

УДК 664.68:664.013

Синенко Т. П.,

tetiana.synenko@snau.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5300-5142, Researcher ID: AAD-1619-2021,
д.ф., доцент, доцент кафедри технологій та безпечності харчових продуктів,
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Шамкало С. І.,

shamkalosvitlana1906@gmail.com, ORCID ID: 0009-0007-9762-394X, Researcher ID: PGP-9442-2026,
здобувачка СВО «Бакалавр», факультет харчових технологій,
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

РОЗРОБКА ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ З ДОДАВАННЯМ ПОРОШКУ MORINGA OLEIFERA ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ІНГРЕДІЄНТА

***Анотація.** У науковій роботі висвітлено результати комплексного дослідження з розробки рецептури безглютенових макаронних виробів функціонального призначення з використанням порошку Moringa oleifera. Актуальність дослідження обумовлена зростанням захворюваності на целиакію, поширенням непереносимості глютену серед населення, а також зростаючим інтересом до здорового харчування, зокрема під час воєнного стану, коли особливо важливо забезпечити населення продуктами з підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Метою роботи було науково обґрунтувати доцільність використання порошку Moringa oleifera у складі безглютенових макаронних виробів, визначити його вплив на якісні характеристики готового продукту, а також запропонувати практичні рекомендації щодо впровадження такого продукту у виробництво. У рамках дослідження виготовлено чотири зразки макаронів із вмістом порошку Moringa oleifera 5 %, 10 % та 15 %. Проведено фізико-хімічний аналіз тіста та готових виробів за показниками вологості, кислотності, зольності та вмісту білка; визначено стабільність виробів під час варіння, сенсорну оцінку після термічної обробки та втрати сухих речовин за допомогою рефрактометричного методу. Оцінено мікробіологічні показники та стабільність макаронних виробів протягом 60 днів зберігання. Результати дослідження свідчать, що додавання порошку Moringa oleifera у кількості 10 % забезпечує оптимальне співвідношення харчової цінності, органолептичних властивостей, кулінарної стабільності та мікробіологічної безпеки виробів. Запропоновано рецептурну модель макаронних виробів та рекомендації щодо їх промислового впровадження в Україні з урахуванням доступної сировинної бази та технічних можливостей локального виробництва. Отримані результати можуть бути використані для розробки безглютенових продуктів функціонального призначення.*

Ключові слова: безглютенові вироби, макаронні вироби, Moringa oleifera, функціональне харчування, харчова цінність, сталий розвиток.

Syenko T. P.,

tetiana.syenko@snau.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5300-5142, Researcher ID: AAD-1619-2021, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology and Safety, Sumy National Agrarian University, Sumy

Shamkalo S. I.,

shamkalosvitlana1906@gmail.com, ORCID ID: 0009-0007-9762-394X, Researcher ID: PGP-9442-2026, Student, Bachelor's Degree Program, Faculty of Food Technology, Sumy National Agrarian University, Sumy

DEVELOPMENT AND QUALITY EVALUATION OF GLUTEN-FREE PASTA PRODUCTS WITH THE ADDITION OF MORINGA OLEIFERA POWDER AS A FUNCTIONAL INGREDIENT

Abstract. *This scientific paper presents the results of a comprehensive study on the development of a gluten-free functional pasta recipe using Moringa oleifera powder. The relevance of the study lies in the increasing incidence of celiac disease, the spread of gluten intolerance among the population, as well as the growing interest in healthy eating, especially during martial law, when it is imperative to provide the population with products of high nutritional and biological value. This study aimed to scientifically substantiate the feasibility of using Moringa oleifera powder in gluten-free pasta products, to determine its effect on the quality characteristics of the finished product, and to provide practical recommendations for introducing such a product into production. As part of the study, four samples of pasta were produced with 5 %, 10 %, and 15 % Moringa oleifera powder content. Physical and chemical analyses of the dough and finished products were carried out to determine moisture, acidity, ash content, and protein content. The stability of the products during cooking, sensory evaluation after heat treatment, and loss of dry matter were also assessed using the refractometric method. The microbiological indicators and stability of pasta products were evaluated over a 60-day storage period. The results of the study show that adding 10 % Moringa oleifera powder provides an optimal balance of nutritional value, organoleptic properties, culinary stability, and microbiological safety of products. A recipe model for pasta products and recommendations for their industrial implementation in Ukraine are proposed, taking into account the available raw material base and technical capabilities of local production. The results obtained can be used to develop gluten-free functional products.*

Key words: gluten-free products, pasta, Moringa oleifera, functional nutrition, nutritional value, sustainable development.

