

УДК 664.68:620.2

Лозова Т. М.,

lozovatm@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4681-5849,

Researcher ID E-9830-2019,

д.т.н., проф., професор кафедри товарознавства, митної справи та управління якістю,  
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

## ІННОВАЦІЙНІ НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ТА ВИЯВЛЕННЯ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ ШОКОЛАДНОЇ ПРОДУКЦІЇ

**Анотація.** У статті наведено результати наукових досліджень щодо можливостей поліпшення якості і встановлення фальсифікації шоколадної продукції. Для цього рекомендуються до використання різноманітні методи досліджень. Зазначено, що належний технохімічний контроль є передумовою випуску продукції, яка за всіма показниками відповідає встановленим сучасним вимогам. Однак відсутність узагальненого ефективного методу створює потребу в новітніх розробках для підвищення якості й виявлення можливих фальсифікацій шоколадної продукції. У ході досліджень встановлено, що важливими науковими напрямками стосовно поліпшення якості та встановлення можливої фальсифікації шоколадної продукції є удосконалення технології, застосування нових нетрадиційних для шоколадної індустрії інгредієнтів, новітніх методів аналізу. Одним із ключових напрямів у поліпшенні якості шоколадної продукції вважається використання натуральних інгредієнтів. Нові розробки стосуються збагачення шоколаду інкапсулованим соком ожини, мікрородоростей та інших рослинних добавок. Різні види шоколаду досліджені за загальним вмістом поліфенолів, флавоноїдів і фенольних кислот за допомогою спектрофотометричних методів, а їхній профіль леткості – за допомогою газової хроматографії-мас-спектрометрії. Відповідно до найновіших наукових досліджень для контролю якості шоколаду вченими запропоновано удосконалення у вимірюванні межі текучості для шоколаду. Науковцями вивчено аспект забезпечення нової рецептури шоколаду на основі суміші соєвого борошна, кунжутної пасти та емульгатора з дослідженням оптимізації за допомогою методології поверхні реакції. Дані моделювання RSM показали, що компоненти суміші та кількість емульгатора помітно змінили текстурні і термічні властивості. Порівняльне дослідження інструментальних властивостей і сенсорного профілювання низькокалорійного шоколаду із вмістом гідрофобно модифікованим інуліну за допомогою кількісного описового аналізу довело, що збільшення вмісту інуліну призвело до поліпшення текстури і кольору продукції. Особлива увага приділяється розробці новітніх наукових методів для відстеження какао-бобів, включаючи вискоефективну рідинну хроматографію (ВЕРХ), спектроскопію, ядерний магнітний резонанс (ЯМР) та моніторинг співвідношення ізотопів за допомогою мас-спектрометрії, підключеної до елементного аналізатора (IRMS-EA).

**Ключові слова:** шоколад, якість, нові натуральні інгредієнти, фальсифікація, методи досліджень.

Lozova T. M.,

lozovatm@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4681-5849,

Researcher ID E-9830-2019,

Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Commodity Science,  
Customs Affairs and Quality Management,  
Lviv University of Trade and Economics, Lviv

## INNOVATIVE SCIENTIFIC AND PRACTICAL ASPECTS OF QUALITY IMPROVEMENT AND DETECTION OF FALSIFICATION OF CHOCOLATE PRODUCTS

**Abstract.** The article presents the results of scientific research on the possibilities of improving the quality and determining the falsification of chocolate products. Various research methods are recommended for this purpose. It is noted that proper technochemical control is a prerequisite for the manufacturing of products that, by all indicators, meet the established modern requirements. However, the lack of a generalized effective

*method creates a need for the innovative developments to improve the quality and detect possible falsification of chocolate products. In the course of the research, it was revealed that the important scientific directions for improving the quality and detecting the possible falsification of chocolate products are the improvement of technology, the use of new ingredients that are not traditional for the chocolate industry, and the latest methods of analysis. One of the key directions in improving the quality of chocolate products is the use of natural ingredients. New developments relate to the enrichment of chocolate with encapsulated blackberry juice, microalgae and other plant additives. Different types of chocolate were investigated for total polyphenol, flavonoid and phenolic acids content using spectrophotometric methods, and their volatility profile – using gas chromatography-mass spectrometry. According to the latest scientific research for chocolate quality control, scientists have proposed improvements in measuring the yield strength point for chocolate. Scientists studied the aspect of providing a new chocolate recipe based on a mixture of soy flour, sesame paste and emulsifier with optimization research using the response surface methodology. RSM simulation data showed that the components of the mixture and the amount of emulsifier significantly changed the textural and thermal properties. A comparative study of the instrumental properties and sensory profiling of low-calorie chocolate containing hydrophobically modified inulin using quantitative descriptive analysis proved that an increase in the inulin content led to an improvement in the texture and color of the product. Special attention is paid to the development of the latest scientific methods for tracking cocoa beans, including high-performance liquid chromatography (HPLC), spectroscopy, nuclear magnetic resonance (NMR), and isotope ratio monitoring using elemental analyzer-coupled mass spectrometry (IRMS-EA).*

