**Н. М. Осокіна**

доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: ninaosokina1953@gmail.com

К. В. Костецька

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: kostetskakaternyna@gmail.com

**С. М. Ковтун-Водяницька**

кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник відділу культурної флори,
Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка
Національної академії наук України (м. Київ, Україна)
E-mail: catta-s@ukr.net

**А. О. Чернега**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: chernega_andrii@ukr.net

**А. А. Кисіль**

аспірант,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: kysil.lawyer@gmail.com



ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО

Серед харчових продуктів для спеціального дієтичного споживання особливе місце посідає продукція, що розробляється для категорії людей із захворюванням на целіакію, де має місце непереносимість глютену. За оцінкою Всесвітньої асоціації гастроентерологів (BOG-OMGE) на це захворювання страждає біля 1 % населення нашої планети, які мають підвищений ризик смерті у порівнянні з загальною популяцією населення. У зв'язку з цим, проведено аналіз виробництва харчових продуктів для населення, що хворіє на целіакію. Метою дослідження було визначити показники якості сировини та продукції для обґрунтування складу борошняної сировини в рецептурі дріжджових безглютенових хлібних виробів. Вивчено різні види борошняної сировини з зерна гречки, кукурудзи, насіння зернової культури кіноа та досліджено теоретичні й практичні аспекти для обґрунтування технології хліба з безглютенової сировини. Розроблено технологію хліба з використанням різного виду борошна гречки, кіноа цілнозернового та першого сорту, борошна кукурудзяного, а також досліджено їхній вплив на показники якості виробу. Оскільки безглютенові сировини, на відміну від борошна пшеничного, не містять у складі білків клейковини, у тісто додавали структуроутворювачі: ксантанову камедь, крохмаль, псиліум. Рекомендовано додавати 1,0 % порошку псиліума або 1:3 кількості борошняної сировини рецептури – крохмалю кукурудзяного в якості структурного компонента хліба. Основою рецептури тіста для безглютенового хліба рекомендова-

но борошно кіноа першого сорту та в меншому співвідношенні гречане борошно з непропареної гречаної крупи і борошно кукурудзяне. Розроблений дріжджовий хліб можна рекомендувати для безглютенової дієти, використовувати у раціоні харчування людей як для дієтичного харчування, так і для загальної профілактики захворювання.

Ключові слова: технологія хліба безглютенового, технологічні параметри, рецептура, якість.

N. M. Osokina

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor at the Department of Food Technologies,
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: ninaosokina1953@gmail.com

K. V. Kostetska

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Food Technologies,
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: kostetskakateryna@gmail.com

S. M. Kovtun-Vodyanytska

Candidate of Biological Sciences,
Senior Researcher at the Department of Cultural Flora,
M.M. Gryshko National Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
E-mail: catta-s@ukr.net

A. O. Chernega

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Food Technologies,
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: chernega_andrii@ukr.net

A. A. Kysil

Graduate Student,
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: kysil.lawyer@gmail.com

SUBSTANTIATION OF THE RECIPE AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF GLUTEN-FREE BREAD PRODUCTION

Products, developed for the category of people with celiac disease, where gluten intolerance occurs, occupy a special place among food products for special dietary consumption. According to the World Association of Gastroenterologists (WOG-OMGE), this disease affects about 1% of the population of our planet, who have an increased risk of death compared to the general population. In this regard, an analysis of the production of food products for the population suffering from celiac disease was carried out. The purpose of the research was to determine the indicators of the quality of raw materials and products to substantiate the composition of flour raw materials in the recipe of yeast gluten-free bread products. Different types of flour raw materials from buckwheat, corn, seeds of the grain crop quinoa were studied, as well as theoretical and practical aspects for substantiating the technology of bread from gluten-free raw materials were considered. Bread technology using flour from buckwheat, whole-grain and first-grade quinoa flour, corn flour was developed, and their influence on product quality indicators was also investigated. Since gluten-free raw materials, unlike wheat flour, do not contain gluten proteins, structure-forming agents: xanthan gum, starch, psyllium were added to the dough. It is recommended to add 1.0% of psyllium powder or 1:3 of the amount of flour raw material of the recipe - corn starch as a structural component of bread. First-grade quinoa flour and, to a lesser extent, buckwheat flour from unsteamed buckwheat groats and corn flour is recommended as a basis of the dough recipe for gluten-free bread. The developed yeast bread can be recommended for a gluten-free diet, can be used in the diet of people both for dietary nutrition and for general disease prevention.