JEL Classification: L66

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2026-45-09>

Постановка проблеми. У сучасному світі харчування виконує не лише базову фізіологічну функцію, а й виступає інструментом підтримки здоров'я, профілактики захворювань та підвищення якості життя. У зв'язку з цим все більшої уваги набуває розробка функціональних харчових продуктів, зокрема тих, які враховують індивідуальні харчові обмеження, як-от непереносність глютену. Поширеність целиакії та глютенної чутливості у світі постійно зростає, що зумовлює підвищений попит на безглютенові продукти, серед яких макаронні вироби займають важливе місце завдяки своїй універсальності та зручності у використанні.

З наукової точки зору, тематика безглютенових макаронних виробів із додаванням натуральних

біоактивних інгредієнтів є багатогранною й перспективною. Вона поєднує дослідження у галузі харчової технології, нутриціології, біохімії, агропромислового виробництва та сталого розвитку. Особливу увагу науковці приділяють рослинним компонентам із високою поживною цінністю, зокрема порошку морінги (*Moringa oleifera*) – рослини, яка має винятковий склад білків, антиоксидантів, вітамінів (А, С, Е) та мікроелементів.

Наукові дослідження в цій сфері є важливими з кількох причин: сприяють створенню альтернатив глютенівмісним продуктам, що є критично важливо для мільйонів людей з дієтичними обмеженнями; допомагають оптимізувати технологічні параметри виробництва, зберігаючи органолептичні властивості та підвищуючи харчову цінність

продуктів; підтримують розвиток агропереробної галузі, використовуючи недооцінену сировину (як-от морінга), що сприяє сталому розвитку.

З практичної точки зору, результати таких досліджень мають прикладне значення у виробництві харчових продуктів, орієнтованих на забезпечення спеціалізованого та лікувально-профілактичного харчування; підвищення харчової безпеки в умовах обмеженого доступу до якісної продукції, особливо в період воєнного стану в Україні; формування інноваційного асортименту для вітчизняного та світового ринку функціональних продуктів.

Крім того, враховуючи глобальні цілі сталого розвитку, зокрема боротьбу з голодом, покращення харчування, підтримку здоров'я та розвиток сталої сільськогосподарської системи, такі дослідження набувають міждисциплінарного значення.

Отже, тематика безглютенних макаронних виробів із функціональними добавками, такими як морінга, є актуальною як у фундаментальному науковому вимірі, так і в прикладному контексті, що виправдовує подальше її вивчення та розвиток.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У роботі [1] наведено результати дослідження хімічного складу листя *Moringa oleifera* та перспектив його використання у харчових продуктах. Показано, що морінга є джерелом білка, вітамінів, антиоксидантів і має потенціал як функціональна добавка. Але залишилися невирішеними питання, пов'язані з впливом морінги на структурно-механічні властивості тіста, особливо у безглютенному середовищі. Причиною цього є обмеженість досліджень у прикладному напрямі, а також недостатня увага до макаронних виробів як об'єкта досліджень.

У роботі [2] досліджено вплив морінги на сенсорні властивості хлібобулочних виробів. Показано, що морінга здатна покращувати харчову цінність продуктів без шкоди для споживчих властивостей. Проте специфічний зелений колір та гіркуватий присмак при високих дозах залишаються проблемою. Це зумовлено вмістом хлорофілу та глікозидів, а також браком технологічних рішень для їх маскування.

У дослідженні [3] оцінено заміну пшеничного борошна на суміш рисового та кукурудзяного у виробництві макаронів. Авторами доведено, що така комбінація є перспективною для безглютенних продуктів. Однак не вивчено вплив додаткових функціональних компонентів, таких

як морінги, що обмежує можливість створення збагачених макаронів.

У роботі [4] наведено результати досліджень впливу порошку морінги (*Moringa oleifera*) та кукурудзи як сировини для виробництва безглютенної пасти. Показано, що ці компоненти підвищують вміст білка та мінералів у готовій продукції. Але залишилися невирішеними питання, пов'язані з оцінкою органолептичних властивостей кінцевого продукту. Причиною цього є об'єктивні труднощі, пов'язані з відсутністю стандартизованих сенсорних панелей у країнах проведення дослідження. Варіантом подолання цієї проблеми може бути залучення ISO-методик органолептичного аналізу.

У публікації [5] розглянуто способи зменшення втрат сухих речовин під час варіння макаронів без глютену. Встановлено ефективність використання природних стабілізаторів, однак роль морінги у структуроутворенні не досліджувалась. Причиною цього є новизна напрямку та відсутність стандартизованих методик її введення в макаронне тісто.

Робота [6] присвячена біологічній активності морінги та її антимікробним властивостям. Автори описують пригнічення росту мікроорганізмів, що відкриває перспективу для продовження терміну зберігання харчових продуктів. Проте дослідження проведено лише у вигляді екстрактів, що ускладнює застосування у харчовій матриці макаронів.

