

УДК 664.6

ВПЛИВ КЛІТКОВИНИ КАРТОПЛІ НА РЕОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТІСТА
ТА ЯКІСТЬ СОРГОВОГО ХЛІБА НА РИСОВІЙ ЗАКВАСЦІ

Ланська В. Д.¹, аспірант,
кафедра ресторанних і крафтових технологій
<https://orcid.org/0009-0002-9119-7461>

Гетьман І. А.², PhD, н.с.
відділу технологій хліба та біотрансформації зернових продуктів
<https://orcid.org/0000-0002-9448-9956>

¹Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна

²Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-12>

Предмет. Технологія безглютенового рисово-соргового хліба на заквасці з картопляною клітковиною. **Мета.** Дослідити ефективність використання картопляної клітковини як структуроутворювача рослинного походження в технології безглютенового хліба на заквасці. **Методи.** В процесі виконання досліджень було використано загальновідомі методики пробного лабораторного випікання, фізико-хімічного та органолептичного аналізу тіста та готових виробів. **Результати.** Актуальним завданням при створенні технології безглютенового хліба є не лише покращення структурно-механічних властивостей тіста та показників якості готових виробів, а й підвищення їх харчової цінності, чого можна досягти шляхом використання нетрадиційної рослинної сировини. Економічно доцільним і технологічно ефективним є використання борошна з нешліфованого рису, а з метою підвищення його харчової цінності і смакових властивостей – борошна сорго. Для забезпечення належної якості безглютенового хліба доцільним є пошук інгредієнтів зі структуроутворюючими властивостями та способу забезпечення інтенсивності бродіння в тісті. Перспективним натуральним структуроутворювачем є картопляна клітковина. Дослідження показали, що внесення картопляної клітковини в рисово-сорговий хліб на заквасці в кількості 2–3% покращує питомий об'єм та структуру пористості виробів, хліб має помірно опуклу, гладеньку глянцевою поверхню, розвинену тонкостінну пористість та меншу крихкуватість. **Сфера застосування результатів.** На основі отриманих даних буде проведено моделювання нових рецептур безглютенового хліба з внесенням картопляної клітковини та підбір рецептурних компонентів. Отримані результати можуть бути корисні виробникам для розширення асортименту безглютенової продукції, покращення харчової цінності хліба та подовження термінів зберігання виробами свіжості.

Ключові слова: хліб, безглютеновий хліб, технологічний процес, картопляна клітковина, показники якості, харчова цінність, технологія

EFFECT OF POTATO FIBER ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DOUGH
AND QUALITY OF SORGHUM BREAD WITH RICE SOURDOUGH

Vita Lanska¹, Postgraduate,
Department of Restaurant and Craft (Food) Technologies
<https://orcid.org/0009-0002-9119-7461>

Inna Hetman², PhD, Junior Researcher,
Department of Bread Technologies and Biotransformation of Grain Products
<https://orcid.org/0000-0002-9448-9956>

¹State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

²Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

Subject. Technology of gluten-free rice-sorghum sourdough bread with potato fiber. **Purpose.** To investigate the effectiveness of the use of potato fiber as a plant-based structure-builder in the technology of gluten-free sourdough bread. **Methods.** In the process of research, well-known methods of trial laboratory baking, physico-chemical and organoleptic analysis of dough and finished products were used. **Results.** An urgent task in creating gluten-free bread technology is not only to improve the structural and mechanical properties of the dough and the quality of finished products, but also to increase their nutritional value, which can be achieved by using non-traditional plant materials. It is

*economically feasible and technologically efficient to use unpolished rice flour, and to increase its nutritional value and taste properties, sorghum flour. To ensure the proper quality of gluten-free bread, it is advisable to search for ingredients with structure-forming properties and a way to ensure the intensity of fermentation in the dough. Potato fiber is a promising natural structuring agent. Studies have shown that the introduction of potato fiber into rice and sorghum sourdough bread in the amount of 2–3% improves the specific volume and porosity structure of products, the bread has a moderately convex, smooth glossy surface, developed thin-walled porosity and less brittleness. **Scope of results.** The data obtained will be used to model new recipes for gluten-free bread with the addition of potato fiber and to select recipe components. The results obtained may be useful for manufacturers to expand the range of gluten-free products, improve the nutritional value of bread and extend the shelf life of products.*