Key words: gluten-free bread technology, technological parameters, recipe, quality.

Постановка проблеми. Забезпечення населення високоякісними і безпечними харчовими продуктами є однією з найважливіших складових національної безпеки України. На сьогодні виробляється не велика кількість хлібобулочних виробів безглютенового призначення, зокрема для харчування осіб, які не споживають традиційний хліб. Використання без клейковинної сировини у виробництві хлібобулочних виробів створює низку технологічних проблем і потребує різноманітних допоміжних складових для виконання функцій глютену.

Пошук інгредієнтів і розробка технологій збагачених хлібобулочних виробів – один із перспективних напрямків забезпечення споживчого ринку здоровими і збалансованими за складом продуктами харчування. При цьому необхідно зазначити, що завдання з використання нових видів сировини в рецептурних складах продукції, як

правило, обґрунтовується набуттям розробленими виробами специфічними властивостями, наприклад поліпшеним складом, органолептичними характеристиками чи функціональним впливом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Хліб був і залишається головною стравою людей по всьому світу. Хлібобулочні вироби є частиною щоденного харчування не тільки у країнах з розвинутою економікою, але й в країнах із низьким рівнем розвитку та віддалених куточках світу. Тому можна очікувати, що ринок хліба та хлібобулочних виробів буде стрімко розвиватись у різних напрямках [1, 2].

Проблема підвищення якості хлібобулочних виробів вивчалася багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими. Іоргачова К. Г. та Лебеденко Т. Є. [3] досліджували можливості технологічного вдосконалення хлібобулочних виробів оздоровчого призначення з використанням

рослинних добавок. Дослідження Ярошевич Т. С. та Ярошевич О. М. [4] відображають сучасні тенденції формування якості хлібобулочних виробів. Праці Брулевича В. В. [5] присвячені безпечності харчових продуктів, зокрема безпечності хлібобулочних виробів і їх відповідності чинному законодавству, а напрацювання Іваніщевої О. і Пахомської О. [6] заслуговують уваги з оглядом сучасних тенденцій формування якості хлібобулочних виробів.

Запропоновано рецептурну суміш безглютенового хліба із додаванням рисового та кукурудзяного борошна [7]; також є напрацювання щодо використання крохмалю кукурудзяного та картопляного з додаванням різних видів борошна, що не містить глютену: кукурудзяного, гречаного, нутового, квасолевого, пшоняного, як стабілізатор може використовуватися лушпиння псиліуму [7, 8].

Рецептура безглютенового хліба з додаванням борошна з рису, тефу та картоплі дозволяє отримати хліб із підвищеними лікувальними та органолептичними властивостями [9].

Вчені Іспанії та Аргентини [10, 11] продемонстрували обґрунтованість розробки безглютенових продуктів, особливо з використанням природного процесу ферментації.

Аналіз літературних джерел свідчить, що існують перспективи розробки хлібобулочних виробів з використанням борошна з кіноа та псиліума для створення безглютенових харчових продуктів. Незважаючи на значні напрацювання з даної теми, окремі її аспекти потребують подальшого вивчення та обумовлюють доцільність проведення наукових пошуків з питань якості та асортименту хлібобулочних виробів.

Мета статті – теоретично обґрунтувати і розробити рецептури спеціалізованих хлібних виробів на основі корекції їхнього складу за рахунок використання продуктів перероблення нетрадиційної для хлібопечення рослинної сировини – насіння лободи кіноа та псиліум, малопоширеного борошна для хлібопечення – гречаного та кукурудзяного, а також розпушувачів рослинного походження.

Методика дослідження. Насіння кіноа (*Chenopodium quinoa*) інтродуковане на базі Національного ботанічного саду ім. Гришка НАН України, а зерно кукурудзи та гречки з гібридних сортів, вирощені в Південному Лісостепі України.

Дослідження проведено на базі кафедри харчових технологій Уманського НУС та ТОВ «Умань Хліб Груп». З логічною послідовністю і точністю, згідно методик, що описані в стандартах, виконувалися аналізи зерна, борошна та досліді пробної випічки хліба та їхній аналіз.