У статті [7] проаналізовано споживчі тренди щодо безглютенних продуктів у Європі та США. Вказано на стійке зростання попиту на макаронні вироби без глютену, особливо з додатковою функціональною цінністю. Але у розрізі України таких досліджень обмаль, що ускладнює розробку продуктів із чітким маркетинговим фокусом.

У роботі [8] проаналізовано методики покращення текстури безглютенного тіста з рослинними добавками. Показано, що в'язкість і формостійкість тіста залежать від виду й кількості введеної сировини. Водночас, конкретні дані щодо морінги як добавки у макаронному тісті відсутні.

У роботі [9] досліджено можливості використання морінги у формі порошку в кондитерських виробках. Показано, що термообробка частково знижує біологічну активність, але при помірному нагріванні зберігаються антиоксидантні властивості.

Проведений критичний аналіз наукових джерел дозволяє виявити наукову нішу, що залишається недостатньо дослідженою. Це – розробка рецептури безглютенових макаронних виробів із порошком морінги, яка б одночасно відповідала функціональним, органолептичним, мікробіологічним та технологічним критеріям, з урахуванням можливостей її адаптації до умов України.

Все це дозволяє стверджувати, що доцільним є проведення дослідження, присвяченого створенню, оптимізації та оцінці якості безглютенових макаронних виробів з додаванням морінги як функціонального інгредієнта.

Постановка завдання. Метою дослідження є науково обґрунтувати та розробити рецептуру безглютенових макаронних виробів із додаванням порошку *Moringa oleifera*, з урахуванням їхньої харчової цінності, органолептичних характеристик, мікробіологічної безпеки та збереження функціональних властивостей при зберіганні. Це дозволить комплексно вирішити наукову проблему, пов'язану з недостатньо вивченим впливом морінги на якість, стабільність і технологічну придатність безглютенових макаронних виробів.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що його результати дадуть змогу створити інноваційний зразок функціонального безглютенового продукту, адаптованого до умов української переробної промисловості. Це сприятиме впровадженню безглютенових макаронів у соціальне та лікувально-профілактичне харчування (особливо в умовах воєнного стану), а також розширить асортимент здорового харчування для осіб із харчовими обмеженнями.

Для досягнення поставленої мети у дослідженні визначено такі задачі:

1. Вивчити вплив порошку *Moringa oleifera* на фізико-хімічні та органолептичні властивості макаронних виробів у різних концентраціях.
2. Дослідити стабільність продукції при зберіганні.
3. Розробити оптимальну рецептуру безглютенових макаронних виробів з морінгою, що відповідає вимогам харчової безпеки, сенсорної якості та споживчої привабливості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва безглютенових макаронних виробів з додаванням порошку *Moringa oleifera*.

Предметом дослідження є вплив порошку морінги на фізико-хімічні, харчові, мікробіологічні та органолептичні характеристики безглютенових макаронних виробів, а також їх стійкість при зберіганні та перспективи адаптації до умов української харчової промисловості.

У дослідженні як основні інгредієнти для виготовлення безглютенових макаронних виробів були використані натуральні сировинні компоненти, що відповідають вимогам до функціонального та дієтичного харчування:

Борошно рисове – основа рецептури, легко засвоюється, має нейтральний смак та низьку алергенність.

Порошок *Moringa oleifera* – висушене та подрібнене листя морінги, сертифіковане як харчова добавка. Джерело природних антиоксидантів, білка, вітамінів (А, С, Е), мікроелементів (Fe, Ca, K).

Вся сировина відповідала стандартам безпеки харчових продуктів (ДСТУ, Codex Alimentarius) та не містила глютену. Порошок морінги проходив мікробіологічний контроль та не мав сторонніх домішок.

У дослідженні було використано рисове борошно як базовий компонент рецептури макаронних виробів – контрольний зразок (0 % морінги). До нього було додано порошок *Moringa oleifera* в кількостях 5 %, 10 % та 15 % (табл. 1).

Кількість води може коригуватися залежно від вологості сировини та консистенції тіста. Всі зразки були виготовлені в однакових умовах для забезпечення коректного порівняння.

У результаті проведеного дослідження було виготовлено серію безглютенових макаронних виробів із додаванням порошку *Moringa oleifera*. Зразки були проаналізовані за фізико-хімічними, мікробіологічними та органолептичними показниками, а також за стабільністю під час варіння та зберігання.

Всі зразки тіста були досліджені за основними фізико-хімічними параметрами, які впливають на формування структури макаронного тіста та його технологічні властивості. Результати представлено в табл. 2.

