

ТЕХНОЛОГІЯ ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 664.681:635.42:635.112

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.1.2/40>**Василенко О.О.**

Сумський національний аграрний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАНИКІВ ЯКОСТІ ЗБИВНИХ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ ЗІ ЗНИЖЕНИМ ВМІСТОМ ГЛЮТЕНУ

Стаття присвячена розробці нової рецептури бісквітного виробу з низьким вмістом глютену на основі нетрадиційних інгредієнтів – порошку буряка та пасти з мангольду. У статті розкрито, що ці рослини, багаті на біологічно активні сполуки, такі як флавоноїди, алкалоїди та беталаїни, раніше не застосовувались у виробництві безглютенових бісквітів. Визначено, що для зниження кількості глютену в рецептурі пшеничне борошно з низьким вмістом білка (8,2%) було частково замінено на буряковий порошок у різних концентраціях (5-20%). Крім того, з метою зменшення алергенності яєчні продукти частково замінили пастою з мангольду (10-25%). Встановлено, що нова рецептура дозволяє не тільки зменшити вміст глютену та яєць, але й збагатити бісквіти беталаїнами, рослинним білком, харчовими волокнами та мінеральними речовинами. Експериментально підтверджено, що оптимальне співвідношення інгредієнтів було визначено шляхом аналізу харчової та біологічної цінності бісквітів з різним вмістом бурякового порошку та пасти мангольду. Хімічний склад (вологість, білки, жири, вуглеводи, харчові волокна, зола) та енергетична цінність готових виробів були ретельно досліджені. З'ясовано, що додавання 15% бурякового порошку та 20% пасти мангольду (зразок 3) сприяє значному покращенню харчових властивостей бісквіту: зниженню вмісту жиру на 36,51%, збільшенню кількості харчових волокон на 538,46% та золи на 712,5%. При цьому енергетична цінність зразка 3 була на 15,76% нижчою, ніж у контрольного зразка. Органолептичні властивості бісквітів, збагачених буряковим порошком та пастою мангольду, були оцінені з метою визначення найкращих показників. Отримані результати підтвердили можливість перспективності використання бурякових напівфабрикатів як заміників глютену та алергенів у кондитерській промисловості.

Ключові слова: збивні борошняні вироби, сушені овочі, випічка, дієтичне харчування, якісні характеристики, біологічно активні речовини.

Постановка проблеми. Борошняні кондитерські вироби є одними з найперспективніших об'єктів розробки технологій харчових продуктів функціонального призначення, оскільки вони широко використовують у харчуванні населення, як України так і всього світу. Зацікавленість до кондитерських виробів останнім часом зросла, основними факторами, що сприяють збільшенню попиту на споживання кондитерських та хлібобулочних виробів, є урбанізація, низька собівартість, тривалий термін зберігання, хороший смак і легке їх транспортування. Зазвичай, населенням планети вживає кондитерські і хлібобулочні вироби, такі як хліб, бісквіти та печиво.

Потрапляння глютену в організм стає причиною порушення процесу всмоктування поживних елементів (макро- та мікроелементів, вітамінів), погіршення загального стану людини. Внаслідок цього порушується робота шлунково-кишкового

тракту. Удосконалення технологій виробництва виробів зі зниженим вмістом глютену на основі інгредієнтів, що вносяться, розширить асортимент таких продуктів харчування вітчизняного виробництва і дозволяє їх зробити доступними для широкого кола споживачів. Проблема виробництва низькоглютенової та безглютенової продукції залишається об'єктом підвищеної уваги з боку виробників та споживачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Харчова цінність переважної більшості видів борошняних кондитерських виробів, що виробляються за традиційними рецептурами, не відповідає сучасним вимогам науки про харчування. Вона відрізняється високим вмістом простих вуглеводів, жирів і не містить достатньої кількості білка, вітамінів, макро- та мікроелементів. Тому основним завданням при виробленні цієї групи продукції є підвищення харчової та біологічної

цінності, використання доступної для виробництва сировини та збереження основних технологічних показників, відомих для споживача. Такі продукти розробляються з метою коригування та покращення харчового статусу населення в рамках державної політики у галузі здорового харчування. Оптимізація рецептур харчових продуктів є ефективним методом їх вдосконалення [1].

