерахунку на 100 г продукту

Вміст ендopolісахаридів в варіантах досліду суттєво не відрізнявся, але потрібно зазначити, що їх загальна сума зменшувалась з підвищенням вмісту грибів, що є логічним з урахуванням суттєвої переваги вмісту полісахаридів у борошні над грибною сировиною. Втім, якісний склад полісахаридів у варіантах досліду потребує додаткового вивчення, бо теоретично має відбуватися часткова заміна легко засвоюваних α -глюканів борошна, на біоактивні β -глюкани грибів.

Складно пояснити отримані результати змін вмісту зольних елементів у варіантах досліду, де спочатку спостерігали зниження цього показника зі збільшенням вмісту грибів, а за додавання 30 % - різке зростання.

Висновки

Отримані результати свідчать про позитивні тенденції введення грибно́ї сировини у кількості до 20 %, але потрібні додаткові експерименти для визначення оптимальної структури напівфабрикатів з грибів. Також необхідно провести додатковий біохімічний аналіз зразків для визначення чітких тенденцій змін

складу хлібобулочних виробів під впливом введення грибів або продуктів їхньої переробки.

Література за розділом 3.6.2

1. Електронний ресурс. Режим доступу: URL <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/spozhivannya-hlibobulochnih-virobiv-znizhuyetsya-ukrajinci-vse-bilshe-kupuyut-zamorozheniy-hlib> (Дата звернення 09.04.2024.)
2. Арсеньєва, Л. Ю., Герасименко, Л. О., Дерев'янка, Л. П., Антонюк, М. М., & Хіврич, Б. І. (2005). Пшеничний хліб функціонального призначення.
3. Mykolenko, S., Tsaruk, L., & Chursinov, Y. (2019). Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (5 (1330)), 145-151.
4. Рушай, О. С., & Грегірчак, Н. М. (2013). Дослідження показників мікробіологічної безпеки заквасок хліба функціонального призначення. Наукові праці Національного університету харчових технологій, (49), 53-56.
5. Звягінцева, О. В., & Франчук, Є. Р. (2022). Органолептичне оцінювання якості хліба пшеничного, збагаченого культурою *Medusomyces gisevi*.
6. Okafor, J. N. C., Okafor, G. I., Ozumba, A. U., & Elemo, G. N. (2012). Quality characteristics of bread made from wheat and Nigerian oyster mushroom (*Pleurotus plumonarius*) powder. Pakistan Journal of Nutrition, 11(1), 5-10.
7. Lu, X., Brennan, M. A., Serventi, L., & Brennan, C. S. (2018). Incorporation of mushroom powder into bread dough—effects on dough rheology and bread properties. Cereal Chemistry, 95(3), 418-427.
8. Oyetayo, V., & Oyediji, R. (2017). Proximate and mineral composition of bread fortified with mushroom (*Pleurotus ostreatus* and *Calocybe indica*). Microbiology Research Journal International, 19(4), 1-9.
9. Lee, M. J., Kyung, K. H., & Chang, H. G. (2004). Effect of mushroom (*Lentinus Tuber-Regium*) powder on the bread making properties of wheat flour. Korean Journal of Food Science and Technology, 36(1), 32-37.
10. Seguchi, M., Morimoto, N., Abe, M., & Yoshino, Y. (2001). Effect of maitake (*Grifola frondosa*) mushroom powder on bread properties. Journal of Food Science, 66(2), 261-264.
11. ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови» (діє з 01.02.2015).

Список публікацій до розділу 3.6.2

1. Сокот О. Є., Бандура І. І. Перспективи культивування *Grifola frondosa* на відходах органічного землеробства. Матеріали І всеукраїнської науково-практичної конференції Наукові та практичні аспекти виробництва органічних харчових продуктів: реалії та майбутнє. Київ. 17.02.2024. с.24 – 25. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/547be38d-7c69-42de-8d76-a9b081691873/content>
2. Сокот О. Є., Бандура І. І. Моделювання рецептур хлібобулочних виробів з

підвищеним вмістом біоактивних полісахаридів грибів. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві». Київ. 17 вересня 2024 С.91 – 94. <https://drive.google.com/file/d/1-Y8X1fRfByGQ7E39qr7NOZLdpuWsFVnL/view>.

3. Сокот О. Є., Бандура І. І. Гриби як джерело біоактивних компонентів для продуктів щоденного вжитку. Міжнародна наукова конференція «Освіта і наука в умовах викликів і загроз. Внесок молодих вчених в сталий розвиток» 21- 22 листопада 2024. Київ – Стокгольм. с. 310 – 312. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/proceedings_zbirnik_tez_molodih_vchenih_2024.pdf

Розділ 3.6.3 Оцінка впливу технік пакування на збереження якості плодових тіл шіітаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler)

Реферат. Гриби користуються популярністю у споживачів завдяки своєму унікальному смаку та аромату, а також служать альтернативою м'ясним стравам у повсякденному раціоні. Кожен вид грибів має унікальний біохімічний склад, що містить свій набір біоактивних сполук, вітамінів та необхідних елементів, з активними медичними властивостями [1–3]. У Японії, Китаї та Південній Кореї розширення асортименту грибів вважається важливим елементом стратегії підтримки здоров'я нації. Гриби використовують у приготуванні хліба, снєків, йогуртів, десертів і навіть алкогольних напоїв [4, 5].

Одним із ключових питань, розглянутих у попередніх дослідженнях, було визначення впливу природи пакувальних матеріалів на тривалість зберігання *L. edodes* та доведено істотний вплив цього фактору на зміни вмісту вологи в плодових тілах [9]. Інші результати вказують на доцільність використання абсорбентів для зниження утворення конденсату всередині пакування [10]. Дослідники наголошують на важливості індивідуального підходу до вибору товщини пакувальної плівки в залежності від конкретних характеристик грибів та умов зберігання [11,12]. Отже, за результатами аналізу останніх виявлено необхідність визначення взаємодії між товщиною пакувальної плівки та типами абсорбентів для забезпечення оптимальних умов зберігання урожаю тих штамів *L. edodes*, які є максимально адаптованими до умов сучасного вітчизняного виробництва.

Мета дослідження

Мета дослідження – попередня оцінка впливу товщини харчової полівінілхлоридної (ПВХ) стретч-плівки та водопоглинаючих засобів (целюлозні серветки – «вкладиші» та гранульований селікагель у пакуваннях 1, 2, 5, 10 г) на тривалість зберігання та споживчу якість плодових тіл шіітаке.

Об'єкт досліджень – гриби *L. edodes*

Предмет досліджень – технологія зберігання урожаю штаму *L. edodes* 365

Матеріали та методи дослідження

Культивування грибів проводили в умовах ТОВ «ЕСМАШ -3» на стерильних складних субстратах з вмістом 67% дубової тирси. Впродовж вирощування підтримували наступні мікрокліматичні параметри: температура в період вегетативного розвитку культури *L. edodes* 365 на рівні 24 ± 1 °C, а для формування плодових тіл - 18 ± 1 °C; відносна вологість повітря складала 90 ± 3 %, вміст CO₂ у складі повітря не перевищував 0,15 %, інтенсивність освітлювання - 150...300 люкс.