**Key words:** chocolate, quality, new natural ingredients, falsification, research methods.

**JEL Classification:** L81

**DOI:** <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-31-06>

**Постановка проблеми.** Високий і стабільний попит на шоколадну продукцію у світі вимагає концентрації уваги не тільки практиків, а й науковців до аналізу якості продукції і встановлення її фальсифікації. З цією метою пропонуються до використання різноманітні методи досліджень. Проте не існує абсолютно ефективного узагальненого методу, що зумовлює необхідність новітніх розробок для підвищення якості, виявлення можливих фальсифікацій шоколадної продукції.

Аспекти підвищення якості шоколадної продукції за умов сьогодення насамперед залежать від стану науково-технічного забезпечення в індустрії та рівня впровадження інноваційних наукових розробок. Для забезпечення споживачів високоякісною продукцією вчені здійснюють ґрунтовні дослідження по застосуванню принципово нових напрямів і можливостей із поліпшення якості цих виробів. Належний технохімічний контроль є передумовою випуску продукції, яка за всіма показниками відповідає встановленим сучасним вимогам.

Наукове обґрунтування визначення поняття якості продукції є вихідним моментом не тільки для аналізу проблем, тісно пов'язаних із поліпшенням якості продукції, а й для систем керування якістю. Підвищення якості виробу не можна досягти без використання інноваційних технологій і устаткування, застосування нових інгредієнтів, сучасних методів досліджень тощо.

Проблема підвищення якості продукції – це одна з головних проблем усіх країн світу [1]. Тому вагомим засобом у вирішенні цієї проблеми є орієнтування на світовий науковий досвід та його залучення.

Отже, сучасні науково-практичні тенденції потребують від науковців пошуку та нових розробок, які стосуються поліпшення якості шоколадної продукції шляхом застосування інноваційних технологій та використання сучасних методів досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливими науковими напрямками стосовно поліпшення якості та встановлення можливої фальсифікації шоколадної продукції є дослідження, орієнтовані на вдосконалення технології, застосування нових нетрадиційних для шоколадної індустрії інгредієнтів, а також новітніх методів аналізу.

У виробництві шоколаду на сьогодні пропонується використовувати натуральні інгредієнти, які спроможні поліпшувати якість, надавати кращих властивостей та збагачувати продукцію корисними сполуками [2].

Різні види та типи шоколаду, виробленого з фруктами та горіхами, проаналізовано за загальним вмістом поліфенолів, флавоноїдів і фенольних кислот за допомогою спектрофотометричних методів, а їхній профіль леткості – за допомогою газової хроматографії-

мас-спектрометрії. Для вимірювання антиоксидантної активності використовували метод з 2,2-дифеніл-1-пікрилгідразилом (DPPH), 2,2'-азино-біс(3-етилбензотіазолін-6-сульфонові кислоти) (ABTS) та метод відновної потужності заліза (FRAP). Спостерігається позитивна кореляція між антиоксидантною активністю та загальним вмістом фенольних сполук, флавоноїдів і фенольних кислот [3].

Досліджено вплив температури зберігання (6, 12, 20, 30 °C) та періоду (2, 6, 10, 18, 26 тижнів) на текстуру, колір і сенсорні характеристики плиток шоколаду. Встановлено, що температури 6 і 12 °C були найбільш придатними для зберігання виробів [4].

Вивчено вплив комбінації підсолоджувачів (Стевія (St) і сукралози (Su)) та температури зберігання на теплові властивості, мікроструктуру, вміст води, текстуру та органолептику білого шоколаду без сахарози [5]. Доведено сильний зв'язок між мікроструктурою та найвищим відсотком Блума. Зразки з вмістом 100% Su і 50% S + 50% Su представили мікроструктури з каналами, через які тверді речовини і жир могли легше потрапляти на поверхню. Однак зразки 50%St + 50%Su і 75%St + 25%Su показали мінімальне утворення Блума, ймовірно, через його щільну мікроструктуру без пор. Дослідження диференційної скануючої колориметрії продемонстрували, що зразки, які містять 100%St і 75%St + 25%Su, показали найменше зниження ентальпії плавлення з підвищенням температури. Крім того, за допомогою моделі Аврамі досліджено неізотермічну кінетику кристалізації. Зразок 75%St + 25%Su показав найвищі значення енергії активації з найбільшою стабільністю у досліджуваному діапазоні температур (7 °C-30 °C).

