

**М.В. Побрусило, аспірантка, Н.П. Івчук, канд.техн.наук**

Національний університет харчових технологій

## **ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПШОНА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧИВА**

*У статті проаналізовано здобутки науковців України та світу в сфері питань з виробництва безглютенових борошняних кондитерських виробів. Було виділено основні напрямки у створенні функціональних безглютенових продуктів та визначено найменш досліджувані проблемні питання.*

*Опираючись на отримані аналітичні дані було розраховано хімічний склад безглютенового здобного печива, виготовленого на основі пшона. За вихідну рецептуру було обрано рецептуру традиційного здобного печива та повністю замінено пшеничне борошно на пшоно. З розрахунків хімічного складу печива на основі пшона випливає, що такий продукт може бути рекомендований до вживання людям хворим на целиакію та має підвищену біологічну цінність. В свою чергу, це є показником перспективності використання пшона для виготовлення безглютенових кондитерських виробів.*

**Ключові слова:** *целиакія, борошняні кондитерські вироби, безглютенове печиво, пшоно.*

**Постановка проблеми.** Борошняні кондитерські вироби є досить популярним сегментом харчової промисловості. Нині актуальними є дослідження з розроблення спеціальних харчових продуктів, які можуть бути рекомендовані до вживання людям з певними захворюваннями, зокрема на целиакію.

Основним інгредієнтом борошняних кондитерських виробів є пшеничне борошно, білок якого, глютен, може викликати захворювання на целиакію.

Целиакія – генетичне хронічне захворювання, яке спричиняє пошкодження слизової оболонки тонкого кишечника. Симптоми захворювання в людей, які страждають на целиакію, супроводжуються постійним недоїданням, затримкою росту, діареєю, анемією та втомою. Поширеність целиакії серед населення у всьому світі становить приблизно 1% і продовжує зростати. Частково це пояснюється покращеною діагностичною здатністю клінічних тестів, головним чином в Австралії, Європі та Північній Америці [1].

Офіційна статистика поширеності целиакії в Україні відсутня, проте, за результатами досліджень, Українського товариства целиакії в нашій країні, станом на 2019р., вже нараховується приблизно 1600 хворих із доведеним діагнозом глютенної ентеропатії [2, 3]. Однак цей показник далекий від реального стану, оскільки в Україні багато людей не знають про целиакію і навіть не підозрюють, що можуть мати таке захворювання. Дана хвороба не має характерних, притаманних лише їй симптомів і важко діагностується. І, що не менш важливо, не існує медикаментозного лікування целиакії.

Ефективним способом зниження проявів целиакії та її профілактики є суворе дотримання безглютенової дієти. Саме тому важливим завданням для технологів-харчовиків є створення та виготовлення продуктів без глютену. Як було зазначено раніше, одним з найпопулярніших серед споживачів видом продуктів є борошняні кондитерські вироби. Однак, виготовлення безглютенових борошняних виробів є непростим технологічним процесом, оскільки саме глютен (клейковина) надає необхідні реологічні характеристики тісту та приємні органолептичні властивості готовому продукту. Тому актуальним є аналіз рецептур і технологій виготовлення безглютенових борошняних кондитерських виробів і пошук вільних ніш для розширення їх асортименту.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Розширення можливостей сучасної медицини щодо діагностики захворювання на целиакію та обмежений

асортимент безглютенової продукції в Україні, спонукає науковців і виробників до розроблення нових технологій і видів харчових продуктів такого спрямування.

Для надання безглютеновим борошняним кондитерським виробам функціональних властивостей були розроблені рецептури продуктів з різноманітними джерелами функціональних інгредієнтів. За результатами аналізу літературних джерел можна виділити декілька основних груп безглютенових продуктів функціонального спрямування:

*I група – високобілкові.* В якості джерела збагачення традиційних продуктів білком найчастіше використовують вторинні продукти молочного та олійного виробництв, продукти переробки сої (окара) та борошно з різних видів насіння [4-9].

