

УДК: 664.661:635.1.

**Бажай-Жежерун С.А.**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології оздоровчих продуктів

**Береза-Кіндзерська Л. В.**, кандидат хімічних наук, доцент, кафедра екології та збалансованого природокористування

**Тогачинська О.В.**, кандидат с-г наук, доцент, кафедра екології та збалансованого природокористування

Національний університет харчових технологій

**Bazhay-Zhezherun S.A., Bereza-Kindzerska L.V., Togachynska O.V.**

## **ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБА ШЛЯХОМ ЗБАГАЧЕННЯ ЙОГО РОСЛИННОЮ БІЛКОВОВМІСНОЮ СИРОВИНОЮ**

### **ENHANCEMENT OF BREAD NUTRITIONAL VALUE BY ITS ENRICHMENT WITH VEGETABLE PROTEIN-CONTAINING RAW MATERIALS**

**Анотація.** Проведено порівняльну оцінку хімічного складу цільозернового та конопляного борошна. Досліджено кислотність сировини, вміст основних макронутрієнтів: білків, жирів, вуглеводів; вміст вітамінів С, Е,  $\beta$ -каротину, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР.

Нами досліджено вплив конопляного борошна на інтенсивність бродіння тіста. Тісто замішували безопарним способом з цільозернового борошна з частковою його заміною на конопляне борошно у кількості 5, 7, 10 %. Дріжджі додавали у кількості 2,5 %, сіль – 1,5 % від маси борошна. Відмічено позитивний вплив додавання збагачувача на процес газоутворення у тісті. Найвищі показники сумарного газоутворення мали зразки з вмістом збагачувача 7 та 10 %. Встановлено, що кислотність тіста і відповідно готових виробів із добавкою конопляного борошна змінювалась незначно – у межах 0,1-0,5 град. Для підвищення харчової цінності та поліпшення

органолептичних показників готових виробів напівфабрикати посипали обрушеним насінням конопель, вміст якого у рецептурі складав 1,0 %.

Доведено, що збагачення цільнозернового пшеничного хліба конопляним борошном та насінням не погіршують структуру пористості виробів. За умови внесення борошна конопель у кількості 5-10 %, та насіння у кількості 1 % до рецептури цільнозернового хліба, смак та аромат залишаються прийнятними, а також набувають приємного легкого відтінку збагачувача.

Розраховано харчову та біологічну цінність хліба, збагаченого продуктами перероблення конопель. Встановлено, що кількість білка підвищилась на 27,58-50,58 %, клітковини у 2-2,5 рази; ліпідів, які є джерелом поліненасичених жирних кислот у три рази порівняно з кількістю у цільнозерновому хлібі. Доведено збільшення кількості вітамінів у збагаченому хлібі, зокрема токоферолів з 0,5 мг% до 2,7-4,5 мг%,  $\beta$ -каротину з 0,1 мг% до 0,47-0,79 мг%; тіаміну з 0,18 мг% до 0,25-0,32 мг%, залежно від вмісту конопляного борошна у рецептурі. Підвищився вміст мінеральних сполук, зокрема Ca, K, Mg, P, Fe.

Встановлено, що ступінь забезпечення добової потреби в макро- та мікронутрієнтах, дорослого населення першої групи інтенсивності, за рахунок споживання 100 г хліба, збагаченого продуктами перероблення конопель складає: білки – 18 %, жири – 4,4 %, вуглеводи – 15,6 %, з них харчові волокна - 11 %.

**Ключові слова:** цільнозернове пшеничне борошно, конопляне борошно, насіння, білок, харчова цінність, вітаміни.

**Abstract.** The chemical composition of whole grain and hemp flour was compared. The acidity of raw materials, the content of the main macronutrients were studied: proteins, fats, carbohydrates; content of vitamins C, E,  $\beta$ -carotene, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP.

We investigated the effect of hemp flour on the intensity of dough fermentation. The dough was kneaded in a steamless way from whole grain flour with its partial replacement by hemp flour in the amount of 5, 7, 10%. Yeast was

added in an amount of 2.5%, salt - 1.5% by weight of flour. The positive effect of the addition of enrichment on the process of gas formation in the dough was noted. The highest indicators of total gas formation were samples with enrichment content of 7 and 10%. It was established that the acidity of the dough and, accordingly, finished products with the addition of hemp flour varied slightly - in the range of 0.1-0.5 deg. To increase nutritional value and improve organoleptic indicators of finished products, semi-products were sprinkled with collapsed hemp seeds, the content of which in the recipe was 1.0%. It has been proved that the enrichment of whole grain wheat bread with hemp flour and seeds does not worsen the porosity structure of the products. If hemp flour is added in an amount of 5-10%, and seeds in an amount of 1% to the recipe of whole grain bread, the taste and aroma remain not only acceptable, but also acquire a pleasant light tint of enrichment.

