

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.3\(9\).2023.1](https://doi.org/10.32782/2708-4949.3(9).2023.1)

УДК 664.665

А. О. Васьківська

Приватний вищий навчальний заклад «Київський університет культури»

С. М. Пересічна

Київський національний університет культури і мистецтв

ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ БЕЗДРІЖДЖОВОГО БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА

Культура споживання хліба в усьому світі відіграє вирішальну роль в історії цивілізації, харчуванні з часів розвитку сільського господарства. Попри те, що аромат і смак хлібобулочних виробів продовжують задовольняти більшість людей, деякі споживачі мають специфічну потребу у безглютеновому харчуванні. Щоб покращити якість життя населення з точки зору дієти, фахівці харчової промисловості та закладів ресторанного господарства прагнуть розробити високоякісний безглютеновий хліб. Тому існує потреба в нових безглютенових інгредієнтах для хлібобулочних виробів. Створення новітніх видів бездріжджового безглютенового хліба досягнуто шляхом направленої оптимізації хімічного складу хлібобулочних виробів за рахунок заміни борошна житнього та пшеничного першого сорту на безглютенову рослинну сировину: крупу зеленої гречки, насіння сезаму та кіноа, харчові волокна коноплі та гарбуза, волоський горіх. Для задоволення зростаючого попиту споживачів у вживанні безглютенових виробів з високоякісних та натуральних продуктів, розроблено бездріжджовий безглютеновий хліб гречаний з насінням кіноа та сезаму: з волоським горіхом; з харчовими волокнами коноплі; з харчовими волокнами гарбуза. Визначено харчову цінність бездріжджових безглютенових видів хліба: гречаного з кіноа, сезамом та волоським горіхом; гречаного з кіноа, сезамом та харчовими волокнами коноплі; гречаного бездріжджового з кіноа, сезамом та харчовими волокнами гарбуза. Експериментальними дослідженнями доведено збільшення вмісту білків у $1,60\text{--}2,09$ рази, харчових волокон у $3,10 \cdot 10^2 - 1,25 \cdot 10^3$ рази, мінеральних речовин (K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn), вітамінів (B1, E, PP) у складі розроблених видів хліба порівняно з контрольним зразком. Таким чином, бездріжджові види хлібу з використання безглютенової рослинної сировини мають покращену харчову цінність виробів та можуть забезпечувати від 25,37% до 27,47% добової потреби організму в енергії, що дозволяє рекомендувати їх для впровадження в харчовій промисловості та ресторанному господарстві для населення хворих на целиакію та у повсякденному харчовому раціоні всіх верств населення для оздоровчого харчування.

Ключові слова: харчова цінність, безглютеновий хліб, крупа зеленої гречки, насіння кіноа та сезаму, волоський горіх, харчові волокна коноплі, гарбуза.

Постановка проблеми. В харчовій системі населення України значну частину займають хлібобулочні вироби. Традиційний склад сировини з якої виготовляють хлібні вироби є джерелом легкозасвоюваних вуглеводів, білків, мінеральних речовин, жирів, вітамінів, кількість яких у виробі залежить від кількості інгредієнтів в рецептурі та якості сировини.

Шляхом вживання хлібобулочних виробів у своєму раціоні людина покриває частину добової потреби власного організму у білках, жирах, вуглеводах та життєво необхідних макро- і мікронутрієнтах [1].

Поряд з традиційними хлібобулочними виробами у торговельній мережі та закладах ресторанного господарства представлені дієтичні, що призначені для населення з схильністю до алергічних реакцій на окремі компоненти харчових продуктів. До таких відносять хлібобулочні вироби, призначені для вживання при захворюванні на целиакію (алергічна реакція на білок гліадин). На сьогодні, єдиним ефективним методом

лікування хвороби целиації є дотримання безглютенової дієти протягом всього життя хворого.

Оскільки проблема целиації має велике медико-соціальне значення для здоров'я усієї нації, її вирішення неможливе без відповідної, вчасної діагностики хворих та забезпечення їм можливості придбання безпечних для них харчових продуктів, в тому числі і безглютенового хліба.

При виготовленні безглютенових хлібобулочних виробів для хворих на целиакію пшеничне та житнє борошно, що містить глютен, замінюють на крохмаль та безглютенові види борошна [2; 3].

Унікальний біохімічний склад зеленої гречки, волоського горіху, насіння кіноа та сезаму, харчових волокон коноплі, гарбуза та відсутність у них глютену надають можливість використовувати їх у хлібобулочних виробках безглютенового призначення та свідчать про перспективи їх застосування у раціонах харчування, оскільки проблема целиації та несприйнятливості глютену населенням України є актуальною.

Постановка проблеми. Згідно з даними досліджень науковців хлібні вироби з пшеничного та житнього борошна являються не збалансованими за хімічним складом, оскільки, білки хліба містять невелику кількість метіоніну, лізину і триптофану, а також мають незбалансований мінеральний та жирнокислотний склад [4].

