



УДК 664.665

## USE OF CEREAL FLOUR IN THE TECHNOLOGY OF GLUTEN-FREE BAKERY PRODUCTS

### ВИКОРИСТАННЯ БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР В ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

**Dudko I.M. / Дудко І.М.**

PhD Student / аспірант

**Mykhonik L.A. / Михонік Л.А.**

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

National University of Food Technologies, Kyiv, Vladimirskaya, 68, 01033

Національний університет харчових технологій, Київ, Володимирська 68, 01033

**Анотація.** Останнім часом спостерігається зростання захворювань травного тракту, що стало поширеною проблемою, яка потребує участі різних спеціалістів. У відповідь на це, багато людей прагнуть вести здоровий спосіб життя, що включає правильне харчування. Безглютенова дієта сьогодні набуває популярності навіть серед споживачів, які не хворіють на целиакію. Хліб є джерелом вуглеводів, білків та вітамінів і залишається важливим продуктом, але в рецептурах безглютенових хлібобулочних виробів левову частку займає крохмаль, тому їх хімічний склад потребує додаткового збагачення.

Оздоровчі і дієтичні хлібобулочні вироби, в тому числі і безглютенові, відіграють важливу роль у зміцненні здоров'я та збалансованому харчуванні населення. Хліб є доступним засобом для покращення харчової та біологічної цінності раціону. Оптимізація його складу через використання нової сировини та біоактивних добавок надає продукту необхідні функціональні властивості. Основні принципи розробки таких виробів включають підвищений вміст білків, відповідність амінокислотного складу, а також збалансованість жирних кислот і мінералів.

Одним із напрямів покращання макро- та мікронутрієнтного складу безглютенових виробів є використання в рецептурах цих виробів продуктів переробки круп'яних культур, таких як гречка, рис, просо та кукурудза.

Гречане борошно, як перспективний інгредієнт в технології безглютенового хліба, має низький глікемічний індекс, містить білки з добре збалансованим амінокислотним складом, харчові волокна, в тому числі  $\beta$ -глюкани, вітаміни та мінеральні речовини. Вироби з гречаним борошном набувають добрих органолептичних показників з приємним злегка з горіховим смаком та ароматом.

Застосування продуктів переробки круп'яних культур дозволяє створювати безглютенові хлібобулочні вироби, що корисні для здоров'я та відповідають потребам людей, які дотримуються безглютенової дієти, забезпечуючи їх необхідними поживними речовинами.

**Ключові слова:** безглютенові хлібобулочні вироби, функціональне харчування, борошно круп'яних культур, харчова цінність, оздоровче харчування.

#### Вступ.

Останнім часом збільшилася кількість захворювань травного тракту через зміни в харчуванні та способі життя. Зокрема, зросла частка людей із захворюванням на целиакією та іншими розладами, пов'язаними з



непереносимістю глютену. Ці недуги потребують не лише медичного лікування, а й змін у раціоні. Виникає необхідність розробки нових видів безглютенових хлібобулочних виробів з високою харчовою та біологічною цінністю.

Одним із ключових завдань у виробництві безглютенового хліба є збереження його харчової цінності, подібної до традиційних виробів з пшеничного та житнього борошна. Хліб з пшеничного та житнього борошна є важливим джерелом вуглеводів, білків, вітамінів і мінералів. Виключення з рецептур таких виробів пшеничного та житнього борошна, яке містить глютен, обумовлює необхідність використання безглютенових видів борошна, які здатні забезпечити високі споживчі властивості [1].

Продукти переробки круп'яних культур, такі як гречка, рис, просо та кукурудза, можуть слугувати перспективними інгредієнтами для створення безглютенового хліба. Вони збагачують продукт білками, вітамінами, мінералами та харчовими волокнами, поліпшуючи його харчові властивості та відповідність тенденціям здорового харчування.