Плодові тіла (ПТ) шіітаке збирали за досягнення технічної стиглості: до початку спороношення та масою від 16 до 30 г. Для зберігання виробником було надано гриби з незначними дефектами поверхні: темні плями не більше 5мм у діаметрі, порушення форми, отже ті, які мали меншу візуальну привабливість, та, відповідно, могли затримуватись на полицях у торговельних мережах. Свіжі гриби

охолоджували до температури 2°C та пакували у лотки з харчового поліпропілену (ПП-702 500 мл) по 300 ± 20 г. Для пакування використовували харчові полівінілхлоридні (ПВХ) плівки від виробника ТОВ "Виробнича фірма "ПОЛІМЕР" різної товщини: 7,5, 10 та 12 мкм, в які загортали лотки на «гарячому столі». Гриби у пакуваннях контрольного варіанту в плівку не загортали. В пакуваннях для дослідження впливу водопоглинаючих агентів на дно клали саше з силікагелем масою 1, 2, 5, 10 г та целюлозні вкладиші та використовували плівку товщиною 7,5 мкм. Масу силікагелю у варіантах обирали відповідно до можливості отримати доступні готові саше з водопоглинаючим матеріалом, які на ринку харчових продуктів пропонує торгова марка «Воложка» (м. Київ). Отже, у досліді було перевірено 9 варіантів: 1) контроль без плівки; 2) плівка 7,5 мкм; 3) плівка 10 мкм; 4) плівка 12 мкм; 5) плівка 7,5 мкм плюс целюлозна серветка - вкладиш; 6) плівка 7,5 мкм та саше з 1 г силікагелю; 7) ... з 2 г силікагелю; 8) ... з 5 г; 9) з 10 г. Для кожного з варіантів досліді готували 21 пакування (по 3 на 7 контрольних точок). Гриби зберігали у холодильній камері за температури $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ та перевіряли зміни кожні 5 діб аналізом грибів у 3-х пакуваннях кожного варіанту досліді.

За вимогами CODEX STAN 38 пакування свіжих грибів має відбуватися відповідно до вимог «Загальних принципів гігієни харчових продуктів» (СХС 1-1969, Rev. 6-2022, Кодекс Аліментаріус). 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 [17]. Втім, застосування сучасних пакувальних матеріалів, зокрема ПВХ стрейчових харчових плівок, безпечних при контакті з продуктами, дозволяє забезпечити необхідний газообмін та захистити гриби від мікробіологічної контамінації через отвори перфорації [18]. Звичайно, потрібно зважати на можливий тиск плівки на плодові тіла у пакуваннях, що може привести до механічних пошкоджень у місті дотику. Отже, у регламенті пакування враховували 2 фактори: 1) максимальну наповненість лотків для запобігання вільному пересуванню плодових тіл та можливого травмуванню впродовж логістичних операцій; 2) натяг плівки, який мав забезпечити утримання плодових тіл у певному положенні та необхідний газообмін.

Головним завданням було визначення втрат маси грибної сировини та змін візуальних характеристик врожаю впродовж тривалого зберігання у дослідних варіантах пакувань. Додатково встановлювали ступінь водопоглинання застосованих абсорбентів. Оцінку якості врожаю впродовж зберігання проводили за наступними показниками: візуальні зміни кольору, поверхні та пружності плодових тіл, зміни маси грибів у пакуванні, вмісту сухих речовин у плодових тілах. Також вивчали зміни маси вологопоглинаючих серветок та саше з силікагелем.

Статистичний аналіз проводили у надбудові QI Macros (2021) до Excel 2016 MSO (16.0.4266.1001) код ліцензії 00339-10000-00000-AA963.

Результати дослідження та обговорення

Сьогодні понад 90 % ринку грибів в Україні та понад 80 % у Європі займає печериця (*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach), тоді як інші види представлені переважно імпортованою сировиною та консервами. Це зумовлено, перш за все, відсутністю адаптованих технологій вирощування та переробки інших видів грибів з їх крихкими плодовими тілами, схильними до швидкого псування [6, 7]. Зростає інтерес з боку споживачів до нових їстівних видів грибів з унікальними оздоровчими властивостями, серед яких шіїтаке є найбільш відомим. Важливість удосконалення технології зберігання грибів шіїтаке вітчизняних промислових штамів *L. edodes*, які мають високі адаптивні показники до культивування з використанням доступних сировинних матеріалів, є зрозумілою. Подовження терміну реалізації якісної грибної продукції надає можливість забезпечити сталі пропозиції на внутрішньому ринку, а також відкриватиме шлях для експорту. Відомі методи зберігання плодів тіл грибів *L. edodes* потребують адаптації до використання доступних та ефективних пакувальних матеріалів, бо процедура пакування, яка значно поліпшує тривалість зберігання урожаю в задовільній якості, з іншої сторони, зумовлює суттєве зростання собівартості врожаю. Опубліковані результати наукових пошуків у цьому напрямку, залишають відкритими питання щодо впливу різних параметрів упаковки на якість і тривалість зберігання грибів.

Аналіз останніх досліджень.

Найбільш вагомими факторами, на думку дослідників, є характеристики пакувальної плівки – товщина, газоутримуюча здатність чи вибіркова проникність, антибактеріальні властивості та інші [9, 11, 12]. Додатково вивчаються можливості контролювання вмісту вологи у модифікованому газовому середовищі, що створюється в пакуванні за рахунок дихання грибів після збирання шляхом використання різних вологопоглинаючих матеріалів [10].

Науковці обґрунтовують швидкі процеси старіння сировини окислювальними процесами, які включають ферментну деградацію клітинних і субклітинних структур і макромолекул, а також мобілізацію продуктів розпаду у біомасі [13]. Тому, головним завданням на шляху збільшення тривалості зберігання грибів є зниження активності ферментів, зокрема поліфенолоксидази. Для цього використовують шокове та вакуумне охолодження свіжезібраної продукції до 0...2 °С, систему пакування у газомодифікованих середовищах (MAP–Modified atmosphere packaging) зі спеціальними плівковими покриттями, які дозволяють підтримувати необхідне співвідношення вмісту кисню та вуглекислого газу [14].

Однак, крім складу газової суміші, також важливо контролювати рівень відносної вологості всередині пакування з грибами, щоб уникнути утворення конденсату, розвитку плісневих грибів та розмноження бактерій. Більшість полімерних матеріалів (поліетилен, поліпропілен або полівінілхлорид), що використовуються в пакуванні свіжих продуктів, мають нижчу швидкість пропускання водяної пари порівняно зі швидкістю випаровування свіжих продуктів. Таким чином, більшість молекул води, що випаровуються з грибів, не проходить через плівку і залишається всередині упаковки, підвищуючи тиск водяної пари в мікрооточенні плодів тіл. У цих умовах навіть незначне

коливання температури може спричинити конденсацію пару всередині пакування, що зумовлює посилення росту мікроорганізмів, відповідно, появу слизу, запаху гниття, потемніння поверхні грибів [15, 16]. Тому, однією з технік, що сприяє тривалому збереженню якості урожаю, є використання водопоглинаючих полімерних матеріалів, зокрема SAP (Super absorbent polymer, polyacrylate), виготовлених з поліакрілату, які забезпечують умови ненасиченої вологості [10].

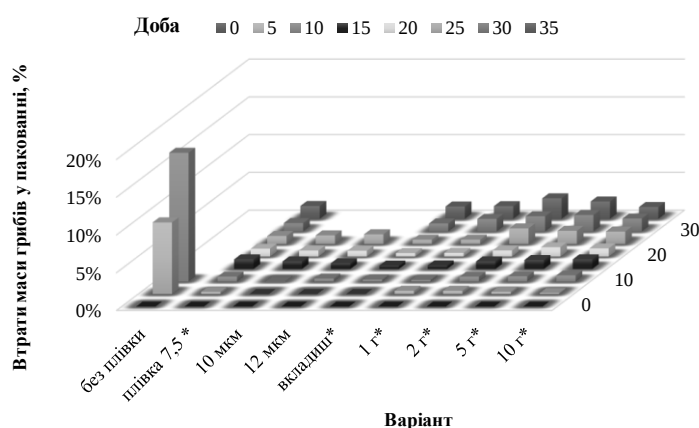
Вже на 5 добу зберігання урожаю спостерігали появу конденсованої вологи на внутрішній поверхні плівки у пакуваннях з товщиною 10 та 12 мкм, тоді як в інших варіантах досліду суттєвих змін не відбувалося (рис. 3.6.8).