The nutritional and biological value of bread enriched with hemp processing products is calculated. It was found that the amount of protein increased by 27.58-50.58%, fiber by 2-2.5 times; lipids, which are a source of polyunsaturated fatty acids three times the amount in whole grain bread. There was an increase in the amount of vitamins in fortified bread, in particular tocopherols from 0.5 mg% to 2.7-4.5 mg%,  $\beta$ -carotene from 0.1mg% to 0.47-0.79 mg%; thiamine from 0.18 mg% to 0.25-0.32 mg%, depending on the content of hemp flour in the recipe. The content of mineral compounds, in particular Ca, K, Mg, P, Fe, has increased.

It was established that the degree of ensuring the daily need for macro- and micronutrients, the adult population of the first intensity group, due to the consumption of 100 g of bread enriched with hemp processing products, is: proteins - 18%, fats - 4.4%, carbohydrates - 15.6%, of which food fibers - 11%.

**Key words:** whole wheat flour, hemp flour, seeds, protein, nutritional value, vitamins.

**Постановка проблеми.** Наразі в усіх прогресивних країнах світу а також в Україні актуальним питанням є розроблення нових видів харчових продуктів оздоровчого, функціонального та лікувально-профілактичного

призначення з використанням нетрадиційних видів рослинної сировини, багатих есенціальними компонентами: незамінними амінокислотами, вітамінами, мінеральними сполуками, харчовими волокнами тощо.

Хліб та хлібобулочні вироби користуються великим споживчим попитом у всіх соціальних верств населення та займають чільне місце у харчовому раціоні. Відомо, що у процесі виробництва сортові види борошна втрачають значну частку цінних мікронутрієнтів, які містяться у периферійних частинах зерна і видаляються при помелі. Тому доцільним є більш широке використання цільнозернового борошна у технології хлібобулочних виробів, а також застосування перспективних збагачувачів природного походження, зокрема рослинної сировини, яка є джерелом необхідних нутрієнтів.

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

Конопляне насіння – джерело цінних фітонутрієнтів. Воно містить 30-35% ліпідів, 17-25% білка, 14-27% клітковини, 2,5-7,0% сирової золи, безазотистих екстрактивних речовин 14-27%. Продуктами перероблення конопель є обрушене конопляне насіння, конопляна олія, конопляне борошно, висівки конопляні (клітковина), конопляний протеїн [1, с.17].

Науковцями досліджено, що насіння конопель включає від 26,6 до 37,8% ліпідів; вони містять 81 % ПНЖК з яких 59,6 % складає лінолева кислота ( $\omega$ -6), 3,4 %  $\gamma$ -ліноленова ( $\omega$ -3) та 18 %  $\alpha$ -ліноленова ( $\omega$ -6) кислота [2, с.404]; у більшості сортів конопель співвідношення есенціальних жирних кислот  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 варіюється від 2,1 до 4,9 [3, с.10]

Збагаченням хлібних виробів продуктами перероблення конопель займаються як вітчизняні так і закордонні науковці.

Самофаловою Л.А. та Березіною Н.А. доведена доцільність використання борошна конопляного в суміші з борошном житнім і пшеничним у виробництві хліба. Завдяки додаванню конопляного борошна (10% від вмісту пшеничного борошна) тривалість бродіння і випічки тіста скорочується на 30%, питомий об'єм хліба підвищується на 26,3%,

пористість збільшується на 10,9%. Споживання рекомендованої фізіологічної норми такого хліба задовольняє добову потребу організму в білках, жирах, харчових волокнах на 45-85%, у магнії і залізі – повністю [4, с. 33].

Лукін О. також відмічає суттєве поліпшення харчової цінності хліба при додаванні борошна конопель: вироби містять більшу кількість білків на 27,4 %, жирів – на 200,8 %; харчових волокон – на 497,2 %, порівняно з контрольними зразками без добавки [5, с. 117 ].

Науковці пропонують для збагачення хліба ненасиченими жирними кислотами додавання конопляної олії, яка містить оптимальне співвідношення Омега-3 та Омега-6 жирних кислот (1:3) порівняно з іншими оліями. Доведено, що заміна 10% пшеничного борошна першого сорту на конопляне борошно забезпечує найкращу якість хліба [6, с.57].