З метою поліпшення харчової цінності хліба та надання йому функціональних властивостей використовують різні добавки рослинного та тваринного походження: харчові висівки, концентрати харчових волокон, продукти перероблення сої, молочні продукти, чорний харчовий альбумін, борошно круп'яних культур тощо [4; 16; 23; 25].

Число людей, які страждають на целиацію та несприйнятливості глютену, в Україні, за даними вітчизняних дослідників, наближається до 400 тис. осіб, з яких діагноз встановлено лише у 2500 пацієнтів [2]. За підрахунками Всеукраїнського товариства целиації, лише в столиці нашої країни Києві проживає близько 30 тис. хворих на целиацію.

Поширення целиації, обмежений асортимент безглютенової харчової продукції високої якості, спонукають дослідників до розробки технології харчової продукції, в тому числі й хлібобулочних виробів.

У технології виготовлення безглютенових хлібобулочних виробів потрібно використовувати сировину, що не містить білків клейковини (глютену) наприклад: борошно рисове, кукурудзяне, вівсяне, гречане, пшоняне або просяне, соєве, горохове, сочевичне, мигдальне, нутове, кокосове, лляне та ін. Харчова цінність хлібних виробів залежить від відсоткового вмісту відповідної сировини в рецептурі.

На імунну, серцево-судинну, метаболічну та шлунково-кишкову систему людини сприятливо впливають харчові волокна до яких входять неперетравлювані рослинні вуглеводи, лігнін і стійкий крохмаль [5]. Саме волокна модулюють рівень холестерину та глікемії, спорожнення шлунку, рух кишківнику, мікробіоту кишківнику та виробництво коротколанцюгових жирних кислот (SCFA) [6].

Так, насіння конопель містить близько 18-23% білка, 25-30% олії, 30-40% клітковини та 6-7% вологи [8]. Крім того, конопляна клітковина міститься в оболонці насіння конопель, що містить як розчинні, так і нерозчинні харчові волокна у співвідношенні 20:80 [9]. На відміну від свого розчинного аналога, нерозчинна клітковина не утворює гель з водою; таким чином, його травлення у верхніх відділах шлунково-кишкового тракту дуже обмежене. Нерозчинна клітковина насіння конопель містить целюлозу (46%), лігнін (31%) і геміцелюлозу (22%) [10].

Конопляне борошно використовувалося як часткова заміна пшеничного борошна на рівнях 10% і 20% для приготування безглютенового хліба. Змішування конопляного борошна з пшеничним призвело до підвищення харчової цінності хліба з незначними змінами структурно-механічних властивостей. Збільшення об'єму та уповільнення процесів черствіння хліба призвело до подовження терміну його зберігання [11].

Заміна пшеничного борошна на насіння конопель у хлібобулочних виробках призвела до збільшення вмісту білка та поліфенольних сполук, водночас – до зменшення об'єму хліба та швидкості черствіння [12]. Сьогодні альтернативним джерелом білка приділяється серйозна увага в наукових дослідженнях у всьому світі.

Останнім часом зростає інтерес до продуктів із гарбуза. Їх ефективне використання передбачає виділення біоактивних компонентів і додавання їх у харчові продукти для підвищення харчової цінності. Вони характеризуються високою поживною цінністю, вмістом біологічно активних сполук, таких як: каротини, лютеїн, зеаксантин, вітамінів: А, С, Е, РР, В1, В2, фітостероли, селен і лінолева кислота, що діють як антиоксиданти в раціоні людини [13]. Низький вміст вуглеводів і жиру робить його низькокалорійною і легкозасвоюваною сировиною для використання у хлібобулочному виробництві.

У розроблених зразках бездріжджового та безглютенового хліба використано, як додаткову сировину харчові волокна коноплі та гарбуза. Проведено порівняльний вміст харчової цінності харчових волокон коноплі та гарбуза до борошна пшеничного першого сорту табл. 1. Досліджено, що пшеничне борошно першого сорту має у 3,7 та 4,2 рази більше вуглеводів ніж харчові волокна коноплі та гарбузу відповідно. Проте харчові волокна коноплі та гарбузу містять більше у 3,9 та 4,9 рази білка та у 6,8 та 9,8 рази жиру відповідно.

Метою статті є підвищення харчової цінності бездріжджового хліба з використанням безглютенової сировини: крупи зеленої гречки, насіння кіноа та сезаму, волоського горіху, харчових волокон коноплі та гарбуза.

Об'єктом дослідження є харчова цінність бездріжджового безглютенового хліба.

Предметом дослідження є крупа зеленої гречки (ДСТУ 7697:2015), насіння сезаму (ТУ У 15.8-36440506-003:2010), насіння кіноа (ТУ У 82.9-31641954-003:2013), харчові волокна коноплі (ТУ У 10.41-39224310-002:2021), харчові волокна гарбуза (ТУ У 10.41-39224310-004:2021), волоський горіх (ТУ У 15.8-30530651.002-2001), хліб гречаний бездріжджовий:

- з кіноа, сезамом та волоським горіхом;
- з кіноа, сезамом та харчовими волокнами коноплі;
- з кіноа, сезамом та харчовими волокнами гарбуза.