Безглютенова дієта є єдиним ефективним засобом лікування осіб, які страждають на розлади, пов'язані з непереносимістю глютену, і має тенденції до зростання та зміщує фокус на новий ринок безглютенових продуктів. Найбільша частка ринку безглютенових продуктів (47,5%) припадає на Європу [2].

Було проведено широкі дослідження для можливості заміни глютенівмісної сировини іншими інгредієнтами, а також текстуруючими добавками, які надають тісту унікальну в'язкопружність і як результат якість кондитерським виробам [3].

Багато видів безглютенових кондитерських виробів були доповнені широким спектром добавок, таких як гідрокооліди, підкислювачі, емульгатори, розпушувачі, консерванти та ароматизатори або смакові добавки, а також білки і цукри до 81 і 87%, відповідно [4]. Хоча вищезазначені інгредієнти оптимізують якість виробів, вони, як правило, ще більше знижують харчову цінність [5]. Звичайне борошно, що природно містять глютен (наприклад, пшениця, ячмінь і жито) можуть бути деглутиновані за допомогою технологій біо-процесу, наприклад, додавання вибраної закваски здатне детоксикувати імуногенні пептиди за допомогою дії ферменти, що виділяються лактобактеріями [6]. Однак, у цих композиціях безглютенових виробів відсутні харчові волокна та біоактивні сполуки, які обґрунтовано необхідні для нормальної життєдіяльності організму. Джерелами харчових волокон та золи у кондитерських виробках слугують насіння, шкірка, кісточки, стебла та серцевина фруктів та овочів, які можуть додати біологічну цінність продукту [7].

Комерційна цінність будь-якого кондитерського виробу визначається його текстурою, сенсорними та органолептичними властивостями, які в основному зазнають впливу через фізико-хімічні властивості інгредієнтів [8]. Найбільш поширеним джерелом харчових волокон є рослинна сировина, а саме коренеплоди, в тому числі буряк різних видів. Буряк столовий є унікальним джерелом харчових волокон – розчинних та нерозчинних, білка та мікро- і макроелементів. Висока біологічна цінність порошку буряка обумовлена

оптимальним поєднанням вітамінів, мінеральних речовин і добре засвоюваних вуглеводів (глюкози, фруктози, сахарози). Борошно, отримане з бобових, коренеплодів та зернових продуктів, може використовуватися, як джерела рослинного білка, мікро- та макроелементів і харчових волокон для збагачення вмісту поживних речовин у кондитерських виробках [9]. Дефіцит клітковини, заліза, кальцію, антиоксидантів і фолієвої кислоти в кондитерських виробках, особливо в виробках з високим вмістом цукру, таких як бісквіти, можна компенсувати, замінивши частину борошна на буряковий порошок, щоб зробити його більш здоровим і поживним. Буряк широко використовується у кулінарії завдяки високому вмісту поживних речовин [10]. Дефіцит повноцінного білка та мінеральних речовин у харчових виробках зменшується за рахунок використання у рецептурі паст з гідробіонтів збагачених мікроелементами [11]. Коренеплоди буряку та його листя багаті на харчові волокна, мінерали та вітаміни [12]. Буряк містить велику кількість біоактивних таких як каротиноїди, фенольні сполуки, сапоніни, бетаїн, беталаїни, поліфеноли та флавоноїди, які також присутні в порошку буряка, та мають антиоксидантні властивості. Бетаїн буряку є триметильним похідним амінокислоти гліцину, який сприяє м'язовій витривалості, силі та потужності [13].

