

УДК 664.661

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2026.60>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСТРАКТУ ЧОРНОБРИВЦІВ РОЗЛОГИХ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Галина Вікторівна Карпик

кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-5374-8368>

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України, 46025, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, Україна

Олена Іванівна Вічко

кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-5440-548X>

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України, 46025, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, Україна

Світлана Михайлівна Марчишин

доктор фармацевтичних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-9585-1251>

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, 46001, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна

Людмила Володимирівна Слободянюк

кандидат фармацевтичних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-0400-1305>

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, 46001, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна

Лілія Іллівна Будняк

кандидат фармацевтичних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-4869-1344>

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, 4600, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна

Анотація. У статті розглянуто можливість використання екстракту квіток чорнобривців розлогих (*Tagetes patula L.*) у технології хлібобулочних виробів з метою підвищення їхньої біологічної та харчової цінності. Актуальність роботи зумовлена зростанням інтересу населення до здорового способу життя. Все частіше спостерігаються метаболічні порушення в організмі людини: цукровий діабет 2 типу, серцево-судинні захворювання, гіпертонія, ожиріння, гіперглікемія. Глікемічний індекс борошняних виробів залежить від таких факторів як вид зернової культури з якої виготовлене борошно, вмісту в ньому легкозасвоюваних вуглеводів, оболонкових частин зерна, наявність у складі рецептурних компонентів біологічно активних речовин, зокрема амінокислот та поліфенольних сполук.

Вміст амінокислот в екстракті чорнобривців встановлювали шляхом ГХ/МС-аналізу. Використовували газовий хроматограф Agilent 6890N, із детектором 5973. У результаті дослідження виявлено 12 амінокислот, серед яких відмічено найбільший вміст L-проліну (138,20 мг/г). Також виявлено значні кількості L-аспарагінової кислоти й L-глутамінової кислоти - 19,64 мг/г та 21,63 мг/г відповідно. Екстракт містить також гліцин (32,15 мг/г), лізин (8,11 мг/г). При виборі оптимального дозування опирались на фізіологічні потреби організму людини. Встановлено, що введення екстракту чорнобривців у рецептуру булочного виробу в кількості 0,021 г на 100 г продукту не змінює показників кислотності, пористості м'якушки та формостійкості хлібобулочного виробу. Біологічно активні

речовини, наявні в екстракті та обране дозування не чинять істотного впливу на білково-протеїназний комплекс борошна, органолептичні та фізико-хімічні характеристики готової продукції.

Таким чином, аналіз хімічного складу екстракту з суцвіть чорнобривців *Tagetes patula* L. засвідчив високий вміст цінних сполук, що визначає перспективність використання його у харчовій промисловості. Внесення екстракту в рецептурний склад булочки не призводить до істотних змін показників її якості та дає можливість розширити асортимент хлібобулочних виробів функціонального спрямування.

Ключові слова: екстракт з квітів *Tagetes patula* L., хлібобулочні вироби, біологічна цінність, L-пролін, гліцин, лізин.

УДК 664.661

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2026.60>

PROSPECTS FOR THE USE OF FRENCH MARIGOLD (*TAGETES PATULA* L.) EXTRACT IN BAKERY PRODUCTION

Halyna Karpyk

PhD, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-5374-8368>

Ternopil Ivan Puluj National Technical University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, 46025, 56 Ruska Str., Ternopil, Ukraine

Olena Vichko

PhD, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-5440-548X>

Ternopil Ivan Puluj National Technical University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, 46025, 56 Ruska Str., Ternopil, Ukraine

Svitlana Marchyshyn

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor

<https://orcid.org/0000-0001-9585-1251>

Ternopil National Medical University I. Horbachevsky of the Ministry of Health of Ukraine 46001, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine

Liudmyla Slobodianiuk

PhD, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-0400-1305>

Ternopil National Medical University I. Horbachevsky of the Ministry of Health of Ukraine 46001 Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine

Liliia Budniak

PhD, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-4869-1344>

Ternopil National Medical University I. Horbachevsky of the Ministry of Health of Ukraine 46001, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine

Abstract. The article explores the potential use of an extract derived from French marigold (*Tagetes patula* L.) flowers in bakery products to enhance their biological and nutritional value. The study is relevant due to growing public interest in maintaining a healthy lifestyle. Metabolic disorders such as type 2 diabetes, cardiovascular diseases, hypertension, obesity, and hyperglycemia are increasingly common. The glycemic index of flour products depends on factors including the type of grain used, the concentration of rapidly assimilated carbohydrates, the presence of grain bran particles, and the inclusion of biologically active compounds, particularly amino acids and polyphenolic substances.