Використання вторинних продуктів виробництва є надзвичайно перспективним напрямком, оскільки це вирішує одразу декілька проблем. По-перше – це концентроване джерело білків. По-друге – спосіб раціонального використання ресурсів. І третє, вторинні продукти відносно дешеві, тож використання їх не призведе до значного збільшення ціни на готовий продукт.

*II група – з підвищеною антиоксидантною активністю.* Особливо актуальною ця проблема стала в останні роки через погіршення екологічного стану, захворювання на Covid-19, підвищеного психо-емоційного навантаження через воєнні дії, які чинять негативний вплив на організм людини. Всі ці фактори призводять до виснаження організму і послаблення його опірності зовнішнім негативним чинникам. Вільні радикали з навколишнього середовища, потрапляючи в організм людини, викликають вільнорадикальні реакції, які приводять до інактивації клітин і мембранних ферментів та передчасного старіння [10].

Для підвищення антиоксидантної активності продукти збагачують ягодами, борошном з нетрадиційної зернової сировини та борошном з пророщеного зерна [11-15].

Борошняні кондитерські вироби на основі борошна з пророщеного зерна мають високий вміст фенольних сполук та харчових волокон, низький глікемічний індекс та підвищену антиоксидантну активність (близько 30%). Однак, перед впровадженням таких продуктів у виробництво, постає питання економічної доцільності і покупної спроможності споживачів. Отримання борошна з пророщеного зерна створює додаткові витрати енергії та інших ресурсів, що значно підвищуватиме ціну готового продукту.

Використання ягід, як джерел функціональних інгредієнтів, зокрема джерела сполук антиоксидантної дії, є досить перспективним [15]. На ринку харчових добавок активно рекламується широкий асортимент кріо-порошків, які забезпечують довготривале зберігання есенціальних нутрієнтів природньої сировини, отриманої зі сезонних плодів та ягід. Такі збагачувачі дещо дорожчі, однак існує широкий перелік різних, не менш ефективних, способів консервування ягід. Отже, збагачені ягодами продукти є досить перспективним напрямком у створенні функціональних безглютенових виробів.

*III група – з пребіотичними властивостями.* Пребіотики – це неперетравлювані компоненти їжі, які вибірково стимулюють ріст і активність захисної мікрофлори кишечника людини [16]. Зважаючи на сучасний стан здоров'я населення всього світу та пандемію, яка триває уже три роки, такі продукти є необхідністю.

Одним з найпоширеніших джерел харчових волокон є зернові висівки [17]. У якості пребіотиків також використовують лактулозу дисахарид, який виготовляють із підсирної сироватки [18].

Підсумовуючи вище наведене, можна стверджувати, що дана група безглютенових кондитерських виробів найменш досліджена і має перспективи розвитку та пошуку альтернативних джерел харчових волокон. Однак, такі продукти варто з обережністю споживати людям із захворюванням шлунково-кишкового тракту, оскільки зайве навантаження

раціону клітковиною, може викликати больові відчуття.

*IV група – діабетичного спрямування.* Оскільки основними задачами, які поставлені перед сучасними науковцями та технологами є створення продукту багатофункціонального, корисного і, головне, економічно вигідного, тому значна частина наукових робіт присвячена дослідженню впливу заміників цукру на безглютенові види борошна. Таким чином, безглютенові борошняні кондитерські вироби можуть класифікуватися як і діабетичні, розширюючи цей сегмент продукції та коло споживачів.

Поширеними цукрозамінниками, вплив на процес тістоутворення яких було досліджено є фруктоза [19], стевія та тагатоза.

*V група - комбіновані.* Великим напрямком серед наукових розробок є створення композицій з безглютенових видів зернових. Зокрема створення композицій з використанням нетрадиційних безглютенових видів зернових культур. Найбільш поширеними культурами, які використовують у технологіях безглютенових виробів є гречка, рис, кукурудза. Вони вважаються більш класичними видами безглютенової сировини. В якості нетрадиційної безглютенової сировини використовують також сорго, теф та боби [20-27].