Досліджено вплив заміни частини пшеничного борошна на горохове та властивості здобного тіста та кексів. Оскільки білковий склад горохового борошна відрізняється від складу пшеничного борошна, вплив його включення до рецептури на утворення тіста та властивості кексів відстежувалося на різних етапах виготовлення кексів. Результати висвітлюють фізико-хімічні механізми і схематичне зображення явищ, що відбуваються на різних стадіях змішування залежно від порядку включення інгредієнтів. Заміна 20% і 40% пшеничного борошна гороховим борошном забезпечило найкращі показники структури кексів [14].

Борошно з каштану, порошку моркви і нуту має високі поживні та функціональні властивості і може бути включене в рецептури бісквітів. Інноваційні дослідження були спрямовані на оцінку ефекту складання сумішей цих видів борошна з пшеничним борошном при приготуванні бісквітів. Оцінено щільність, мікроструктуру та в'язкість тіста, а також питомий об'єм, консистенцію та розжовуваність бісквітів. Борошно з нуту зменшило щільність тіста і збільшило в'язкість порівняно з пшеничним борошном, тоді як кашта-

нове борошно та порошок моркви зменшили в'язкість і не вплинули на щільність [15].

Враховуючи платоспроможність населення, для виготовлення бісквітів доцільно використовувати доступні інгредієнти з порівняно високою біологічною цінністю. Перспективним у технології бісквітів є використання порошку та пасти з буряка, що має високий вміст рослинних білків, харчових волокон, золи та пігментів (беталаїн). Вченими не проводилося подібне дослідження для оцінки переваг застосування бурякового порошку та пасти мангольду у кондитерських виробках, таких як бісквіти.

Постановка завдання. Мета дослідження – розробка борошняних кондитерських виробів зі зниженим вмістом глютену, збагачених порошком буряку та пастою мангольду.

Для досягнення поставленої мети виконувались наступні завдання:

1. Дослідити хімічний склад пшеничного борошна, бурякового порошку, курячих яєць та пасти мангольда, як основних інгредієнтів бісквітів зі зниженим вмістом глютену.

2. Розробити рецептури бісквітів зі зниженим вмістом глютену з порошком буряку та пастою мангольду.

3. Дослідити вплив введення бурякового порошку та пасти мангольду на хімічний склад бісквітів зі зниженим вмістом глютену за показниками вмісту води, білка, жиру, вуглеводів, харчових волокон, золи та енергетичної цінності.

4. Оцінити органолептичні властивості кожної рецептурної композиції бісквітів зі зниженим вмістом глютену з порошком буряку та пастою мангольду визначеної в ході експерименту.

Виклад основного матеріалу. Для порівняння основних рецептурних компонентів бісквітів, а саме бурякового порошку, пшеничного борошна та пасти мангольда, проаналізовано їх хімічний

склад, що наведено в таблиці 1. Дані в таблиці 1 свідчать про те, що вміст жиру у порошок буряку у 2 рази, а у пасті мангольду у 5 разів менший ніж у пшеничному борошні. Часткова заміна пшеничного борошна на порошок буряку дозволить зменшити енергетичну цінність бісквітів. Порошок буряку містить у 1,4 рази більше білка, у 3,4 рази золи та у 2,7 рази харчових волокон, ніж пшеничне борошно. Порошок буряку містить багато цукрів, оскільки середня кількість цукрів у буряку складає 8,47-8,98% [35], а концентрація значно збільшується при сушінні. Таким чином, порошок буряку раціонально вводити до рецептури борошняних кондитерських виробів з метою часткового заміщення пшеничного борошна. Як видно з отриманих даних порошок буряку та паста мангольду дозволить значною мірою підвищити біологічну цінність бісквітів за рахунок високого вмісту харчових волокон та золи.