The amino acid content of the marigold extract was determined by GC/MS analysis using an Agilent 6890N gas chromatograph with a 5973 detector. Twelve amino acids were identified, with the highest amount of L-proline (138.20 mg/g). Significant amounts of L-aspartic acid and L-glutamic acid were also detected (19.64 mg/g and 21.63 mg/g, respectively). The extract additionally contains glycine (32.15 mg/g) and lysine (8.11 mg/g). The optimal dosage was selected based on physiological requirements. Incorporating 0.021 g of marigold extract per 100 g of bakery product does not affect acidity, crumb porosity, or loaf shape stability. Biologically active compounds in the extract have no significant effect on the flour protein–proteinase complex or on the organoleptic and physicochemical characteristics of the final product.

Thus, chemical analysis of *Tagetes patula* L. inflorescences confirms a high content of valuable compounds, supporting their promising use in the food industry. Adding the extract does not substantially change quality indicators and allows expansion of the functional bakery product assortment.

Keywords: *Tagetes patula* L. flower extract, bakery items, biological value, L-proline, glycine, lysine.

ВСТУП. Останніми роками все більше уваги приділяється здоровому способу життя, ключовим чинником якого є раціональне та збалансоване харчування. У раціоні більшості людей злаки та продукти їхньої переробки є основними джерелами енергії та поживних речовин. Асортимент борошняних продуктів широкий: від різних видів хліба до розмаїття булочних виробів. Основною сировиною для їх виробництва зазвичай є пшеничне борошно вищого сорту. Воно, як відомо, очищене від периферійних частин зерна. З оболонками зерна відходять біологічно активні речовини, харчові волокна. Внаслідок відсутності складних вуглеводів і вмісту значної частки крохмалю таке борошно, й вироби з нього, відносяться до продуктів з високим глікемічним індексом. Слід відмітити присутність таких калорійних рецептурних компонентів як жири та цукор, які підвищують енергетичну цінність виробів. Тому особи із порушеннями обміну речовин або схильністю до метаболічних захворювань змушені обмежувати або повністю виключати такі продукти зі свого раціону.

Регулювати концентрацію глюкози в крові можливо шляхом корекції споживання вуглеводних продуктів, зменшення її засвоєння і пришвидшення виведення. Уповільнити засвоєння цукру допомагають овочі, горіхи, бобові культури та лікарські рослини.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Харчова поведінка людини з наявними порушеннями обміну речовин або схильністю до них, має бути спрямована на відновлення метаболічної рівноваги організму, попередження ускладнень. Основним принципом раціонального харчування є зниження калорійності раціону шляхом обмеження споживання легкозасвоюваних вуглеводів та жирів, при цьому необхідно забезпечити надходження достатньої кількості білків, вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон. Рекомендовано включати у раціон продукти з низьким глікемічним індексом, а саме: овочі, несолодкі фрукти, вироби з цільнозернового борошна. Рослинні волокна, сприяють уповільненню засвоєння глюкози й регуляції рівня інсуліну та покращенню травлення (Niankovska et al., 2021; Wee and Henry, 2020; Yurchak et al., 2013).

На сьогодні асортимент хлібобулочних виробів для людей із цукровим діабетом залишається незначним. Використання синтетичних підсолоджувачів є дискусійним питанням, і в деяких країнах їх застосування у харчових продуктах заборонено. Для заміни сахарози переважно застосовують цукрозамінники: сорбіт і ксиліт, рідше - фруктозу та лактулозу (Buyalska et al., 2020). Цукри, які використовуються у хлібопекарському виробництві, мають не однакові технологічні властивості та ступінь солодкості.

Знизити рецептурний вміст сахарози без зменшення інтенсивності солодкого смаку виробів дозволяє комплексний технологічний підхід (Müller et al., 2021). Він включає

використання підсолоджувача ізомальтоолігосахариду, полісахаридних гідролаз для отримання цукрів з полісахаридів борошна та способу приготування тіста на заквасці.

Розглядалась можливість регулювати ступінь глікемічності борошняних виробів за допомогою резистентного крохмалю. За рахунок здатності до ферментації у товстому кишківнику, він проявляє пребіотичні властивості. Результати впливу добавки на якість виробів є неоднозначними і залежать від сировини - джерела крохмалю та виробника. У всіх випадках подовжується час зберігання хлібобулочних виробів (Khomichak et al., 2022; Rosell and Santos, 2022).