Важливо також адаптувати технологічний процес виробництва під нові види борошна, враховуючи їх хлібопекарські властивості. Крім того, необхідно забезпечити сенсорні характеристики хліба, які б відповідали очікуванням споживачів щодо смаку, текстури та аромату. Використання круп'яних культур може вплинути на ці властивості, тому важливо знайти оптимальні комбінації інгредієнтів і технологічних параметрів для отримання якісного продукту.

Отже, завдання полягає у розробці технології виробництва безглютенового хліба на основі круп'яних культур, що відповідатиме сучасним вимогам щодо харчової цінності та потребам людей з непереносимістю глютену. Це сприятиме покращенню здоров'я населення та забезпеченню якісними продуктами харчування.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Згідно з дослідженнями, хліб може майже наполовину задовольняє потребу людини у вуглеводах, на третину – у білках, а також більше ніж наполовину – у вітамінах групи В та залізі. Проте його хімічний склад потребує збагачення та



збалансування. Наприклад, співвідношення натрію і калію не є оптимальним: 150-200 грамів хліба повністю задовольняють добову потребу в натрії, але лише на 5-15% у калії [3].

Функціональні хлібобулочні вироби відіграють важливу роль у зміцненні здоров'я населення, адже хліб є одним із найпопулярніших продуктів харчування. Це доступний спосіб покращення харчової та біологічної цінності раціону [4]. Перспективність збагачення хліба полягає в його загальноживаності та доступності. Оптимізація хімічного складу хліба шляхом використання нових інгредієнтів та біоактивних добавок дозволяє надати продукту бажані функціональні властивості. Проведено чимало наукових досліджень з використанням в технології хлібобулочних виробів продуктів переробки круп'яних культур – борошна, пластівців, пророщених зародків тощо [4].

Основні принципи розробки функціональних хлібобулочних виробів включають максимальний вміст білку, наближення його амінокислотного складу до «ідеального», оптимізацію співвідношення жирних кислот та мінеральних речовин. Збагачення хліба компонентами оздоровчої дії можливе завдяки додаванню натуральної сировини, багатой на протеїни, вітаміни, ферменти, мінерали та біоактивні речовини, які підвищують його харчову цінність та біологічну цінність. В умовах екологічного забруднення особливого значення набуває хліб, збагачений речовинами, здатними до комплексоутворення [7].

Відповідно до теорії А. Поттера, існує сім основних функціональних інгредієнтів, які використовуються для надання продуктам користі для здоров'я. Серед них — харчові волокна (целюлоза, геміцелюлоза, пектин), вітаміни (А, Е, В та ін.), мінерали (Са, Fe, J, Se), поліненасичені жирні кислоти (рослинні олії, омега-3 жирні кислоти), антиоксиданти (аскорбінова кислота, бета-каротин, альфа-токоферол), деякі олігосахариди та інші інгредієнти, включаючи мікроелементи, біфідобактерії тощо. Натуральні продукти мають перевагу перед синтетичними, оскільки їх інгредієнти – білки, вітаміни, мінерали присутні у формі, яка легко засвоюється організмом [3].



Добавки, що використовуються для підвищення харчової цінності хліба, впливають на технологічний процес і якість хліба, тому кожен з них слід оцінювати з точки зору функціонального впливу та технології. Наприклад, зміна процесу помелу або збагачення борошна вищого сорту солями йоду, такими як йодат калію, може збільшити вміст цього елемента в хлібі, що сприятиме задоволенню потреб організму в йоді і добре засвоюватиметься в шлунково-кишковому тракті [3].

Хлібобулочні вироби оздоровчо-профілактичного призначення, з додаванням продуктів переробки круп'яних культур, відіграють важливу роль у покращенні здоров'я населення. Серед перспективних культур можна виділити гречку, рис, просо та кукурудзу. Зерно проса та продукти його переробки (крупка, борошно, пластівці) багаті на вітаміни групи В, особливо на ніацин, та містять близько 4% жиру, значна частина якого представлена ненасиченими жирними кислотами. Просо також є джерелом харчових волокон і білків із високою біологічною цінністю. Додавання 10-20% продуктів переробки проса може підвищити харчову цінність хліба, зокрема збільшуючи вміст вітамінів та мінералів, таких як магній і залізо [5]. Кукурудза, з іншого боку, багата на каротиноїди, зокрема на бета-каротин, який є попередником вітаміну А, і містить приблизно 3-5% жиру. Додавання кукурудзяного борошна (до 15%) може покращити текстуру і смак хлібобулочних виробів, а також збільшити вміст харчових волокон і антиоксидантів [6].