Key words: bread, gluten-free bread, technological process, potato fiber, quality indicators, nutritional value, technology

Постановка проблеми. Статистика свідчить, що кількість потенційних споживачів безглютенових продуктів збільшується з кожним роком, що призводить до зростання попиту на якісні та безпечні безглютенові харчові продукти [1]. Безглютенові продукти в даний час є найперспективнішою категорією в хлібопекарській промисловості. Пояснюється така популярність просто: багато споживачів, які не страждають на целиакию (непереносимість глютену), віддають перевагу безглютеновій дієті, вважаючи, що це просто допомагає їм почуватися краще.

Глютеновісні продукти з пшениці та інших злакових культур є традиційною основою харчового раціону населення України, тому впровадження безглютенової дієти для людей з глютензалежними захворюваннями є доволі складним завданням в нашій країні [2]. Серед продуктів, які традиційно виготовляються із глютенвмісної зернової сировини, найбільш проблематичним є виготовлення безглютенових хлібобулочних виробів, оскільки основна роль у формуванні їх показників якості, об'єму та пористості належить саме пшеничному білку – глютену, який і формує губчастий каркас виробів [3–5].

Питанню розробки технологій безглютенових хлібобулочних виробів приділяють увагу науковці та виробники багатьох країн світу. Проблема створення безглютенових хлібобулочних виробів є актуальною і в Україні [6], однак потреби населення в них забезпечуються переважно кошовною імпоротною продукцією, тому майже весь асортимент безглютенового хліба в країні представлений закордонними (польськими, італійськими, німецькими) виробниками, а саме: «Bezgluten», «Glutenex», «Dr. Schar», «Balviten», «Gluten Free Life», «Abonett», «GFL», «Gullon», «Sonko». При цьому ціни за 100 г імпортного безглютенового продукту складають від 86 грн. і вище, що виключає такий критерій продовольчої безпеки, як доступність цього виду продовольства для всіх верств населення.

Всі дослідники та споживачі відзначають, що хліб на безглютеновому борошні, як правило, має прісний смак та бліду скоринку, оскільки 60–70% всіх компонентів рецептур займає крохмалевмісна сировина. Цього недоліку можна позбавитись, використовуючи додаткову складову, яка сприяє формуванню смако-ароматичного комплексу хліба [7], а саме: закваски (культурні або спонтанного бродіння), нетрадиційну рослинну сировину (шпроти, борошно, фрукти, овочеві порошки тощо).

Ефективним напрямком в удосконалення технології є комбінування різних видів борошняної безглютенової сировини у заданому співвідношенні, оскільки використання саме таких безглютенових сумішей надає можливість збалансувати пріснуватий смак хліба та розширити асортимент безглютенової продукції. Нами обрано рисове борошно з нешліфованого рису та соргове як джерела повноцінного білка, вітамінів, макро-та мікронутрієнтів, а також жиру з великою кількістю незамінних ненасичених жирних кислот.

Попередніми дослідженнями обґрунтовано ефективність використання закваски з рисового борошна на основі стартової культури ЛВ-1 в технології безглютенового хліба в

кількості 30-40% до маси борошняної суміші [8], а використання соргового та рисового борошна в співвідношенні 70:30 дозволяє не тільки зменшити частку крохмалевмісних інгредієнтів, незбалансованих за хімічним складом, але й забезпечити необхідні реологічні характеристики тіста [9]. Але внесення нетрадиційної сировини нерідко може погіршувати реологічні властивості тіста, що потребує коригування рецептур та внесення добавок-структуроутворювачів.

Особливу увагу зараз привертають натуральні структуроутворювачі – джерела натуральної клітковини. Окрім позитивного впливу на реологічні показники безглютенового тіста, рослинна клітковина збагачує мінеральний склад хліба та підвищує кислотність.

Картопляна клітковина – це порошкоподібна добавка світло-сірого кольору. Розмір частинок продукту менше 1 мм. За даними досліджень виробника вміст дієтичної клітковини становить 70 г/100 г. До складу клітковини входить геміцелюлоза, пектин, целюлоза і лігнін. На відміну від клітковини злакових культур, картопляна клітковина містить менше фітинової кислоти, що надає їй перевагу, оскільки при вживанні продуктів з картопляної клітковиною не погіршується засвоєння мінеральних речовин [10]. В літературних джерелах недостатньо розкрито механізм дії клітковини у нетрадиційному хлібопеченні, що дає змогу використати їх для розроблення технології безглютенового хліба.