Методи дослідження: статистичні, аналітично-теоретичного аналізу, математично-статистичні методи обробки експериментальних даних із використанням комп'ютерних технологій.

Для визначення харчової цінності розроблених видів хліба використано наступні методи:

– вміст білка – шляхом визначення загального азоту за методом К'ельдаля згідно з ГОСТ 26889, який базується на здатності органічної речовини проби продукту окислюватись концентрованою сірчаною кислотою в присутності каталізатора;

– біологічну цінність білків та вміст амінокислот визначали методом іонообмінної рідинно-колончатої хроматографії на автоматичному амінокислотному аналізаторі Т-339 виробництва «Мікротехна» Чехія;

– вміст ліпідів – екстракційним спрощеним методом згідно ДСТУ ISO 4897:2007;

– загальний вміст вуглеводів – за ДСТУ 5059;

– вміст клітковини – прискореним методом згідно з ГОСТ 13496.2;

– вміст калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза, – визначено на портативному енергодисперсійному рентгенофлуоресцентному аналізаторі «Elva-X-Med», розробленому на базі НТЦ «Вирія Ітд» (м. Київ);

– вміст тіаміну – флюорометричним методом на спектрофлюориметрі Perkin Elmer SL-50;

– ніацину – колориметричним методом по реакції утворення діаніліду з роданідіоном (ГОСТ 29140-91);

– вміст токоферолу – тонкошаровою хроматографією;

– Енергетичну цінність – розраховували на основі фактичного вмісту в продуктах білків, жирів, вуглеводів, маючи на увазі, що під час окиснення в організмі 1 г жирів виділяється 9,3 ккал, 1 г білків та 1 г вуглеводів – 4,1 ккал.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні десятиліття вимоги споживачів до хлібобулочних виробів істотно змінилися. Споживачі очікують, що сучасні хлібні вироби не тільки вгамують голод і забезпечать необхідними поживними речовинами, але й покращать фізичний і психічний стан. Також зростає інтерес до вживання бездріжджового та безглютенового видів хліба.

Хлібобулочне виробництво, активно розвиває напрям безглютенових виробів спеціального призначення для хворих на целіакію, як на підприємствах галузі, так і в закладах ресторанного господарства. Дану тенденцію підтримує ТМ «Сквирянка», компанія активно виробляє лінійку безглютенової продукції, що відзначає на своєму пакуванні для зручності покупця. ТОВ «Агро-Юг-Сервіс» працює над розробкою продукції та сертифікатом «Перекреслений колосок». Дана сертифікація проходить за міжнародними стандартами, що діють в Україні з 2017-го року. В Україні існує стандарт на безглютенові продукти, згідно з яким у продукції взагалі не повинно бути глютену або його вміст не має перевищувати 20 ppm. Також в цьому стандарті чітко прописаний метод діагностики рівнів вмісту глютену. «Перекреслений колосок» дає повну гарантію безпечності хлібобулочних виробів. Цей знак підтверджує, що в компанії запроваджені всі європейські стандарти для виготовлення безглютенової продукції, яка перевіряється за усіма правилами та контроль на такому виробництві – постійний.

Науковці Шаніна О. М., Галясний І. В., Лобачова Н. Л. Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка запропонували виробництво безглютенових бездріжджових хлібних виробів з кукурудзяного та рисового борошна у співвідношенні від 50:50 до 30:70, з використанням для розпушення тіста гідрокарбонату натрію та інтенсивної механічної обробки [14].

Згідно з результатами досліджень, проведених у науково-дослідному Інституті продовольчих ресурсів, встановлено, що фермент трансклятамінази також

забезпечує якість виробів з високими споживчими властивостями у разі сумісного використання з сухим яєчним альбуміном, сухою молочною сироваткою [15].

На кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій розроблено технологію безбілкового хліба з крохмалю та безглютенового хліба з борошном круп'яних культур [16].

Іспанськими та аргентинськими вченими Rossana Coda Raffaella, DiCagno Marco Gobbetti, Carlo Giuseppe Rizzello, Stefan Weckx, Roel Van der Meulen, Dominique Maes, Ilse Scheirlinck, Geert Huys, Peter Vandamme, Luc De Vuyst доведено актуальність розробок безглютенових виробів, зокрема з використанням процесу спонтанного бродіння [17; 18].

Науковцями Туреччини: İpek Demirkesen Mert, Osvaldo H. Campanella, Gulum Sumnu, Serpil Sahin досліджено вплив рисової закваски спонтанного бродіння на реологічні властивості тіста та технологічний процес випікання хліба з рисового борошна [19].

У Гоенгаймському університеті в Німеччині проведено ізоляцію універсальних та мікробіологічно стійких штамів молочнокислих бактерій за допомогою спонтанного бродіння тіста з амарантового борошна [20; 21; 22].

Враховуючи попит споживачів на безглютенову харчову продукцію, який зростає досить швидко, виникають потреби у розроблянні та дослідженні харчової цінності хлібобулочних виробів з використанням безглютенової сировини.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для покращення харчової цінності, отримання функціональних властивостей безглютенових хлібобулочних виробів, нами замінено борошно житнє та пшеничне першого сорту на крупу зеленої гречки та добавки рослинного походження: харчові волокна коноплі та гарбуза; волоський горіх; насіння сезаму та кіноа. Проведено порівняльний вміст хімічного складу дослідної сировини, що використовували у виготовленні хлібобулочних виробів (табл. 1).

