

УДК 664.6

ВПЛИВ ЗАКВАСОК НА СПОЖИВЧУ ЦІННІСТЬ ХЛІБА

Гетьман І. А.¹, PhD, с.н.с.<https://orcid.org/0000-0002-9448-9956>*Науменко О. В.¹, д.т.н., проф., зав. відділу*<https://orcid.org/0000-0002-1691-1381>*Чиж В. М.¹, м.н.с.*<https://orcid.org/0000-0001-9488-4385>*Лук'янчук І. В.¹, аспірантка*<https://orcid.org/0009-0007-4876-0470>*Кирічок Т. О.², провідний інженер-технолог*<https://orcid.org/0009-0000-4531-1388>*Михонік Л. А.³, к.т.н., доц.*<https://orcid.org/0000-0002-6997-2081>¹ Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ, Україна² Центральна випробувальна лабораторія ТОВ «АЛВІВА Україна», Київ, Україна³ Національний університет харчових технологій, Київ, Україна<https://doi.org/10.31073/foodresources2025-24-14>

Предмет. Вівсяна та гречана закваски спонтанного бродіння, пшеничний хліб оздоровчого спрямування з вівсяною закваскою спонтанного бродіння та вівсяними пластівцями, пшенично-житний хліб оздоровчого спрямування із закваскою спонтанного бродіння з борошна зеленої гречки та гречаними пластівцями. **Мета** – дослідити споживчі властивості хліба, виготовленого з використанням заквасок спонтанного бродіння та продуктів переробки круп'яних культур. **Методи.** При написанні статті використовували фізико-хімічні, мікробіологічні методи досліджень згідно загальноприйнятих методик проведення експериментів. **Результати.** Внесення альтернативної сировини в технології хліба потребує корегування рецептур та способів тістоприготування з метою збереження його споживчих характеристик. Перспективними нині інгредієнтами є продукти переробки круп'яних культур, зокрема, борошно гречане, вівсяне та пластівці, які володіють вищою харчовою цінністю, порівняно з пшеничним сортовим, але можуть погіршувати реологічні властивості хліба. Включення до складу рецептур таких виробів 2-3% сухої пшеничної клейковини помітно покращує фізико-хімічні показники хліба. З'ясовано, що сумісне використання заквасок спонтанного бродіння з альтернативних видів борошна (вівсяного та гречаного) разом із сухою пшеничною клейковиною в технології хліба оздоровчого призначення дозволяє не тільки зберегти споживчі характеристики хліба, але й покращити їх. Зразки хліба із запропонованим складом інгредієнтів повільніше черствіли, мали меншу крихкватість та вищі гідрофільні властивості м'якушки через 48 год зберігання, порівняно з контрольними зразками з традиційними заквасками, а за мікробіологічним аналізом були безпечними для споживання. **Сфера застосування результатів.** Отримані результати досліджень можуть бути використані при створенні рецептур хліба із спонтанними заквасками та продуктами переробки круп'яних культур для розширення асортименту харчових продуктів оздоровчо-профілактичного спрямування.

Ключові слова: черствіння, ароматичні сполуки, мікробіологічні показники, закваски спонтанного бродіння, борошно круп'яних культур, хліб

THE INFLUENCE OF SOURDOUGH STARTERS ON THE CONSUMER VALUE OF BREAD

Inna Hetman¹, PhD, Senior Researcher<https://orcid.org/0000-0002-9448-9956>*Oksana Naumenko¹, D-r of Sc., Professor, Head of Department*<https://orcid.org/0000-0002-1691-1381>*Valentyna Chyzh¹, Junior Researcher*<https://orcid.org/0000-0001-9488-4385>*Ivanna Lukianchuk¹, Postgraduate*<https://orcid.org/0009-0007-4876-0470>*Tetiana Kyrichok², Leading Process Engineer*<https://orcid.org/0009-0000-4531-1388>*Larysa Mykhonik³, PhD, Associate Professor*<https://orcid.org/0000-0002-6997-2081>¹ Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine² Central Testing Laboratory of LLC "ALVIVA Ukraine", Kyiv, Ukraine³ National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine

Subject. Oat and buckwheat sourdoughs of spontaneous fermentation, wheat bread of health-improving orientation with oat sourdough of spontaneous fermentation and oat flakes, wheat-rye bread of health-improving orientation with sourdough of spontaneous fermentation from green buckwheat flour and buckwheat flakes. **The purpose** is to investigate the consumer properties of bread made using sourdoughs of spontaneous fermentation and products of processing of cereal crops. **Methods.** When writing the article, physicochemical and microbiological research methods were used in accordance with generally accepted experimental methods. **Results.** The introduction of alternative raw materials into bread technology requires adjusting recipes and dough preparation methods in order to preserve its consumer characteristics. Promising ingredients today are products of cereal processing, in particular, buckwheat, oat flour and flakes, which have a higher nutritional value compared to wheat varieties, but can worsen the rheological properties of bread. The inclusion of 2–3% dry wheat gluten in the formulations of such products significantly improves the physicochemical parameters of bread. It was found that the combined use of spontaneous fermentation starters from alternative types of flour (oat and buckwheat) together with dry wheat gluten in the technology of health-promoting bread allows not only to preserve the usual consumer characteristics of bread, but also to improve them. Bread samples with the proposed composition of ingredients became stale more slowly, had less friability and higher hydrophilic properties of the crumb after 48 hours of storage, compared to control samples with traditional starters, and according to microbiological analysis were safe for consumption. **Scope of the results.** The obtained research results can be used to create bread formulations with spontaneous sourdoughs and cereal processing products to expand the range of health and preventive food products.

Key words: staling, aromatic compounds, microbiological indicators, spontaneous fermentation starters, cereal flour, bread

Постановка проблеми. Споживчу цінність хлібобулочних виробів формують: хімічний склад, показники якості та тривалість збереження свіжості. Ці властивості залежать від рецептурних інгредієнтів, технології та способу приготування тіста. Важливими показниками споживчих характеристик хліба є термін зберігання, тривалість збереження свіжості, ароматичні властивості та мікробіологічна чистота. Серед широкого спектру сировини викликають інтерес продукти переробки круп'яних культур, зокрема, борошно гречане та вівсяне, які володіють вищою харчовою цінністю, мають підвищений вміст основних нутрієнтів порівняно з борошном пшеничним сортовим [1].

Закваски спонтанного бродіння (ЗСБ) не тільки інтенсифікують технологічний процес, а й збагачують цільові вироби низкою органічних кислот, водорозчинними білками, вуглеводами, ароматичними сполуками, які утворюються в процесі їх функціонування в тістовій системі. Враховуючи хімічний склад борошна круп'яних культур, виведення заквасок на їх основі дозволяє не тільки прискорити технологічний процес, а й збагатити вироби цінними макро- та мікронутрієнтами, таким чином розширити асортимент хлібобулочних виробів оздоровчого призначення [2]. Попередніми дослідженнями було обґрунтовано ефективність використання заквасок із гречаного, вівсяного борошна в технології хліба. Але тієї кількості борошна, яка міститься в заквасці, недостатньо для повноцінного збагачення виробів есенціальними речовинами для надання їм оздоровчої дії. Науковцями проведено пошук компонентів для створення рецептур пшеничного та пшенично-житнього хліба оздоровчого призначення [3].

Крім борошна, до групи продуктів переробки круп'яних культур входять пластівці. Їх використання разом із пшеничним борошном дає можливість виробникам також оптимізувати технологічний процес, розширити асортимент продукції та подовжити терміни збереження її свіжості [4]. Науковцями було досліджено функціонально-технологічні властивості вівсяних та гречаних пластівців. Встановлено, що гречані пластівці найбільш збалансовані за вітамінним складом, але вирізняються яскравим смаком та ароматом, тому внесення їх навіть у невеликій кількості надавало виробам специфічного «гречаного» присмаку. Водночас показано, що дозування пластівців, попередньо замочених у воді, у кількості 10-20% дозволило покращити хімічний склад виробів і при цьому несуттєво впливало на їх органолептичну якість [5].