Оскільки хліб має неабияке соціальне значення у харчуванні українців, дослідження, що спрямовані на удосконалення та розробку технологій безглютенових хлібобулочних виробів, які зможуть конкурувати з закордонними аналогами не лише за ціною політикою, а й за високими показниками якості, є актуальними та своєчасними.

Метою роботи є дослідити ефективність використання картопляної клітковини як структуроутворювача рослинного походження в технології безглютенового хліба на заквасці.

Методи дослідження. Під час проведення лабораторних досліджень та виробничих випробувань використовувалася наступна сировина: борошно рисове ТМ «Ms. Tally» (ТОВ «Каскад», Україна) згідно з ТУ У 10.6-31680679-003:2013; борошно соргове ТМ «Ms. Tally» (ТОВ «Каскад», Україна) згідно з ТУ У 10.6-31680679-003:2013; стартова культура LV1 ТМ LIVENDO (Франція) за сертифікатом іонізації 100132/01:2022; картопляна клітковина «Potex» (Швеція); дріжджі хлібопекарські пресовані Криворізького дріжджового заводу «Рекорд» за ДСТУ 4812:2007; сіль кухонна згідно з ДСТУ 3583:2015; олія соняшникова рафінована відповідно до вимог ДСТУ 4492:2005; вода питна, яка відповідає вимогам ДСТУ 7525:2014.

Тісто замішували в планетарному міксері Kenwood протягом 4–5 хв з частотою обертання місильного органу 1 с^{-1} . Тістові заготовки формували вручну та укладали у форми для випікання. Напівфабрикати піддавали бродінню в формах у вистійній шафі марки UNOX протягом 30–50 хв за відносної вологості повітря 75–80% та температури 30...32°C. Тістові заготовки випікали в пароконвекційній печі UNOX при температурі 190...200°C.

В'язко-пластичні властивості тіста та їх зміну під час вистоювання визначали за допомогою ротаційного віскозиметру «Реотест-2» за методикою [11].

Вологість напівфабрикатів та готового хліба визначали експрес-методом висушування на приладі Чижової та прискореним методом в печі СЕШ-2М за загальновідомими методиками [11].

Кислотність тіста та хліба визначали титриметричним методом за методиками [12].

Газоутримувальну та газоутворювальну здатність тіста визначали за методами, які описані в [12].

Органолептичні показники (зовнішній вигляд, колір і стан скоринки, стан м'якушки, смак, запах) оцінювали за ДСТУ 9188:2022 [11].

Результати та їх обговорення. З метою покращення харчової цінності безглютенового хліба в бік збільшення харчових волокон, макро- та мікронутрієнтів вивчали можливість збагачення його рецептури картопляною клітковиною (КК). Згідно результатів інформаційно-патентного пошуку рекомендованим є дозування КК в межах 1–4% [13].

На початковому етапі досліджень було виміряно реологічні характеристики тістових систем рисово-соргового хліба з рисовою закваскою на приладі «Реотест» з внесенням КК в кількості від 1 до 4%. Контролем слугував хліб соргово-рисовий на заквасці без КК.

Графік зміни граничного напруження зсуву та напруження на зріз від вмісту КК в тісті наведено на рис. 1.