Рецептура бісквітів зі зниженим вмістом глютену збагачених буряковим порошком та пастою мангольда. Бісквіти зі зниженим вмістом глютену готували шляхом часткової заміни пшеничного борошна різними пропорціями бурякового порошку. У рецептурі яєчні продукти частково замінені пастою мангольду у різних співвідношеннях. Використовуючи різне співвідношення пшеничного борошна, бурякового порошку, та пасти мангольда, було виготовлено чотири різні зразки бісквітів. Співвідношення у рецептурі пшеничного борошна та бурякового порошку 95:5 (Зразок 1), 90:10 (Зразок 2), 85: 15 (Зразок 3) і 80:20 (Зразок 4). Співвідношення яєць та пасти мангольду 90:10 (Зразок 1), 85:15 (Зразок 2), 80:20 (Зразок 3) і 75:25 (Зразок 4). Усі інгредієнти, які використовувалися для приготування бісквітів, наведено в таблиці 2. Для приготування бісквітів спочатку змішували просіяне пшеничне борошно та буряковий порошок у різних пропорціях (5, 10,

Таблиця 1

Хімічний склад пшеничного борошна, бурякового порошку, яєць курячих та пасти мангольда, n=6, $\alpha<0.05$

Назва поживних речовин	Вміст нутрієнтів, %			
	Пшеничне борошно з низьким вмістом білка	Буряковий порошок	Яйця курячі дієтичні	Паста мангольда
Волога	9,5	6,5	73,6	60
Білок	8,2	12,2	12,6	10,5
Жир	2,5	1,1	12,0	0,5
Вуглеводи:	78,3	75	0,7	21,8
цукри	-	47,5	-	6,2
харчові волокна	10,5	27,5	-	11,5
Зола	1,5	5,2	1,1	7,2

Рецептура бісквітів зі зниженим вмістом глютену збагачених буряковим порошком та пастою мангольда

Інгредієнт рецептури, г	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Пшеничне борошно з низьким вмістом білка	250,0	238,0	226,0	216,0	207,0
Порошок буряку	0,0	12,0	24,0	34,0	42,5
Цукор білий	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0
Олія кукурудзяна	190,0	190,0	190,0	190,0	190,0
Молочний порошок	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Яйця курячі дієтичні	360,0	324,0	306,0	288,0	270,0
Паста мангольду	0,0	36,0	54,0	72,0	90,0
Розпушувач	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Ванільна есенція	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Всього	1000	1000	1000	1000	1000

15 та 20% мас./мас.), а курячі яйця частково заміняли на пасту мангольда у різних пропорціях (10, 15, 20 та 25% мас./мас.).

Вплив введення бурякового порошку та пасти мангольду на хімічний склад бісквітів зі зниженим вмістом глютену. Дані з рис. 1 вказують, що найвищий вміст вуглеводів, визначений у Зразку 4 – 44,3 г/100г, що на 13,01% вище ніж у контрольного зразка. У Зразку 3 із вмістом порошку буряку 15% та 20% пасти мангольду вміст вуглеводів перевищував Контроль на 10,46%. Вміст білка у Зразках 2, 3, 4 зменшився на 1,47%, що пов'язано з частковою заміною яєч-

них продуктів у рецептурі бісквітів зі зниженим вмістом глютену. Відзначалась тенденція до зменшення вмісту жиру у дослідних Зразках бісквіту 1, 2, 3 та 4 на 17,84%, 27,39%, 36,51% та 45,64%, відповідно. Найбільше на вміст жиру у бісквітах зі зниженим вмістом глютену вплинуло зменшення кількості дієтичних курячих яєць в рецептурі (табл. 2), оскільки вони містять значну кількість жиру, а в пасті мангольду його майже не має (табл. 1). Вміст харчових волокон збільшився від 238,36% для Зразку 1 та 676,92% для Зразку 4. Для зразку 3 та 4 вміст харчових волокон збільшився у порівнянні з Контролем в середньому