Створення композицій з різних видів зернових культур дозволяє вирішити одразу декілька проблем. По-перше, вирішення структурно-механічних та органолептичних властивостей продукту [27]. По-друге, дозволяє отримати продукт з підвищеною харчовою цінністю та розширити асортимент безглютенових продуктів [20, 23].

Досить поширеною нетрадиційною безглютеновою сировиною є сорго [25, 26]. Дана нетрадиційна сировина є чудовою альтернативою для розширення асортименту безглютенових борошняних кондитерських виробів.

Підсумовуючи вище наведену інформацію, можна сказати, що серед найменш вивчених та розроблюваних категорій безглютенових продуктів є високобілкові та продукти з пребіотичними властивостями. В якості збагачувачів в цих групах продуктів

використовують вторинні сировинні ресурси, що має як економічну та екологічну перевагу серед інших джерел есенціальних речовин. Тож, зважаючи на підвищену зацікавленість населення в рослинних білках, варто працювати над розширенням даної категорії продуктів.

**Метою дослідження** є доведення доцільності використання пшона як безглютенової сировини за допомогою комп'ютерного конструювання хімічного складу рецептури безглютенового здобного печива. Також підвищення біологічної цінності білкової складової такого печива за рахунок створення безглютенової композиції з двох зернових культур.

**Матеріали і методи.** У дослідженнях використано загальноприйняті методи оцінки інформації. Також було використано розрахунковий метод та метод харчової комбінаторики.

Формула матеріального балансу 1, за допомогою якої можна провести розрахунок вмісту кожного з нутрієнтів у 100г. багатокomпонентного продукту:

$$S_k^\Sigma = \frac{\sum_{j=1}^n X_j \cdot S_j}{\sum_{j=1}^n X_j} \quad (1)$$

де  $S_k^\Sigma$  – сумарний вміст k-показника харчової цінності в заданому продукті (наприклад загальний вміст білку у багатокomпонентному продукті), %;  $X_j$  – масова частка j-го складника рецептури, %;  $S_j$  – вміст k-го показника харчової цінності в j-му складнику, %; n – кількість складників рецептури.

Інтегральний скор або рівень забезпечення добових потреб людини, розраховують за рівнянням 2:

$$I_s = \frac{S_k^\Sigma}{ДП} * 100 \quad (2)$$

де  $S_k^\Sigma$  – показник харчової цінності харчового продукту (в даному випадку – це вміст певної харчової речовини у заданій масі продукту), ДП – добова потреба відповідної категорії споживачів в даному нутрієнті.

Амінокислотний скор кожної незамінної амінокислоти (НАК) продукту ( $АС_k$ ), розраховують за формулою 3:

$$AC_k = \frac{\text{гНАК}_k \text{ в } 100\text{г оцінюваного білка}}{\text{гНАК}_{ek} \text{ в } 100\text{г білка ФАО/ВООЗ}} \quad (3)$$

Коефіцієнт утилітарності кожної НАК<sub>ак</sub>, ч. од., розраховують за формулою 4:

$$a_k = \frac{AC_{min}}{AC_k} \quad (4)$$

AC<sub>min</sub> – мінімальний із скорів НАК білка продукту по відношенню до ідеального білка, ч. од; AC<sub>k</sub> – скор k-тої НАК, ч. од.

Збалансована частина НАК розраховують за формулою 5:

$$\sum \text{НАК}_k^{\text{повн}} = AC_{min} * \sum_{k=1}^8 \text{НАК}_{ek} \quad (5)$$

де AC<sub>min</sub> – скор першої лімітованої НАК; НАК<sub>ек</sub> – сумарний вміст НАК в еталонному білку, г/100г білка, це значення розраховано в формулі 3 і має дорівнювати 36.