Для досліджень були використані наступні інгредієнти: насіння та борошно кіноа; борошно гречане (ДСТУ 7702:2015); борошно кукурудзяне (ГОСТ 1417-69); крохмаль кукурудзяний (ДСТУ 3976-2000); крохмаль картопляний (ДСТУ 4286:2004); псиліум; дріжджі хлібопекарські сухі (ГОСТ 28483-90); ксантанова камедь (ГОСТ 33333-2015); олія соняшникова

(ДСТУ4492:2017); сількухонна (ДСТУ3583-2015); цукор-пісок (ДСТУ 4623:2006); вода питна (ДСТУ 7525:2014).

Для приготування дослідних зразків безглютенового хліба використовували ваги електронні, тістоміс, кухонний посуд, столові прибори, розстійну шафу, духову шафу. Сировина та матеріали, які використовували під час дослідження, за показниками якості та безпечності відповідають вимогам нормативної документації.

Усе дослідження умовно розділене на 3 етапи: перший – аналіз насіння та борошна з насіння кіноа та зерна гречки; другий – виготовлення пробної випічки; третій – аналіз пробної випічки хліба.

Вивчення проводили згідно програми досліджень:

I. Аналіз показників якості зерна проводили згідно методик, описаних у відповідних стандартах: відбір проб – ДСТУ ISO 13690:2003; колір і запах – ГОСТ 10967-2019; засміченість – ГОСТ 30483-97; зараженість – ДСТУ ISO 6639-1:2007; ДСТУ ISO 6639:2007; вміст білка – ДСТУ 4117:2007; вміст жиру – ДСТУ ISO 7302:2003; вологість – ДСТУ 4117:2007; натура – ДСТУ ГОСТ 10840:2019; маса 1000 зерен – ДСТУ ISO 520:2015.

II. На цьому етапі було розроблено експериментальні зразки хліба з різним співвідношенням борошна кіноа, гречки та кукурудзяного борошна. Розроблено один контрольний (100 % борошна кіноа) і шість експериментальних зразки для кожного борошна. Лабораторна випічка хліба здійснювалась за ГОСТ 27669-88. Аналіз показників якості борошна проводили згідно методик, описаних у відповідних стандартах.

III. Досліджували 28 зразків безглютенового хліба. Аналіз показників якості хліба проводили згідно методик, описаних у відповідних стандартах.

Основні результати дослідження. При поєднанні в одній технології різних видів безглютенової сировини утворюються складні системи, властивості яких на пряму залежать від технологічних властивостей сировини. Зважаючи на це, була необхідність у визначенні складу та технологічних властивостей сировини, які застосовували для виробництва безглютенової продукції.

У табл. 1 наведено агротехнічна характеристика та значення показників якості хімічного складу насіння лободи кіноа.

У результаті досліджень насіння кіноа визначено, що маса 1000 зерен за роки вивчення, у середньому, становила 1,87 г за урожайності понад 5 ц/га. Аналізуючи хімічний склад насіння визначено, що вміст білка становить понад 15 %, жиру – більше 6 %, а клітковини – в середньому 13 %.

У табл. 2 наведено результати вивчення показників якості борошна з насіння кіноа.

У результаті дослідження встановлено, що за лабораторним помелом отримали борошно кіноа цільнозернове та першого сорту зі значеннями зольності відповідно 2,1 і 1,7 %. У якості головної характеристики складу борошна кіноа є вміст білка. У цільнозерновому борошні його масова

частка складала 15,1 %, тоді як у борошні першого сорту – на 9 % менше. Борошно кіноа характеризується високими значеннями кислотності, з середнім значенням – 4,2 град.

Задля полегшення формування виробів на безглютеновій сировині для випікання хліба ми використовували борошно кіноа першого сорту. Також у рецептурних сумішах використовували борошно кукурудзяне та гречане. При чому останнє було двох видів: з крупи гречаної зеленої та підданої ГТО (табл. 3).

У видах борошна, що вивчали міститься різна кількість золи, вологи і різняться за кислотністю. Таким чином, досліджувані види безглютенової сировини будуть мати різні технологічні властивості та по-різному впливатимуть на показники якості тіста і хліба.

Оскільки безглютенова сировина, на відміну від борошна пшеничного, не містить у складі білків клейковини, у тісто додавали структуроутворювачі (різноманітні гідроколоїди): ксантанову камедь, крохмаль, псиліум. Ці речовини значно підвищують в'язкість і газотримуючу здатність безглютенового тіста. У рецептур безглютенових виробів може бути використана одна або декілька речовин у різних співвідношеннях, що в результаті по-різному впливають на якість готової безглютенової продукції.