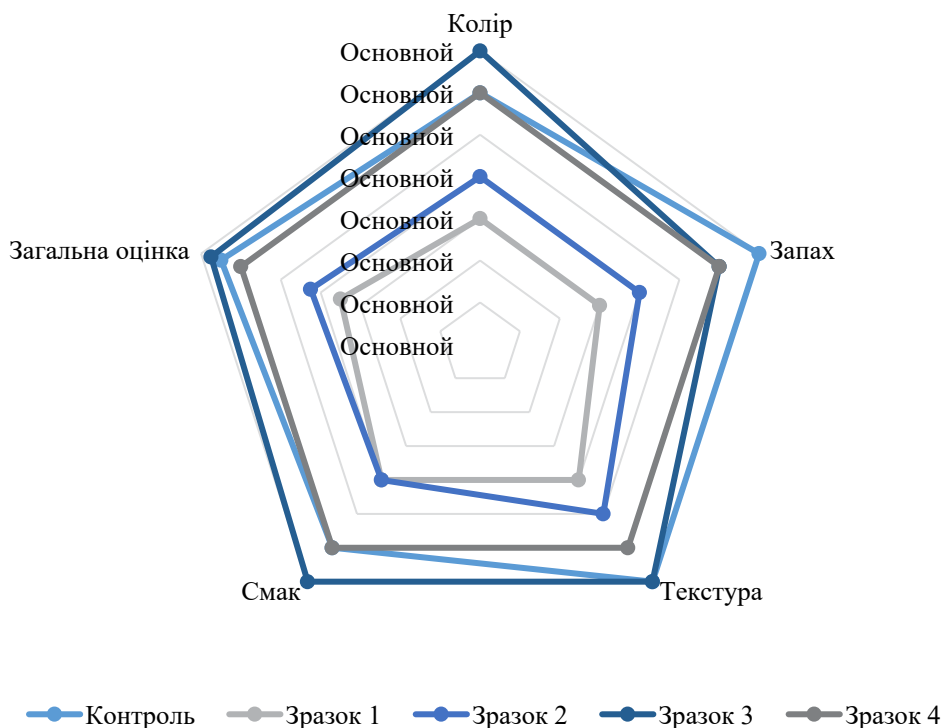


Рис. 1. Склад поживних речовин у бісквітах зі зниженим вмістом глютену збагачених буряковим порошком та пастою мангольда $n=6$, $\alpha<0.05$

в 5 разів. За загальним вмістом мікро- та макро-елементів показники дослідних Зразків збільшились з 337,5% – Зразок 1 до 887,5% – Зразок 4, у порівнянні з контрольним зразком. Не відзначено значних змін по показнику вологи для Контрольного та Дослідних зразків. Коливання вмісту вологи було в межах 1,1%, що значним чином не впливало на показники якості та органолептики бісквітів зі зниженим вмістом глютену. Спостерігається значне збільшення харчової цінності та зменшення вмісту жиру, незважаючи на підвищення вмісту вуглеводів, що здебільшого складаються з харчових волокон та натуральних цукрів (табл. 1). Вміст білка пшениці, що містить глютен та в основному складається з глютенінів і гліадинів, у контрольному зразку склав 2,05 г/100г. З додаванням порошку буряку та пасти мангольду до рецептури бісквіту вміст білка пшениці почав зменшуватися. Для Зразку 3 вміст білка пшениці зменшився на 13,7%, а для Зразку 4 на 17,1%. Енергетична цінність бісквітів зі зниженим вмістом глютену для контрольного зразка склала 400,9 ккал/100г. Зразок 3 показав зменшення енергетичної цінності на 15,76% у порівнянні з контролем.

Органолептична оцінка бісквітів зі зниженим вмістом глютену збагачених буряковим порошком та пастою мангольда. Органолептичні показники для споживача на основі кольору, смаку, текстури, смаку та загальний вигляд зразків наведено рис. 2. Значення на рис. 2 наведені як середні, після дегустації десятима експертами. Також було відзначено, що Зразок 3 бісквіта, виготовлений з додаванням 15% бурякового порошку та 20% пасти мангольду, мав високі показники смаку, текстури та зовнішнього вигляду серед інших пропорцій бурякового порошку та у порівнянні з контролем. Досліджено, що зразок бісквіту 4, виготовлений із додаванням 20% порошку буряка, мав знижені показники текстури та смаку, що пов'язано з занадто великою кількістю порошку буряка та пасти мангольда в рецептурі.