Борошно зеленої гречки та вівсяне, які вносяться із заквасками, здатні погіршувати структурно-механічні властивості тіста, а заміна ними пшеничного борошна в рецептурі

спричиняє зниження вмісту клейковини в тісті. Запропоновано включати до складу рецептур таких виробів 2–3% сухої пшеничної клейковини як структуроутворювача. Крім того це дозволило збільшити питомий об'єм та пористість готових виробів. Для додаткового покращення смако-ароматичних властивостей до рецептури вносили цукор, виноград сушений, цибулю сушену та олію соняшникову [5].

Отже, внесення нетрадиційної сировини в технології хліба оздоровчого спрямування потребує корегування технологічного процесу, зокрема способу тістоприготування та застосування хлібопекарських поліпшувачів. При цьому важливо зберегти споживчі характеристики хліба, комплексно враховуючи всі критерії, щоб задовольнити потенційного споживача.

Метою роботи є дослідження впливу заквасок спонтанного бродіння та продуктів переробки круп'яних культур на споживчі властивості хліба, виготовленого з їх використанням.

Матеріали та методи дослідження. Для проведення пробного лабораторного випікання використано сировину: борошно пшеничне першого сорту та борошно житнє обдирне (ТОВ «Наш млин», Україна), борошно зеленої гречки (ТОВ «Органік Еко Продукт», Україна), вівсяні та гречані пластівці (ТОВ Сквирський комбінат хлібопродуктів, Україна), дріжджі хлібопекарські пресовані (ПрАТ "Компанія Ензим", Україна), цукор (ТОВ «Саркара-Груп», Україна), сіль кухонну (ДП «Артемсіль», Україна), олія соняшникова (ДП «Сантрейд», Україна), цибуля сушена (ТОВ «Поиск», Україна), виноград сушений (ТОВ «Сучасна виробнича компанія», Україна), суха пшенична клейковина (Китай). Вся сировина та реактиви відповідали нормативній документації та зберігались в умовах, зазначених на маркуванні.

Рецептури хліба.

1. Хліб пшеничний: *дослідний зразок (Д1)*, кг на 100 кг борошна: борошно пшеничне першого сорту – 77,0; борошно вівсяне (в заквасці) – 10,0; вівсяні пластівці – 10,0; дріжджі хлібопекарські пресовані – 1,5; сіль кухонна харчова – 1,8; цукор – 4,0; олія соняшникова – 3,0; суха пшенична клейковина – 3,0; виноград сушений – 8,0; вівсяні пластівці – 1,5 (посипка); *контрольний зразок (К1)* – хліб із пшеничною ЗСБ.

2. Пшенично-житній хліб: *дослідний зразок (Д2)*, кг на 100 кг борошна: борошно пшеничне першого сорту – 52,0; борошно житнє обдирне – 20,0; борошно зеленої гречки (в заквасці) – 15,0; гречані пластівці – 10,0; дріжджі хлібопекарські пресовані – 2,0; сіль кухонна харчова – 1,8; цукор – 3,0; суха пшенична клейковина – 3,0; цибуля сушена – 1,0; гречані пластівці (посипка) – 1,5; *контрольний зразок (К2)* – хліб з традиційною житньою ЗСБ.

Закваски. Вівсяну та гречану закваски розведено за способом, наведеним в [4], традиційні житню та пшеничну закваски – за способом [1] та [5], відповідно. Показники якості заквасок у виробничому циклі наведено в табл. 1.

Приготування хліба. Тісто для пшеничного та пшенично-житнього хліба готували за технологією, наведеною в [3, 6].

Методи аналізування хліба. Тривалість збереження хлібом свіжості оцінювали на пенетрометрі АП-4/1 (Україна). Крихкуватість хліба та водопоглинальну здатність визначали за методиками [5]. Аромат хліба оцінювали за методом Токаревої та Кретовича [4]. Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів визначали за ДСТУ 8446:2015. Бактерії групи кишкових паличок згідно з ГОСТ 30518-97; наявність *E. coli* – за ДСТУ IDF 73A: 2003, *S. aureus* – за ГОСТ 30347-97. Вміст плісневих грибів та дріжджів визначали за ДСТУ 8447:2015, *B. cereus* – за ДСТУ ISO 7932:2007. Патогенні мікроорганізми досліджували за ДСТУ EN 12824:2004, *Listeria monocytogenes* – за ДСТУ EN ISO 11290-1:2022. Активність води визначали на аналізаторі AquaLab 3 TE (США) за ДСТУ ISO 21807:2007. Всі дослідження проводили впродовж 48 год зберігання, оскільки розроблюваний хліб призначено для впровадження на пекарнях, його не

упаковували спеціальною упаковкою, яка гарантує термін зберігання до 72 год. Результати представлено як середньоарифметичні значення, $n=5$; $p \geq 0,95$; $\delta=3\%$.