Коефіцієнт утилітарності АК складу продукту U, ч.од. розраховують за формулою 6:

$$U = AC_{min} \frac{\sum_{k=1}^8 \text{НАК}_{ek}}{\sum_{k=1}^8 \text{НАК}_k} \quad (6)$$

$\sum_{k=1}^8 \text{НАК}_k$  – сумарний вміст НАК в білку продукту, г/100г білка,  $\sum_{k=1}^8 \text{НАК}_{ek}$  – сумарний вміст НАК в білку еталону, г/100г білка.

Коефіцієнт надлишковості НАК розраховують за формулою 7:

$$\sigma_{\text{над}} = \frac{\sum_{k=1}^8 \text{НАК}_k - AC_{min} \cdot \sum_{k=1}^8 \text{НАК}_{ek}}{AC_{min}} \quad (7)$$

$\sum \text{НАК}_k$  – вміст НАК в білку продукту;  $\sum \text{НАК}_{ek}$  – вміст НАК в ідеальному білку.

**Результати дослідження.** Опираючись на високу зацікавленість споживачів до виробництва безглютенового печива, було взято стандартну рецептура здобного печива: борошно пшеничне першого гатунку – 55кг. на 100к.г продукту, цукор пісок – 10,3кг., масло вершкове – 20,40кг., яйця курячі – 14кг., сода харчова – 0,20кг., ванілін 0,1кг.

Аналіз літературних джерел показав, що пшоно дуже рідко використовують як безглютенову рецептурну складову. Однак,

хімічний склад пшона показує, що воно не гірше інших зернових культур. Пшоно багате на білок, вітаміни групи В, калій, магній, фосфор та залізо.

Після розрахунків харчової цінності здобного печива зі 100% заміною пшеничного борошна на пшоно, було отримано печиво з підвищеною біологічною цінністю. В табл. 1 наведено хімічний склад кожного компоненту рецептури на 100г печива [28] та розраховано його хімічний склад.

*Таблиця 1. Біологічна цінність сировини та печива із пшона*

Назва нутрієнту	Пшоно	Масло вершкове	Яйця курячі	Цукор	Сода	Ванілін	Печиво
Білки, г	11,02	0,85	12,56	0,00	0,00	0,06	7,99
Жири, г	4,22	81,11	9,51	0,00	0,00	0,06	20,20
Вуглеводи, г:	64,35	0,06	0,72	99,80	0,00	12,65	45,80
харчові волокна	8,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0	4,68
Вітаміни, мг:							
токоферол (Е)	0,05	2,32	1,05	0,00	0,00	0	0,65
В1	0,42	0,01	0,04	0,00	0,00	0,01	0,24
В2	0,29	0,03	0,46	0,00	0,00	0,1	0,23
РР	4,72	0,04	0,08	0,00	0,00	0,43	2,62
В5	0,85	18,80	1,53	0,00	0,00	0,04	4,52
Мінеральні речовини, мг:							
кальцій	8,00	24,00	56,00	3,00	0,00	11,00	17,46
калій	195,00	24,00	138,00	3,00	0,00	148,00	131,92
натрій	5,00	11,00	142,00	1,00	27360,00	9,00	79,71
магній	114,00	2,00	12,00	0,00	0,00	12,00	64,80
фосфор	285,00	24,00	198,00	0,00	0,00	6,00	189,37
залізо	3,01	0,02	1,75	0,30	0,00	0,12	1,94
Цинк	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,92

Для підтвердження біологічної цінності безглютенового печива на основі пшона було проведено розрахунок інтегрального скору кожної складової його рецептури. Для розрахунку було використано добові потреби в нутрієнтах для людей III групи тяжкості праці (працівники середньої тяжкості праці, середня фізична активність) віком 18...29р.

Печиво, хімічний склад, якого отримали розрахунковим методом можна вважати функціональним продуктом, за такими нутрієнтами, як жири (14,18%), харчові волокна (15,67%), вітамін Е (49,60%), В<sub>1</sub>(16,92%), РР (10,69%), магній (18,52%), фосфор (14,60%) та залізо (13,77%). Функціональним вважають той продукт, який забезпечує від 10 до 50% добової потреби в

певному нутрієнті. При порівнянні з традиційним печивом на основі пшеничного борошна, нове печиво має досить хороші показники. Наприклад, інтегральний скор магнію становить 2,42%, фосфору – 6,66%, заліза – 5,88%, вітаміну В<sub>1</sub> – 7,23% від добової потреби.