Журавльова Л.А., Журавльов А.П. та Терехов М.Б. дослідили вплив конопляної олії на якість пшеничного хліба із борошна вищого сорту. Відмічено, що при додаванні конопляної олії, яка є цінним продуктом і має оздоровчі властивості, в кількості 2% такі показники, як питомий об'єм хліба, пористість м'якушки, колір скоринки, покращуються. Додавання конопляної олії при виробництві пшеничного хліба дозволяє отримати цінний продукт за рахунок вмісту поліненасичених жирних кислот [7, с.52].

Досліджено вплив конопляного борошна, на реологічні властивості пшеничного тіста та якість готових виробів за умови співвідношення конопляного / пшеничного борошна (0/100, 5/95, 10/90 та 20/80). Встановлено, що конопляне борошно впливало на поглинання води і час розробки тіста, питомий об'єм хліба, колір та структурно-текстурні властивості хлібної крихти залежно від рівня заміщення. Хліб, доповнений конопляним борошном, мав кращу поживність, підвищений вміст білків та макро- та мікроелементи, особливо заліза, порівняно з традиційним [8, с.338].

Відмічено, що додавання сирого конопляного борошна до пшеничного у кількості до 20 % та смаженого конопляного борошна до 15 % підвищує

вміст мінеральних речовин, білка, жиру, фенольних сполук, а також значення антиоксидантної активності кондитерських виробів [9, с. 180 ].

Поєднання борошна конопель та ячмінного для збагачення пшеничного борошна сприяє збільшенню питомого об'єму та забезпечує високі сенсорні профілі печива [10, с. 554 ]. Конопляне борошно є перспективною добавкою у макаронному виробництві. Відмічено, що макаронні вироби збагачені конопляним борошном у кількості 30–40%, мали підвищений вміст білка, жиру мінеральних сполук, прийнятні сенсорні показники [11, с. 13 ].

Конопляне насіння та борошно є потенційним інгредієнтом для збагачення білками безглютенової сировини у виробництві хлібобулочних виробів. Додавання конопляного насіння до заквасок підвищує концентрацію протимікробних сполук, поліпшує харчову цінність та органолептику готового хліба [12, с. 160 ].

У літературі відсутні дані щодо збагачення цільозернового пшеничного хліба конопляним борошном та насінням.

**Формулювання цілей статті.** Розширення сировинної бази та використання нетрадиційних джерел біологічно активних сполук, які сприяють підвищенню харчової та біологічної цінності готової продукції, зокрема хлібобулочних виробів, є актуальним завданням технологів харчової промисловості.

Метою нашої роботи є обґрунтування доцільності застосування продуктів перероблення конопель: борошна та насіння, які є джерелом цінних нутрієнтів, для збагачення цільозернового пшеничного хліба.

**Виклад основного матеріалу.** Цільозернове пшеничне борошно, до складу якого входять оболонкові частини зерна, алейроновий шар та зародок, містить потужні антиоксиданти – вітамін Е, С, каротиноїди, холін, ряд вітамінів групи В, фенольні сполуки; кофактори антиокислювальних ферментів - мікроелементи Se, Cu, Mg, харчові сорбенти – клітковину, лігнін, лігнани. Однак вміст білкових речовин у зерновій сировині відносно не високий, а також білок не збалансований за амінокислотним складом.

Тому доповнення пшеничного борошна високобілковою сировиною підвищить харчову цінність хлібобулочних виробів. Нами запропоновано збагачення цільозернового борошна конопляним насінням та борошном, з метою отримання хліба оздоровчого призначення.

Продукти перероблення конопель мають високу харчову і біологічну цінність. Ця сировина є джерелом протеїну, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів Е,  $\beta$ -каротину, С, D і К, вітамінів групи В, вітаміноподібної речовини інозиту, мінеральних сполук.

Для порівняння харчової цінності ми дослідили зразки цільозернового та конопляного борошна. Результати наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Узагальнена характеристика борошна

Показник	Зразок борошна	
	Конопляне	Цільозернове пшеничне
Вологість, %	9,54	11,5
Кислотність	3,4 град	2,5 град
Кількість сирої клейковини, %	-	20 %
Білки, %	39,67 %	12,6 %
Жири, %	10,76	1,5
Крохмаль, %	5,25	68,04
Клітковина, %	13,81	2,42
Загальний вміст золи, %	8,42	2,5
Вітаміни, мг%:		
Е	44,8	0,5
$\beta$ -каротин	6,24	0,15
С	5,84	2,6
В <sub>1</sub>	1,23	0,18
В <sub>2</sub>	0,11	0,15
РР	4,4	3,5

Відмічено, що конопляне борошно містить більш як утричі більше білка у сім разів більше жирів та у п'ять разів більше клітковини, порівняно з пшеничним цільнозерновим борошном; кількість вітамінів, зокрема токоферолів, каротиноїдів, В<sub>1</sub>, також значно вища у конопляному борошні.