Для сповільнення адсорбції глюкози при споживанні борошняних виробів вчені рекомендують звертати увагу на сировину багату інуліном. Окрім уповільнення гідролізу вуглеводів він знижує рівень холестерину і тригліцеридів у крові та ліпогенез, має антиоксидантну та детоксикаційну дію (виводить радіонукліди та кетонів тіла з організму), покращує стан серцево-судинної системи, нормалізує обмін речовин і запобігає розвитку тяжких ускладнень діабету (ретинопатія, ангіопатія тощо) (Marchyshyn et al., 2021). Присутність продуктів переробки цикорію у дріжджовому борошняному напівфабрикаті забезпечує його хороші структурно-механічні властивості (зокрема еластичність та стабільність), скорочення тривалості приготування тіста завдяки інтенсифікації процесу бродіння. Вироби мають подовжений термін зберігання (Buyalska et al., 2020).

Порошок топінамбура, який є джерелом інуліну, додатково збагачує хліб мінеральними та пектиновими речовинами. У разі внесення його у тісто в кількості до 3 % відбувається інтенсивніше зброджування цукрів дріжджами, підвищується газоутворювальна здатність тіста та зменшується вміст цукрів у готовому хлібі (Voloshchuk, 2019).

На сьогодні відомо близько 200 видів рослин, які мають антидіабетичні властивості (Marchyshyn et al., 2021; Marchyshyn et al., 2023; Vlasenko and Davtian, 2021).

Антигіперглікемічна дія рослин зумовлена наявністю різноманітних біологічно активних речовин, зокрема: амінокислот (аргінін, інозитол, гуанідин), що мають інсуліноподібну дію; поліфенольних сполук, які виявляють антиоксидантну активність, пригнічуючи перекисне окиснення ліпідів, прискорюють утилізацію токсичних продуктів, стабілізують структуру клітинних мембран і стимулюють регенераційні процеси в організмі (Marchyshyn et al., 2021; Vlasenko and Davtian, 2021).

До таких рослин належать чорнобривці розлогі (*Tagetes patula* L.), рід *Tagetes* L., родина айстрові (*Asteraceae*) - перспективна лікарська та декоративна рослина з широким спектром фармакологічної активності: антибактеріальною, інсектицидною, ранозагоювальною, протизапальною, антиоксидантною, гепатопротекторною, гіпоглікемічною, знеболювальною тощо (Slobodianiuk et al., 2021).

Встановлено, що чорнобривці містять цінні біологічно активні сполуки: флавоноїди, гідроксикоричні кислоти, ефірну олію, полісахариди, органічні та жирні кислоти, амінокислоти (Politi et al., 2017; López et al., 2018). Вони володіють здатністю до біосинтезу практично всіх амінокислот, тоді як організм людини синтезує лише обмежену їх кількість. У зв'язку з цим незамінні амінокислоти мають надходити з харчовими продуктами, що зумовлює важливість пошуку природних джерел з оптимальним амінокислотним складом.

Завдяки широкому спектру фармакологічної активності рослина відома у фармацевтичній та парфумерній промисловостях. Чорнобривці також використовують у виробництві консервів, в рецептурі соусів, вводять у склад суміші спецій. У наукових джерелах інформація щодо використання чорнобривців у харчовій промисловості є обмеженою.

Мета дослідження. Виготовити екстракт з квіток чорнобривців *Tagetes patula* L. Визначити вміст амінокислот та дослідити його вплив на споживчі властивості хлібобулочних виробів: білково-протеїназний комплекс борошна, формостійкість, пористість, кислотність булочного виробу, його органолептичні показники якості.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Квітки чорнобривців розлогих (*Tagetes patula* L.) збирали на дослідних ділянках відділу нових культур Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України (м. Київ). Надземну частину заготовляли в період масового цвітіння.

Виготовлення екстракту. 500 г висушеної сировини подрібнювали та екстрагували 60 % етиловим спиртом в екстракторі. Отримані екстракти концентрували у вакуумі та висушували за допомогою роторного випарювача під зниженим тиском.

Амінокислотний склад екстракту з квіток *Tagetes patula* L. визначали методом газової хроматографії з мас-спектрометричним детектором (ГХ/МС) на хроматографі Agilent 6890N з мас-детектором 5973 Inert (Agilent Technologies).

Зразки аналізували на капілярній колонці HP-5MS (Budniak et al., 2022). Передколонкова дериватизація здійснювалася автоматично.

Ідентифікацію амінокислот здійснювали методом порівняння контрольного часу виходу амінокислот і наявності характерних молекулярних та фрагментних іонів. Кількісне визначення здійснювали з використанням внутрішнього стандарту - норваліну, який додавали до зразка. Вміст зв'язаних амінокислот визначали шляхом віднімання кількості вільних амінокислот від їх загального вмісту (Chen et al., 2010).