Із підвищенням вмісту порошку морінги спостерігається поступове зниження вологості тіста, що може бути пов'язано з вищим вмістом харчових волокон і білка в морінзі, які частково заміщують крохмалисті компоненти рисового борошна. Додавання порошку морінги зумовлює незначне зниження рН тіста, що може бути пов'язано з природними кислотами, присутніми у листі

Таблиця 1

Рецептурні композиції зразків макаронних виробів

Інгредієнт	Контрольний зразок (S0)	Зразок 1 (S1)	Зразок 2 (S2)	Зразок 3 (S3)
Рисове борошно, г	95	90	85	80
Порошок <i>Moringa oleifera</i> , г	0	5	10	15
Кукурудзяний крохмаль, г	5	5	5	5
Сіль кухонна, г	0,5	0,5	0,5	0,5
Питна вода, мл	30–32	30–32	30–32	30–32

Таблиця 2

Фізико-хімічні параметри зразків тіста для макаронних виробів

Параметри	S0	S1	S2	S3
Вологість, %	31,2 ± 0,4	30,5 ± 0,3	29,6 ± 0,5	28,8 ± 0,6
Кислотність (рН)	6,3 ± 0,1	6,2 ± 0,1	6,1 ± 0,1	6,0 ± 0,1
Водопоглинання, %	52,4 ± 0,1	55,7 ± 0,2	57,9 ± 0,1	59,3 ± 0,1
Колір тіста (CIELab):				
– L (світлість)	86,5	75,2	68,4	62,9
– a (червоний/зелений)	-1,2	-4,8	-7,6	-9,1
– b (жовтий/синій)	15,6	10,3	7,1	5,5
Щільність тіста, г/см ³	1,03 ± 0,05	1,08 ± 0,04	1,12 ± 0,04	1,15 ± 0,05

Moringa oleifera. Показник водопоглинання зростає із вмістом морінги, що свідчить про збільшення гігроскопічності суміші. Це може позитивно впливати на структуру тіста, але потребує точного контролю кількості доданої води при замісі. Збільшення щільності тіста свідчить про його ущільнення внаслідок підвищеного вмісту рослинного білка та клітковини в морінзі, що змінює реологічні властивості суміші на основі рисового борошна.

Використання порошку *Moringa oleifera* у рецептурі макаронного тіста на основі рисового борошна призводить до наступних змін: зниження вологості та рН; збільшення водопоглинання та щільності; збагачення тіста пігментами морінги, що змінює колір у бік зеленого. Ці зміни необхідно враховувати при подальшому формуванні макаронів та виборі умов сушіння й зберігання. Оптимальним із технологічної точки зору виявився вміст морінги на рівні 5–10 %, який забезпечував збалансовану консистенцію та стійку структуру сирого тіста.

На рис. 1 представлено зовнішній вигляд макаронних виробів, виготовлених із додаванням порошку *Moringa oleifera* у концентраціях 5 %, 10 % та 15 % до борошняної основи (зразки S1, S2, S3, відповідно) у порівнянні із контрольним зразком (S0) – рисові макарони без добавок. Макарони представлені у трьох різних форматах: різьки, гнізда (лапша) та пластичні смужки (тальятеле/локшина), що дозволяє оцінити вплив

морінги на текстуру, форму та колір у різних технологічних варіантах.

При внесенні порошку *Moringa oleifera* до рецептури рисових макаронних виробів спостерігається поступове інтенсивне забарвлення виробів у зелений колір зі зростанням концентрації добавки. Також можна помітити незначну зміну форми при 15 % вмісті морінги – краї стали менш чіткими, з'явилась легка деформація, що свідчить про вплив морінги на в'язкість і пластичність тіста.

Усі зразки демонструють гарну однорідність кольору та відсутність тріщин або розривів, що свідчить про загальну технологічну придатність добавки *Moringa oleifera* до рецептури безплютенових макаронних виробів.

Фізико-хімічні характеристики готових (сухих) макаронних виробів є важливими показниками, які визначають якість, стабільність під час зберігання та кулінарну придатність продукту. У межах дослідження було оцінено такі параметри: вологість, кислотність (рН), вміст білка, зольність, водопоглинальна здатність при варінні та втрати сухих речовин. Результати представлено в табл. 3.

Спостерігається зниження вологості зі зростанням вмісту морінги, що позитивно впливає на здатність до тривалого зберігання та зменшує ризики мікробіологічного псування.

Незначне зниження рН відображає присутність природних органічних кислот у морінзі, що може мати легкий консервуючий ефект.