Найбільш цінними за хімічним складом є крупа зеленої гречки, насіння кіноа, сезаму та волоський горіх. Насіння кіноа багате на такі мікроелементи, як залізо, мідь, кальцій, магній, фосфор, залізо. Крупа зеленої гречки, що використовували замість пшеничного та житнього борошна, містить підвищену кількість вітамінів: В1, РР, а вміст вітаміну Е навіть 77,4% більший ніж в пшеничному борошні. В гречці, порівняно з іншими зерновими культурами, міститься рослинний біофлавоноїд, який являє собою групу біологічно активних речовин, що мають радіопротекторну, кардіопротекторну та протизапальну дію.

Крупа зеленої гречки має властивості знижувати рівень холестерину, піднімаючи рівень дофаміну в крові. За вмістом лізину гречка перевершує просо, пшеницю, жито і наближається до соєвих бобів, за вмістом валіну – наближається до молока, за вмістом лецитину – до яловичини, за вмістом триптофану – не поступається продуктам тваринного походження.

Таблиця 1 – Харчова та енергетична цінність рослинної сировини, на 100 г

Найменування речовин	Борошно пшеничне першого сорту	Борошно житнє	Крупа зеленої гречки	Насіння кіноа	Насіння сезаму	Волоський горіх	Харчові волокна коноплі	Харчові волокна гарбуза
Білки, г	10,6	6,9	12,6	14,12	19,4	16,2	41,6	51,6
Жири, г	1,3	1,4	2,6	6,07	48,7	60,8	8,8	12,8
Вуглеводи, г	69	66,3	68	57,16	12,2	11,1	18,6	16,6
Харчові волокна, г	–	–	4,1	7	11,8	2	15,8	6,9
Мінеральні речовини								
Калій, мг	178	200	380	563	497	474	411	924,15
Кальцій, мг	24	19	20	47	1474	89	71,4	380,48
Магній, мг	44	25	200	197	540	120	171	507,64
Фосфор, мг	115	139	298	457	720	332	114	115
Залізо, мг	2,1	2,9	6,7	4,57	16	2	13,8	8,3
Вітаміни								
Тіамін (В1), мг	0,25	0,17	0,43	0,36	1,27	0,39	1,23	0,24
Рибофлавін (В2), мг	0,08	0,04	0,2	0,31	0,36	0,12	0,11	0,36
Ніацин (РР), мг	2,2	1	4,2	1,52	4	1,2	4,4	3,1
Токоферол (Е), мг	1,5	2,2	6,65	2,44	5	2,6	44,8	29,88
Енергетична цінність, Ккал	330	305	329	368	565	656	352	402

Розроблена технологія виробництва бездріжджових безглютенових хлібобулочних виробів з безглютеновою сировиною: хліб гречаний бездріжджовий з кіноа, сезамом та волоським горіхом; хліб гречаний бездріжджовий з кіноа, сезамом та харчовими волокнами коноплі; хліб гречаний бездріжджовий з кіноа, сезамом та харчовими волокнами гарбуза [23].

Провівши експериментальні дослідження, отримали результати харчової цінності безглютенового хліба з використанням рослинної сировини, дані яких наведені в табл. 2. Житньо-пшеничний хліб (контрольний зразок) має низький вміст білків (6,5 г) в порівнянні з трьома дослідними зразками безглютенового хліба. Так, у дослідному зразку № 1 кількість білка більше на 209,2%, у дослідному зразку № 2 – на 160,62%, у дослідному зразку № 3 – на 166,15% у порівнянні з контролем. Це обумовлено тим, що в крупі зеленої гречки, що використовували при виробництві безглютенового хліба, а також в насінні кіноа, сезаму, грецькому горіхові та харчовій клітковині міститься більше білкових речовин, ніж в пшеничному та житньому борошні (табл. 2).

Оскільки харчові волокна відіграють важливу роль в процесі травлення, сприяють нормальному функціонуванню шлунку та кишківника, нами визначено наявність та їх кількість у дослідних зразках. В хлібові житньо-пшеничному (контроль) харчові волокна відсутні з крупи зеленої гречки, насіння сезаму, кіноа, волоський горіх, харчові волокна гарбуза та коноплі їх кількість у дослідних зразках становить: № 1 – 3,1 г; № 2, 3 – 13 г та 11,4 г на 100 г виробу відповідно.

У дослідних зразках безглютенового хліба з крупи зеленої гречки маємо вищий вміст мінеральних речовин в порівнянні до контролю. Приріст кількості калію в безглютенових хлібних виробках з крупи зеленої гречки у дослідних зразках збільшилось на 36,79...42,89%. Значно підвищилась кількість магнію у дослідних зразках

і становила: у зразку № 1 – 400,20%; № 2 – 435,27%; № 3 – 441,95%. Кількість заліза у дослідних зразках становить № 1 – 204,79%; 2 – 235,32%; 3 – 234,73%.