Висновки. Досліджено хімічний склад пшеничного борошна, бурякового порошку, курячих яєць та пасти мангольда, як основних інгредієнтів бісквітів зі зниженим вмістом глютену. Доведено, що вміст жиру у порошок буряку у 2 рази, а у пасті мангольду у 5 разів менший ніж у пшеничному борошні. Порошок буряка містить у 1,4 рази більше білка, у 3,4 рази золи

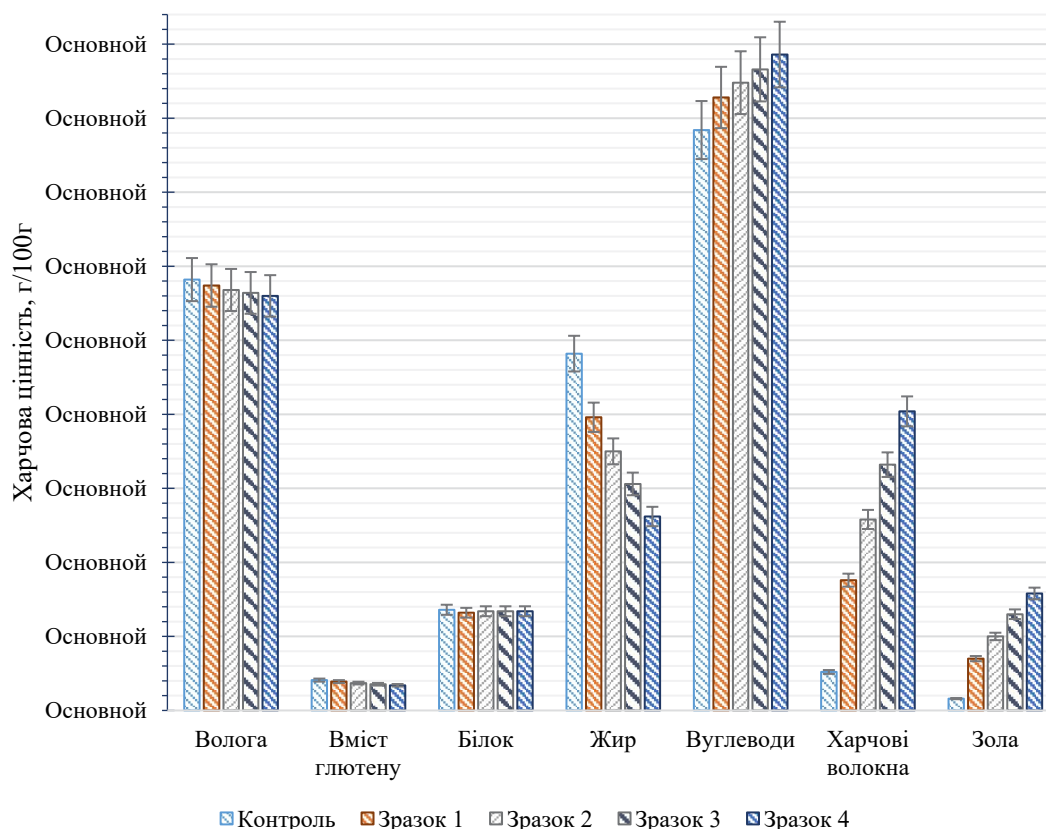


Рис. 2. Органолептична оцінка бісквітів збагачених буряковим порошком та пастою мангольда