У досліджено вплив конопляного борошна на кількість та якість клейковини цільнозернового пшеничного борошна. Проаналізовано вплив додавання конопляного борошна у кількості 5, 7, 10 % до загальної маси борошна. Маса сирої клейковини цільнозернового борошна складала 27,5 %. Відмічено, що вміст клейковини у суміші цільнозернового пшеничного борошна та конопляного був дещо нижчим 26,2-24,8 %, залежно від кількості збагачувача. Це пов'язано насамперед з особливістю білкового комплексу конопляного борошна також з можливими складними біохімічними процесами утворення комплексів складовими збагачувача з клейковинними білками пшеничного борошна.

Нами досліджено вплив конопляного борошна на інтенсивність бродіння тіста. Тісто замішували безопарним способом з цільнозернового борошна з частковою його заміною на конопляне борошно у кількості 5, 7, 10 %. Дріжджі додавали у кількості 2,5 %, сіль – 1,5 % від маси борошна. Відмічено позитивний вплив додавання збагачувача на процес газоутворення у тісті. Найвищі показники сумарного газоутворення мали зразки з вмістом збагачувача 7 та 10 %. Це пояснюється поліпшенням поживного середовища тіста за рахунок збагачення білковими речовинами та мікронутрієнтами конопляного борошна.

Для підвищення харчової цінності та поліпшення органолептичних показників готових виробів напівфабрикати посипали обрушеним насінням конопель, вміст якого у рецептурі складав 1,0 %.

Проведено пробне лабораторне випікання хліба з додаванням конопляного борошна та насіння. Фізико-хімічні показники якості тіста та хліба з продуктами перероблення конопель наведено у таблиці 2.

Таблиця 2.

Показники якості тіста та хліба з цільнозернового пшеничного борошна,  
збагаченого конопляним борошном

Показник	Контроль	Внесення конопляного борошна, %		
		5	7	10
Тісто				
Масова частка вологи, %	44,0	43,8	43,5	42,9
Титрована кислотність, град				
початкова	2,2	2,4	2,6	3,0
кінцева	2,7	2,8	3,0	3,2
Хліб				
Масова частка вологи, %	43,3	42,9	42,6	42,8
Кислотність, град	2,7	2,8	3,0	3,2
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	2,76	2,72	2,70	2,66
Пористість, %	69	68	67	65

Відмічено, що кислотність тіста і відповідно готових виробів із добавкою конопляного борошна змінювалась незначно – у межах 0,1-0,5 град. Встановлено, що при додаванні конопляного борошна до рецептури цільнозернового пшеничного хліба питомий об'єм виробів дещо знижується на 2,5 – 3,6 %, залежно від внесення збагачувача; пористість хліба також зменшилась, найсуттєвіше у зразку з максимальною кількістю конопляного борошна. Результати органолептичного аналізу показників якості готових виробів наведено у табл.3.

Таблиця 3.

Органолептичні показники хліба збагаченого продуктами перероблення  
конопель

Показники	Хліб пшеничний цільнозерновий	Хліб пшеничний з додаванням конопляного борошна, %		
		5	7	10
Колір скоринки	Сірувато-	Світло-коричневий	Коричневий	Коричневий

	світло-коричневий			насичений
Стан поверхні	Гладка, рівна борошниста	Гладка, рівна борошниста		Рівна з незначними тріщинами
Стан м'якушки: -структура пористості	Еластична рівномірна, розвинена, без пустот та ущільнень;	Еластична, середня, рівномірна, тонкостінна	Середня, рівномірна, тонкостінна	Дрібна, нерівномірна, тонкостінна
-пропеченість	Пропечена без слідів непромісу не волога на дотик			
Колір м'якушки	Світло- сірий	Сірий з легким коричневим відтінком	Сірий із світло-коричневим відтінком	Сірий з коричневим відтінком, помітні вкраплення часток збагачувача
Запах хліба	Властивий пшеничному хлібу	Властивий пшеничному хлібу	Властивий хлібу, з ледь відчутним приємним ароматом конопляного насіння	Властивий хлібу з відчутним приємним ароматом конопляного насіння
Смак	Властивий пшеничному хлібу	Властивий пшеничному хлібу	Властивий хлібу, із ледь відчутним приємним смаком конопляного насіння	Властивий хлібу, із відчутним приємним смаком та ароматом конопляного насіння

Результати досліджень показали, що збагачення цільозернового пшеничного хліба конопляним борошном та насінням не погіршують структуру пористості виробів. За умови внесення борошна конопель у кількості 5-10 %, та насіння у кількості 1 %, смак та аромат залишаються не тільки прийнятними, але й набувають приємного легкого відтінку збагачувача.