Зразки безглютенового хліба з крупи зеленої гречки мають збільшений вміст вітамінів Е, РР у відсотковому співвідношенні до контролю і становлять:

дослідний зразок № 1: Е – 182,48%; РР – 234,56%; дослідний зразок № 2: Е – 230,65%; РР – 295,18%; дослідний зразок № 3: Е – 225,69%; РР – 289,50%.

При складанні добового раціону хворих на целіакію і фенілкетонурію важливо враховувати покриття добової потреби в поживних речовинах та енергії при вживанні хліба. Добова норма споживання хлібобулочних виробів згідно «споживчого кошика» затвердженим Кабінетом міністрів України, та норми фізіологічних потреб населення в основних харчових речовинах та енергії для категорії людей віком з 18-29 років становить 277 г, а потреби організму людини в харчових речовинах та енергії встановлені у документі МОЗ України «Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії» [24].

При споживанні 277 г розроблених виробів забезпечується від 43,16 до 56,22% добової потреби у білках, у мінеральних речовинах: кальції – від 16,44 до 17,92%, магнії – від 79,59 до 87,90%, фосфорі – від 44,5 до 47,05%, залізі – від 63,13 до 72,6% та вітамінах: тіаміні – від 41,25 до 43,12%, рибофлавіні – від 16,5 до 18,5%, нікотинової кислоти – від 25 до 30,09%, порівняно з контролем (табл. 3) за рахунок використання крупи зеленої гречки, насіння кіноа та сезаму, волоського горіху, харчових волокон коноплі та гарбуза.

При вживанні житньо-пшеничного хліба харчові волокна не потрапляють до організму людини, а у разі споживання 277 г безглютенового хліба з крупи зеленої гречки їх добова потреба, відповідно до норм МОЗ, забезпечується на 34,36...138,52% (табл. 3).

Таблиця 2 – Харчова цінність безглютенового хліба з використанням рослинної сировини, на 100 г виробу

Показники	Контроль	Досліди					
	Хліб житньо-пшеничний	Хліб гречаний бездріжджовий з кіноа та волоським горіхом (дослідний зразок № 1)	Дослід/контроль, %	Хліб гречаний бездріжджовий з кіноа та харчовими волокнами коноплі (дослідний зразок № 2)	Дослід/контроль, %	Хліб гречаний бездріжджовий з кіноа та харчовими волокнами гарбуза (дослідний зразок № 3)	Дослід/контроль, %
Білки, г	6,5	14,0	209,23	10,0	160,61	10,8	166,15
Незамінні амінокислоти, мг	84,0	434,0	516,42	404,0	480,35	404,0	480,83
Жири, г	2,1	8,6	401,86	4,4	206,07	4,7	220,09
Насичені жирні кислоти, мг	304,0	457,0	150,42	446,0	146,95	444,0	146,16
Вуглеводи, г	55,0	28,0	51,00	36,0	65,55	35,7	65,57
Харчові волокна, г	-	3,1	3,10•10 ²	13,0	1,25•10 ³	11,4	1,14•10 ³
Мінеральні речовини, мг							
Калій	168,0	230,0	136,79	231,0	137,17	241,0	142,89
Кальцій	31,0	78,0	248,67	71,0	228,08	71,2	228,08
Магній	29,0	115,0	400,20	125,0	435,27	127,0	441,95
Фосфор	102,0	193,0	189,46	196,0	192,35	204,0	200,31
Залізо	1,7	3,4	204,79	3,9	235,32	3,9	234,73
Мідь	0,2	0,3	150,00	0,3	150,00	0,3	150,00
Цинк	0,8	1,1	141,25	1,1	141,25	1,2	148,75
Вітаміни, мг							
Вітамін В1	0,2	0,2	100,00	0,3	150,00	0,3	150,00
Вітамін В2	0,07	0,120	171,42	0,127	181,42	0,133	190,00
Вітамін Е	1,4	2,5	182,48	3,2	230,65	3,1	225,69
Вітамін РР	0,8	1,9	237,50	2,4	300,00	2,35	293,75
Енергетична цінність, ккал	264,0	243,0	92,22	224,0	85,16	229	86,75

Таблиця 3 – Забезпечення добової потреби у харчових речовинах при споживанні 277 г хліба

Показники	Добова потреба у нутрієнтах харчування (для вікової категорії 18-29 років)	Покриття добової потреби при вживанні 277 г хліба, %			
		Хліб житньо-пшеничний (контроль)	Хліб гречаний бездріжджовий з кіноа та волоським горіхом	Хліб гречаний бездріжджовий з кіноа та харчові волокна коноплі	Хліб гречаний бездріжджовий з кіноа та харчові волокна гарбуза
Білки, г	67	26,88	56,22	43,16	44,65
Жири, г	68	8,72	35,02	17,97	19,19
Вуглеводи, г	392	38,51	19,64	25,24	25,25
Харчові волокна, г	25	-	34,36	138,52	126,32
Мінеральні речовини, мг					
Кальцій	1200	7,20	17,92	16,44	16,44
Магній	400	19,88	79,59	86,57	87,90
Фосфор	1200	23,49	44,50	45,18	47,05
Залізо	15	30,86	63,13	72,60	72,40
Вітаміни, мг					
Вітамін В1	1,6	33,12	41,25	43,12	43,12
Вітамін В2	2	9,50	16,50	17,50	18,50
Вітамін РР	22	10,22	25,00	30,09	29,54
Енергетична цінність, ккал	2450	29,79	27,47	25,37	25,84

Згідно з результатами (табл. 3), при включенні в раціон безглютенового хліба покривається від 25,37% до 27,47% добової потреби організму в енергії.