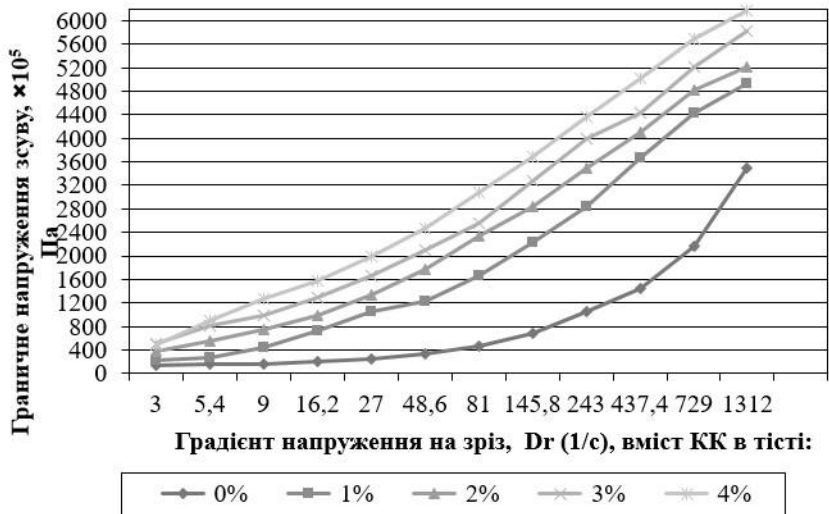


Рис. 1. Динаміка змін граничного напруження зсуву безглютенового соргового тіста на рисовій заквасці (30%) з різним дозуванням КК

Як видно з рис. 1 характер зміни в'язкісних характеристик для всіх зразків однаковий, оскільки реологічні криві мають однакову форму, найбільш близькими між собою є дослідні зразки з КК. При збільшенні вмісту клітковини відбувається зростання в'язкості безглютенового соргового тіста з рисовою закваскою в 1,9–2,5 рази, порівняно із контролем без КК (рис. 1).

Результати досліджень реологічних показників (ефективної в'язкості та граничного напруження зсуву) залежно від вмісту КК в тісті наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Реологічні показники безглютенового соргового тіста на рисовій заквасці (30%) з різним дозуванням клітковини картоплі (КК) при швидкості зсуву $\dot{\gamma}=48,6 \text{ с}^{-1}$

Показники	Дослідні зразки тіста, вміст КК в тісті (%)				
	0%	1%	2%	3%	4%
Ефективна в'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}$	685.2 $\pm$ 1,0	2512.3 $\pm$ 1,0	3654.3 $\pm$ 1,0	4339.5 $\pm$ 1,0	5103.9 $\pm$ 1,0
Граничне напруження зсуву, Па	333.0 $\pm$ 1,0	1221.0 $\pm$ 1,0	1776.0 $\pm$ 1,0	2109.0 $\pm$ 1,0	2480.5 $\pm$ 1,0

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p\geq 0,95$

Отримані результати табл. 1 показали, що збільшення вмісту картопляної клітковини в тістовій системі призводить до зростання ефективної в'язкості та міцності через вищі водопоглинальну (ВПЗ) і водоутримувальну (ВУЗ) здатність харчових волокон, здійснюючи дестабілізуючий ефект на структурно-механічні властивості безглютенового

тіста. Реологічні показники зразків з КК зросли в 2,7–7,4 рази, зі збільшенням дозування КК.

За умови дозування 2–3% КК до маси борошняної суміші значного зростання в'язкості та щільності тіста не відбувається, що дозволяє забезпечити високі показники якості м'якушки готових виробів після випікання.

Наступним етапом було проведення пробного лабораторного випікання рисово-сорового хліба на заквасці з внесенням 2, 3 та 4% КК. Контролем слугував хліб рисово-соровий без КК. Результати досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Параметри технологічного процесу та перебіг біохімічних, мікробіологічних процесів в тісті з додаванням КК

Показник*	Контроль (рисово-соровий хліб без КК)	Дослідні зразки – з додаванням КК,% до маси борошняної суміші		
		2%	3%	4%
Масова частка вологи,%	56.2±0,2	56.4±0,2	56.8±0,2	57.4±0,2
Кислотність тіста, град				
<i>початкова</i>	3.0±0,2	3.2±0,2	3.2±0,2	3.4±0,2
<i>кінцева</i>	4.2±0,2	4.2±0,2	4.4±0,2	4.6±0,2
Тривалість вистоювання, хв	45±1	45±1	43±1	47±1
Газоутворення за період бродіння, см ³ /100 г	340±5	344±5	348±5	335±5
Питомий об'єм тіста вкінці бродіння, см ³ /г	178±5	180±5	185±5	176±5

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95

Згідно даних табл. 2 в зразках з додаванням 3–4% картопляної клітковини підвищується початкова кислотність тіста на 0.2–0.4 град, кислотонакопичення за період бродіння не інтенсифікується.

Досліджували вплив заквасок на виділення CO₂ та газоутримувальну здатність тіста з додаванням 2–4% КК.