Для з'ясування впливу екстракту квітів чорнобривців (*Tagetes patula* L.) на якість булочного виробу було проведено пробне випікання. У рецептуру входила наступна сировина: борошно пшеничне, дріжджі хлібопекарські пресовані, сіль кухонна, цукор білий кристалічний, масло солодковершкове з масовою часткою жиру 72,5 %, екстракт квітів чорнобривців. Тістові заготовки мали округлу форму. Випікання проводили при температурі 190 - 200°C. Готові вироби охолоджували та витримували протягом 4 год. Основні показники якості досліджуваних зразків виробів оцінювали за загальноприйнятими методиками відповідно до чинних нормативних документів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Згідно результатів ГХ/МС-аналізу, у екстракті з квітів *Tagetes patula* було ідентифіковано дванадцять амінокислот.

Вміст і склад амінокислот наведено на рисунках 1, 2 та в таблиці 1.

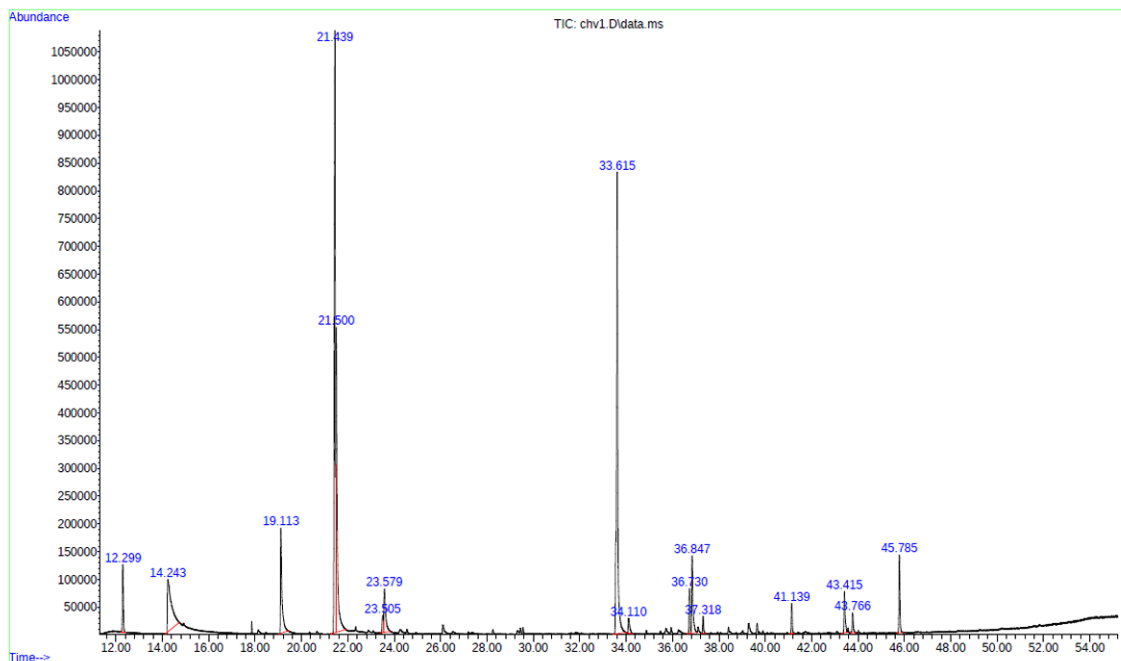


Рисунок 1. ГХ/МС хроматограма вільних амінокислот в екстракті з квіток *Tagetes patula* L.