Рис. 3.6.8. Пакування з грибами шіітаке після 5 доби зберігання:
а), б), в) з різною товщиною плівок; **в)** з целюдозним вкладишем; **г)** без плівки – контроль 1; **д)** плівка 7,5 мкм без вологопоглиначів (контроль 2);
е)-л) плівка 7,5 мкм з додаванням саше з силікагелем від 1 до 10 г відповідно.

Отже, застосування ПВХ плівок товщиною більше 7,5 мкм не забезпечувало достатній газообмін за випробованих умов зберігання. Накопичення вологи в таких пакуваннях обумовлювало розвиток вегетативного міцелію на поверхні плодових тіл, що викликало їх злипання та псувало зовнішній вигляд продукту у пакуванні. Тому варіанти з товщиною плівки 10 та 12 мкм на 25 добу зберігання мали незадовільний вигляд та були виключені з подальших спостережень.

За результатами експерименту визначено динаміку зменшення маси грибів у пакуваннях (рис. 3.6.9).



Примітка: × -пакування з використанням ПВХ плівки товщиною 7,5 мкм

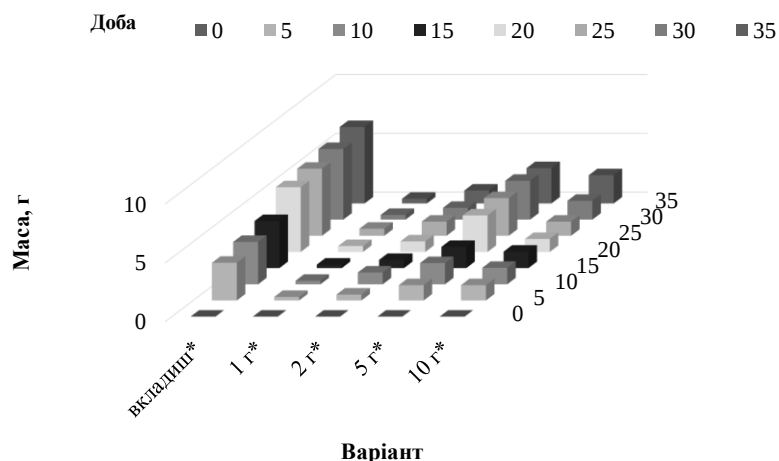
Рис.3.6.9. Втрата маси грибів у пакуваннях впродовж зберігання за варіантами дослідів: 1) без плівки (контроль 1); 2) полівінілхлоридна плівка (ПВХ) 7,5 мкм (контроль 2); 3) ПВХ плівка 10 мкм ПВХ 4) ПВХ плівка 12 мкм; 5) ПВХ плівка 7,5 мкм з целюлозним вкладишем; 6) ПВХ плівка 7,5 мкм з додаванням саше з 1 г силікагелю; 7) ПВХ плівка 7,5 мкм та 2 г силікагелю; 8) ПВХ плівка 7,5 мкм та 5 г силікагелю; 9) ПВХ плівка 7,5 мкм та 10 г силікагелю.

Найбільші втрати спостерігали за зберігання без застосування плівки (контроль 1), де на 10 добу зберігання маса грибів зменшилась на 17,06%. Поверхня грибів втратила пружність, зниження тургору в клітинах обумовило значне погіршення структури м'якоті плодових тіл. На розрізі такі плодові тіла втрачали еластичність. Тому цей варіант був вилучений з подальших досліджень.

Найменші зміни (1,57 % від початкової маси) виявлені на кінець зберігання (35 доба) у пакуваннях з 10 г силікагелю. Втім, за результатами статистичного аналізу суттєвих відмінностей від даних, отриманих у контролі 2 (плівка 7,5 мкм без абсорбентів), з використанням целюлозної серветки, 1 та 5 г силікагелю не визначено. З дослідних зразків, що мали задовільну якість на 35 добу зберігання найбільші втрати маси (2,72 %) спостерігали в пакуваннях з 2 г силікагелю, що в 1,5 рази було вище за інші варіанти. Цей первинний результат не дає чіткої відповіді на питання з визначення вмісту оптимальної маси абсорбуючих речовин, отже необхідно продовжити пошуки. Втім, аналізування комплексу органолептичних показників урожаю, що зберігався, дозволило чітко встановити переваги застосування плівки товщиною 7,5 мкм. Так, вже на 20 добу зберігання у пакуваннях з плівками 10 та 12 мкм починалося злипання плодових тіл за рахунок росту вегетативного міцелію на поверхні шапинок, а на 25 добу ці варіанти були вилучені з дослідів через незадовільний вигляд. Подібні зміни спостерігали в пакуваннях з плівкою 7,5 мкм без використання вологопоглинаючих засобів на 30 добу зберігання, тоді як в пакуваннях з

додаванням вологопоглинаючих засобів плодів тіла легко розсипалися після відкриття.

Ефективність вологопоглинання у досліджених абсорбентів мала суттєві відмінності ($p < 0,05$) (рис. 3.6.10).



Примітка: × -пакування з використанням ПВХ плівки товщиною 7,5 мкм

Рис. 3.6.10. Збільшення маси абсорбентів впродовж зберігання за варіантами: 1) полівінілхлоридна плівка (ПВХ) плівка 7,5 мкм з целюлозним вкладишем; 2) ПВХ плівка 7,5 мкм з додаванням саше з 1 г силікагелю; 3) ПВХ плівка 7,5 мкм та 2 г силікагелю; 4) ПВХ плівка 7,5 мкм та 5 г силікагелю; 5) ПВХ плівка 7,5 мкм та 10 г силікагелю.

Так, найбільший результат було отримано за використання целюлозного вкладишу, який утримував 6,5 г води на 35 добу зберігання, тобто більше ніж 500 % від своєї початкової ваги. Найменшу ефективність абсорбування виявлено для саше масою 10 г, маса якого впродовж зберігання збільшилась лише в 1,24 раза, тоді як для саше масою 1, 2 та 5 г в 1,4; 1,55 та 1,6 відповідно. Впродовж зберігання нагромадження води абсорбентами мало чіткий лінійний характер в варіантах використання вкладишів та 5 г силікагелю, тоді як нагромадження води у варіантах з 1 г та 2 г силікагелю припинялося на 25 добу зберігання, а в варіанті з 10 г силікагелю графік абсорбції мав експонентний характер. Такі результати вказують на необхідність перевірки якості пакування силікагелю та можливості збільшення їхньої загальної сорбуючої поверхні.

Висновки

За результатами проведених дослідів доведено ефективність зберігання грибів шіітаке в промислових холодильниках за температури 2 ± 1 °C із застосуванням полівінілхлоридної харчової плівки товщиною 7,5 мкм та вологопоглинаючих матеріалів: целюлозних серветок – вкладишів та силікагелю

масою 2 та 5 г для пакування масою 300 ± 20 г. Термін зберігання грибів шиїтаке в задовільній споживчій якості за таких умов складає 35 діб.

Література за розділом 3.6.3

1. Cheung P.C. Mushrooms as Functional Foods. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008. 293 p.
2. Maity P. et al. Biologically active polysaccharide from edible mushrooms: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021. Vol. 172. P. 408–417. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.01.081> (accessed: 15.03.2023).
3. EFSA Panel on Nutrition N.F. et al. Safety of Vitamin D2 mushroom powder (*Agaricus bisporus*) as a Novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal*. Wiley Online Library, 2022. Vol. 20, № 6. P. 22. URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2022.7326> (accessed: 05.03.2023).
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.A.Q.I. et al. Fruiting-body-base flour from an oyster mushroom—a waste source of antioxidative flour for developing potential functional cookies and steamed-bun. *AIMS Agriculture and Food*. 2018. Vol. 3, № 4. P. 481–492. URL: <https://www.aimspress.com/article/10.3934/agrfood.2018.4.481> (accessed: 04.12.2022).
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. URL: https://jabonline.in/abstract.php?article_id=566&sts=2#:~:text=There%20was%20a%20linear%20correlation,with%2092.36%C2%B16.48%25%20BE (accessed: 28.05.2023).
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. et al. Influence of cultivation methods on the chemical and nutritional characteristics of *Lentinula edodes*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2019. Vol. 30. №12. Pp. 1006-13. URL: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i12.1879> (accessed: 14.07.2023).
9. Ye J., Li J., Han X., Zhang L., Jiang T., Xia M. Effects of Active Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality of Shiitake Mushrooms (*Lentinula edodes*) Stored at Cold Storage. *Journal of Integrative Agriculture*. 2012. Vol. 11(3). Pp. 474–482. URL: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60033-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60033-1) (accessed: 08.09.2022).