Оскільки у даний час не зафіксовано ризиків виникнення алергічних реакцій від вживання

ксантанової камеді в складі харчових продуктів, то для відпрацювання рецептури безглютенового хліба з борошна кіноа було вирішено використовувати саме її. Рекомендованим раціональним дозуванням ксантанової камеді до рецептури хліба є 0,2–0,6 % [12], ми використовували її у кількості 0,5 %.

Для поліпшення якості хліба нами було запропоновано використання порошку лушпиння псиліуму, як рецептурну добавку, що надає тісту в'язкості та відіграє роль «клейковини» у безглютеновій борошняній сировині, оскільки псиліум є натуральним препаратом, що складається з 71 % клітковини [8]. Для прийняття рецептурного дозування було проведено експеримент (рис. 1).



Рис. 1. Фото розчинення 1 г порошку псиліуму у воді, мл

Вивчали можливість поглинання одним граммом порошку псиліуму води у кількості від 5 до 45 мл. Як видно з рис. 1 максимальна кількість

Таблиця 1

Характеристика насіння лободи кіноа (*Chenopodium quinoa*)

Зразок	Маса 1000 зерен, г	Середня урожайність, ц/га	Вміст клітковини, %	Вміст жиру, %	Вміст білка, %	Період від сходів до дозрівання, дів
2022 р.	1,85	5,2	11	6,13	15,6	111
2023 р.	1,89	5,7	14	6,07	16,2	106
Середнє	1,87	5,4	13	6,10	15,9	108
НІР ₀₅	0,09	0,20	0,70	0,31	0,80	5,40

Таблиця 2

Характеристика борошна з насіння лободи кіноа

Показник	Значення показника для борошна з насіння кіноа	
	цільнозернового	першого сорту
Масова частка вологи, %	10,5	10,2
Масова частка білка, %	15,1	13,8
Масова частка жиру, %	6,0	2,2
Кислотність, град.	4,4	4,1
Масова частка золи, %	2,1	1,7

Таблиця 3

Характеристика борошна безглютенової сировини

Показник	Гречка		Кукурудза
	зелена (№1)	піддана ГТО (№2)	
Масова частка вологи, %	11,5	11,7	12,8
Масова частка білка, %	13,6	10,6	8,3
Масова частка жиру, %	1,2	2,3	1,2
Кислотність, град.	4,1	4,3	5,4
Масова частка золи, %	1,20	1,25	0,75

води, яку може зв'язати у густий студень та утримати у стабільному стані 1 г порошку – 35 мл. За більшого розчинення порошку спостерігали розшарування суспензії.

Враховуючи рецептурну кількість води питної під час замішування тіста, вологість рецептурних борошняних компонентів і результати експерименту (рис. 1), порошок псиліуму вносили у сухому вигляді у концентрації 0,75 %, 1,0 та 1,25 % до маси борошняної сировини (табл. 4).

Пухирці газу «гідрофобні», а тісто в свою чергу дуже «гідрофільне», це призводить до доцільності застосування в якості рецептурних компонентів поверхневоактивних речовин. Тобто, сіль кухонна впливала на газоутримувальну здатність безглютенового тіста. Вона уповільнює поглинання води у безглютеновому тісті та набрякання білків борошна, зменшує розтяжність тіста й значно покращує газоутримання, крихкуватість і властивості нарізання хліба. Сіль кухонну до рецептури вносили у кількості 1,5 % від всієї маси борошна для значного поліпшення смаку та здатності тіста до оброблення.

Очевидно, що на якість виробів впливає склад білоквмісної, крохмалевмісної сировини,

наявності цукру, жиру та кислотність тіста [8]. Саме тому в наших дослідженнях використовували різні види безглютенового борошна у різних співвідношеннях, що відмінні за хімічним складом. Для визначення співвідношення рецептурних компонентів безглютенового хліба, що забезпечують необхідні властивості тіста, застосовували метод експерименту (рис. 2, 3).

У експерименті використовували борошно гречане №1 та №2 відповідно до табл. 3.