та у 2,7 рази харчових волокон, ніж пшеничне борошно. Таким чином, порошок буряка раціонально вводити до рецептури борошняних кондитерських виробів з метою часткового заміщення пшеничного борошна. Буряковий порошок багате джерело харчових волокон і мінеральних речовин, можна використовувати у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів. Вміст білка, жиру, золи та клітковини в різних відсотках бурякового порошку збільшився зі збільшенням бурякового порошку. Розроблено 4 зразки рецептури бісквітів зі зниженим вмістом глютену з використанням бурякового порошку та пасти мангольду. Досліджено вплив введення бурякового порошку та пасти мангольду на хімічний склад бісквітів зі зниженим вмістом глютену за показниками вмісту води, білка, жиру, вуглеводів, харчових волокон, золи та енергетичної цінності. Найкращими показниками відзначився Зразок 3 із вмістом порошку буряка 15% та пасти мангольду 20%. Бісквіт, що містить 15% бурякового порошку, мав кращий зовнішній вигляд, смак і текстуру порівняно з іншими зразками. Це дослідження показало, що бісквіти, приготовані з порошком буряка 15% (мас./мас.), мали порівняно кращі поживні та сенсорні характеристики порівняно з контрольною. Тому бісквіту з 15% бурякового порошку радимо вживати в щоденному раціоні для користі

здоров'ю. Вміст білка у Зразку 3 зменшився на 1,47%, що пов'язано з частковою заміною яєчних продуктів у рецептурі бісквітів зі зниженим вмістом глютену. З додаванням порошку буряку та пасти мангольду до рецептури бісквіту вміст білка пшениці почав зменшуватися. Для Зразку 3 вміст білка пшениці зменшився на 13,7%. У Зразку 3 відзначалась тенденція до зменшення вмісту жиру на 36,51%. Вміст харчових волокон збільшився для Зразку 3 у порівнянні з Контролем в середньому в 5 разів. За загальним вмістом мікро- та макроелементів показники Зразка 3 збільшилися на 712,5% у порівнянні з Контролем. Коливання вмісту води було в межах 1,1%, що значним чином не впливало на показники якості та органолептики бісквітів зі зниженим вмістом глютену. Зразок 3 показав зменшення енергетичної цінності на 15,76% у порівнянні з контролем. Оцінено органолептичні властивості кожної рецептурної композиції бісквітів зі зниженим вмістом глютену з порошком буряка та пастою мангольду визначеної в ході експерименту. Було відзначено, що Зразок 3 бісквіта, виготовлений з додаванням 15% бурякового порошку та 20% пасти мангольду, мав високі показники смаку, текстури та зовнішнього вигляду серед інших пропорцій бурякового порошку та у порівнянні з контролем.

Список літератури:

1. Luick M, Pechey R, Harmer G, Bandy L, Jebb SA, Piernas C. The impact of price promotions on confectionery and snacks on the energy content of shopping baskets: A randomised controlled trial in an experimental online supermarket. *Appetite*. 2023;186:106539. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2023.106539>
2. Srivastava S, Singh K. Nutritional Differences found in two values added baked products of beetroot (*Beta vulgaris*). *International Journal of Science, Engineering and Management*. 2018;3(4):209-212. Available online: https://www.technoarete.org/common_abstract/pdf/IJSEM/v5/i4/Ext_61730.pdf
3. Patil H, Pol R. A Study on Effects of Standardized Recipes of Bakery Products in Pune Region. *International Journal of Multidisciplinary Consortium*. 2014;1(3):82-91. Available online: <https://aissmschmct.in/wp-content/uploads/2019/05/23.pdf>
4. Gao D, Helikh A, Filon A, Duan Z, Vasylenko O. Effect of Ph-shifting treatment on the gel properties of pumpkin seed protein isolate. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2022;30(2):198-204. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i2.241145>
5. Fernandes Dias L, Kobus R, Bagolin do Nascimento A. Effectiveness of the low-FODMAP diet in improving non-celiac gluten sensitivity: A systematic review. *British Journal of Nutrition*. 2023;129(12):2067-2075. <https://doi.org/10.1017/S0007114522002884>
6. Holovko M, Holovko T, Gelikh A, Zharebkin M. Optimization of the recipes of forcemeat products on the basis of processed freshwater mussels. *Food Science and Technology*. 2018;12(4):86-93. <https://doi.org/10.15673/fst.v12i4.1206>
7. Le Loan TK, Thuy NM, Le Tri Q, Sunghoon P. Characterization of gluten- free rice bread prepared using a combination of potato tuber and ramie leaf enzymes. *Food Science and Biotechnology*. 2021;30:521-529. <https://doi.org/10.1007/s10068-021-00891-2>
8. Bender D, Schonlechner R. Innovative approaches towards improved gluten- free bread properties. *Journal of Cereal Science*. 2020;91:102904. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102904>