Відомі також інші дослідження, що пов'язані з можливостями поліпшення якості й виявлення різних видів фальсифікації шоколадної продукції, проте ця наукова проблема є невирішеною.

**Постановка завдання.** Метою статті є дослідження світових наукових результатів із проблеми поліпшення якості та встановлення фальсифікації шоколадної продукції.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Згідно з останніми науковими дослідженнями для контролю якості шоколаду науковцями запропоновано удосконалення у вимірюванні межі текучості для шоколаду [6]. Типи темного, молочного та білого шоколаду мають різний склад відповідно до якості та кількості основних інгредієнтів

(какао твердих речовин, молочного жиру какао-масла, емульгаторів тощо), присутніх у їх рецептурі. Важливо, що велика кількість какао-масла включає в себе широкі варіації в структурі кристалічної мережі цукру і взаємодії між частинками, які знижують агрегатний стан матриці і, таким чином, впливають на її текстурні властивості. Досліджено, що найбільш використовувані емульгатори у виробництві шоколаду – соєвий лецитин і PGPR, що впливають на реологію і, зокрема, на межі текучості шоколаду. Показано, що лецитин має незначний вплив на межі текучості, якщо використовується в концентрації від 0,1 до 0,3%, за вищої концентрації від 0,3 до 0,5% він ще більше знижує пластичну в'язкість, але збільшує межі текучості.

За тих же концентрацій PGPR мав протилежний ефект, зменшуючи межі плинності зразків шоколаду без помітного впливу на пластичну в'язкість. У дослідженнях вчених повідомляється про вплив сухого молока, різного за вмістом вільного жиру, на мікроструктурні та реологічні властивості дисперсій типу какао. Вміст вільного жиру в сухому молоці, що використовується в шоколадних композиціях, сильно впливає на реологічні властивості досліджуваних зразків продукції. Зокрема, вчені виявили, що збільшення вмісту знежиреного молока вплинуло на взаємодію між частинками, зменшуючи межі текучості та в'язкість шоколаду.

Вивчено аспект забезпечення нової рецептури шоколаду на основі суміші соєвого борошна, кунжутної пасти та емульгатора з дослідженням оптимізації за допомогою методології поверхні реакції [7]. Таке дослідження спрямоване на оцінку придатності кунжутної пасти як інгредієнта шоколаду за допомогою методології поверхні відповіді. D-оптимальний комбінований процес змішування з трьома компонентами суміші, кунжутною пастою (15-30 % мас./мас.), соєвим борошном (0-15 % мас./мас.) та сухим молоком (0-15 % мас. /w) при змінній кількості емульгатора використовували для оптимізації текстурних (твердість, когезія та сила адгезії) і термічних ( $T_{\text{настання}}$  і  $T_{\text{м}}$ ) властивостей шоколаду, що містить кунжутну пасту. Результати показали, що лінійний ефект усіх компонентів суміші був значним ( $c < 0.05$ ) на відповіді. При застосуванні методу функції бажаності оптимальна пропорція компонентів суміші та рівень емульгатора були такими: кунжутна паста – 15,5% мас./мас., сухе молоко – 7,5% мас./мас., соєва – 7% мас.% і емульгатор – 0% мас./ w відповідно.

Вивчено текстурні та термічні властивості нового шоколаду. Текстура є одним із ключових атрибутів сприйняття споживачами. Для опису текстури шоколаду можна використовувати багато текстурних властивостей, які включають твердість, когезійність, клейкість і ковкість. Варіації текстурних і термічних властивостей представлені на рис. 1.

Дані моделювання RSM показали, що компоненти суміші та кількість емульгатора суттєво змінили текстурні та термічні властивості. Нова натуральна суміш шоколаду, що містить кунжутну пасту та збагачена соєвим борошном, має кращу якість, функціональні характеристики і неповторний аромат, що може спонукати людей різних вікових груп вживати його як поживний продукт.

Здійснено порівняльне дослідження інструментальних властивостей та сенсорного профілювання низькокалорійного шоколаду, що містить гідрофобно модифікований інулін [8]. Кількісний описовий аналіз показав, що збільшення вмісту інуліну призвело до гарної текстури і кольору (рис. 2).