Просо та продукти його переробки (борошно, крупка, пластівці) мають високу харчову цінність. Зокрема, вони містять до 11% білка, багаті на вітаміни групи В, особливо на ніацин, а також містять значну кількість магнію, фосфору і заліза. Просо також є джерелом харчових волокон, що сприяє поліпшенню травлення та підтримці здорового рівня холестерину. Гречане борошно, досліджене на кафедрі НУХТ, є перспективним інгредієнтом для хліба. Воно багате на клітковину, білок та мінерали, має низький глікемічний індекс, і надає хлібу хрустку структуру та горіховий смак [8].

Ефективність застосування борошняних сумішей неодноразово



досліджувалася під керівництвом професора В.І. Дробот. Показано, що безглютенове тісто з борошна круп'яних культур (рисового, гречаного, кукурудзяного) значно відрізняється через різний хімічний склад, що дозволяє корегувати властивості тіста та хліба [9, 11].

Використання продуктів переробки круп'яних культур також включає розробку технологій безглютенових хлібобулочних виробів. Цій темі присвячено багато робіт вітчизняних і закордонних вчених, зокрема В.І. Дробот [9], Л.А. Михонік, А.М. Грищенко [9], М.І. Пересічний, С.М. Пересічна, О.І. Черевко, О.М. Шаніна, І.В. Галясий, Н.Л. Лобачева та ін.

Вчені НУХТ розробили технологію безглютенового хліба з використанням рисового та кукурудзяного борошна. Встановлено, що доцільно додавати 20-30% борошна круп'яних культур замість крохмалю, оскільки збільшення кількості призводить до погіршення органолептичних показників [9]. У Харківському національному технічному університеті сільського господарства розроблено технологію безглютенових хлібних виробів з кукурудзяного та рисового борошна в співвідношенні 50:50 до 30:70, з використанням гідрокарбонату натрію як розпушувача.

З точки зору харчової та біологічної цінності доцільно використовувати продукти переробки гречаної крупи.

Дослідження показали, що гречане борошно містить від 5 до 11% харчових волокон. Гречане борошно має значно більший вміст вітамінів В1 і В2, а також міді, марганцю, калію та цинку порівняно з пшеничним борошном, рисом та іншими крупами. Воно також багате амінокислотами, лізином та ніацином. Гречка є другою за вмістом білка серед зернових культур, після вівса. Гречане борошно є відмінним вибором для пекарів, які хочуть збагатити свої вироби поживними речовинами [13].

Гречане борошно містить до 16% легкозасвоюваних білків, до 30% вуглеводів і до 3% жирів. Воно також насичене мінеральними речовинами. Борошно містить залізо, яке сприяє утворенню еритроцитів і покращує колір обличчя. Калій підтримує артеріальний тиск, кальцій бореться з карієсом та



зміцнює нігті і кістки, а магній запобігає депресії і допомагає контролювати вагу. В таблиці 1 відображено хімічний склад, а також фізико – хімічні властивості гречаного борошна у порівнянні з борошном пшеничним вищого сорту [8].

**Таблиця 1 - Хімічний склад гречаного борошна та борошна пшеничного вищого сорту.**

Показники	Гречане борошно	Борошно пшеничне вищого сорту
Білки, г	16,52	10,3
Жири, г	2,43	2,01
Вуглеводи, г	76,61	74,2
крохмаль	53,75	62,98
цукри	5,76	3,94
харчові волокна	15,69	12,61
клітковина	9,73	3,3
пентозани	5,61	4,81
Зола	2,32	0,5
Вологість, %	11,8	14,0
Вітаміни		
А, мкг	2,0	-
В1, мг	0,18	0,17
В2, мг	0,12	0,04
В6, мг	0,4	-
В9, мкг	32,0	-
Е, мг	0,8	-
РР, мг	7,2	1,2
Ніацин, мг	4,2	
Бета каротин, мг	0,01	
Мінерали		
Кальцій, мг	20,0	18,0
Натрій, мг	30,0	10,0
Калій, мг	495,5	122,0
Магній, мг	40,7	16,0
Хлор, мг	33,0	-
Фосфор, мг	675,0	86,0
Залізо, мг	2,46	1,2
Йод, мкг	3.3	-