9. Abdelsalam RR, El-Naggar EA, El-Soukkary FAH, Abdelmegiud M. H. Physico-chemical, functional and antioxidant properties of some flours types as gluten-free ingredients compared to wheat flour. *Asian Journal of Applied Chemistry Research*. 2021;10(3):21-30. <https://doi.org/10.9734/ajacr/2021/v10i3-430238>
10. Gao D, Helikh A, Duan Z, Xie Q. Thermal, structural, and emulsifying properties of pumpkin seed protein isolate subjected to pH-shifting treatment. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2023;17:2301-2312. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01776-6>
11. Prymenko VH, Sefikhanova KA, Helikh AO, Golovko MP, Vasylenko OO. Choice justification of dairy raw materials according to indicators of their structure for obtaining selenium-protein dietary supplements. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2022;30(1):79-87. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i1.241139>
12. Martínez-Villaluenga C, Pen˜as E, Herná˜ndez-Ledesma B. Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food and Chemical Toxicology*. 2020;137:111178. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178>
13. Roman L, Belorio M, Gomez M. Gluten-free breads: The gap between research and commercial reality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019;18:690-702. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12437>
14. De Angelis M, Cassone A, Rizzello CG, Gagliardi F, Minervini F, Calasso M, et al. Mechanism of degradation of immunogenic gluten epitopes from *Triticum turgidum* L. var. Durum by sourdough lactobacilli and fungal proteases. *Applied and Environmental Microbiology*. 2010;76:508-518. <https://doi.org/10.1128/AEM.01630-09>
15. Chandra S, Singh S, Kumari D. Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *Journal of Food Science & Technology*. 2015;52:3681-3688. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1427-2>

Vasylenko O.O. RESEARCH OF QUALITY INDICATORS OF WHIPPED FLOUR PRODUCTS WITH REDUCED GLUTEN CONTENT

This article is dedicated to the development of a new biscuit formulation with low gluten content based on non-traditional ingredients: beetroot powder and mangold paste. The article reveals that these plants, rich in biologically active compounds such as flavonoids, alkaloids, and betalains, have not been previously used in the production of gluten-free biscuits. It was determined that to reduce the amount of gluten in the formulation, wheat flour with low protein content (8.2%) was partially replaced with beetroot powder in various concentrations (5-20%). Additionally, to reduce allergenicity, egg products were partially replaced with mangold paste (10-25%). It was established that the new formulation allows not only to reduce the content of gluten and eggs but also to enrich biscuits with betalains, plant protein, dietary fiber, and mineral substances. It was experimentally confirmed that the optimal ratio of ingredients was determined by analyzing the nutritional and biological value of biscuits with different contents of beetroot powder and mangold paste. The chemical composition (moisture, proteins, fats, carbohydrates, dietary fiber, ash) and energy value of the finished products were thoroughly investigated. It was found that the addition of 15% beetroot powder and 20% mangold paste (sample 3) contributes to a significant improvement in the nutritional properties of the biscuit: a decrease in fat content by 36.51%, an increase in the amount of dietary fiber by 538.46% and ash by 712.5%. At the same time, the energy value of sample 3 was 15.76% lower than that of the control sample. The organoleptic properties of biscuits enriched with beetroot powder and mangold paste were evaluated to determine the best indicators. The obtained results confirmed the feasibility and prospects of using beetroot semi-finished products as substitutes for gluten and allergens in the confectionery industry.

Key words: whipped flour products, dried vegetables, baked goods, pastry, dietary nutrition, diet, quality characteristics, bioactive substances.