Хімічний склад безглютенового печива, який наведена в табл. 1, показує, що воно має високий вміст білку і це є досить цінним для людей хворих на целиакію. Тому було розраховано амінокислотний скор білків рецептурних складових та безглютенового печива (табл. 2).

**Таблиця 2 Амінокислотний скор сировини та безглютенового печива**

Показники	Пшоно	Цукор	Масло вершкове	Яйця	Сода харчова	Ванілін	Печиво
Валін	1,05	-	1,41	1,23	-	-	1,10
Ізолейцин	1,07	-	1,47	1,19	-	-	1,10
Лейцин	1,81	-	1,34	1,23	-	-	1,68
Лізін	0,35	-	1,50	1,30	-	-	0,58
Метіонін	1,11	-	0,67	0,96	-	-	1,07
Треонін	0,79	-	1,18	1,21	-	-	0,89
Триптофан	1,09	-	1,18	1,59	-	-	1,20
Фенілалалін	1,39	-	0,78	0,86	-	-	1,26

Як видно з табл. 2, білок пшоно має високий вміст незамінних амінокислот. Лімітуючою амінокислотою білку пшоно є лізін, тобто всі амінокислоти будуть засвоюються на рівні 35%. Аналіз амінокислотного скору здобного безглютенового печива, показує, що першою лімітуючою амінокислотою в ньому також є лізін, амінокислотний скор якої становить 0,58. Тобто, амінокислоти готового продукту будуть засвоюватися лише на 58%. Лише ця частка білку продукту буде витратитися на пластичні функції, а решта на енергетичні, що не є раціональним використанням білків організмом. Тому було вирішено додати до рецептури інший вид безглютенової сировини, яка має більш збалансований амінокислотний склад. У табл. 3 наведено порівняння амінокислотного скору білків

безглютенкових видів борошна

Таблиця 3. Амінокислотний скор безглютенкових видів борошна

Показники	ФАО/ВООЗ	Рисове борошно	Гречане борошно
1	2	3	4
Валін	5,00	1,18	1,03
Ізолейцин	4,00	1,01	0,93
Лейцин	7,00	1,18	0,89
Лізін	5,50	0,64	0,92
Метіонін	3,50	1,20	0,86
Треонін	4,00	0,88	0,95
Триптофан	1,00	1,18	1,43
Фенілаланін	6,00	1,76	0,96

Із наведених в табл. 3 даних видно, що білок рису як і білок пшона має лімітованою амінокислотою лізін, тому введення рису до рецептури виробу на основі пшона не є доцільним. Білок гречки складається з амінокислот, скор яких наближений до 1. У гречці білок має вищий вміст лізину та триптофану, які є дефіцитними в пшоні та печиві на його основі. Отже, гречане борошно може бути використане для підвищення засвоюваності білку в готовому виробі.

Результати розрахунку оптимальної дози внесення до рецептури з пшоном гречаного борошна наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Результати підбору оптимальної дози внесення збагачувачу

Складники білкової комбінації	контроль 1	2	3	4	5	6	7
Печиво	1	0,95	0,9	0,85	0,75	0,6	0,5
Гречане борошно	0	0,05	0,1	0,15	0,25	0,4	0,5
<i>Амінокислотний скор, част. од.</i>							
НАК	1	2	3	4	5	6	7
лейцин	1,68	1,61	1,56	1,50	1,40	1,27	1,19
ізолейцин	1,10	1,09	1,08	1,06	1,04	1,01	1,00
мет + цистин	1,07	1,05	1,04	1,02	1,00	0,96	0,94
лізін	0,58	0,61	0,63	0,66	0,70	0,76	0,79