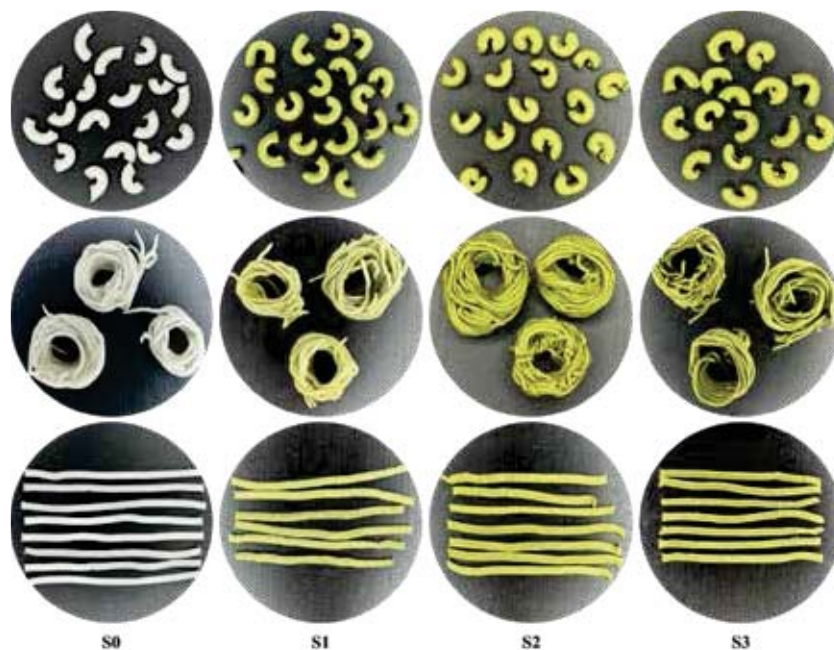


Рис. 1. Зовнішній вигляд зразків макаронних виробів

Таблиця 3

Фізико-хімічні параметри зразків макаронних виробів

Параметри	S0	S1	S2	S3
Вологість, %.	11,8 ± 0,3	11,1 ± 0,2	10,5 ± 0,3	10,1 ± 0,4
Кислотність:				
– активна, од. рН	6,25 ± 0,1	6,12 ± 0,1	6,03 ± 0,1	5,94 ± 0,1
– титрована, °Т	2,3 ± 0,1	2,5 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,9 ± 0,1
Масова частка білка, %	6,1 ± 0,1	7,8 ± 0,1	9,2 ± 0,1	10,1 ± 0,1
Зольність, %	0,55 ± 0,03	0,72 ± 0,05	0,83 ± 0,25	0,91 ± 0,05
Водопоглинальна здатність, %	162,0 ± 5,0	175,0 ± 4,0	183,0 ± 8,0	189,0 ± 2,0
Час варіння, хв	6,0 ± 0,5	6,3 ± 0,6	6,7 ± 0,5	7,1 ± 0,4
Втрати сухих речовин при варінні, %	6,4 ± 0,1	6,1 ± 0,1	5,7 ± 0,2	5,2 ± 0,1

Збільшення вмісту порошку *Moringa oleifera* призводить до помітного підвищення білкової цінності продукту, що є важливим критерієм функціональності.

Підвищення мінерального складу (зольності) зумовлене високим вмістом макро- і мікроелементів (залізо, кальцій, калій) у моринзі.

Здатність до водопоглинання зростає, що вказує на утворення щільнішої гелеподібної структури тіста після варіння (рис. 2). Час варіння поступово збільшується через ущільнення структури тіста при більш високому вмісті порошку моринги.

Зменшення втрат сухих речовин свідчить про підвищену структурну стабільність макаронів, що особливо важливо для безглютенових продуктів.

Таким чином, введення порошку *Moringa oleifera* у рецептуру макаронів на основі рисового борошна позитивно впливає на збереження вологості на технологічно оптимальному рівні; підвищення білкової та мінеральної цінності; покращення кулінарних властивостей.

Одним з індикаторів структурної стабільності макаронних виробів під час термічної обробки є кількість сухих речовин, що переходять у відвар. Високі втрати свідчать про надмірну розпушеність тіста, недостатню зв'язаність компонентів та порушення цілісності гелеутвореної сітки, особливо у безглютенових продуктах.

Результати аналізу сухих речовин у відварі після варіння макаронних виробів рефрактометричним методом представлено на графіку (рис. 2).

У контрольному зразку втрати залишаються на мінімальному рівні, що характерно для макаронів із стабільною структурою. При додаванні 5 % морінги, вміст розчинних речовин зростає на $\approx 38\%$ порівняно з контролем, що вказує на незначне порушення структури, але в межах допустимого. Зразки з 10 % та 15 % морінги мають суттєве підвищення Вгіх-показника, що свідчить про значне вимивання компонентів тіста у воду (насамперед крохмалю та біоактивних речовин з морінги), що знижує харчову цінність готового продукту.