Оптимізація технологічних процесів отримання безглютенового хліба. Відповідно до принципу кібернетичного моделювання, для правильно функціонування процесу, він повинен мати хоча б один вихід і один вхід. Перетворення вхідного параметра у вихідний записують:

$$Y = N(X) \quad (1)$$

де T – оператор трансформації, що представляє собою закон переходу X в Y .

ходів у системі може бути безліч, тому абсолютно всі вирахувати дуже важко. Також не можна знехтувати деякими входами, які безпосередньо на пряму впливають на систему: 1) технологія приготування безглютенового хліба: підготовка

Таблиця 4

Рецептура приготування тіста з борошна з насіння кіноа

Сировина	Витрати сировини, г, за варіантами						
	1 (контроль)	2	3	4	5	6	7
Борошно з кіноа I сорту	100,0	99,25	99,0	98,75	50,0	50,0	33,3
Псиліум	-	0,75	1,0	1,25			
Крохмаль картопляний	-				-	50,0	33,3
Крохмаль кукурудзяний	-				50,0	-	33,3

Примітка: у т. ч.: сіль – 1,50; цукор-пісок – 1,25; дріжджі хлібопекарські сухі – 0,625; ксантанова камедь – 0,50; олія – 1,35; вода – за розрахунком.

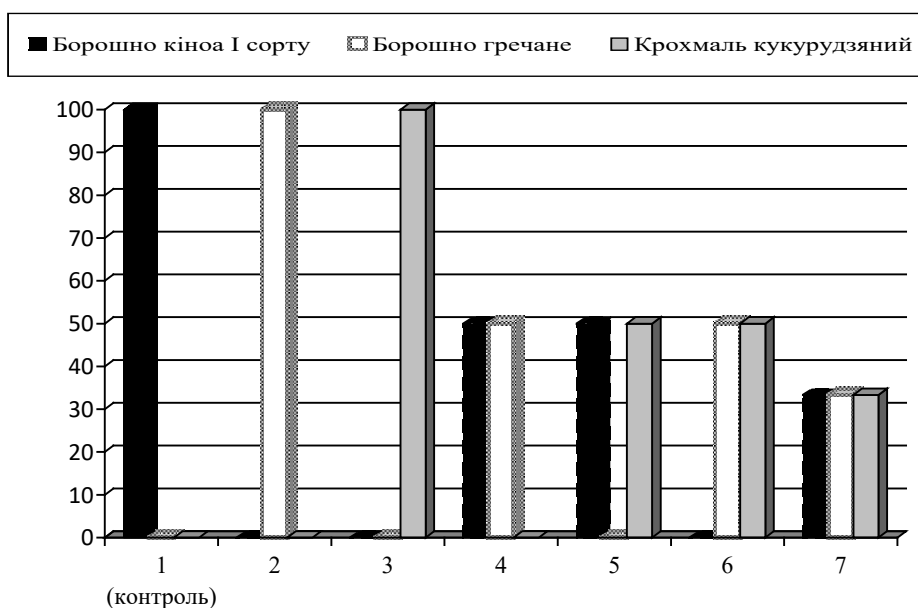


Рис. 2. Рецепт (%) приготування тіста з борошна гречаного (№1 та №2) та з насіння кіноа

Примітка: у т. ч.: сіль – 1,50; цукор-пісок – 1,25; дріжджі хлібопекарські сухі – 0,625; ксантанова камедь – 0,50; олія – 1,35; вода – за розрахунком.



Рис. 3. Рецептура (%) приготування тіста з борошна кукурудзяного та з насіння кіноа

Примітка: у т. ч.: сіль – 1,50; цукор-пісок – 1,25; дріжджі хлібопекарські сухі – 0,625; ксантанова камедь – 0,50; олія – 1,35; вода – за розрахунком.

Таблиця 5

Вхідні та вихідні параметри процесу замішування тіста

№ з/п	Параметр	Вид дії (код)	Верхнє значення параметру	Нижнє значення параметру
1.	Вологість борошна, %	X1	15	10
2.	Температура борошна, °C	X2	22	14
3.	Температура рідкої фази, °C	X3	45	24
4.	Температура замісу, °C	U1	32	26
5.	Час замісу, хв	U2	20	2
6.	Продуктивність тістомісильної машини	V	висока	низька
7.	Пористість виробу, %	Y1	68	35
8.	Вологість виробу, %	Y2	62	45
9.	Кислотність виробу, град.	Y3	5,4	1,6

сировини (просіювання борошна), заміс тіста, поділ тіста на шматки, формування напівфабрикатів, випікання, охолодження, зберігання готових виробів; 2) виробничий процес: заміс тіста.