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>тирозин +фенілаланін</b>	1,26	1,24	1,22	1,20	1,16	1,11	1,08
<b>треонін</b>	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93
<b>валін</b>	1,10	1,09	1,09	1,08	1,07	1,06	1,06
<b>триптофан</b>	1,20	1,22	1,23	1,25	1,28	1,32	1,34
<i>Показники біологічної цінності білку</i>							
<b>Показник</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>АСтіп, част. од.</b>	0,58	0,61	0,63	0,66	0,70	0,76	0,79
<b>Коеф утилітарності, част. од.</b>	0,51	0,54	0,57	0,60	0,65	0,73	0,77
<b>Збалансована частина НАК, г/100 г білку</b>	20,95	21,90	22,81	23,66	25,23	27,29	28,50
<b>Коеф надлишковості, %</b>	34,35	30,41	27,00	24,02	19,06	13,41	10,46

З показників, наведених в табл.4, випливає, що оптимальною є рецептура № 6, де доза внесення гречаного борошна становить 40%. За цієї рецептури засвоюваність всіх амінокислот становить 76%. Коефіцієнт утилітарності становить 73%, що показує, яка частина білку використовується організмом на пластичну функцію, тобто основну функцію білків. 13% білку буде витрачатися організмом на енергетичну та інші функції – коефіцієнт надлишковості.

Збільшення кількості внесення гречки понад 40%, вважаємо недоцільним оскільки вона має специфічний колір та смак, що погіршить органолептичні властивості печива.

**Висновки.** Можна виокремити такі основні підгрупи безглютенових продуктів функціонального призначення: високобілкові, з підвищеною антиоксидантною активністю, з пребіотичними властивостями, діабетичного спрямування. Серед даних груп найменш дослідженими є високобілкові та з пребіотичними властивостями, що свідчить про вільні ніші на ринку і перспективи розвитку цього сегменту продукції. Варто звернути увагу на різні безглютенові сорти злакових, які ще не

досліджувались науковцями та не використовувалися виробничниками. Зокрема варто звернути увагу на різні сорти проса та крупу, отриману з нього – пшоно. Вони практично не зустрічаються у технологіях безглютенових борошняних кондитерських виробів.

Саме тому в якості безглютенового виду сировини було обрано пшоно, яке багате на харчові волокна, вітаміни та мінеральні речовини. Більш детальний розгляд білкової фракції печива на основі пшона виявив, що 58% білку продукту витрачається на пластичні функції організму, а решта на енергетичні.

Раціон людей хворих на целиакію має бути менш енергетичним, але потребує повноцінного білку. Саме тому було вирішено створити суміш двох безглютенових видів зернових культур для збалансування білкового складу. Найкращим виявилось поєднання пшона і гречки при співвідношенні пшона до гречки, як 60:40. Рівень засвоюваності білку сконструйованого печива підвищився до 76%.

Тож, опираючись на дані, отримані при розрахунку біологічної цінності печива на основі пшона, можна стверджувати про його перспективність як безглютенової сировини для виготовлення безглютенових борошняних кондитерських виробів. Безглютенове здобне печиво на основі пшона при тій же енергетичній цінності, що і за традиційної рецептури (на основі пшеничного борошна), має більший вміст вітамінів та мінеральних речовин. Сконструйована комбінація зернової сировини у рецептурі безглютенового печива показує можливість створення цілої лінійки продукції на основі пшона, збалансовуючи білкову чи вуглеводну його складову.

### ***ЛІТЕРАТУРА***

1. Jingwen Xu, Yiqin Zhang, Weiqun Wang, Yonghui Li. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2020, Vol. 103. P 200-21.
2. Губська О.Ю. Способи та алгоритми діагностики целиакії в дорослих з урахуванням сучасних діагностичних можливостей регіонів України:

методичні рекомендації для впровадження в закладах охорони здоров'я, закладах первинної медико-санітарної допомоги, відділеннях стаціонарів терапевтичного, гастроентерологічного профілів. Київ: НМУ імені О.О. Богомольця, 2019. 34 с.