Таким чином, оптимальний рівень введення морінги – до 10 %, при якому зберігається задовільна структурна стабільність тіста. При 15 % зростання втрат сухих речовин є небажаним з точки зору ефективності використання функціонального компонента та консистенції макаронних виробів.

Оцінювання сенсорних властивостей макаронних виробів проводилось після варіння. Розглядалися наступні критерії: зовнішній вигляд (цілісність, форма, деформація); колір після термічної обробки; смак та аромат; текстура (щільність, пружність, еластичність). Вироби оцінювались

дегустаційною комісією з 10 осіб за 10-бальною шкалою. Візуальне представлення зразків після варіння наведено на рис. 3.

Результати дегустаційної оцінки представлено у вигляді профілограми (рис. 4).

Найвищу загальну сенсорну оцінку отримав зразок з 5 % порошку морінги – він поєднав приємний натуральний зелений колір, стабільну форму після варіння, приємну консистенцію, смак та аромат. Зразки з 10 % морінги мали прийнятні характеристики, але частково втрачали пружність. При 15 % морінги відзначено зниження еластичності та виражений рослинний присмак, який не всі дегустатори визнали приємним.

Таким чином, оптимальною концентрацією для збереження найкращих сенсорних властивостей є 5–10 % додавання порошку *Moringa oleifera*.

Мікробіологічна безпека макаронних виробів – критично важливий показник якості, особливо при розробці функціональних продуктів з додаванням рослинних компонентів. Порошок *Moringa oleifera*, окрім харчової цінності, має природні антимікробні властивості завдяки вмісту

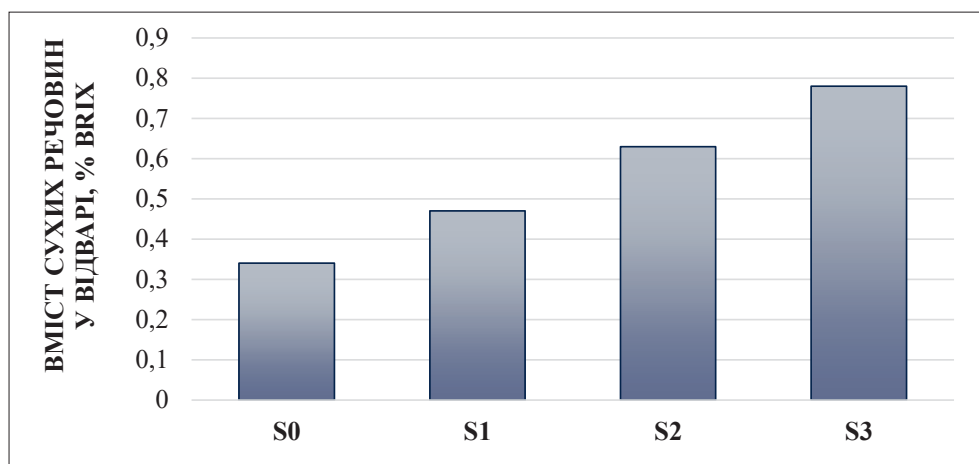


Рис. 2. Аналіз сухої речовини у відварі після варіння зразків макаронних виробів



Рис. 3. Зовнішній вигляд зразків макаронних виробів після варіння

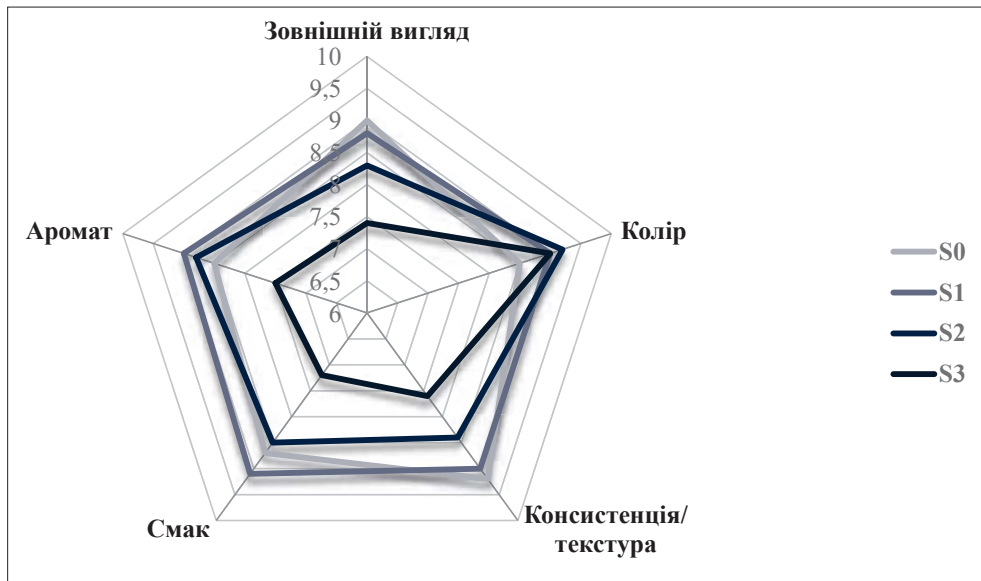


Рис. 4. Сенсорний профіль зразків макаронних виробів після варіння

біоактивних сполук (ізогіоціанати, фенольні кислоти, флавоноїди).