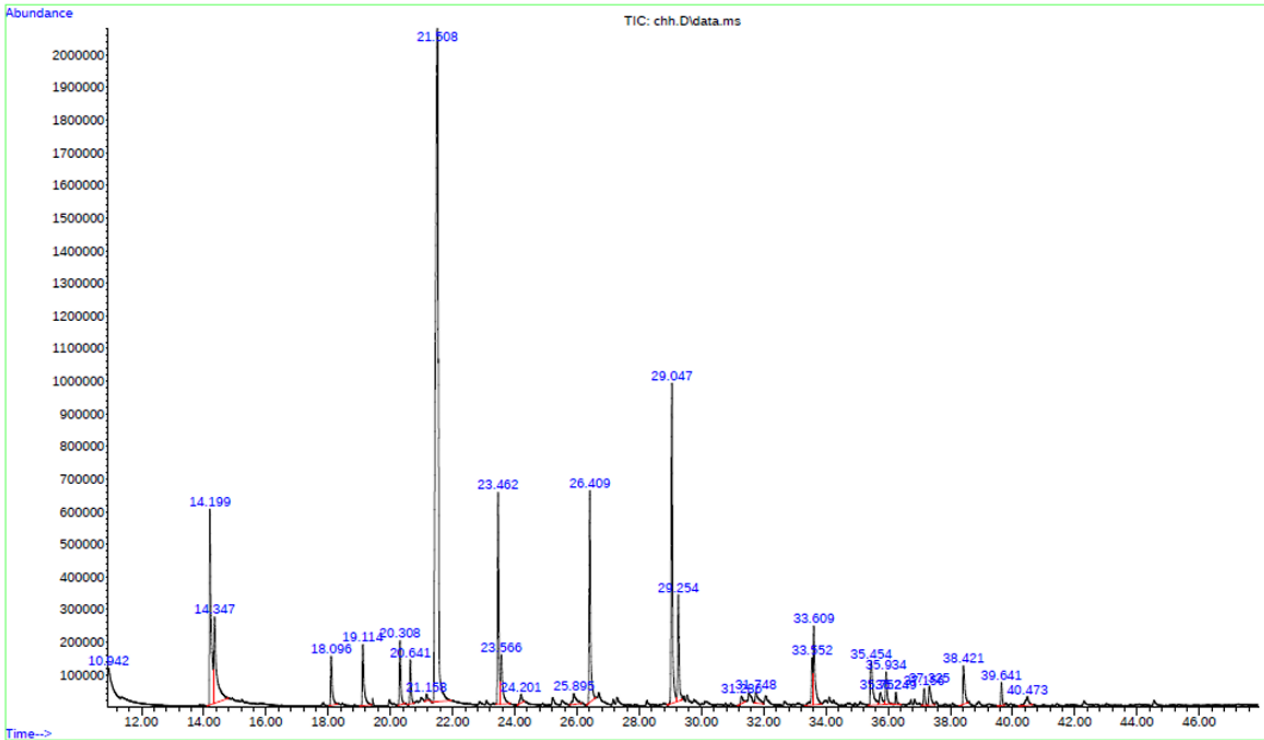


Рисунок 2. ГХ/МС Хроматограма амінокислот після гідролізу в екстракті з квітів *Tagetes patula L.*

Таблиця 1. Вміст амінокислот у екстракті квітів *Tagetes patula L.*

Амінокислоти	RT, хв	Вміст амінокислот, мг/г	
		вільні	зв'язані
Гліцин	11,34±0,02	14,34	17,81±0,03
L-валін	18,12	n/d	5,74±0,02
Норвалін	19,1	внутрішній стандарт	
L-лейцин	20,34	n/d	6,18±0,02
L-серин	20,66	n/d	4,01±0,01
L-треонін	20,908	n/d	n/d
L-ізолейцин	21,15	n/d	0,77±0,01
L-пролін	21,52	57,86±0,04	80,34±0,07
L-аспарагін	21,76	n/d	n/d
L-аспарагінова кислота	23,47	n/d	19,64±0,02
L-глутамінова кислота	26,41	n/d	21,63±0,04
L-метіонін	26,68	n/d	n/d
L-цистеїн	28,77	n/d	n/d
L-фенілаланін	29,26	n/d	11,04±0,03
L-глутамін	31,49	n/d	n/d
L-лізин	35,43	n/d	8,11±0,02
L-гістидин	36,54	n/d	n/d
L-тирозин	38,43	n/d	4,85±0,03
L-триптофан	40,41	n/d	2,22±0,01

Примітка: n/d – не виявлено

Аналіз показав, переважання в досліджуваному екстракті зв'язаних амінокислот – 71,64 %. Встановлено, що одержаний екстракт містить значну кількість L-проліну, загальний вміст якого становив 138,20 мг/г (вільного - 57,86 мг/г, зв'язаного - 80,34 мг/г). Також у екстракті виявлено гліцин у кількості 11,34 мг/г. Така кількість є достатньою для рекомендуванню екстракту у якості функціональної збагачувальної сировини харчових продуктів щоденного споживання. Пролін є регулятором багатьох фізіологічних і біохімічних процесів у клітинах: він бере участь у синтезі поліамінів, аргініну, активує сигнальний шлях mTOR, що відповідає за синтез білків, зокрема колагену (Wu et al., 2011). Гліцин, який відіграє важливу роль при цукровому діабеті - стимулює секрецію інсуліну, глюкагону та GLP-1. Зниження експресії гліцинових рецепторів (GlyR) у клітинах людей із цукровим діабетом 2 типу призводить до порушення секреції інсуліну (Yan-Do et al., 2016). Клінічні дослідження підтверджують, що вищий рівень гліцину в крові знижує ризик розвитку діабету 2 типу (Gao et al., 2017).