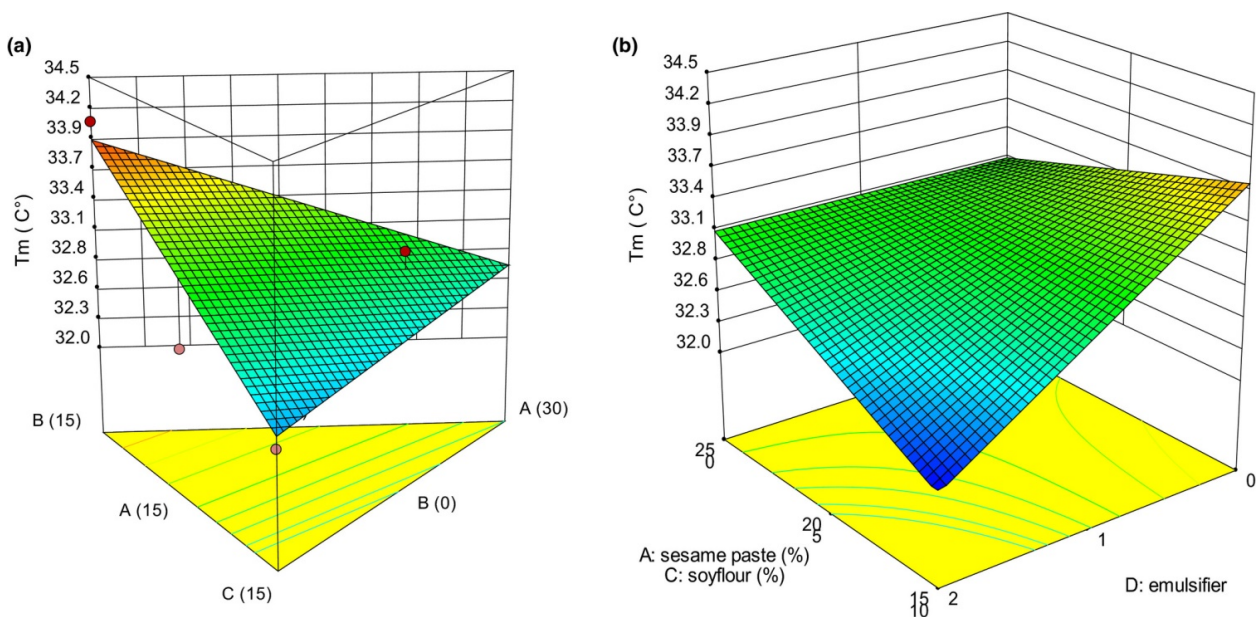
Вченими розроблено новий білий шоколад, який збагачений різними формами (інкапсульована форма, форма, що містить мікрowodорості) ейкоза-пентаєнової кислоти (ЕРА) і докози-гексаєнової кислоти (ДНА). Джерела ЕРА/ДНА були

додані після процесу коншування [9]. Результати цього дослідження показали, що можна виробляти білий шоколад, збагачений ЕПК/ДГК, дуже високої якості та як носій біологічно активних речовин.

Нова розробка стосується збагачення шоколаду інкапсульованим соком ожини. Проведено дослідження впливу добавки на фізичні властивості, сенсорні характеристики та вміст поліфенолів [10].

При цьому в'язкість шоколадної маси зростає за рахунок збільшення питомої поверхні твердих частинок у шоколаді. Додавання капсульованого соку ожини до шоколаду призвело до створення нового типу збагаченого шоколаду з привабливим кольором і смаком ожини. Загальний вміст поліфенолів (мг GAE/100 г) білого шоколаду збільшено з 40,75 до 75,06, 145,86 і 153,95 в шоколаді з 60 г кг<sup>-1</sup>, 80 г кг<sup>-1</sup> і 100 г кг<sup>-1</sup> інкапсульованої добавки відповідно.

З метою виявлення фальсифікації шоколаду вивчено відстежуваність, автентичність і стійкість какао та шоколадних виробів. Відомо, що властивості шоколаду можуть змінюватися залежно від походження какао, складу та процедури виготовлення, що надає кінцевому продукту унікальні сенсорні властивості. З іншого боку, високе світове споживання какао-продуктів, які давно визнані основним джерелом дієтичних



**Рис. 1.** Тривимірні графіки, що відповідають моделям, пристосованим до  $T_m$ : (а) вплив компонентів суміші (А: кунжутна паста, В: сухе молоко і С: соєве борошно), тоді як емульгатор постійний (1% мас./мас.), (б) комбінований ефект емульгатора (D) і компонентів суміші (А: кунжутна паста, С: соєве борошно) при постійному вмісті сухого молока (5% мас./мас.)