3. WGO. Global Guidelines. Celiac disease. URL: <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/ceciac-disease-english-2016.pdf> (дата останнього звернення 01.03.2023).
4. Costa Borges V., Santos Fernandes S., Zavareze Elessandrada R., Haros Claudia M., Hernandez Carlos P., Dias Alvaro Renato Guerra, Myriamde las Mercedes Salas-Mellado. Production of gluten free bread with flour and chia seeds. *ELSEVIER*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429221004193> (дата останнього звернення 01.03.2023).
5. Coronel E. Belén, Guiotto E. Nancy, Aspiroz María C., Tomás Mabel C., Nolasco Susana M., Capitani Marianela I. Development of gluten-free premixes with buckwheat and chia flours: Application in a bread product. *LWT – Food Science and Technology*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643821000694> (дата останнього звернення 01.03.2023).
6. Martínez E., García-Martínez R., Álvarez-Ortí M., Rabadán A., Pardo-Giménez A., Pardo E.. Elaboration of Gluten-Free Cookies with Defatted Seed Flours. *Effects on Technological, Nutritional, and Consumer Aspects*. URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/6/1213> (дата останнього звернення 01.03.2023).
7. Черемська Т.В., Колеснікова М.Б., Юрченко С.Л., Андрєєва С.С., Омельченко С.Б. Обґрунтування технології печива безглютенового на основі суміші борошна ядра соняшнику та кукурудзи. *Zürich, Schweiz*. 2021, Вип. 10. С. 113-119.
8. María V. Ostermann-Porcel, Natalia Quiroga-Panelo, Ana N. Rinaldoni, Mercedes E. Campderrós. Incorporation of Okara into Gluten-Free Cookies

- with High Quality and Nutritional Value. *Journal of Food Quality*. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/4071585>.
9. Безрученко О. М. Технологія безглютенових кексів з концентратом сколотин. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-3>.
  10. Трохимович А.А., Кишко М.М., Сливка Я.І., Ганич О.Т. Вільнорадикальне окислення і антиоксидантна система в серцево-судинній патології. *Науковий вісник Ужгородського університету*, 2011. В. 2 (41). С. 361-364.
  11. Molinari R., Costantini L., Timperio Anna Maria, Lelli V., Bonafaccia F., Bonafaccia G., Merendino N. Tartary buckwheat malt as ingredient of gluten-free cookies. *Journal of Cereal Science*. 2018. V. 80. P. 37-43.
  12. Arti Chauhan, D.C. Saxena, Sukhcharn Singh. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. *LWT - Food Science and Technology*. 2015. V. 63. P. 939-945.
  13. Khan N., Panesar P.S., Sukhcharn S. Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole indian quinoa flour. *LWT*. 2018. V. 93. P. 573-582.
  14. Dharmesh S. S, Saxena C., Charanjit S. Riar. Nutritional, sensory and in-vitro antioxidant characteristics of gluten free cookies prepared from flour blends of minor millets. *Journal of Cereal Science*. 2016. V. 72. P. 153-161.
  15. Gagnetten M., Archaina A. D, Salas M.P., Graciela E.L, Salvatori D. M., Schebor C.. Gluten-free cookies added with fibre and bioactive compounds from blackcurrant residue. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14798>.
  16. Соломон А.М., Віштак І.В., Войціцька О.М., Бондар М.М. Харчові добавки та їх функціональна роль. *Аграрна наука та харчові технології./ збірник наукових праць*. Вінниця, 2018. Вип. №4. С. 147-157.
  17. Duta D.E., Culetu A. Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free