10. Wang H., An D., Rhim J., Lee D. Shiitake mushroom packages tuned in active CO₂ and moisture absorption requirements. *Food Packaging and Shelf Life*. 2017. Vol. 11. Pp. 10-15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.11.002> (accessed: 21.01.2023).
11. Li Y., Ding S., Wang Y. Shelf life predictive model for postharvest shiitake mushrooms. *Journal of Food Engineering*. 2022. Vol. 330: 111099. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111099> (accessed: 01.05.2023).
12. Abdelshafy A., Luo Z., Belwal T., Ban Z., Li L. A Comprehensive Review on Preservation of Shiitake Mushroom (*Lentinus Edodes*): Techniques, Research Advances and Influence on Quality Traits. *Food Reviews International*. 2021. Vol. 39. Pp. 1-34. URL: <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1967381> (accessed: 13.09.2022).
13. del Rio L.A. et al. The activated oxygen role of peroxisomes in senescence. *Plant Physiology*. American Society of Plant Biologists, 1998. Vol. 116, № 4. P. 1195–1200. URL: <https://doi.org/10.1104/pp.116.4.1195> (accessed: 18.07.2023).
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*. 2007. Vol. 79, № 4. P. 1302–1309. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.04.011> (accessed: 15.03.2023).
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*. Wiley Online Library. 2008. Vol. 73. №4. Pp. R41-R47. URL: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1750-3841.2008.00705.x> (accessed: 19.03.2023).
16. Linke M., Geyer M. Condensation dynamics in plastic film packaging of fruit and vegetables. *Journal of Food Engineering*. 2013. Vol. 116, № 1. P. 144–154. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.11.026> (accessed: 08.09.2023).
17. International Food Standards. Codex Alimentarius. General Principles Of Food Hygiene (CXC 1-1969, Rev. 6-2022). URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001e.pdf (accessed: 20.04.2024).
18. Donglu F. et al. 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. URL: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.012> (accessed: 25.06.2023).

Список публікацій за розділом 3.6.3

1. Ткаченко А.Г., Бандура І.І. Особливості сучасних технік зберігання екзотичних грибів видів *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler та *Calocybe indica* Purkay. & A. Chandra (2023) Матеріали Х всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти за підсумками наукових досліджень 2022 року. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С. 139-140. <https://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/412>

2. Ткаченко А. Г., Бандура І. І. Попередня оцінка ефективності зберігання грибів шіітаке в тарі з різною товщиною харчової плівки та застосуванням вологоутримуючих матеріалів. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, 2024. 24(3). С. 189-198. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-3-16>

3. Ткаченко А.Г., Бандура І.І. Оцінка сучасних методів збереження урожаю грибів *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler. XI всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти за підсумками наукових досліджень 2023 року. Факультет агротехнологій та екології: матеріали XI Всеукр. наук.- техн. конф., 19-23 лютого 2024 р. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. С. 111-113 http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/17775/1/Collection%20theses%20of%20ATE_110-111.pdf

4. Ткаченко А.Г., Бандура І.І. New ways of using cultivated mushrooms. Міжнародна конференція "Освіта і наука в умовах викликів і загроз. Внесок молодих вчених в сталий розвиток" / International conference " Education and Science in the Face of Challenges and Threats. The Contribution of Young Scientists to Sustainable Development ". 21-22 листопада 2024 року.

5. Ткаченко А.Г., Бандура І.І. Зберігання якості їстівних та лікарських грибів. Метаріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв», м. Полтава: 24 грудня 2023 року.

Розділ 3.6.4 Виділення та характеристика пігменту меланіну з міцеліальних культур *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. (Ascomycota)

Реферат. Грибні меланіни привертають все більший інтерес завдяки своїм фізичним і хімічним властивостям та широкому спектру біологічної активності. Серед них: захист від екологічних стресів, зокрема - ультрафіолету, окислювачів, іонізуючого випромінювання (Жданова, Василевська, 1988; Жданова та ін., 2000; Rosa та ін., 2010). Відомо, що гриби мають кілька спільних шляхів синтезу меланіну. У представників Ascomycota пігмент меланін зазвичай синтезується шляхом пентакетиду. Меланін у представників Basidiomycota утворюється з фенольних попередників, таких як глутамініл-3,4--дигідроксибензол (GDHB) або катехол. Наприклад, попередником меланіну в *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach є метаболіт шляху шикімової кислоти, γ -глутаміл-4--гідроксибензол, який окислюється пероксидазою або фенолазою в γ -глутаміл-3,4--бензохінону з подальшою полімеризацією (Hegnauer et al., 1985; Bell, Wheeler, 1986). Лише деякі гриби (наприклад, *Cryptococcus neoformans* (San Felice), Vuill.) синтезують меланін за допомогою шляху дигідроксифенілаланіну L 3,4 (LDOPA), який нагадує біосинтез меланіну ссавців і є найбільш вивченим типом меланіну серед цієї групи пігментів (Piattelli et al., 1965; Langfelder та ін., 2003). Для деяких грибів також характерний синтез специфічного типу меланіну - піомеланіну, який утворюється в результаті катаболізму тирозину або фенілаланіну (Turick et al., 2010). Під час лабораторних досліджень успішно синтезували меланін за допомогою попередників дофаміну, L3,4дигідроксифенілаланіну (DOPA) та DHN (Cao et al., 2021). Однак комерційно доступні природні та синтетичні меланіни коштують дорого, що підкреслює актуальність пошуку альтернативних джерел.

Впродовж останнього десятиліття дослідницька увага була спрямована на пігмент меланін у грибах через відносну простоту технології культивування та потенціал економічно вигідного промислового виробництва, з особливим акцентом на лігніноруйнівні гриби. Зокрема, для *Xylaria polymorpha*, поширеного представника грибів, що ростуть на деревині, в попередніх дослідженнях було визначено здатність виробляти DHNмеланін (Tudor et al., 2013). Пігмент у цього виду утворюється не тільки у відповідь на стрес навколишнього середовища, але й під час антагоністичних взаємодій з іншими грибами під час колонізації деревини. За походженням – це вторинний метаболіт, він функціонує як фізичний, так і хімічний бар'єр у деревному субстраті. Втім, інформація про вироблення меланіну *Xylaria polymorpha* в культурі є обмеженою.

Мета дослідження

Мета дослідження – виділити, охарактеризувати та порівняти продуктивність меланіну природного меланіну серед штамів *X. polymorpha* різного походження в умовах поверхневого культивування на рідких живильних середовищах

Об'єкт досліджень – культура *X. polymorpha*

Предмет досліджень – біотехнологія отримання та екстракції пігменту меланіну з культуральної біомаси природних штамів *X. polymorpha*.

Матеріали та методи дослідження

Штами грибів і умови культивування. Штами *X. polymorpha* були виділені в чисту культуру з ентостроматальної тканини грибів, зібраних в різних регіонах України. Усі культури зберігаються в Колекції грибних культур ІБК Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України (Bisko et al., 2023). Детальні дані з номерами штамів у колекції ІБК, датою виділення та їх походженням наведені в таблиці 3.6.6.