Так, порівняно з контролем, за умови внесення 2–3% КК тривалість вистоювання дещо скорочується, але при внесенні 4% погіршується на 4,4%. Експериментально встановлено, що кількість виділеного CO₂ зростає зі збільшенням дозування КК до 3% на 2,4%, але далі знижується до 335 см³ CO₂/100 г тіста проти 340 см³ CO₂/100 г тіста в контролі (табл. 2).

Відмічено також підвищення газоутримувальної здатності модельних зразків тіста на 4% при дозуванні 2–3% КК. Отримані дані узгоджуються із результатами щодо відповідного покращення реологічних характеристик зразків тіста із клітковиною, що ймовірно, є наслідком збільшення вологозв'язуючої здатності тіста через підвищення вмісту харчових волокон.

Таку тенденцію можна пояснити покращенням живильного середовища за рахунок внесення із шротами харчових волокон, вітамінів, але при подальшому підвищенні в'язкості тіста з КК активність бродильної мікрофлори знижується.

Було досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба з КК, результати досліджень наведено в табл. 3.

А збільшення кількості КК до 4% КК призводить до зниження питомого об'єму готового хліба на 10,5%, пористості – на 3,2%. Ці дані узгоджуються з визначенням

в'язко-пластичних характеристик тіста, які також покращуються за умови внесення 2–3% КК.

Таблиця 3

Вплив клітковини картоплі на показники якості безглютенового соргового хліба з додаванням КК

Показник*	Контроль (рисово-сорговий хліб без КК)	Дослідні зразки – з додаванням КК, % до маси борошняної суміші		
		2%	3%	4%
Питомий об'єм, см ³ /100 г	1,9±0,2	2,0±0,2	2,1±0,2	1,7±0,2
Пористість, %	63±1	65±1	66±1	61±1
Масова частка вологи, %	55,6±0,2	55,8±0,2	56,4±0,2	57,0±0,2
Кислотність, град	3,6±0,2	3,4±0,2	3,8±0,2	3,8±0,2
Крихкуватість м'якушки через 24 год.	5,4±0,5	5,4±0,5	5,2±0,5	5,0±0,5
Водопоглинальна здатність м'якушки через 24 год	254±0,5	242±0,5	228±0,5	214±0,5
Стан м'якушки, структура пористості, розжовуваність	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість середня, товстостінна, менш розвинена, нерівномірна, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість дрібна, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Менш еластична м'якушка, пористість крупна, товстостінна, розвинена, нерівномірна, розжовується добре
Смак та запах	Яскраво виражений присмак, аромат притаманний хлібу	Яскраво виражений присмак та хлібний аромат	Яскраво виражений присмак та хлібний аромат	Яскраво виражений присмак та аромат, з дещо «гіркуватим» присмаком
Правильність форми, зовнішній вигляд скоринки	Опукла верхня скоринка, від світло- коричневого до коричневого кольору, гладенька, глянцева поверхня	Помітно опукла поверхня верхньої скоринки, від світло- коричневого до коричневого кольору, гладенька, глянцева поверхня	Помітно опукла поверхня верхньої скоринки, від світло- коричневого до коричневого кольору, гладенька, глянцева поверхня	Плоска поверхня верхньої скоринки, дещо увігнута, від світло- коричневого до коричневого кольору, поверхня дещо шорстка

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95

Щодо органолептичних показників, то за умови внесення 4% КК спостерігається утворення менш еластичної м'якушки з нерівномірною товстостінною пористістю за рахунок високих водоутримувальної та водопоглинальної здатності КК. В хлібі відчувався дещо «гіркий» присмак, на колір скоринки та м'якушки помітного впливу не відбулось. При внесенні 2–3% КК хліб несуттєво відрізнявся від контрольного зразку.

В зразках з КК спостерігалось зниження крихкуватості м'якушки та поглинання води, що означає подовження термінів збереження свіжості виробів.

Висновки. У результаті аналітичного огляду літератури виявлено, що серед населення України зростає кількість людей з глютензалежними захворюваннями, разом з тим їх потреба в безглютенових хлібобулочних виробах забезпечується лише

закордонними виробниками. Тому, актуальною проблемою є розроблення вітчизняних технологій безглютенового хліба та забезпечення його високої поживної якості.