Хлібобулочні вироби з гречки готують у багатьох країнах за різними традиційними рецептами. Дніпровський аграрно-економічний університет



досліджував процес виробництва гречаного та вівсяного борошна на Дніпропетровському хлібзаводі №9, зокрема, виробництво пластівців для хлібобулочних виробів[10].

Білок гречки має високу засвоюваність (до 80%) і містить багато лізину і метіоніну. Він перевищує вміст білка вівсянки і пшона, що робить гречку важливою для людей з хворобами печінки, атеросклерозом, набряками та гіпертонією. Лимонна і яблучна кислота в гречці сприяють засвоєнню їжі, а регулярне вживання крупи допомагає заповнити дефіцит білка та амінокислот. Це робить гречані пластівці корисними для спортсменів та при відновленні після хвороб [8].

Гречка та гречані продукти є джерелом клітковини: у готовій каші її близько 2 г на 100 г, а в гречаних пластівцях – до 10 г. Клітковина допомагає регулювати рівень цукру в крові, що робить продукт корисним для діабетиків.

Гречка не є злаковою культурою, а відноситься до сімейства гречіхових, що пояснює відсутність глютену і робить продукт безпечним для людей з целиакією. Глікемічний індекс гречаного борошна варіюється від 40 до 60 одиниць, що є середнім рівнем. Гречане борошно містить вуглеводи, які допомагають виводити поганий холестерин і регулювати рівень цукру в крові. Інсуліновий індекс гречаного борошна невисокий – 31-35.

Вітамінний склад гречаного борошна різноманітний і збалансований. Воно містить майже всі відомі вітаміни і мінерали. Макроелементи включають калій, кальцій, кремній, магній, натрій, сірку, фосфор і хлор. Амінокислоти, такі як валін, аргінін, лізин, метіонін, триптофан, ізолейцин і треонін, а також поліненасичені кислоти (лінолева, ліноленова) та Омега-3 і Омега-6 роблять гречане борошно цінним продуктом.

### **Висновки.**

1. Проведений аналітичний огляд літератури показав, що розширення асортименту безглютенових виробів з використанням борошна круп'яних культур є актуальним і потребує додаткового вивчення технологічних властивостей безглютенових видів борошна.



2. Використання продуктів переробки круп'яних культур, таких як гречане борошно, в технології безглютенового хліба відкриває нові можливості для створення високоякісних оздоровчих хлібобулочних виробів. Гречане борошно має унікальні харчові властивості, які сприяють підвищенню поживної та біологічної цінності безглютенового хліба, забезпечуючи споживачів важливими макро- та мікронутрієнтами. Це особливо важливо для людей, які дотримуються безглютенової дієти, оскільки такі продукти можуть задовольнити їхні потреби в білках, вітамінах, мінералах та харчових волокнах, сприяючи зміцненню здоров'я та покращенню якості життя.

#### Література:

1. Vojňanská T., Chlebo P., Horna A., Gažar R. Buckwheat enrichment bread production and its nutrition benefits. *European Journal of Plant Science and Biotechnology*, Global Science Books. 2009. 3(1). P.49-55.

2. Brooks, K., Parr, L., Smith, J.M., Buchanan, D., Snioch, D. and Hebishi, E. (2021). Health and wellness bakery products. Exploring the impact on human health during the COVID-19 pandemic *Food Control*, 130, 108171. doi:10.1016/j.foodcont.2021.108171.

3. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://www.bakersjournal.com/baking-with-buckwheat-2501>.