Стандартне живильне середовище – дріжджово-пептонне середовище (GYR), що містить (г/л): глюкоза – 25; пептон – 3; дріжджовий екстракт – 3; MgSO_4 – 0,25; KH_2PO_4 – 1; K_2HPO_4 – 1) використовували для поверхневого культивування в рідкому середовищі. Середовища стерилизували автоклавуванням (20 хв при 121°C) і регулювали pH до 6.

Таблиця 3.6.6.

Список досліджених штамів *X. polymorpha* з колекції культур ІБК

Номер штаму	Місце, геолокація місцезнаходження та рік
2719	Ukraine, Vinnytsia Region, 49°16'13.8"N 28°26'40.1"E; 2020
2720	Ukraine, Vinnytsia Region, 49°16'13.8"N 28°26'40.1"E; 2020
2721	Ukraine, Vinnytsia Region, 49°15'31.3"N 28°26'21.0"E; 2020
2723	Ukraine, Sumy Region, Romny District, Bratske; 2020
2727	Ukraine, Vinnytsia Region, 49°15'23.9"N 28°25'56.6"E; 2020
2729	Ukraine, Kharkiv, 50°02'38.4"N 36°15'50.4"E; 2020
2736	Ukraine, Mykolaiv Region, Voznesensk District, "Trykraty forest" Reserve Tract; 2020
2737	Ukraine, Mykolaiv Region, Voznesensk District, "Trykraty forest" Reserve Tract; 2020
2382	Ukraine, Ivano-Frankivsk Region, Gorgany Nature Reserve; 2014
2430	Ukraine, Donetsk Region, Dronovka; 2013

Для дослідів вирощували вегетативний міцелій у чашках Петрі впродовж 7 діб за температури 26 ± 1 °C на GYPA (GYR, що містить 21 г агар-агару). Отриманий міцелій гомогенізували і стерильно інокулювали в колби Ерленмейєра по 500 мл, що містять 200 мл GYR середовища (10% об/об). Інкубацію проводили протягом 30 діб в умовах поверхневого культивування при температурі 26 ± 1 °C, в темряві. Отриману міцеліальну біомасу збирали шляхом фільтрації та сушили за температури 60 °C до постійної ваги.

Екстракція грибного меланіну. Пігмент екстрагували з порошкоподібної біомаси міцелію шляхом обробки гарячим лугом (1 М NaOH при 100 °C впродовж 2 год). Після центрифугування для видалення сміття темно-коричневий фільтрат підкислювали до pH 2 концентрованим розчином HCl. Утворений чорний осад збирали центрифугуванням (10000 об протягом 15 хв). Очищення меланіну включало видалення вуглеводів, білків і ліпідів, пов'язаних з сирым залишком.

Характеристика грибного пігменту. Фізичні та хімічні властивості виділеного пігменту визначали шляхом порівняння з літературними даними та характеристиками синтетичного меланіну LDOPA (Sigma-Aldrich, США), що використовується як еталон. Діагностичні дослідження включали розчинність в органічних і неорганічних розчинниках, осадження в 1М HCl і 1 % FeCl₃, а також реакції з окислювачами (50% розчинів H₂O₂ і 5 % KMnO₄).

Ультрафіолетова –видима спектрофотометрія. Розчини меланіну готували в 1 М NaOH в концентрації 0,1 мг/мл. УФ-видимий спектр поглинання розчинів сканували в діапазоні довжин хвиль 300–900 нм за допомогою спектрофотометра (Jenway 6850, Великобританія) шляхом порівняння синтетичного стандарту LDOPA меланіну. В якості еталонної заготовки використовувався розчин 1М NaOH.

Спектроскопія комбінаційного розсіювання. Вимірювання проводили за допомогою комбінаційного спектрометра на базі одного монохроматора MDR–23 (LOMO) з TE–охолоджуванним CCD-детектором (iDus 420, Andor). Спектри були записані в спектральному діапазоні, що охоплює діапазон коливань органічних молекул, 400-3500 см⁻¹, зі спектральною роздільною здатністю 2 см⁻¹. Спектри комбінаційного розсіювання світла були збуджені твердотільним лазером, що випромінює світло 457 нм. Потужність лазера була відрегульована до 1 мВт, щоб уникнути будь-якого термічного пошкодження зразка під час вимірювання.

Всі експерименти були незалежно виконані в трьох повторностях і проаналізовані за допомогою статистичних функцій Excel за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office XP. Дані записувалися як середнє значення ± SD (стандартне відхилення).

Результати дослідження та їх обговорення

Меланін – гетерогенний полімер фенольної або індоліної природи, що володіє широким спектром біологічної активності, включаючи радіо- та фотозахисну, антиоксидантну, хіміопротекторну, противірусну, протимікробну, цитотоксичну та імуностимулюючу активність. Виходячи з цих характеристик, природний меланін має значний потенціал для застосування в харчовій промисловості та в галузях біомедицини, нанотехнологій та матеріалознавства. Поряд з цим, дослідження організмів, що виробляють природний меланін, залишаються актуальними, а нитчасті гриби, з їх винятковою метаболічною універсальністю, є перспективними джерелами цих пігментів. Зокрема, відомо, що гриби, що населяють деревину, виробляють специфічні типи меланіну як вторинні метаболіти. Присутність меланіну в харчових продуктах і виробках сприяє їх тривалому зберіганню. В процесі травлення меланін частково засвоюється за участі мікрофлори кишечника, частково виконує роль ентеросорбенту, регулятору перистальтики, нормалізує склад кишкової мікрофлори. Меланін є активним антидотом при гострих отруєннях, ефективно виводить токсини на ранній стадії отруєння з травного тракту до їх всмоктування в кров.

Меланіни - це пігменти темного-кольору, переважно коричневого або чорного кольору, фенольної або індоліної природи, виявлені серед різних організмів різних таксонів. Як і інші вторинні метаболіти, ці пігменти не є

необхідними для росту і розвитку, але вони впливають на конкурентну здатність видів і їх здатність виживати в певних середовищах (Bell, Wheeler, 1986; Menter, 2016).

Класифікація меланіну заснована на хімічному складі структури мономерної субодиниці пігменту і складна через високу неоднорідність (Fitzpatrick, 1967). Більшість видів екстрагованих меланінів стійкі до хімічного розкладання кислотами і нерозчинні в більшості речовин, що ускладнює їх аналітичну характеристику. Незважаючи на неможливість використання класичних біохімічних і біофізичних методів, в останні роки досягнуто значного прогресу в розумінні структури, біосинтезу, локалізації, функції та деградації природного меланіну (Rizner, Wheeler, 2003; Носанчук та ін., 2015; PombeiroSponchiado та ін., 2017; Pralea та ін., 2019).

Серед усіх вивчених штамів найвища продуктивність синтезу пігменту була зафіксована для штаму IBK 2737 і становила $180,32 \pm 4,16$ мг/л. Найнижча продуктивність синтезу спостерігалася у штаму IBK 2723 – $5,17 \pm 0,36$ мг/л, хоча цей штам накопичував більше біомаси, зокрема $14,78 \pm 0,01$ г/л проти $12,22 \pm 0,21$ г/л, накопиченої штамом IBK 2737 (табл. 3.6.7).

Таблиця 3.6.7.

Виробництво біомаси та меланіну штамів *Xylaria polymorpha* з колекції культур IBK Culture Collection в умовах поверхневого культивування на рідкому середовищі GYP за температури $26 \pm 1^\circ\text{C}$.