Висновки. За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що розроблені дослідні зразки хліба з крупи зеленої гречки та насіння кіноаї сезаму, волоського горіху, харчових волокон коноплі та гарбуза є досить перспективними у розвитку безглютенових хлібобулочних виробів.

Склад безглютенових дослідних зразків хлібобулочних виробів має високий вміст поживних речовин, характеризуються підвищеним вмістом білка та необхідних у харчуванні вітамінів В1, В2 та РР, мінеральних речовин: кальцію, калію, фосфору, заліза.

Хліб гречаний безглютеновий може бути рекомендований для населення хворих на целиакию та у повсякденному харчовому раціоні всіх верств населення.

Список використаних джерел:

1. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва : підруч. для студ. вищ. навч. закл. Київ : Логос, 2002. С. 365.
2. Катаси К. 20 вопросов и ответов о целиакии Dr. Schär. Киев : Солвей, 2009. С. 54.
3. Sancher H. D., Oletta C. A., Torre A. M. Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch. *Food Sci.* 2002. Vol. 67. № 1. P. 416–419.
4. Арсеньєва Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами : дис. ... доктора техн. наук : 05.18.01. Київ, 2007. С. 325.
5. Kranz, S., Brauchla, M., Slavin, J. L., Miller, K. B. What do we know about dietary fiber intake in children and health? The effects of fiber intake on constipation, obesity, and diabetes in children. *Adv. Nutr.* 2012. P. 47–53.
6. Hojsak, I., Benninga, M. A., Hauser, B., Kansu, A., Kelly, V. B., Stephen, A. M., Morais Lopez, A., Slavin, J., Tuohy, K. Benefits of dietary fibre for children in health and disease. *Arch. Dis. Child.* 2022. P. 973–979.
7. Likhodeevsky, A. On the issue of the revival of undeservedly forgotten technologies: Industrial hemp. *Theory Pract. World Sci.* 2021. P. 29–38.
8. Mattila, P., Mäkinen, S., Euroola, M., Jalava, T., Pihlava, J., Hellström, J., Pihlanto, A. Nutritional value of commercial protein rich plant products. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2018. P. 108–115.
9. Maki, K. C., Davidson, M. H., Torri, S., Ingram, K. A., O'Mullane, J., Daggy, B. P., Albrecht, H. H. High-molecular-weight hydroxypropylmethylcellulose taken with or between meals is hypocholesterolemic in adult men. *J. Nutr.* 2000. P. 1705–1710.
10. Korus, J. M., Witczak, R., Ziobro, L. J. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch-based gluten free bread. *LWT – Food Sci. Technol.* 2017. P. 143–150.
11. Mikuleca, A., Kowalskib, S., Sabatb, R., Skoczylasc, L., Tabaszewskac, M., Wywrocka-Gurgulb, A. Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. *LWT – Food Sci. Technol.* 2019. P. 164–172.
12. Hautrive, T. P., Piccolo, J., Rodrigues, A. S., Campagnol, P. C. B., Kubota, E. H. Effect of fat replacement by chitosan and golden flaxseed flour (wholemeal and defatted) on the quality of hamburgers. *LWT – Food Science and Technology.* 2019. P. 403–410.
13. Woo I. A., Kim Y. S., Choi H. S., Song T. H., Lee S. K. Quality Characteristics of sponge cake with added dried sweet pumpkin powders. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 2006. P. 254–260.
14. Zhang, X., Dong, C., Hu, Y., Gao, M., Luan, G. Zein as a structural protein in gluten-free systems: An overview. *Food Science and Human Wellness*, 2021. P. 270–277.
15. Cela, N., Condelli, N., Caruso, M. C., Perretti, G., Di Cairano, M., Tolve, R., Galgano, F. Gluten-free brewing: Issues and perspectives. *Fermentation*, 2020. P. 53.
16. Шпаніна О. М., Галясний І. В., Лобачова Н. Л. Обґрунтування складу борошняної сировини в технології безглютенового бездріжджового хліба. *East European Scientific Journal.* 2015. № 4. С. 56–60. URL: http://eesajournal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ_4_21.pdf (дата звернення: 29.06.2023).
17. Semenova A. Gluten-free bakery products / A. Semenova, Ju. Prikhodko // 8th Central European Congress on Food 2016 – Food Science for Well-being (CEFood 2016), 23-26 May 2016 : Book of Abstracts. Kyiv : NUFT, 2016. P. 146.
18. Михонік Л. А., Дробот В. І., Шупило К. О. Хліб «Безглютеновий смачний»: патент 120726 Україна: МПК А21D 13/066. № u201706035; заявл. 16.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21.
19. Rossana Coda Raffaella, DiCagno Marco Gobbetti, Carlo Giuseppe Rizzello. Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. *Food Microbiology.* 2014. № 2. P. 51–58.
20. Stefan Weckx, Roel Van der Meulen, Dominique Maes, Ilse Scheirlinck, Geert Huys, Peter Vandamme, Luc De Vuyst. Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations. *Food Microbiology.* 2010. Vol. 8. № 12. P. 1000–1008.
21. Ilkem Demirkesen Mert, Osvaldo H. Campanella, Gulum Sumnu, Serpil Sahin. Gluten – free sourdough bread prepared with chestnut and rice flour. *Foodbalt.* 2014. Vol. 26. № 1. P. 239–242.
22. Arzu Sterr Y. Isolierung universell einsetzbarer und mikrobiologisch stabiler Sauerteigstarterkulturen durch spontane Fermentationen mit Amaranth: dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften Fakultät Naturwissenschaften. Leonberg: Universität Hohenheim, 2009. P. 131.
23. Васьківська А. О., Пересічна С. М. Технологія бездріжджового хліба з використанням безглютенової сировини. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки.* 2022. Вип. 4. С. 44–54. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.6>