Аналізуючи розраховану харчову та біологічну цінність хліба, збагаченого продуктами перероблення конопель, відмічено загальне збільшення вмісту важливих макронутрієнтів: кількість білкових речовин

підвищилась на 27,58-50,58 %, клітковини у 2-2,5 рази; ліпідів, які є джерелом поліненасичених жирних кислот у три рази порівняно з кількістю у цільнозерновому хлібі. Суттєво збільшилась кількість вітамінів у збагаченому хлібі: токоферолів з 0,5 мг% до 2,7-4,5 мг%, β-каротину з 0,1мг% до 0,47-0,79 мг%; тіаміну з 0,18 мг% до 0,25-0,32 мг%, залежно від вмісту конопляного борошна у рецептурі. Підвищився вміст мінеральних сполук, зокрема Ca, Mg, P, Fe.

Цільнозерновий хліб є функціональним харчовим продуктом. Встановлено, що ступінь забезпечення добової потреби в макро- та мікронутрієнтах, дорослого населення першої групи інтенсивності, за рахунок споживання 100 г цільнозернового хліба, збагаченого продуктами перероблення конопель складає: білки – 18 %, жири – 4,4 %, вуглеводи – 15,6 %, з них харчові волокна - 11 %; вітаміни: E – 20 %, β-каротин – 12%, B<sub>1</sub> – 19 %, B<sub>2</sub> -6 %.

**Висновки.** Отримані результати мають практичну значимість, оскільки доводять підвищення харчової цінності цільнозернового хліба, шляхом збагачення його продуктами перероблення конопель: борошном та насінням. Внесення конопляного борошна у кількості 5-10 % до рецептури забезпечує хороші органолептичні показники хліба та сприяє збільшенню вмісту білкових речовин, харчових волокон та вітамінного комплексу. Застосування продуктів перероблення конопель є перспективним напрямом для збагачення харчових продуктів на зерновій основі важливими біологічно активними сполуками.

### **Бібліографічний список**

1. Сова Н. А. Насіння ненаркотичних конопель – перспективна біологічно активна сировина для харчової промисловості. *Хранение и переработка зерна*. 2017. Вип. 9 (217) С. 16-19.
2. Da Porto, Decorti C., Tubaro D. Fatty acid composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide (Englisch). *Industrial Crops and Products*. 2011. 36(1). P 401-404.

3. Schultza C. J., Lima W. L., Khora Shi F., Neumanna K. A., Schulza J. M., Ansaric O., Skewesf M.A., Burtona R. A. Consumer and health-related traits of seed from selected commercial and breeding lines of industrial hemp, *Cannabis sativa* L. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2020. T.2. P.10-23.

4. Самофалова Л.А., Березина Н.А. Повышение качества ржано-пшеничного хлеба путем внесения конопляной добавки. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2004. № 4. С. 31–33.

5. Lukin A., Bitiutskikh K. On potential use of hemp flour in bread production. *Agricultural Food Engineering*. 2017. Vol. 10 (59) No.1. P.113-118.

6. Фелендиш Н.О., Янюк Т.І., Бадрук Ю.В. Використання продуктів переробки конопляного насіння в хлібопеченні. *Хранение и переработка зерна*. 2016. №12. – С. 55–57.

7. Журавлева Л.А., Журавлев А.П., Терехов М.Б. Конопляное масло и его использование в хлебопечении. *Хранение и переработка зерна*. 2012. № 5. С. 51–53.

8. Bread supplementation with hemp seed cake: a by-product of hemp oil processing Pojic M., Dapc T., Hadnad E., Hadnad M., Rakita S., Brlek T. *Journal of Food Quality*. (2015). 38.(4). P. 431–440

9 Ertaş, N., Aslan, M. Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour. *Acta Sci. Pol. Technol. Alimen*. (2020). 19(2), 177–184.

10 Cookie Making Potential of Composite Flour Containing Wheat, Barley and Hemp Hrušková M., Švec I. *Czech J. Food Sci*. 2015. 33 (6). P. 545–555.

11. Teterycz D., Sobota A., Przygodzka D., Łysakowska P. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. *PLoS ONE*. 2021. 16(3). P. 1-14

12. Nissen L., Bordoni A., Gianotti A. Shift of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Gluten-Free Hemp-Enriched Sourdough Bread. *Nutrients*. 2020. 12. P. 150-169.