Встановлено присутність у зв'язаній формі L-валіну, L-лейцину, L-ізолейцину, L-фенілаланіну, L-лізину, L-тирозину. В екстракті також містилась значна кількість L-аспарагінової (7,7 %) та L-глутамінової (8,5 %) кислот. Ці дані корелюють з результатами досліджень Н. Kozur (2019): із ідентифікованих амінокислот домінували замінні. Серед них в найбільшій кількості виявлено присутність моноамінодикарбонових кислот: глутамінової й аспарагінової. Встановлено найвищий сумарний вміст як зв'язаних у складі білка, так і вільних амінокислот: глутамінової кислоти – 15,7 %, аспарагінової кислоти – 8,9 %.

L-треонін, L-аспарагін, L-метіонін, L-цистеїн, L-глутамін і L-гістидин у досліджуваному екстракті нами не виявлено, однак Н. Kozur (2019) відмічає присутність треоніну, метіоніну, гістидину. Хімічний склад є динамічним і залежить від ряду факторів, а саме: умов вирощування рослини, часу збору, способу екстрагування та ін.

Отримані дані досліджень засвідчують доцільність використання екстракту квітів чорнобривців як перспективного джерела біологічно активних сполук. Порівняльний аналіз кількісного вмісту амінокислот у екстракті квітів *Tagetes patula L.* із рекомендованими добовими нормами для організму людини показав, що включення цієї рослини у раціон може покрити значну частку цих речовин (Paoletti et al., 2024). Зважаючи на фізіологічні потреби людини за оптимальне прийняли дозування екстракту 0,021 г на 100 г булочки. У тісто його вносили у вигляді водяного розчину. Варто зауважити, що в ході проведеного літературного аналізу не було знайдено відомостей про застосування квітів чорнобривців у технології виробництва хліба у формі екстракту. Наявні дані стосуються лише їх використання як добавки у вигляді порошку який дозували у кількостях 1,5-4,5 % (Alotaibi et al., 2021; Kwon et al., 2023).

У формуванні реологічних властивостей тіста, що визначають його поведінку в процесі виготовлення булочки, беруть участь усі рецептурні компоненти. Завдяки білкам, крохмалю, ферментам, мікроорганізмам відбуваються колоїдні, біохімічні, мікробіологічні процеси які забезпечують необхідні зовнішній вигляд, смак, пористість виробів. Водонерозчинні білки є важливою складовою борошна, адже саме вони поглинають значну кількість води у тісті, й утворюють гідратовану субстанцію, яка є еластичною, розтяжною й пружною. Саме клейковина забезпечуватиме структурно-механічні властивості тіста, пористість м'якушки й формостійкість готових виробів. В таблиці 2 наведено результати дослідження впливу екстракту на вміст та властивості сирої клейковини.

Результати досліджень свідчать, що присутність чорнобривців у вигляді екстракту не змінює кількість сирої клейковини. Спостерігається незначне збільшення її розтяжності та гідратаційної здатності. Еластичність клейковини обох зразків хороша. На 3 од. приладу ІДК змінюється її пружність, що є в межах похибки. Частково ці дані корелюють з результатами експериментів Н. Kwon et al. (2023) щодо втрати пружності тіста, внаслідок послаблення клейковини. Зазначається, що зі зростанням кількості порошку чорнобривців у рецептурі спостерігається зниження опору тіста, тоді як його розтяжність помітно підвищується. Також

відмічено зменшення водопоглинальної здатності тіста з порошком без істотних змін термомеханічних властивостей. У проведених нами дослідженнях використання добавки у вигляді екстракту чорнобривців не спричиняло змін реологічних властивостей тіста та не впливало на його здатність поглинати воду. Загалом біологічно активні сполуки, що входять до складу екстракту, не чинять значного впливу на стан клейковинного комплексу. У зв'язку з цим відсутня необхідність коригування технологічних параметрів і режимів приготування борошняного напівфабрикату.

Таблиця 2. Вплив екстракту квітів чорнобривців на показники якості клейковини пшеничного борошна

Показники	Зразки	
	контрольний	з екстрактом
Вміст сирової клейковини, %	24,2±0,5	24,2±0,5
Розтяжність, см	14,5±1	15,5±1
Пружність, од. пр. ІДК	71±5	74±5
Гідратаційна здатність, %	160±2	163±2
Еластичність	хороша	
Колір	світлий	світло-коричневий

Оцінено якість булочки за органолептичними й фізико-хімічними показниками. Порівняння здійснювали з контрольним виробом без добавки. Встановлено, що обидва зразки мали рівну округлу форму, без тріщин. Колір скоринки золотисто-коричневий. Смак властивий булочці, запах квітів не відчувався. Спостерігалась незначна зміна забарвлення м'якушки з білої в контролі до світло кремової у булочці з екстрактом. Дослідження Н. Alotaibi et al. (2021) підтверджують зміну забарвлення м'якушки хліба з додаванням чорнобривців, що проявляється у зниженні показника білизни. Науковці стверджують, що пелюстки квітів доцільно застосовувати як функціональний харчовий інгредієнт з метою покращення забарвлення та підвищення антиоксидантних властивостей хліба.