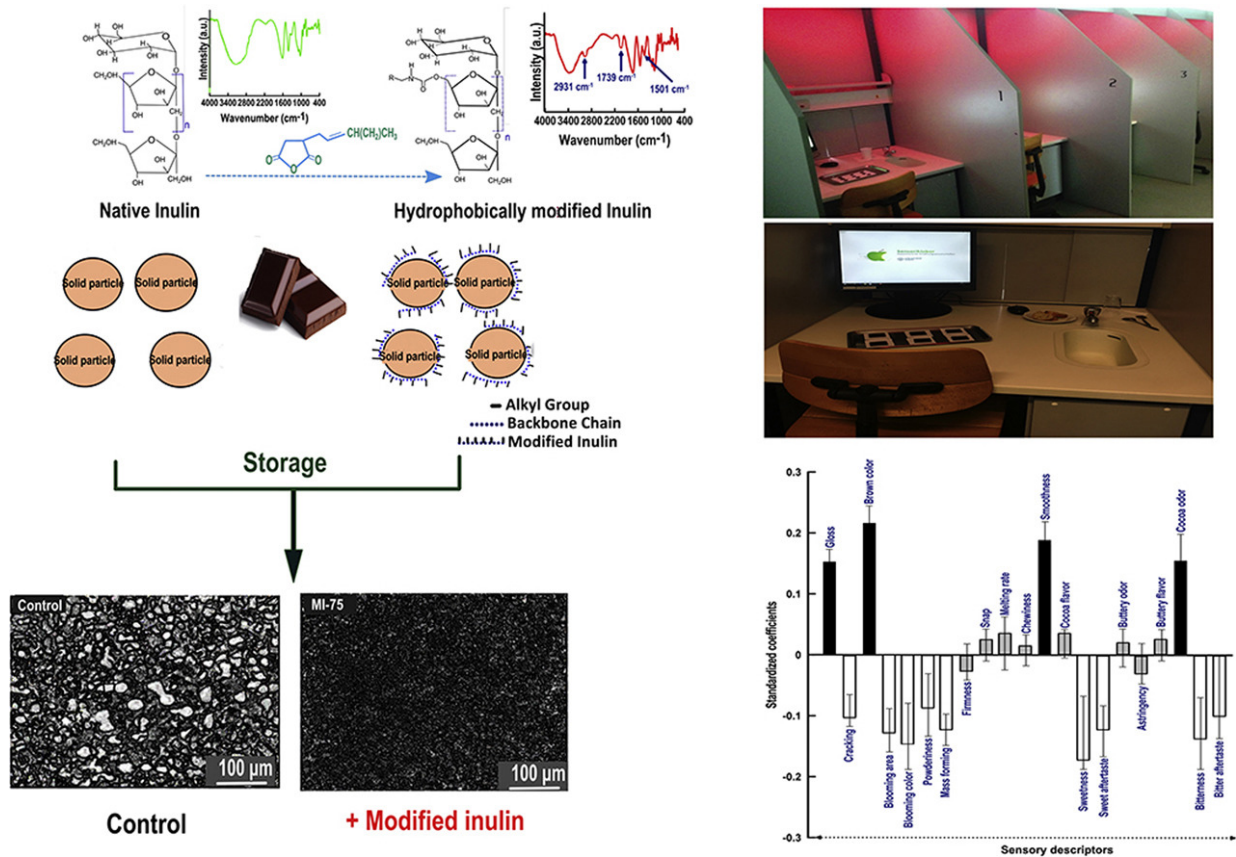


Рис. 2. Графічний реферат дослідження

поліфенолів із важливою перевагою для здоров'я, підвищило інтерес до відстеження географічного походження какао та підтвердження автентичності шоколаду, щоб гарантувати якість продукції і виявити можливе комерційне шахрайство. Однак стабільне виробництво високоякісного какао все ще далеке від реальності, і сектор какао продовжує стикатися з багатьма проблемами в цій галузі.

Метою перевірки автентичності харчових продуктів є підтвердження достовірності інформації на етикетці продукту щодо походження, способу виробництва та технологій переробки. Він захищає споживачів, гарантуючи безпеку та якість харчових продуктів, а також приносить користь галузям, зацікавленим у захисті своїх брендів. Питання походження, яке регулюється національним та міжнародним законодавством, є ключовим фактором автентичності харчових продуктів. У Європі спостерігається зростаюча тенденція споживачів асоціювати походження певного продукту з якістю. Тому точні, стандартизовані методи автентичності харчових продуктів є важливими в харчовій промисловості.

Під час радикальної трансформації сировини в готовий продукт є багато можливостей для фальсифікації, однією з найпоширеніших є змішування недоферментованих із ферментованими какао-бобами.

Основним жиром у шоколаді є какао-масло СВ, але дешевші жири можна використовувати для зниження витрат виробництва, що негативно впливає на якість шоколаду.