Номер штаму	Біомаса (g/l)	Остаточна рН живильного середовища [×]	Меланін (mg/g)	Продуктивність ^{××} синтезу меланіну, (mg/l)
2719	13.37 ± 0.07	6.52 ± 0.09	2.33 ± 0.29	18.12 ± 2.25
2720	12.39 ± 0.03	6.90 ± 0.04	2.33 ± 0.11	17.80 ± 0.84
2721	12.63 ± 0.17	6.86 ± 0.05	2.33 ± 0.22	17.99 ± 1.65
2723	14.78 ± 0.01	6.40 ± 0.04	0.67 ± 0.04	5.17 ± 0.36
2727	11.93 ± 0.08	6.73 ± 0.02	6.00 ± 0.57	44.67 ± 4.01
2729	10.31 ± 0.05	7.23 ± 0.07	14.00 ± 0.53	103.99 ± 3.83
2736	8.74 ± 0.06	8.09 ± 0.06	15.33 ± 0.43	113.06 ± 3.32
2737	12.22 ± 0.21	7.25 ± 0.13	25.33 ± 0.57	180.32 ± 4.16
2382	10.35 ± 0.10	6.86 ± 0.13	3.00 ± 0.09	21.58 ± 0.68
2430	8.56 ± 0.08	8.12 ± 0.09	14.67 ± 0.56	96.42 ± 3.45

Примітки: [×] початковий рН дорівнював 6.0. ^{××}Продуктивність розраховується як сума меланіну з біомаси, що міститься в 1 л культуральної рідини. Всі результати представлені у вигляді середнього значення потрійного $\pm$ стандартного відхилення

Тим не менш, істотних відмінностей в морфології і видимій пігментації колоній саме цих штамів не було, як видно на рисунку 3.6.11. Тому важливо проводити скринінг різних штамів, щоб знайти продуцентів більшої кількості метаболітів, характеристики яких також можуть відрізнятися. Наш скринінг виявив складність прогнозування виходу пігменту на основі морфологічних ознак. Подібно до надзвичайно неправильної форми стромати в природному середовищі, як впливає з назви, міцеліальні колонії *X. polymorpha* також проявляли варіабельність у культурних морфологічних характеристиках, особливо в щільності та пігментації. Колонії *X. polymorpha* в нашому дослідженні спочатку

були білими, від бавовняних і оксамитових до ракоподібних, часто концентрично зонованих, стаючи сірими або чорними після тижня вирощування. Іншою спільною характеристикою було отримання великої кількості циліндричних і переважно нерозгалужених строматів, які утворювалися як при передкультивуванні на агаровому середовищі, так і при поверхневому культивуванні рідини (Рис. 3.6.11).

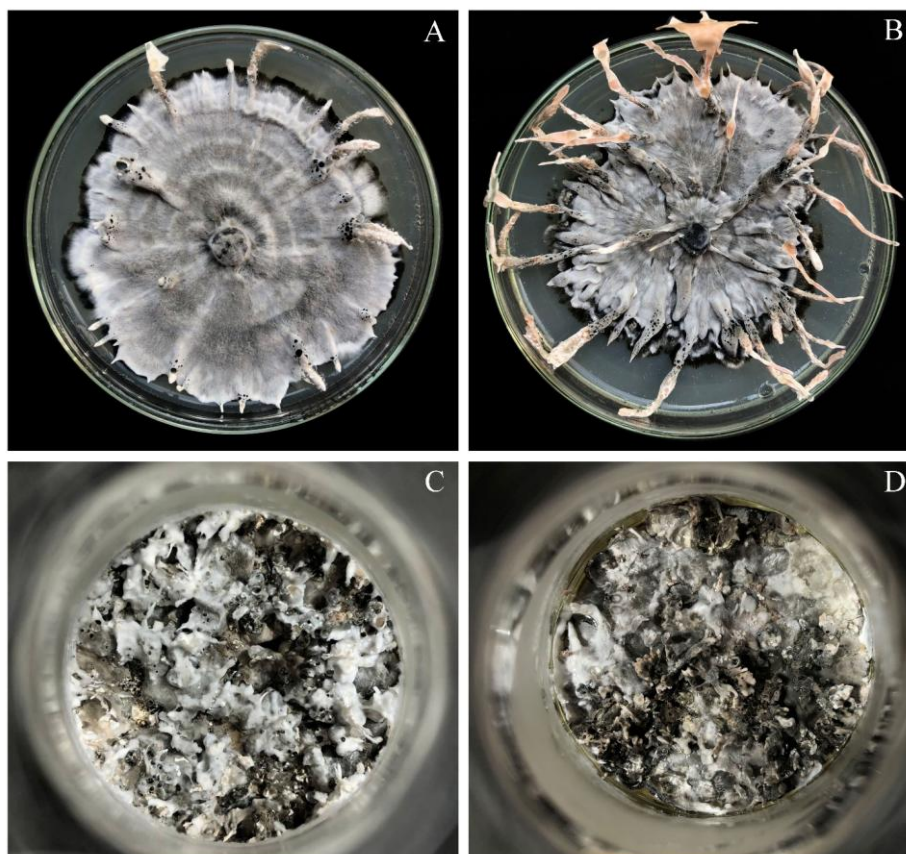


Рис. 3.6.11. Міцеліальні колонії *Xylaria polymorpha*. Штами IBK 2723 (А) і IBK 2737 (В) на GYPA середовищі на 20-й день культивування. Біомаса штамів IBK 2723 (С) та IBK 2737 (Д) на 30-ту добу рідкого поверхневого культивування на GYP середовищі.

Разом з підрахунком нарощеної біомаси в кінці інкубаційного періоду проводили вимірювання культуральних рідин за значеннями рН (табл. 3.6.7). Результати демонструють збільшення значень рН після процесу культивування. Найбільше підвищення спостерігалося для штамів IBK 2736 та IBK 2430 з кінцевими значеннями рН $8,09 \pm 0,06$ та $8,12 \pm 0,09$ відповідно. Підвищення значень

pH узгоджується з даними про культивування *X. polymorpha* в інших умовах. Зокрема, Tudor зі співавторами (2013) при культивуванні *X. polymorpha* на деревних блоках повідомив про підвищення pH з pH 4,3 до 5,7 для бука та з pH 4,7 до 5,6 для цукрового клена.

Ідентифікація виділених пігментів проводилася за традиційною схемою, включаючи всебічне дослідження за допомогою хімічних тестів на їх розчинність, якісні реакції та спектральні властивості. Отримані пігменти мали всі фізичні та хімічні властивості, загальні для меланінів, а експериментальні дані в рамках цієї роботи виявилися порівнянними з тими, про які повідомлялося в літературі. Результати діагностичних тестів пігменту, отриманого з біомаси *X. polymorpha*, в порівнянні з синтетичним LDOPA меланіном представлені в таблиці 3.6.8.

Таблиця 3.6.8.

Фізичні та хімічні властивості отриманого грибкового пігменту і синтетичного L-DOPA меланіну

Показники	Метод	L-DOPA меланін (стандарт)	Екстрагований пігмент
Колір	-	BB	BB
Розчинність в неорганічних розчинниках	Дистильована вода	-	-
	1M NaOH	+	+
	1M HCl	-	-
Розчинність в органічних розчинниках	Methanol	-	-
	Етанол (конц.)	-	-
	Етилацетат	-	-
	Хлороформ	-	-
	Ацетон	-	-
	DMSO	-	-
Осадження	1% FeCl ₃	BP	BP
	1N HCl	BP	BP
	1N H ₂ SO ₄	BP	BP
Oxidation	50% H ₂ O ₂	O	O
	5% KMnO ₄	O	O

Примітки: «-» нерозчинний, «+» розчинний, BB – чорнувато-коричневий; BP – поява коричневого осаду; O – сильне окислення з кінцевим знебарвленням.

Одним з критеріїв призначення пігментів меланінів є їх нездатність розчинятися в органічних розчинниках і воді в поєднанні з розчинністю в лужних розчинах (за винятком деяких видів меланінів). Екстрагований пігмент розчинявся в NaOH, тоді як в органічних розчинниках (метанол, етанол, етилацетат, хлороформ, ацетон, DMSO) не спостерігалось. Наші дослідження також показали, що 0,1 мг/мл розчинів екстрагованого пігменту в 1M NaOH окислювалися та відбілювалися в присутності 50 % H₂O₂. З додаванням KMnO₄ колір лужних розчинів змінювався з коричневого на зелений з подальшим знебарвленням і утворенням осаду. При додаванні 1% FeCl₃ утворювався пластівчастий коричневий осад.