Додання порошку *Moringa oleifera* до складу безглютенових макаронних виробів істотно знижує мікробіологічну забрудненість та підвищує стабільність продукту під час зберігання. Оптимальними з точки зору мікробіологічної безпеки є зразки з 10 % і 15 % морінги, де рівень КМАФАнМ і загальної кількості дріжджів та пліснявих грибів не перевищує допустимих значень навіть через 60 діб зберігання. Це дозволяє збільшити термін реалізації виробу без використання хімічних консервантів, що є перевагою для споживачів, які орієнтовані на здорове харчування.

На підставі комплексної оцінки фізико-хімічних, мікробіологічних, органолептичних та кулінарно-технологічних характеристик макаронних виробів, виготовлених із додаванням порошку *Moringa oleifera*, було встановлено, що оптимальним є рівень включення морінги на

рівні 10 % від маси борошняної основи. Саме цей варіант забезпечує найбільш збалансоване поєднання сенсорної привабливості, харчової цінності, структурної стабільності та мікробіологічної безпеки.

Уведення порошку *Moringa oleifera* забезпечує підвищення вмісту білків, харчових волокон, мінералів та біоактивних речовин у готовому продукті, з одночасним зменшенням мікробіологічного навантаження під час зберігання. Така рецептура також сприяє формуванню стабільної структури тіста та привабливого натурального кольору після варіння.

Запропонована рецептура та модель виробництва безглютенових макаронних виробів із порошком *Moringa oleifera* є технологічно здійсненою, економічно обґрунтованою та маркетингово привабливою. Вона відповідає сучасним вимогам до функціонального харчування та має потенціал для впровадження в українське та міжнародне виробництво.

Таблиця 3

Мікробіологічні показники зразків макаронних виробів під час зберігання

Зразок	Показник	День 0	День 14	День 30	День 60
S0	КМАФАнМ, КУО/г	$1,2 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$6,4 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$
	Загальна кількість дріжджів та пліснявих грибів, КУО/г	2,1	8,0	20,0	44,0
S1	КМАФАнМ, КУО/г	$1,0 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$3,9 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$
	Загальна кількість дріжджів та пліснявих грибів, КУО/г	1,8	5,9	18,0	31,0
S2	КМАФАнМ, КУО/г	$0,8 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$4,2 \times 10^2$
	Загальна кількість дріжджів та пліснявих грибів, КУО/г	1,4	4,0	10,0	17,0
S3	КМАФАнМ, КУО/г	$0,6 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$
	Загальна кількість дріжджів та пліснявих грибів, КУО/г	1,0	3,1	7,0	12,0

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. У результаті виконаного наукового дослідження було обґрунтовано доцільність використання порошку *Moringa oleifera* як функціонального інгредієнта у рецептурі безглютенових макаронних виробів на основі рисового борошна. Встановлено, що додавання 10 % порошку *Moringa oleifera* забезпечує оптимальне поєднання функціональних властивостей і стабільності готового продукту; макарони мають підвищений вміст білка, мінералів та біологічно активних речовин; втрати сухих речовин під час варіння залишаються на прийнятному рівні (до 0,63 % Brix); продукти з морінгою демонструють підвищену мікробіологічну стабільність при зберіганні (до 60 діб); сенсорні властивості макаронів із додаванням 10 % морінги були оцінені як добрі або відмінні за всіма критеріями.

На основі отриманих даних запропоновано оптимальну рецептуру безглютенових макаронів функціонального призначення. Таким чином, проведене дослідження не лише розширює науково-практичні підходи до створення продуктів функціонального харчування на безглютеновій основі, але й має високу прикладну цінність для розвитку інноваційного харчового виробництва в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gopalakrishnan L., Doriya K., Kumar D. S. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*. 2016. Vol. 5, no. 2. P. 49–56. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>
2. Sengey A. I., Abu J. O., Gernah D. I. Effect of *Moringa oleifera* Leaf Powder Supplementation on Some Quality Characteristics of Wheat Bread. *Food and Nutrition Sciences*. 2013. Vol. 04, no. 03. P. 270–275. URL: <https://doi.org/10.4236/fns.2013.43036>
3. Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement / Y. Gao et al. *International Journal of Food Science & Technology*. 2017. Vol. 53, no. 1. P. 19–32. URL: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13505>
4. Leal I. A., Garlit G. B., Ramos L. M. Exploring post-harvest processing of tropical crops: *Moringa oleifera* and *Zea mays* as alternative ingredients for gluten-free pasta production. *Journal of Tropical Crop Research*. 2025. Vol. 12 No. 2. URL: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29940.46723>
5. Optimizing gluten-free pasta quality: The impacts of transglutaminase concentration and knead-