Фальсифікація шоколаду, практика досягнення бажаних властивостей шляхом введення сторонніх інгредієнтів, які можуть замінити або не замінити натуральні чи синтетичні інгредієнти, становить серйозну загрозу здоров'ю споживачів. Зі збільшенням тенденцій фальсифікації потрібні швидші та надійніші аналітичні методи для вирішення проблем аутентифікації, забезпечення якості продукції та уникнення економічного шахрайства.

Все більше зусиль приділяється розробці надійних наукових методів для відстеження какао-бобів, включаючи вискоєфективну рідинну хроматографію (ВЕРХ), спектроскопію, ядерний магнітний резонанс (ЯМР) та моніторинг співвідношення ізотопів за допомогою

мас-спектрометрії, підключеної до елементного аналізатора (IRMS-EA). Деякі з цих стратегій показали, що після вичерпної статистичної оцінки отриманих даних можна класифікувати зразки какао-бобів за трьома основними сортами какао (Форастеро, Кріолло та Тринітаріо) та розрізнити різні регіони вирощування на рівні континенту, країни і навіть міста. Інший підхід до аутентифікації какао та шоколаду полягає в застосуванні нової техніки штрих-кодування ДНК.

Дорогий сорт какао National, також відомий як Fino de Aroma або Arriba, використовується для виробництва шоколаду найвищої якості. Хоча Еквадор є найважливішим виробником цього сорту, сорт CCN-51 також широко культивується в цій країні завдяки його стійкості до хвороб і високому врожаю. Через різницю в продуктивності та ціні іноді обидва какао-боби обманним шляхом змішують, щоб збільшити прибуток від сорту какао. Можна відрізнити какао-боби National та CCN-51, але для цього потрібен досвід добре навченого спеціаліста, який оцінює форму, колір, запах і смак бобів. Отримано спектри 20 зразків шкаралупи ферментованих какао-бобів сортів. Результати різноманітної диференціації, отримані з середніх спектрів комбінаційного розрізу, за допомогою машини опорних векторів (SVM), мали загальну точність 91,8%.

Під час дослідження автентичності спектроскопія FT-NIR була використана для аналізу загалом 194 зразків какао-бобів із семи регіонів вирощування какао в Гані. Було порівняно та перехресно перевірено чотири багатовимірні методи класифікації: лінійний дискримінантний аналіз (LDA), K-найближчі сусіди (KNN), штучна нейронна мережа зворотного поширення (BPANN) та SVM. Було виявлено, що дві нелінійні моделі (BPANN і SVM) перевершують два лінійних методи (LDA і KNN). Крім того, модель SVM перевершувала всі математичні методи з 100% географічної дискримінації як у наборах вивчення, так і в наборах прогнозів після попередньої обробки з середнім центруванням.

Вченими проведено комплексний аналіз поліфенолів у какао-бобах, щоб каталогізувати систематичні відмінності, пов'язані з походженням, а також статусом ферментації. У цьому дослідженні кілька олігомерних проантоціанідинів та їх глікозидів, а також різні сполуки, про які раніше не повідомлялося, були ідентифіковані та кількісно визначені за допомогою ультра-ВЕРХ у поєднанні з МС із надвисокою роздільною здатністю (UHPLC-qToF-MS). Використаний вели-

кий набір зразків (86 різних зразків бобів із шести країн: Кот-д'Івуару, Танзанії, Малайзії, Індонезії, Еквадору та Бразилії) дозволив визначити статистично значущі варіації хімічних сполук какао. Досліджено зразки з Кот-д'Івуару (характеризуються більш високим рівнем лимонної кислоти та 12-гідроксіясмонової кислоти) та Індонезії (з підвищеним рівнем певних поліфенолів олігомерів проантоціанідину).

Нова техніка штрих-кодування ДНК може бути застосована для автентифікації какао та шоколаду. Справжність сорту какао перевіряється за допомогою оболонки бобів для встановлення генетичної ідентичності та відстеження материнського дерева. Незважаючи на те, що технологія все ще є дорогою, з вимогами до обладнання та реагентів, які роблять її логістично вимогливою та часто непрактичною для контролю у виробничих районах та на митниці, відбиток ДНК какао-бобів може бути корисним для виробників високоякісного шоколаду, виготовленого з какао одного походження.