Як зазначають Н. Kwon et al. (2023), хліб з порошком чорнобривців мав м'якшу структуру порівняно з контролем та демонстрував збільшення питомого об'єму у 1,08 рази. Це пояснюється змінами у вторинній структурі білка і, як наслідок, реологічних властивостях тіста. Водночас Н. Alotaibi et al. (2021) повідомляють, що випечений хліб з порошком чорнобривців у кількості 4,5 % менш м'який, відмічається твердіша структура із збільшенням дозування порошку та менший його об'єм. Ймовірно, відмінності полягають у дозуванні добавки. В нашій роботі спостерігались дещо інші результати. Пористість булочки залишається дрібною, тонкостінною, добре розвиненою. Формостійкість також утримується без змін. Очевидно, така відмінність базується на різниці у підготовці чорнобривців до використання. Адже добавка у вигляді порошку сухих пелюстків чорнобривців містить нерозчинні харчові волокна, які й впливають на розподіл вологи у тісті. Волокниста структура цих сполук впливає й на реологічні властивості м'якушки хлібобулочного виробу. Внаслідок зв'язування води клітковиною порошку підвищується твердість м'якушки хліба. Нами запропоновано використовувати добавку чорнобривців у вигляді екстракту, всі речовини в якому водорозчинні. Тому його присутність не має негативного впливу на структурно-механічні властивості м'якушки булочки й не позначається на її пористості. Внесення чорнобривців у тісто у вигляді екстракту не впливає на час дозрівання напівфабрикату та тривалість вистоювання тістових заготовок. Кислотність булочок із добавкою та контрольного зразка є однаковою і становить $2,4 \pm 0,5$ град.

Таким чином, запропоноване дозування екстракту не чинить істотного впливу на показники якості готового виробу, тому добавку можна рекомендувати як рецептурний компонент для виготовлення булочки.

ВИСНОВКИ. Отримані результати досліджень свідчать, що екстракт квітів *Tagetes patula* L. має широкий амінокислотний склад, що складається з 12 амінокислот, з них три незамінні – валін, фенілаланін, лізин. Це підтверджує перспективність подальших досліджень щодо можливості використання екстракту чорнобривців у хлібопекарській промисловості.

Встановлено, що додавання екстракту квітів чорнобривців в кількості 0,021 г на 100 г булочки неістотно змінює властивості клейковинного каркасу борошна у бік незначного збільшення розтяжності та гідратаційної здатності клейковини. Показник титрованої кислотності, формостійкість виробу, його пористість залишаються постійними. Булочка зі збагачувачем має світло-кремове забарвлення м'якушки та збалансований смак властивий виробу з пшеничного борошна, без стороннього присмаку. Отже, внесення екстракту з чорнобривців сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності, розширюючи асортимент функціональної продукції.

В подальшому доцільно визначити вміст амінокислот у готовому у виробі, а також дослідити вплив екстракту з квітів чорнобривців на тривалість зберігання булочки.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Alotaibi, H. N., Anderson, A. K., & Sidhu, J. S. (2021). Influence of lutein content of marigold flowers on functional properties of baked pan bread. *Annals of Agricultural Sciences*, 66(2), 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.aogas.2021.12.002>
- Budniak, L., Slobodianiuk, L., Marchyshyn, S. & Potishnyi, I. (2022). Determination of amino acids of plants from *Angelica* L. genus by HPLC method. *Pharmacia*, 69(2), 437–446. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.69.e83705>
- Buyalska, N. P., Humenyuk, O. L., Denysova, N. M. & Chelyabiyeva, V. M. (2020) Increasing the nutritional value of bakery and flour confectionery products. Monograph, 122 [in Ukrainian].
- Chen, W.P., Yang, X.Y., Hegeman, A.D., Gray, W.M. & Cohen, J.D. (2010). Microscale analysis of amino acids using gas chromatography–mass spectrometry after methyl chloroformate derivatization. *Journal of Chromatography B*, 878(24), 2199–2208. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2010.06.027>
- Gao, X., Wang, Y., & Sun, G. (2017). High dietary choline and betaine intake is associated with low insulin resistance in the Newfoundland population. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif.), 33, 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.08.005>
- Khomichak, L., Kuznietsova, I., Paziuk, V., & Kasamvra, A. (2022). Resistant starch in the food industry *Food resources*, 10(19), 151-161 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-17>
- Kozyr, H. R. (2019). Study of the amino acid composition of the dry extract of the chornobrivts grass. *Medical and Clinical Chemistry*, (4), 114–119 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681X.2018.v0.i4.9823>
- Kwon, H., Lee, D. U., & Lee, S. (2023). Lutein fortification of wheat bread with marigold powder: impact on rheology, water dynamics, and structure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(11), 5462–5471. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1262>
- López, E.L., Ortega, M.G.P., Bery, M.T., León, C., Cedillo, F.D., Serrato Cruz, M.Á. (2018). Fungistasis of essential oil extracted from a *Tagetes lucida* population of Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2), 329–341.
- Marchyshyn, S., Slobodianiuk, L., Budniak, L. & Ivasiuk, I. (2021). Hypoglycemic effect of *Cyperus esculentus* L. tubers extract. *Pharmacologyonline*, 2, 1383–1392.