4. Lapvetelainen, A., Puolanne, E., Salovaara, H. (2006). Evaluation of the functionality of high-protein oat and buckwheat flours in bread. *Journal of Food Science*, 59(5): 1081-1085, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb08195.x>.

5. Nazir, F., & Naik, G.A. (2016). Effect of millet on nutritional, textural and sensory properties of yeast bread. *Journal of Food Science and Technology*, 7(8), 611.

6. Siddiq, M.; Nasir, M.; Ravi, R.; Dolan, K.D.; Butt, M.S. Effect of adding corn flour on functional and textural properties of wheat flour // *Int. J. Food Prop.* 2009. 12 (4). P. 860 - 870.

7. Yoder E.R. Evaluation of the benefits of functional bakery products in environmental pollution / *International Food Allergy Association. Clinical Studies //*





October 11, 1991.

8. Бєлова, І. А. Гетьман, Л. А. Михонік. Використання гречаного борошна в технології хліба. Innovations and prospects of world science : Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference, 2-4 February 2022, Vancouver, Canada. – Vancouver, Canada : Perfect Publishing, 2022. – P. 178–183

9. Дробот В. Зміни показників якості безглютенового хліба при зберіганні / В. Дробот, А. Грищенко // Ukrainian Food Journal. 2013. Vol.2.(3). P. 347– 353.

10. Ткаченко, Т. В. (2021). Обґрунтування процесу виробництва гречаних та вівсяних пластівців в умовах приватного акціонерного товариства «Дніпропетровський хлібзавод №9» [Магістерська дипломна робота, Дніпровський державний аграрно-економічний університет]. Дніпро. Режим доступу: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/4361>

11. Харчування людини: сьогодні та майбутнє [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://amnu.gov.ua/harchuvannya-lyudyny-sogodennya-ta-majbutnye/>

12. Черевко, О.І., Пересічний, М.І., Пересічна, С.М., Свідло, К.В., Грищенко, І.М., Тюрікова, І.С. ... Ліфіренко, О.С. (2017). Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення [Монографія] (Ч. 1). Харків : ХДУХТ.

13. Шаповаленко О.І., Скорікова Г.І., Корж Т.В., Бублик І.В., Степчук Ю.П. // Поживна цінність продуктів, виготовлених із зерна круп'яних культур, 2016. – 1-6 с.

**Abstract.** Recently, there has been an increase in digestive tract diseases, which has become a widespread problem that requires the involvement of various specialists. In response to this, many people are striving to lead a healthy lifestyle that includes proper nutrition. A gluten-free diet is gaining popularity today even among consumers who do not suffer from celiac disease. Bread is a source of carbohydrates, proteins and vitamins and remains an important product, but in gluten-free bakery recipes, starch takes the lion's share, so their chemical composition requires additional enrichment.

Health and dietary bakery products, including gluten-free ones, play an important role in promoting health and balanced nutrition. Bread is an affordable way to improve the nutritional and biological value of the diet. Optimizing its composition through the use of new raw materials and bioactive additives gives the product the necessary functional properties. The basic principles of developing such products include increased protein content, appropriate amino acid composition, and a balanced fatty acid and mineral composition.



*One of the ways to improve the macro- and micronutrient composition of gluten-free products is to use cereal products, such as buckwheat, rice, millet and corn, in the formulations of these products.*

*Buckwheat flour, as a promising ingredient in gluten-free bread technology, has a low glycemic index, contains proteins with a well-balanced amino acid composition, dietary fiber, including  $\beta$ -glucans, vitamins and minerals. Products made with buckwheat flour have good organoleptic characteristics with a pleasant slightly nutty flavor and aroma.*

*The use of cereal processing products makes it possible to create gluten-free bakery products that are healthy and meet the needs of people on a gluten-free diet, providing them with essential nutrients.*

**Key words:** *gluten-free bakery products, functional food, cereal flour, nutritional value, health food.*

Науковий керівник: *д.т.н., проф. Михонік Л.А*

Стаття відправлена: 14.08.2024 г.

© Дудко І.М.