ing time on cooking properties, nutritional value, and rheological characteristics / N. J. d. S. Ramos et al. *LWT*. 2023. Vol. 189. P. 115485. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115485>

6. *Moringa oleifera*: a comprehensive review of its nutritional benefits, functional applications, and future potential in food science / B. Ramesh et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2025. URL: <https://doi.org/10.1002/jsfa.70388>

7. Current status and prospects of sensory and consumer research approaches to gluten-free bakery and pasta products / V. D. Capriles et al. *Food Research International*. 2023. Vol. 173. P. 113389. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113389>

8. Physical quality of gluten-free doughs and fresh pasta made of amaranth / T. Lux (née Bantleon) et al. *Food Science & Nutrition*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1002/fsn3.3301>

9. Mbikay M. Therapeutic Potential of *Moringa oleifera* Leaves in Chronic Hyperglycemia and Dyslipidemia: A Review. *Frontiers in Pharmacology*. 2012. Vol. 3. URL: <https://doi.org/10.3389/fphar.2012.00024>

REFERENCES

1. Gopalakrishnan, L., Doriya, K., Kumar, D. S. (2016). *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*. 5 (2), 49–56. doi: 10.1016/j.fshw.2016.04.001
2. Sengey, A. I., Abu, J. O., Gernah, D. I. (2013). Effect of *Moringa oleifera* Leaf Powder Supplementation on Some Quality Characteristics of Wheat Bread. *Food and Nutrition Sciences*. 04 (03), 270–275. doi: 10.4236/fns.2013.43036
3. Gao, Y., Janes, M. E., Chaiya, B., Brennan, M. A., Brennan, C. S. та Prinyawiwatkul, W. (2017). Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement. *International Journal of Food Science & Technology*. 53 (1), 19–32. doi: 10.1111/ijfs.13505
4. Leal, I. A., Garlit, G. B., Ramos, L. M. (2025). Exploring post-harvest processing of tropical crops: *Moringa oleifera* and *Zea mays* as alternative ingredients for gluten-free pasta production. *Journal of Tropical Crop Research*. 12 (2). doi: 10.13140/RG.2.2.29940.46723
5. Ramos, N. J. d. S., Rocha, E. B. M., Gusmão, T. A. S., Nascimento, A., Lisboa, H. M., de Gusmão, R. P. (2023). Optimizing gluten-free pasta quality: The impacts of transglutaminase concentration and kneading time on cooking properties, nutritional value, and rheological characteristics. *LWT*. 189, 115485. doi: 10.1016/j.lwt.2023.115485
6. Ramesh, B., Chauhan, R., Don, P. M. U., Joshi, R., Pansare, S., Modi, Z., Verma, A., Abdur Rahim Imthiaz, F. R., Chaudhary, P., Vashisht, P., Modak, B.,

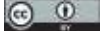
Gandhi, G., Rathnakumar, K. (2025). Moringa oleifera : a comprehensive review of its nutritional benefits, functional applications, and future potential in food science. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi: 10.1002/jsfa.70388

7. Capriles, V. D., Valéria de Aguiar, E., Garcia dos Santos, F., Fernández, M. E. A., de Melo, B. G., Tagliapietra, B. L., Scarton, M., Clerici, M. T. P. S., Conti, A. C. (2023). Current status and future prospects of sensory and consumer research approaches to gluten-free bakery and pasta products. *Food*

Research International. 173, 113389. doi: 10.1016/j.foodres.2023.113389

8. Lux (née Bantleon), T., Spillmann, F., Reimold, F., Erdös, A., Lochny, A., Flöter, E. (2023). Physical quality of gluten-free doughs and fresh pasta made of amaranth. *Food Science & Nutrition*. doi: 10.1002/fsn3.3301

9. Mbikay, M. (2012). Therapeutic Potential of Moringa oleifera Leaves in Chronic Hyperglycemia and Dyslipidemia: A Review. *Frontiers in Pharmacology*. 3. doi: 10.3389/fphar.2012.00024

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0) 

Дата першого надходження статті до видання: 24.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 23.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 08.05.2026