Таблиця 1

Фізико-хімічні та мікробіологічні показники заквасок

Показники	Закваска			
	Пшенична	Житня	Гречана	Вівсяна
Масова частка вологи, W, %	54,6	56,0	57,5	62,0
Кислотність, K, град	14,6	14,0	16,2	16,8
Активність МКБ, хв	65	70	60	62
Кількість молочнокислих бактерій, КУО/г	$2,7 \times 10^9$	$4,5 \times 10^8$	$3,1 \times 10^9$	$3,9 \times 10^9$
Кількість дріжджів, КУО/г	$1,6 \times 10^9$	$6,0 \times 10^7$	$1,5 \times 10^9$	$1,7 \times 10^8$

Результати та їх обговорення. Процес черствіння найчастіше пов'язують із ущільненням структури та зменшенням об'єму крохмальних зерен, які відбуваються в результаті ретроградації крохмальних зерен. Такі зміни призводять до погіршення структурно-механічних властивостей (СМВ) м'якушки хліба, яка набуває жорсткості, втрачає пружність та еластичність, здатність поглинати воду, внаслідок чого погіршується смак та аромат виробів, підвищується крихкуватість [5, 7]. Досліджено СМВ м'якушки хліба, виготовленого за розробленими рецептурами, порівняно з контрольними (рецептури подано в табл.1). Вплив заквасок разом із пластівцями оцінювали за зміною деформації м'якушки хліба за допомогою пенетрометра на початку та вкінці зберігання. Результати наведено в табл. 2–3, зовнішній вигляд зразків хліба зображено на рис. 1.

Дані табл. 2 та 3 свідчать, що в дослідних зразках пшенично та пшенично-житнього хліба, які містять вівсяну та гречану ЗСБ, відповідно, спостерігали меншу ступінь черствіння, тобто вище значення деформації через 48 год зберігання, порівняно з контрольними зразками з традиційними ЗСБ.

Встановлено, що підібрані рецептурні композиції дозволили зменшити черствіння в зразку з вівсяною ЗСБ (Д1) на 9,2%, а в зразку з гречаною ЗСБ (Д2) – на 10,8%, порівняно з відповідними контролями.

Отримані результати узгоджуються з дослідженнями інших науковців, які з'ясували, що додавання вівсяної та гречаної ЗСБ до рецептури хліба сприяло подовженню термінів збереження свіжості виробів [8, 9]. Показано, що пшеничний хліб із вівсяною ЗСБ (Д1) проявляв меншу схильність до черствіння, ймовірно через структуру вівсяного крохмалю, який здатний уповільнювати процес «старіння», що досягається високою водопоглинальною (ВПЗ) та водоутримувальною (ВУЗ) здатністю. В пшенично-житньому хлібі така відмінність може бути пов'язана з високою ВПЗ та ВУЗ гречаних пластівців [5].

Поряд із дослідженням СМВ досліджували крихкуватість м'якушки та гідрофільні властивості хліба впродовж зберігання. Результати дослідження наведено на рис. 2–3.

Згідно рис. 2 видно, що пшеничний хліб із вівсяною ЗСБ (Д1) мав на 8,9% меншу крихкуватість, ніж контрольний хліб на традиційній пшеничній ЗСБ (К1); пшенично-житній хліб із гречаною ЗСБ (Д2) – на 14,3%, ніж контрольний хліб на традиційній житній ЗСБ (К2). Аналіз результатів показав, що дослідні зразки хліба Д1 та Д2 поглинали на 11,9 та 14,0% більше води, порівняно з контрольними, відповідно, К1 та К2 (рис. 3).