Ультрафіолетова спектрофотометрія екстрагованого пігменту показала широкосмугове поглинання світла від 300 до 900 нм, що є типовим профілем

поглинання більшості меланінів, включаючи синтетичний LDOPA меланін, протестований тут як стандарт (рис. 3.6.12).

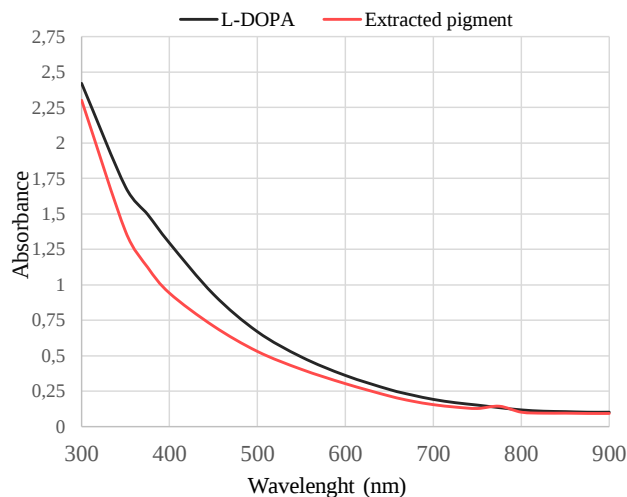


Рис. 3.6.12. Ультрафіолетові видимі спектри абсорбції екстрагованого меланіну та синтетичного ЛДОПА-меланіну в 1М розчинах NaOH (0,1 мг/мл).

Максимальне поглинання спостерігалось при 300 нм і поступово зменшувалося зі збільшенням довжини хвилі. Ці результати були схожі з результатами попередників, які виявили, що найвищий рівень поглинання меланіну, що виробляється різними грибами, був в області ультрафіолету в діапазоні 200–300 нм і знижувався до видимої області (Ellis, Griffiths, 1974; Singla та ін., 2021).

Раманівська спектроскопія показала основні піки екстрагованого пігменту, зокрема $\nu_1 = 1240 \text{ cm}^{-1}$, $\nu_2 = 1310 \text{ cm}^{-1}$ і $\nu_3 = 1620 \text{ cm}^{-1}$ (рис. 3.6.13), які збігаються з набором значень, які зазвичай вказують на характерні піки меланіну в деяких грибах, про які повідомляють інші дослідники (De la Rosa et al., 2017; Lopusiewicz, 2018). Lopusiewicz (2018) повідомив про спектри меланіну від *Exidia nigricans* (With.) P. Roberts, в яких переважали два інтенсивні та широкі піки приблизно 1640 cm^{-1} та 1240 cm^{-1} (для сирого меланіну) та 1620 cm^{-1} та 1230 cm^{-1} (для очищеного меланіну). Піки можна інтерпретувати як- такі, що походять від розтягування ароматичних кілець у площині та лінійного розтягування зв'язків C–C у кільцях, а також деякого внеску коливань C–H у метильній та метиленовій групах.

Отримані тут спектри також дуже схожі на спектри комбінаційного розсіювання світла для меланіну від *Ochroconis lascauxensis* A. Nováková & P.M. Martin-Sanchez і *Ochroconis tshawytschae* (Doty & D.W. Slater) Kiril. & Al-Achmed, де сильні смуги на 1608 cm^{-1} , 1305 cm^{-1} , та 1250 cm^{-1} , які автори віднесли до

коливань розтягування C=O, C–C у ароматичних сполуках та до коливань розтягування C–O гідроксильних груп відповідно (De la Rosa et al., 2017).

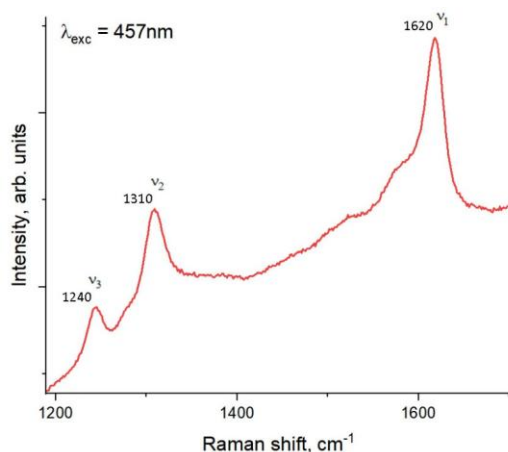


Рис. 3.6.13. Комбінаційний спектр екстрагованого меланіну. Зразок, записаний з $\lambda_{\text{exc}}=457$ нм. Вказується частота основних коливальних піків.

Фактичне призначення основних меланінових смуг не зовсім узгоджено, оскільки, як уже зазначалося, хімічна характеристика меланіну є складним завданням з огляду на припущення, що ідентичних меланінових структур у природі не існує та їх склад залежить не тільки від різноманітних мономерних одиниць, а й від впливу умов навколишнього середовища під час полімеризації. Тим не менш, РАМАН спектроскопія виявилася цінним інструментом, що дає уявлення про основні функціональні групи в структурі меланіну (Culka et al., 2017).

Висновки

Продуктивність синтезу меланіну серед досліджуваних штамів *X. polymorpha*, вирощених в умовах поверхневого культивування, варіювала від $5,17 \pm 0,36$ до $180,32 \pm 4,16$ мг/л. Найбільш продуктивними серед досліджуваних виявилися штами ІБК 2729, 2736 і 2737. Щоб підтвердити, що грибним пігментом є меланін, використовувався аналіз УФ-випромінювання та комбінаційного розсіювання. У цьому дослідженні УФ -видимий спектр поглинання грибного пігменту, що виробляється з *X. polymorpha*, продемонстрував сильну абсорбцію в УФ-області (300 нм) і знижувався до видимої області. Спектроскопічна сигнатура комбінаційного розсіювання грибного меланіну була виявлена при номерах хвиль $\nu_1 = 1240 \text{ cm}^{-1}$ і $\nu_3 = 1620 \text{ cm}^{-1}$. Крім того, отримані пігменти мали всі фізичні та хімічні властивості, загальні для меланінів, у діагностичних тестах на розчинність, осадження та окислювальні реакції.

Автори висловлюють щирю подяку колегам з Інституту фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова, професору В. М. Джагану та доктору Н. В. Мазур за неоціненну допомогу в дослідженнях, зокрема при проведенні спектроскопії комбінаційного розсіювання.