Таким чином, на підставі даних таблиці система представлена у вигляді параметричної моделі процесу замісу тіста (рис. 4):

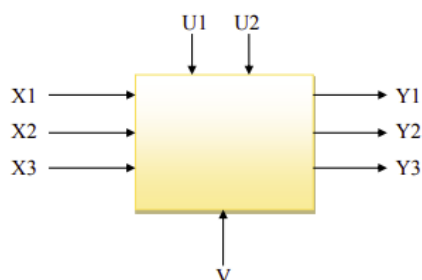


Рис. 4. Параметрична схема технологічної системи виробництва безглютенового хліба

За даними параметричної моделі встановлено, що X фактори ми можемо контролювати для подальших вдалих дослідів. А V фактори неможливо повністю контролювати. Наприклад, ми не знаємо як цей фактор буде впливати на нашу систему, оскільки неможливо у повній мірі вплинути на навколишнє середовище, а це мікродомішки, інтенсивність природного освітлення та вібрації. Кожен цей фактор певним чином впливає на систему, проте дуже слабо та в досліді їхній вплив сприяє появі випадкових помилок у дослідженнях.

Висновки та рекомендації. Отже, використання борошна з насіння кіноа, зерна гречки і кукурудзи в технології хлібобулочних виробів дозволяє збагатити асортимент виробів продуктами, що містять білки, жири, харчові волокна, мінеральні речовини. Отримані результати досліджень свідчать про інтенсифікацію процесу бродіння тіста та скорочення технологічного процесу при використанні борошна з насіння кіноа.

Аналітичними дослідженнями обґрунтовано доцільність застосування механічного способу розпушення безглютенового хліба у поєднанні з використанням розпушувачів рослинного походження для підсилення мікробіологічної дії дріжджів. Це дозволяє суттєво підвищити ефективність процесу газоутворення в тісті та інтенсифікувати технологічний процес виробництва хліба безглютенового за рахунок скорочення тривалості етапу розпушення тіста та знизити втрати сухих речовин тіста, які використовуються для живлення дріжджів.

У результаті проведеного випікання, оцінки хліба, зроблено рекомендації:

- рекомендовано додавання 1,0 % псиліума в якості структурного компонента хліба з кіноа;
- основою рецептури тіста для безглютенового хліба рекомендуємо борошно кіноа та в меншому співвідношенні гречане борошно з непропареної гречаної крупи і борошно кукурудзяне.

Література

1. Костецька Н. І. Ринок хліба і хлібобулочних виробів України: стан і перспективи розвитку. *Галицький економічний вісник*. 2015. Т. 48. №1. С. 26–31.
2. Osokina N., Kostetska K., Herasymchuk O., Tkachenko H., Podpriatov H., Pusik L., Falendysh N., Bobel I., Belinska K. Development of temperature regime of storage of frozen black currants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Technology and Equipment of Food Production*. 2021. Vol. 2 No. 11 (110). P. 33–40. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.230139>.
3. Іоргачова К. Г., Лебеденко Т. Є. Хлібобулочні вироби оздоровчого призначення з використання фітодобавок: монографія. Київ: Прес, 2015. 464 с.
4. Ярошевич Т. С., Ярошевич О. М. Сучасні тенденції у формуванні якості хлібобулочних виробів. *Товарознавчий вісник*. 2013. №6. С. 258–262.
5. Брулевич В. В. Безпечність харчових продуктів за законодавством України та Європейського Союзу. *Судова апеляція*. 2016. №2. С. 75–83.
6. Іваніщева О., Пахомська О. Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. *Молодий вчений*. 2021. №5 (93). С. 159–163.
7. Хліб «Безглютеновий смачний»: пат. 120726 Україна: МПК A12D, 13/066, №a201706035; заявл. 16.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. №21. 7 с.
8. Хліб безглютеновий: пат. 114989 Україна: МПК A21D13/066A21D13/047, №a201606264; заявл. 09.06.2016; опубл. 28.08.2017, Бюл. №16. 9 с.
9. Хліб дієтичний безглютеновий: пат. 84120 Україна: МПК A21D 2/00, №201304666; заявл. 15.04.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. №19. 4 с.
10. Rossana Coda, Raffaella Di Cagno, Marco Gobbetti, Carlo Giuseppe Rizzello. Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. *Food Microbiology*. 2014. Vol. 37. P. 51–58. DOI: 10.1016/j.fm.2013.06.018.
11. 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, Is. 12. P. 1000–1008. DOI: 10.1016/j.fm.2010.06.005.
12. Грищенко А. Дослідження якості та чистотиння безглютенового хліба з гречаним і кукурудзяним борошном. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2017. 17(2). DOI: 10.15673/gpmf.v17i2.524.