Розроблено спосіб виявлення рослинних жирів у рецептурі шоколаду. Какао-боби (СВ) є дорогою сировиною і життєво важливим компонентом у виробництві шоколаду. В деяких країнах виробники шоколаду вирішують змішувати рослинні жири з СВ, щоб знизити витрати на виробництво. Фракції пальмової олії та інших рослинних жирів тропічного походження (ши, сал, іліпе) використовуються для виготовлення еквівалентів СВ, хоча вони можуть перешкоджати нормальному процесу кристалізації тригліцеридів. Чинне європейське законодавство дозволяє додавати в шоколад рослинні жири до рівня 5% від маси продукту, якщо додавання правильно вказано на етикетці. На додаток до труднощів ідентифікації відповідного біомаркера для встановлення автентичності жирів, Європейська директива не визначає жодного методу аналізу для перевірки відповідності. Інші дешевші жири, такі як вершкове масло та жири, також іноді використовуються для зниження витрат виробництва, але вони негативно впливають на якість шоколаду, оскільки вони не легко тануть у роті. Окрім жирів, деякі виробники додають до шоколаду колаген як поживну речовину проти старіння, щоб залучити споживачів, які піклуються про здоров'я, що в деяких країнах вимагає аутентифікації.

Деякі з розроблених на сьогодні стратегій для виявлення та кількісної оцінки рослинних жирів, які не містять СВ, в шоколаді використовують

тригліцериди, жирні кислоти, стерини та вітаміни як індикатори. Аналіз складу триацилгліцерину (TAG) широко використовується для виявлення фальсифікацій олій і жирів.

Зовсім недавно інфрачервона спектроскопія з перетворенням Фур'є (FTIR) була застосована для виявлення жиру, що використовується у виробництві комерційного шоколаду, і для розробки моделі калібрування та перевірки для визначення кількості сала, доданого до цих продуктів. Науковцями запропоновано та доведено доцільність використання побічних продуктів переробки виноградного соку як наповнювача та барвника в білому шоколаді [11]. У цьому дослідженні використовували порошок виноградних вичавок (суміш виноградних кісточок і шкірки), отриманий при переробці винограду, в різних концентраціях [10,0 (GPP10), 20,0 (GPP10) і 30,0 (GPP10) г/100 г] в рецептурі шоколаду для часткової заміни сахарози. Результати показали, що додавання GPP у вищій концентрації (>10,0 г/100 г) значно вплинуло на розмір частинок, вміст вологи, текстуру та поведінку текучості зразків шоколаду ( $P < 0,05$ ). Однак використання GPP в концентрації 10,0 г/100 г мало переваги для фізико-хімічних і текучих властивостей.

Отже, застосування нових видів інгредієнтів, способів виготовлення і сучасних методів досліджень дозволяють на науковому рівні поліпшувати якість шоколаду і виявляти його фальсифікацію.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Таким чином, виконаний огляд нових наукових розробок продемонстрував практичні можливості щодо поліпшення якості шоколадної продукції, способів виявлення її фальсифікації у світовому досвіді. Дослідження демонструють позитивну дію інноваційних методів наукових досліджень шоколадної продукції, сприятливу дію використання нових форм рослинних добавок на поліпшення показників якості виробів, зокрема текучість шоколадної маси та сенсорні характеристики. Одержані наукові результати є обґрунтованими для подальших досліджень і розробок.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів / за ред. А. М. Дорохович, В. М. Ковбаси. Київ : Фірма "ІНКОС", 2015. 632 с.
2. Тенденції світового кондитерського ринку. *Хлібний і кондитерський бізнес*. 2018. № 3. С. 9-12.
3. Godočiková, L., Ivanišová, E., Noguera-Artiaga, L., Carbonell-Barrachina, A. A., Kačániová, M.

Biological activity, antioxidant capacity and volatile profile of enriched Slovak chocolates. *J. Food Nutr. Res.* 2019. Vol. 58. Pp. 283-293.

4. Luděk Hřivna, Lenka Machálková, Iva Burešová, Šárka Nedomová, Tomáš Gregor. Texture, color, and sensory changes occurring in chocolate bars with filling during storage. *Food Science & Nutrition*. 2021. Vol. 9 (9). Pp. 4863-4873.

5. Laura T. Rodriguez Furlán, Yanina Baracco, Javier Lecot, Noemi Zaritzky, Mercedes E. Campderós. Effect of sweetener combination and storage temperature on physicochemical properties of sucrose free white chocolate. *Food Chemistry*. 2017. Vol. 229 (15). Pp. 610-620.

6. Glicerina V., Romani S. Advances in Yield Stress Measurements for Chocolate. *Advances in Food Rheology and Its Applications. Food Science and Nutrition*. 2019. Vol. 8(2). Pp. 1123-1131.

7. Abdul Fateh Hosseini, Mostafa Mazaheri-Tehrani, Samira Yeganehzad, Seyed Mohammad Ali Razavi. Providing new formulation for white compound chocolate based on mixture of soy flour, sesame paste, and emulsifier: An optimization study using response surface methodology. *Food Science and Nutrition*. 2021. Vol. 9 (3). Pp. 1432-1440.