24. Депутатський запит щодо впровадження виробництва безглютенових продуктів в Україні [Вих. № 16/зп від 19.05.2016 р.]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text> (дата звернення: 01.08.2023).

25. Пересічний М. І., Пересічна С. М., Собко А. Б. Якість хлібобулочних виробів із використанням дієтичних добавок та начинок. *Обладнання та технології харчових виробництв* : темат. зб. наук. пр. Одеса : ОНАХТ, 2012. Том 2. № 41. С. 59–63.

References:

1. Drobot V. I. (2002) Technology of bakery production: tutorial. for students higher education closing. Kyiv: Logos, p. 365.
2. Katassi K. (2009) 20 questions and answers about celiac disease Dr. Schär. Kyiv: Solvay, p. 54.
3. Sancher H. D., Oletta C. A., Torre A. M. (2002) Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch. *Food Sci.*, vol. 67, no. 1, pp. 416–419.
4. Arsenyeva L. Yu. (2007) Scientific justification and development of the technology of functional bakery products with vegetable proteins and micronutrients: thesis.... doctor of technology Sciences: 05.18.01. Kyiv, p. 325.
5. Kranz, S., Brauchla, M., Slavin, J. L., Miller, K. B. (2012) What do we know about dietary fiber intake in children and health? The effects of fiber intake on constipation, obesity, and diabetes in children. *Adv. Nutr.*, pp. 47–53.
6. Hojsak, I., Benninga, M. A., Hauser, B., Kansu, A., Kelly, V. B., Stephen, A. M., Morais López, A., Slavin, J., Tuohy, K. (2022) Benefits of dietary fiber for children in health and disease. *Arch. Dis. Child.*, pp. 973–979.
7. Likhodeevsky A. (2021) On the issue of the revival of undeservedly forgotten technologies: Industrial hemp. Theory Practice. *World Sci.*, pp. 29–38.
8. Mattila, P., Mäkinen, S., Euroola, M., Jalava, T., Pihlava, J., Hellström, J., Pihlanto, A. (2018) Nutritional value of commercial protein rich plant products. *Plant Foods Hum. Nutr.*, pp. 108–115.
9. Maki, K. C., Davidson, M. H., Torri, S., Ingram, K. A., O'Mullane, J., Daggy, B. P., Albrecht, H. H. (2000) High-molecular-weight hydroxypropylmethylcellulose taken with or between meals is hypocholesterolemic in adult men. *J. Nutr.*, pp. 1705–1710.
10. Korus, J. M., Witzcak, R., Ziobro, L. J. (2017) Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch-based gluten free bread. *LWT – Food Sci. Technol.*, pp. 143–150.
11. Mikuleca, A., Kowalskib, S., Sabatb, R., Skoczylasc, L., Tabaszewskac, M., Wywrocka-Gurgulb, A. (2019) Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. *LWT – Food Sci. Technol.*, pp. 164–172.
12. Hautrive, T. P., Piccolo, J., Rodrigues, A. S., Campagnol, P. C. B., Kubota, E. H. (2019) Effect of fat replacement by chitosan and golden flaxseed flour (wholemeal and defatted) on the quality of hamburgers. *LWT – Food Science and Technology*, pp. 403–410.
13. Woo I. A., Kim Y. S., Choi H. S., Song T. H., Lee S. K. (2006) Quality Characteristics of sponge cake with added dried sweet pumpkin powders. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, pp. 254–260.
14. Zhang, X., Dong, C., Hu, Y., Gao, M., Luan, G. (2021) Zein as a structural protein in gluten-free systems: An overview. *Food Science and Human Wellness*, pp. 270–277.
15. Cela, N., Condelli, N., Caruso, M. C., Perretti, G., Di Cairano, M., Tolve, R., Galgano, F. (2020) Gluten-free brewing: Issues and perspectives. *Fermentation*, pp. 53.
16. Shanina O. M., Galyasny I. V., Lobachova N. L. (2015) Justification of the composition of flour raw materials in the technology of gluten-free and yeast-free bread. *East European Scientific Journal*, no. 4, pp. 56–60. Available at: http://eesajournal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ_4_21.pdf (accessed June 29, 2023).
17. Semenova A., Prikhodko Ju. (2016) Gluten-free bakery products / 8th Central European Congress on Food 2016 – Food Science for Well-being (CEFood 2016), May 23-26, 2016: Book of Abstracts. Kyiv: NUFT, p. 146.
18. Mykhonik L. A., Drobot V. I., Shupylo K. O. «Gluten-free delicious» bread: patent 120726 Ukraine: IPC A21D 13/066. No. u201706035; statement 16.06.2017; published 10.11.2017. Bul. No. 21.
19. Rossana Coda Raffaella, DiCagno Marco Gobbetti, Carlo Giuseppe Rizzello (2014) Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. *Food Microbiology*, no. 2, pp. 51–58.
20. Stefan Weckx, Roel Van der Meulen, Dominique Maes, Ilse Scheirlinck, Geert Huys, Peter Vandamme, Luc De Vuyst (2010) Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelled sourdough fermentations. *Food Microbiology*, vol. 8, no. 12, pp. 1000–1008.
21. Ilkem Demirkesen Mert, Osvaldo H. (2014) Campanella, Gulum Sumnu, Serpil Sahin. Gluten-free sourdough bread prepared with chestnut and rice flour. *Foodbalt*, vol. 26, no. 1, pp. 239–242.
22. Arzu Sterr Y. (2009) Isolierung universell einsetzbarer und microbiologisch stabiler Sauerteigstarterkulturen durch spontane Fermentationen mit Amaranth: dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften Fakultät Naturwissenschaften. Leonberg: Universität Hohenheim, p. 131.
23. Vaskivska A. O., Peresichna S. M. (2022) Technology of yeast-free bread using gluten-free raw materials. *Taurian Scientific Bulletin. Series: Technical sciences*, issue 4, pp. 44–54. Available at: <https://journals.ksauniv.ks.ua/ind>
24. Deputatskyi zapyt shchodo vprovadzhennia vyrobnytstva bezghliutenovykh produktiv v Ukraini [Vykh. № 16/zp vid 19.05.2016 r.]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text>
25. Peresichnyi M. I., Peresichna S. M., Sobko A. B. (2012) Yakist khlibobulochnykh vyrobiv iz vykorystanniam diietychnykh dobavok ta nachynok. *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv*: temat. zb. nauk. pr. Odessa: ONAKhT, tom 2, no. 41, pp. 59–63.