- Marchyshyn, S., Pasyechko, N., Slobodianiuk, L., Budniak, L., Kozyr, G., & Khomitska, A. (2023). Study of sugar-lowering activity of dry extract from stevia leaves. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 4, 48–56 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2023-4-48>
- Müller, D.C., Nguyen, H., Li, Q., Schönlechner, R., Miescher Schwenninger, S., Wismer, W. & Gänzle, M. (2021). Enzymatic and microbial conversions to achieve sugar reduction in bread. *Food Research International*, 143, 110-296. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110296>
- Niankovska, O.S., Niankovskiyi, S.L., Yatsula M.S. & Horodylovska, M.I. (2021). Metabolic syndrome – dietary recommendations and nutraceutical correction. *Endokrynologia*, 26(4), 396-408 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31793/1680-1466.2021.26-4.396>
- Paoletti, A., Courtney-Martin, G., & Elango, R. (2024). Determining amino acid requirements in humans. *Frontiers in nutrition*, 11, 1400719. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1400719>
- Politi, F.A.S., Souza, A.A.J., Fantatto, R.R., Pietro, R., Barioni, W.J., Rabelo, M.D., Bizzo, H.R., de Souza Chagas, A.C. & Furlan, M. (2017). Chemical composition and in vitro anthelmintic activity of extracts of *Tagetes patula* against a multidrug-resistant isolate of *Haemonchus contortus*. *Chemistry & Biodiversity*, 15, P. e1700507. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201700507>
- Rosell, CM, & Santos, E. (2010). Impact of fibers on physical characteristics of fresh and staled bake off bread. *Journal of Food Engineering*, 98 (2), 273–281. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.008>
- Slobodianiuk, L., Budniak, L., Marchyshyn, S., Kostyshyn, L., & Ezhned, M. (2021). Determination of amino acids content of the *Tagetes lucida* Cav. by GC/MS. *Pharmacia*, 68(4). 859–867. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e73325>
- Vlasenko, I.O., & Davtian, L.L. (2021). Audit of prepackaged products of medicinal plants used for diabetes on the pharmaceutical market of Ukraine. *Ukrainy Fitoterapiia. Chasopys*, 3, 53–61 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.33617/2522-9680-2021-3-53>
- Voloshchuk, H.I., Yarkovyi, A.O, Polutska, B.M., & Pashova, N.V. (2019). Study of the effect of Jerusalem artichoke powder on the sugar content of rye custard bread. *Scientific works of National university of food technologies*, 25, 3, 253–263 [in Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2019_25_3_29
- Wee, M. S. M., & Henry, C. J. (2020). Reducing the glycemic impact of carbohydrates on foods and meals: Strategies for the food industry and consumers with special focus on Asia. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 19(2), 670–702. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12525>
- Wu, G., Bazer, F. W., Burghardt, R. C., Johnson, G. A., Kim, S. W., Knabe, D. A., Li, P., Li, X., McKnight, J. R., Satterfield, M. C., & Spencer, T. E. (2011). Proline and hydroxyproline metabolism: implications for animal and human nutrition. *Amino acids*, 40(4), 1053–1063. <https://doi.org/10.1007/s00726-010-0715-z>
- Yan-Do, R., Duong, E., Manning Fox, J. E., Dai, X., Suzuki, K., Khan, S., Bautista, A., Ferdaoussi, M., Lyon, J., Wu, X., Cheley, S., MacDonald, P. E., & Braun, M. (2016). A Glycine-Insulin Autocrine Feedback Loop Enhances Insulin Secretion From Human β -Cells and Is Impaired in Type 2 Diabetes. *Diabetes*, 65(8), 2311–2321. <https://doi.org/10.2337/db15-1272>
- Yurchak, V. & Karpyk, H. (2013). Effect of dough making parameters on the quality of pasta enriched with bran dietary fibers. *Food chemistry and technology*, 47(2), 41– 47.

Отримано 01.11.2025 р., прийнято до друку 11.02.2026 р.