8. Maryam Kiumarsi, Dorota Majchrzak, Samira Yeganehzad, Henry Jäger, Mahdiyeh Shahbazi. Comparative study of instrumental properties and sensory profiling of low-calorie chocolate containing hydrophobically modified inulin. Part 1: Rheological, thermal, structural and external preference mapping. *Food Hydrocolloids*. 2020. Vol. 104-114.

9. Omer Said Toker, Nevzat Konar, Haniyeh Rasouli Pirouzian, Sirin Oba, Derya Genc Polat, İbrahim Palabiyik, Ender Sinan Poyrazoglu, Osman Sagdic. Developing functional white chocolate by incorporating different forms of EPA and DHA - Effects on product quality. *LWT*. 2018. Vol. 87. Pp. 177-185.

10. Ivana Lončarević, Biljana Pajin, Aleksandar Fišteš, Vesna Tumbas Šaponjac. Enrichment of white chocolate with blackberry juice encapsulate: Impact on physical properties, sensory characteristics and polyphenol content. *LWT*. 2018. Vol. 92. Pp. 458-464.

11. Emir Altınok, Sefik Kurultay, Nevzat Konar, Omer Said Toker, Berkay Kopuk, Recep Gunes, İbrahim Palabiyik. Utilising grape juice processing by-products as bulking and colouring agent in white chocolate. *Food Science and Technology*. 2022. Vol. 25 (14). Pp. 226-239.

#### REFERENCES:

1. Tekhnolohiia ta laboratornyj praktykum kondyters'kykh vyrobiv i kharchovykh kontsentrativ / za red. A. M. Dorokhovych, V. M. Kovbasy (2015), Firma "INKOS", K., 632 s.
2. Tendentsii svitovoho kondyters'koho rynku (2018), *Khlibnyj i kondyters'kyj biznes*, № 3, s. 9-12.

3. Godočiková, L., Ivanišová, E., Noguera-Artiaga, L., Carbonell-Barrachina, A. A., Kačániová, M. (2019), Biological activity, antioxidant capacity and volatile profile of enriched Slovak chocolates, *J. Food Nutr. Res.*, vol. 58, pp. 283-293.

4. Luděk Hřivna, Lenka Machálková, Iva Burešová, Šárka Nedomová, Tomáš Gregor. (2021), Texture, color, and sensory changes occurring in chocolate bars with filling during storage, *Food Science & Nutrition*, vol. 9 (9), pp. 4863-4873.

5. Laura T. Rodriguez Furlán, Yanina Baracco, Javier Lecot, Noemi Zaritzky, Mercedes E. Campderrós. (2017), Effect of sweetener combination and storage temperature on physicochemical properties of sucrose free white chocolate, *Food Chemistry*, vol. 229 (15), pp. 610-620.

6. Glicerina V., Romani S. (2019), Advances in Yield Stress Measurements for Chocolate. Advances in Food Rheology and Its Applications, *Food Science and Nutrition*, vol. 8(2), pp. 1123-1131.

7. Abdul Fateh Hosseini, Mostafa Mazaheri-Tehrani, Samira Yeganehzad, Seyed Mohammad Ali Razavi. (2021), Providing new formulation for white compound chocolate based on mixture of soy flour, sesame paste, and emulsifier: An optimization study using response surface methodology, *Food Science and Nutrition*, vol. 9 (3), pp. 1432-1440.

8. Maryam Kiumarsi, Dorota Majchrzak, Samira Yeganehzad, Henry Jäger, Mahdiyar Shahbazi. (2020), Comparative study of instrumental properties and sensory profiling of low-calorie chocolate containing hydrophobically modified inulin. Part 1: Rheological, thermal, structural and external preference mapping, *Food Hydrocolloids*, vol. 104-114.

9. Omer Said Toker, Nevzat Konar, Haniyeh Rasouli Pirouzian, Sirin Oba, Derya Genc Polat, İbrahim Palabiyik, Ender Sinan Poyrazoglu, Osman Sagdic. (2018), Developing functional white chocolate by incorporating different forms of EPA and DHA - Effects on product quality, *LWT*, vol. 87, pp. 177-185.

10. Ivana Lončarević, Biljana Pajin, Aleksandar Fišteš, Vesna Tumbas Šaponjac. (2018), Enrichment of white chocolate with blackberry juice encapsulate: Impact on physical properties, sensory characteristics and polyphenol content, *LWT*, vol. 92, pp. 458-464.

11. Emir Altınok, Sefik Kurultay, Nevzat Konar, Omer Said Toker, Berkay Kopuk, Recep Gunes, Ibrahim Palabiyik. (2022), Utilising grape juice processing by-products as bulking and colouring agent in white chocolate, *Food Science and Technology*, vol. 25 (14), pp. 226-239.

*Стаття надійшла до редакції 08 вересня 2022 року*