Література за розділом 3.6.3

1. Bell A.A., Wheeler M.H. 1986. Biosynthesis and functions of fungal melanins. *Annual Review of Phytopathology*, 24(1): 411–451. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.24.090186.002211>
2. Bisko N.A., Lomberg M.L., Mykchaylova O.B., Mytropolska N.Yu. 2023. IBK Mushroom Culture Collection. Version 1.5. The IBK Mushroom Culture Collection of the M.G. Kholodny Institute of Botany. In: GBIF – occurrence dataset. Available at: <https://doi.org/10.15468/dzdsqu> (Accessed 20 October 2023)
3. Butler M.J., Day A.W., Henson J.M., Money N.P. 2001. Pathogenic properties of fungal melanins. *Mycologia*, 93(1):1–8. <https://doi.org/10.1080/00275514.2001.12061273>
4. Cao W., Zhou X., McCallum N.C., Hu Z., Ni Q.Z., Kapoor U., Heil C.M., Cay K.S., Zand T., Mantanona A.J., Jayaraman A., Dhinojwala A., Deheyn D.D., Shawkey M.D., Burkart M.D., Rinehart J.D., Gianneschi N.C. 2021. Unraveling the structure and function of melanin through synthesis. *Journal of the American Chemical Society*, 143(7): 2622–2637. <https://doi.org/10.1021/jacs.0c12322>
5. Culka A., Jehlička J., Ascaso C., Artieda O., Casero C. M., Wierchos J. 2017. Raman microspectrometric study of pigments in melanized fungi from the hyperarid Atacama desert gypsum crust. *Journal of Raman Spectroscopy*, 48(11): 1487–1493. <https://doi.org/10.1002/jrs.5137>
6. De la Rosa J.M., Martin-Sanchez P.M., Sanchez-Cortes S., Hermosin, B., Knicker H., Saiz-Jimenez C. 2017. Structure of melanins from the fungi *Ochroconis lascauxensis* and *Ochroconis anomala* contaminating rock art in the Lascaux Cave. *Scientific Reports*, 7(1): 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13862-7>
7. Ellis D.H., Griffiths D.A. 1974. The location and analysis of melanins in the cell walls of some soil fungi. *Canadian Journal of Microbiology*, 20(10): 1379–1386. <https://doi.org/10.1139/m74-212>
8. Fitzpatrick T.B. 1967. The evolution of concepts of melanin biology. *Archives of Dermatology*, 96(3): 305–323. <https://doi.org/10.1001/archderm.96.3.305>
9. Hegnauer H., Nyhleb L.E., Rast D.M. 1985. Ultrastructure of native and synthetic *Agaricus bisporus* melanins – implications as to the compartmentation of melanogenesis in fungi. *Experimental Mycology*, 9(3): 1–29. [https://doi.org/10.1016/0147-5975\(85\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0147-5975(85)90018-0)
10. Langfelder K., Streibel M., Jahn B., Haase G., Brakhage, A.A. 2003. Biosynthesis of fungal melanins and their importance for human pathogenic fungi. *Fungal Genetics and Biology*, 38(2): 143–158. [https://doi.org/10.1016/s1087-1845\(02\)00526-1](https://doi.org/10.1016/s1087-1845(02)00526-1)
11. Lopusiewicz L. 2018. Isolation, characterisation and biological activity of melanin from *Exidia nigricans*. *World Scientific News*, 91:119–129.

Додано примітку [O1]: Here and below: italic font for all periodical titles!

12. Menter J.M. 2016. Melanin from a physicochemical point of view. *Polymer International*, 65(11): 1300–1305. <https://doi.org/10.1002/pi.5194>
13. Nosanchuk J.D., Stark R.E., Casadevall A. 2015. Fungal melanin: what do we know about structure? *Frontiers in Microbiology*, 6: 1–7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01463>
14. Piattelli M., Fattorusso E., Nicolaus R.A., Magno, S. 1965. The structure of melanins and melanogenesis – V. *Tetrahedron*, 21(11): 3229–3236. [https://doi.org/10.1016/s0040-4020\(01\)96941-8](https://doi.org/10.1016/s0040-4020(01)96941-8)
15. Pombeiro-Sponchiado S.R., Sousa G.S., Andrade J.C., Lisboa H.F., Gonçalves R.C. 2017. Production of melanin pigment by fungi and its biotechnological applications. *Melanin*, 1(4): 47–75. <http://dx.doi.org/10.5772/67375>
16. Pralea I.-E., Moldovan R.-C., Petrache A.-M., Ilieș M., Hegheș S.-C., Ielciu I., Nicoară R., Moldovan M., Ene M., Radu M., Uifălean A., Iuga C.-A. 2019. From extraction to advanced analytical methods: the challenges of melanin analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(16): 3943. <https://doi.org/10.3390/ijms20163943>
17. Rizner T.L., Wheeler M.H. 2003. Melanin biosynthesis in the fungus *Clavularia lunata* (teleomorph: *Cochilobolus lunatus*). *Canadian journal of microbiology*, 49(2): 110–119. <https://doi.org/10.1139/w03-016>
18. Rosa L.H., Vieira L.M.A., Santiago I.F., Rosa C.A. 2010. Endophytic fungi community associated with the dicotyledonous plant *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. (*Caryophyllaceae*) in Antarctica. *FEMS Microbiology Ecology*, 73(1): 178–189. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2010.00872.x>
19. Singla S., Htut K.Z., Zhu R., Davis A., Ma J., Ni Q.Z., Burkart M.D., Maurer C., Miyoshi T., Dhinojwala A. 2021. Isolation and characterization of allomelanin from pathogenic black knot fungus – a sustainable source of melanin. *ACS Omega*, 6(51): 35514–35522. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05030>
20. Thompson J.E., Fahnestock S., Farrall L., Liao D.-I., Valent B., Jordan D.B. 2000. The second naphthol reductase of fungal melanin biosynthesis in *Magnaporthe grisea*. *Journal of Biological Chemistry*, 275(45): 34867–34872. <https://doi.org/10.1074/jbc.m006659200>
21. Tudor D., Robinson S.C., Cooper P.A. 2013. The influence of pH on pigment formation by lignicolous fungi. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 80: 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.09.013>
22. Turick C.E., Knox A.S., Becnel J.M., Ekechukwu A.A., Millike, C.E. 2010. Properties and function of pyomelanin. *Biopolymers*. 23: 449–472. <https://doi.org/10.5772/10273>
23. Zhdanova N.N., Vasilevskaya A.I. 1988. *Melanosoderzhashchie griby v ekstremalnykh usloviyakh*. Kyiv: Naukova Dumka, 150 pp. [Жданова Н.Н., Василевская А.И. 1988. *Меланосодержащие грибы в экстремальных условиях*. Киев: Наукова думка, 150 с.]
24. Zhdanova N. N., Zakharchenko V.A., Vember V.A., Nakonechnaya L.T. 2000. Fungi from Chernobyl: mycobiota of the inner regions of the containment structures of the damaged nuclear reactor. *Mycological Research*. 104: 1421–1426. <https://doi.org/10.1017/s0953756200002756>.

Додано примітку [O2]: Here and below: italic for all Latin names

Список публікацій за розділом 3.6.3

- 1) Atamanchuk A.R., Bisko N.A. Isolation and characterisation of melanin pigment from mycelial cultures of *Xylaria polymorpha* (Ascomycota). *Ukr. Bot. J. Biotechnology, Physiology and Biochemistry*, 2024, 81(1). P. 8–15. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj81.01.008>
- 2) Atamanchuk, A., & Bisko, N. (2023). Dynamics of the phenolic constituents and antioxidant activity in submerged cultures of *Xylaria* species. *Biotechnologia Acta*, 16(6), P. 82–87. <https://doi.org/10.15407/biotech16.06.082>

Тема 3.7 Шляхи підвищення якості товарів та послуг харчової індустрії та сфери обслуговування

Керівник: Кюрчева Л. М.

Виконавці: Колісниченко Т.О.
Гончар Ю.М.

Розділ 3.7.1 Структурні ознаки та чинники ефективного управління ресторанним бізнесом

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, методи та інструменти управління розвитку ресторанного бізнесу для формалізації та налагодження бізнес-процесів.

Матеріали та методи дослідження

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

Результати дослідження та їх обговорення

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 таблиці 3.7.1.

Найважливіший критерій оцінки рівня стратегічного розвитку бізнесу – стійкість. Водночас основними цілями розвитку бізнесу є економічне зростання, конкурентоспроможність, збалансованість процесів, забезпечення стабільного функціонування.

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, дисциплінарні (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);

Продовження табл. 3.7.1

1	2
Інструменти	– 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

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. 3.7.1).



Рис. 3.7.1. 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 вираженість 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 цілком 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

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.

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.

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 за розділом 3.7

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. Запужляк 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.О., Кюрчева Ю.С., Ангеловська А.О. Основні переваги та впровадження новітніх технологій автоматизації в готельно-ресторанного бізнесу. Інновації, 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 університет 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. Колісниченко Т., Кюрчева Л. 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.