- cookies. *Journal of Food Engineering*. 2015. V. 162. P. 1-8.
- 18.Лазоренко, Н. П. Удосконалення технології маффінів спеціального призначення: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01 "Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів". К.: НУХТ, 2011. 20 с.
- 19.Грищенко, А. М. Удосконалення технології хліба з безглютенової сировини: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01 "Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів". К.: НУХТ, 2011. 20 с.
- 20.Сорочинська, Ю. С. Удосконалення технології безглютенового хліба з використанням борошна з зерна сорго: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.18.01 "Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів". Київ: Нац. ун-т харч. технол, 2021. 21 с.
- 21.Андрієнко О.О., Галясний І.В., Шаніна О.М. та Ястребова Л.М. Спосіб виробництва бездріжджових безглютенових хлібців: пат. 109240 Україна: МПК А21D 8/02, А21D 13/04. №u201508624; заяв. 07.09.2015; опубл. 25.08.2016, Бюл. №16. 5 с.
- 22.Шаніна О.М., Мінченко С.М. Спосіб виробництва парового безглютенового хліба: пат. 107391 Україна: МПК А21D 8/02. №u201508626; заяв. 07.09.2015; опубл. 10.06.2016, Бюл. №11. 5 с.
- 23.Мацук Ю.А., Олексюк І.Г. Склад кексу безглютенового: пат. 121508 Україна: МПК А21D 8/02, А21D 13/08, А23G 3/42. № u201705618; заяв. 06.06.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. №23. 5 с.
- 24.Wesley Silva D., Bolini Helena M., Pedrosa Maria T. Clerici. S. Gluten-free rice & bean biscuit: characterization of a new food product. *Heliyon*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402100061X> (дата останнього звернення 04.12.2022).
- 25.Миколенко С.Ю., Козяр Ю.В. Розроблення безглютенового печива на основі нетрадиційної сировини. Технологія харчової та легкої

промисловості. 2018. Том. 29(68) Ч.2. №4. С. 125-130.

26.Rai S., Amarjeet Kaur & Baljit Singh. Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. *Journal of Food Science and Technology*. 2011. V 51. P. 785-789.

27.Camino M. Mancebo, Picón J., Gómez M.. Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT - Food Science and Technology*. 2015. V. 64. P. 264-269.

28.Хімічний склад харчових продуктів. URL: <https://tvoydnevnik.com/calorie> (дата останнього звернення 04.12.2022).

## **JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF USING MILLET FOR THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE COOKIES**

**M.V. Pobrusylo, graduate student, N.P. Ivchuk, candidate of technical sciences**

*National University of Food Technologies*

*The article analyzes the attainments of scientists of the world and Ukraine on the issue of gluten-free flour confectionery. The main directions in the creation of functional gluten-free products were highlighted and the least researched issues were determined.*

*Based on the obtained analytical data, the chemical composition of butter cookies based on millet was calculated. The recipe of traditional butter cookies was taken as the original recipe and wheat flour was completely replaced with millet. The calculation of the nutritional value of butter cookies based on millet showed that the designed product can be considered functional, that is, it provides from 10 to 50% of the daily need for a certain nutrient, according to such nutrients as fats (14.18%), dietary fibers (15.67 %), vitamin E (49.60%), B1 (16.92%), PP (10.69%), magnesium (18.52%), phosphorus (14.60%) and iron (13.77%).*

*The protein content of designed cookies has increased compared to traditional*

*cookies. In view of this, the calculation of the amino acid score of millet-based cookies was carried out for a more detailed study of the balance of the amino acid composition and the level of protein digestibility. Calculations showed that the protein of cookies based on millet is absorbed by 35%, the first limited amino acid is tryptophan. To increase the biological value of protein, gluten-free types of flour were analyzed and the most optimal option was selected. The main criterion for choosing gluten-free flour was tryptophan content. This method of combining several types of cereals made it possible to increase both the overall biological value and the level of digestibility of protein. In the course of the calculations, a biscuit recipe was obtained based on a mixture of millet and buckwheat in a ratio as 60:40. The level of protein digestibility of designed cookies is 86%, which is 50% more than millet-based cookies. The nutritional value of cookies has also increased: the content of dietary fiber is 19.90%, the content of vitamin B1 - 16.90%, B2 - 11.33%, B5 - 11.99%, PP - 15.23%; magnesium content - 20.40%, phosphorus - 16.24%.*

**Key words:** *celiac disease, flour confectionery, gluten-free cookies, millet.*