References

1. Kostetska, N. I. (2015). Rynok khliba i khlibobulochnykh vyrobiv Ukrainy: stan i perspektyvy rozvytku. [Market of bread and bakery products of Ukraine: state and prospects of development]. *Galician Economic Herald*. T. 48. №1. S. 26–31. [in Ukrainian].
2. Osokina, N., Kostetska, K., Herasymchuk, O., Tkachenko, H., Podpriatov, H., Pusik, L., Falendysh, N., Bobel, I., Belinska, K. (2021). Development of the temperature regime of storage of frozen black currants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Technology and Equipment of Food Production*. Vol. 2 No. 11 (110). P. 33–40. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.230139>.
3. Iorhachova, K. H., Lebedenko, T. Ye. (2015). Khlibobulochni vyroby ozdorovchoho pryznachennia z vykorystannia fitodobavok. [Bakery products for health purposes with the use of phyto-additives]: monograph. Kyiv: Press, 464 s. [in Ukrainian].
4. Yaroshevych, T. S., Yaroshevych, O. M. (2013). Suchasni tendentsii u formuvanni yakosti khlibobulochnykh vyrobiv. [Modern trends in the formation of the quality of bakery products]. *Commodity Bulletin*. №6. S. 258–262. [in Ukrainian].
5. Brulevych, V. V. (2016). Bezpechnist kharchovykh produkti za zakonodavstvom Ukrainy ta Yevropeiskoho Soiuzu. [Food safety according to the legislation of Ukraine and the European Union]. *Judicial appeal*. №2. S. 75–83. [in Ukrainian].
6. Ivanishcheva, O., Pakhomska, O. (2021). Tendentsii formuvannia yakosti khlibobulochnykh vyrobiv funktsionalnoho pryznachennia. [Trends in the formation of the quality of functional bakery products]. *A young scientist*. №5 (93). S. 159–163. [in Ukrainian].
7. Khlib «Bezghliutenovyi smachnyi». [Bread «Gluten-free is delicious»]: pat. 120726 Ukraine: IPC A12D, 13/066, №a201706035; stated 16.06.2017; publ. 10.11.2017, Bull. №21. 7 s. [in Ukrainian].
8. Khlib bezghliutenovyi. [Gluten-free bread]: pat. 114989 Ukraine: IPC A21D13/066A21D13/047, №a201606264; stated 09.06.2016; publ. 28.08.2017, Bull. №16. 9 s. [in Ukrainian].
9. Khlib diietychnyi bezghliutenovyi. [Dietary gluten-free bread]: pat. 84120 Ukraine: IPC A21D 2/00, №201304666; stated 15.04.2013; publ. 10.10.2013, Bull. №19. 4 s. [in Ukrainian].
10. Rossana, Coda, Raffaella, Di Cagno, Marco, Gobbetti, Carlo, Giuseppe Rizzello. (2014). Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. *Food Microbiology*. Vol. 37. P. 51–58. DOI: 10.1016/j.fm.2013.06.018.
11. Stefan, Weckx, Roel, Van der Meulen, Dominique, Maes, Ilse, Scheirlinck, Geert, Huys, Peter, community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations. *Food Microbiology*. 2010. Vol. 8, Is. 12. P. 1000–1008. DOI: 10.1016/j.fm.2010.06.005.

Vandamme, Luc, De Vuyst. (2010). Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations. *Food Microbiology*. Vol. 8, Is. 12. P. 1000–1008. DOI: 10.1016/j.fm.2010.06.005.

12. Hryshchenko, A. (2017). Doslidzhennia yakosti ta cherstvinnia bezgliutenovoho khliba z hrechanyim i kukurudzianym boroshnom. [Research on the quality and aging of gluten-free bread with buckwheat and corn flour]. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 17(2). [in Ukrainian].