Alina Vaskivska

Private Higher Educational Institution "Kyiv University of Culture"

Svitlana Peresichna

Kyiv National University of Culture and Arts

NUTRITIONAL VALUE OF YEAST-FREE GLUTEN-FREE BREAD

The culture of bread consumption throughout the world plays a decisive role in the history of civilization, nutrition since the development of agriculture. Although the aroma and taste of bakery products continue to satisfy most people, some consumers have a specific need for a gluten-free diet. In order to improve the quality of life of the population from the point of view of diet, experts in the food industry and restaurants are striving to develop high-quality gluten-free bread. Therefore, there is a need for new gluten-free ingredients for bakery products. The creation of the newest types of yeast-free gluten-free bread was achieved by targeted optimization of the chemical composition of bakery products by replacing rye and wheat flour of the first grade with gluten-free vegetable raw materials: green buckwheat groats, sesame and quinoa seeds, hemp and pumpkin dietary fibers, walnuts. To meet the growing demand of consumers for gluten-free products made from high-quality and natural products, yeast-free gluten-free buckwheat bread with quinoa and sesame seeds was developed: with walnut; with dietary hemp fibers; with pumpkin dietary fiber. The nutritional value of yeast-free gluten-free types of bread was determined: buckwheat with quinoa, sesame and walnut; buckwheat with quinoa, sesame and hemp dietary fibers; buckwheat without yeast with quinoa, sesame and pumpkin dietary fiber. Experimental studies proved an increase in the content of proteins by 1.60 – 2.09 times, dietary fibers by $3.10 \cdot 10^2 - 1.25 \cdot 10^3$, minerals (K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn), vitamins (B1, E, PP) in the composition of the developed types of bread compared to the control sample. Thus, yeast-free types of bread from the use of gluten-free vegetable raw materials have an improved nutritional value of the products and can provide from 25.37% to 27.47% of the body's daily energy needs, which allows us to recommend them for implementation in the food industry and restaurant industry for the sick population for celiac disease and in the daily diet of all segments of the population for healthy nutrition.

Key words: *nutritional value, gluten-free bread, green buckwheat groats, quinoa and sesame seeds, walnut, dietary fibers of hemp, pumpkin.*

Статтю подано до редакції 14.08.2023