Світова наука і практика для виготовлення безглютенового хліба та створення його структури надає великого значення використанню різних видів структуроутворювачів, а саме гідроколоїдів. Перспективним поліпшувачем поліфункціональної дії є картопляна клітковина, а відсутність досліджень щодо особливостей її дії в тістовій системі без внесенням глютену сировини доводить актуальність теми.

Розробка безглютенового хліба з внесенням соргового та рисового борошна замість крохмалю потребує додаткового коригування рецептури в бік покращення реологічних властивостей тіста та хліба за рахунок добавок-структуроутворювачів.

Дослідження показали, що внесення КК в рисово-сорговий хліб на заквасці в кількості до 3% покращує об'єм та пористість виробів, хліб має помірно опуклу, гладеньку поверхню, відмінний смак та аромат, розвинену дрібну тонкоцілінну пористість. Крім того, вироби довше зберігають свіжість, за рахунок технологічних властивостей КК.

Бібліографія

1. Sergi C, Villanacci V, Carroccio, A. Non-celiac wheat sensitivity: rationality and irrationality of a gluten-free diet in individuals affected with non-celiac disease: a review. *BMC Gastroenterol.* 2021. 21 (1). 5. <https://doi.org/10.1186/s12876-020-01568-6>.
2. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф., Федоренко Ю. О. Вплив борошняних безглютенових композицій на якість хлібобулочних виробів для хворих на целиацію. Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації. 2021. 1. С. 122–136.
3. Наумова О. О., Донцова О. В., Аграмакова Н. В. Перспективи підвищення відповідальності вітчизняних виробників харчової продукції без глютену з використанням Європейської системи ліцензування. *Бізнесінформ.* 2017. 12. С.325–330.
4. Silva E. M. Schons, Clark A. E. Peres, Silva A. C., Carolina Di Medeiros L M., Moraes Lião L., de Almeida V. O. Sorghum starch as depressant in mineral flotation: part 1 – extraction and characterization. *Journal of materials research and technology.* 2019. 8, 1. С. 396–402. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2018.04.001>.
5. Jagelaviciute J., Cizeikiene D. The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread. 2021. *LWT.* 137, 110457. <https://doi.org/10/ghzf8q>.
6. Zannini E., Pontonio E., Waters D. M., Arendt E. K. Applications of microbial fermentations for production of gluten-free products and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 2012. 93,2. 473–485. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3707-3>.
7. Шевчук Ю. С., Якимчук І. В., Грищенко А. М. Використання картопляної дієтичної харчової клітковини в хлібопеченні. Програма і матеріали 78-ї міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у ХХІ ст.», 2–3 квітня 2012 р. К.: НУХТ, Ч.1. 2012. 79–80.
8. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. Effect of structure-forming agents and spontaneously fermented buckwheat sourdough on the quality of gluten-free bread. *Food science and technology.* 2022. 16, 2. 32–39. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i2.2373>
9. Salehi F. Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: a review. *Food Science & Nutrition.* 2019. 7, 11, 3391–3402. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1245>.
10. Mir S. A., Shah M. A., Naik H. R., Zargar I. A. Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science & Technology.* 2016. 51. 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.005>.
11. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навчальний посібник. Київ: Кондор-Видавництво, 2015. 958 с.
12. Дробот В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського і макаронного виробництва. Навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с
13. Федорова Д., Ланська В. Якість безглютенового хліба на заквасці зі стартовою культурою LV-1. *Товари і ринки.* 2024. 3 (51). 104–120. [https://doi.org/10.31617/2.2024\(51\)08](https://doi.org/10.31617/2.2024(51)08).
14. Федорова Д. В., Слащева А. В., Ланська В. Д. Технологічні аспекти виробництва безглютенового хліба на заквасках. *Sustainable food chain and safety through science, knowledge and*

business: Scientific monograph. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2023. 247–289. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-12>.

References

1. Sergi, C., Villanacci, V., Carroccio, A. (2021). Non-celiac wheat sensitivity: rationality and irrationality of a gluten-free diet in individuals affected with non-celiac disease: a review. *BMC Gastroenterol.* 21 (1). 5. <https://doi.org/10.1186/s12876-020-01568-6>.
2. Medvid, I. M., Shydlovska, O. B., Dotsenko, V. F., Fedorenko, Yu. O. (2021). Vplyv boroshnianykh bezghliutenovykh kompozytsii na yakist khlibobulochnykh vyrobiv dlia khvorykh na tseliakiiu [The effect of gluten-free flour compositions on the quality of bakery products for patients with celiac disease]. *Restoranni i hotelnyi konsal'tynh. Innovatsii. [Restaurant and hotel consulting. innovations].* 1. 122–136. [in Ukrainian].
3. Naumova, O. O., Dontsova, O. V., Ahramakova, N. V. (2017). Perspektyvy pidvyshchennia vidpovidalnosti vitchyznianskykh vyrobnykiv kharchovoi produktsii bez hliutenu z vykorystanniam Yevropeiskoi systemy litsenzuvannia.[Prospects for increasing the responsibility of domestic manufacturers of gluten-free food products using the European licensing system. business information]. *Biznesinform. [Business information].* 12. 325–330. [in Ukrainian].
4. Silva E. M. Schons, Clark A. E. Peres, Silva A. C., Carolina Di Medeiros L M., Moraes Lião L., de Almeida V. O. (2019). Sorghum starch as depressant in mineral flotation: part 1–extraction and characterization. *Journal of materials research and technology.* 8, 1. 396–402. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2018.04.001>.
5. Jagelaviciute, J., Cizeikiene, D. (2021). The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread. *LWT.* 137. 110457. <https://doi.org/10/ghzf8q>.
6. Zannini, E., Pontonio, E., Waters, D. M., Arendt, E. K. (2012). Applications of microbial fermentations for production of gluten-free products and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 93, 2. 473–485. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3707-3>.
7. Shevchuk, Yu. S., Yakymchuk, I. V., Hryshchenko, A. M. (2012). Vykorystannia kartoplianoi diietychnoi kharchovoi klitkovyny v khlibopechenni. [Use of potato dietary fiber in bread baking]. *Prohrama i materialy 78-yi mizhnarodna naukova konferentsiia molodykh uchenykh, aspirantiv i studentiv «Naukovi здобутky molodi – vyrishennia problem kharchuvannia liudstva u XXI st.»*, 2–3 kvitnia 2012 r. [Program and materials of the 78th international scientific conference of young scientists, graduate students and students «Scientific achievements of youth – solving the problems of human nutrition in the XXI century», April 2–3, 2012]. K.: NUKhT. 1. P. 79–80. [in Ukrainian].
8. Mykhonik, L., Hetman, I., Naumenko, O. (2022). Effect of structure-forming agents and spontaneously fermented buckwheat sourdough on the quality of gluten-free bread. *Food science and technology*, 16, 2, 32–39. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i2.2373>.
9. Salehi, F. (2019). Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: a review. *Food Science & Nutrition.* 7, 11. 3391–3402. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1245>.
10. Mir, S. A., Shah, M. A., Naik, H. R., Zargar, I. A. (2016). Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science & Technology.* 51. 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.005>.
11. Drobot, V. I. (2015). Tekhnokhimichniy kontrol syrovyny ta khlibobulochnykh i makaronnykh vyrobiv: navchalnyi posibnyk. [Technochemical control of raw materials and bakery and pasta products: study guide]. Kyiv: Kondor-Vydavnytstvo, 958 p. [in Ukrainian].
12. Drobot, V. I. (2006). Laboratornyi praktykum z tekhnolohii khlibopekarskoho i makaronnoho vyrobnytstva. Navchalnyi posibnyk.[Laboratory workshop on the technology of bakery and pasta production. Study guide]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 341 p. [in Ukrainian].
13. Fedorova, D., Lanska, V. (2024). Yakist bezghliutenovoho khliba na zakvastsii zi startovoiu kulturoiu LV-1. [Quality of gluten-free sourdough bread with starter culture LV-1.]. *Tovary i rynky,[Goods and markets].* 3 (51). 104–120. [https://doi.org/10.31617/2.2024\(51\)08](https://doi.org/10.31617/2.2024(51)08). [in Ukrainian].
14. Fedorova, D. V., Slashcheva, A. V., Lanska, V. D. (2023). Tekhnolohichni aspekty vyrobnytstva bezghliutenovoho khliba na zakvaskakh. [Technological aspects of gluten-free sourdough bread production]. *Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business: Scientific monograph.* Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 247–289. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-12> [in Ukrainian].