Крихкуватість хліба впродовж зберігання збільшувалась рівномірно, що пояснюється поступовим зниженням масової частки вологи. Менша крихкуватість дослідного пшеничного хліба порівняно з контролем може пояснюватись внесенням вівсяного борошна із закваскою та вівсяних пластівців, які мають у складі компоненти з високою ВУЗ. Дослідний зразок пшенично-житнього хліба із гречаною ЗСБ (Д2) мав меншу крихкуватість на 14,3%, порівняно з контролем, очевидно, завдяки сумісному впливу гречаної закваски та гречаних пластівців, які повільніше поглинають воду, але утримують її значно довше, що також було встановлено іншими вченими [5].

Таблиця 2

Зміна структурно-механічних властивостей м'якушки пшеничного хліба впродовж зберігання

Зразки хліба	Загальна деформація м'якушки, од. приладу ΔH_1^*	Збереження свіжості, %
4 год зберігання		
дослідний зразок, Д1 (вівсяна ЗСБ)	74	100
контрольний зразок (К1) (пшенична ЗСБ)	78	100
24 год зберігання		
дослідний зразок, Д1 (вівсяна ЗСБ)	58	78,4
контрольний зразок (К1) (пшенична ЗСБ)	50	64,1
48 год зберігання		
дослідний зразок, Д1 (вівсяна ЗСБ)	40	54,0
контрольний зразок (К1) (пшенична ЗСБ)	35	44,9

Таблиця 3

Зміна структурно-механічних властивостей м'якушки пшенично-житнього хліба впродовж зберігання

Зразки хліба	Загальна деформація м'якушки, од. приладу ΔH_1^*	Збереження свіжості, %
4 год зберігання		
дослідний зразок, Д2 (гречана ЗСБ)	88	100
контрольний зразок, К2 (житня ЗСБ)	87	100
24 год зберігання		
дослідний зразок, Д2 (гречана ЗСБ)	76	86,4
контрольний зразок, К2 (житня ЗСБ)	72	82,8
48 год зберігання		
дослідний зразок, Д2 (гречана ЗСБ)	55	62,5
контрольний зразок, К2 (житня ЗСБ)	45	51,7



Рис. 1. Зовнішній вигляд розроблених виробів:

а) пшеничний хліб з вівсяною закваскою; б) пшенично-житній хліб з гречаною закваскою

Дослідження гідрофільних властивостей м'якушки хліба показали, що через 48 год зберігання дослідні зразки хліба Д1 та Д2 поглинали на 11,9 та 14,0% більше води, порівняно з контрольними, відповідно, К1 та К2, що свідчить про зменшення черствіння виробів та можливість подовження терміну зберігання (рис. 3). Очевидно, в цьому відіграє роль додавання пластівців та борошна круп'яних культур в закваску, які характеризуються високою здатністю до поглинання води.

Отримані дані щодо аналізу крихкуватості та гідрофільних властивостей м'якушки узгоджуються з результатами зміни її деформації, тобто, хліб, виготовлений за розробленими рецептурами мав кращі споживчі властивості, порівняно з контрольними зразками.

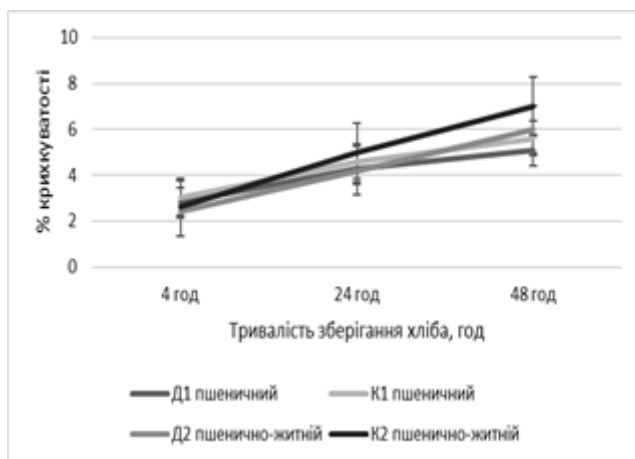


Рис. 2. Зміни крихкуватості м'якушки хліба впродовж зберігання

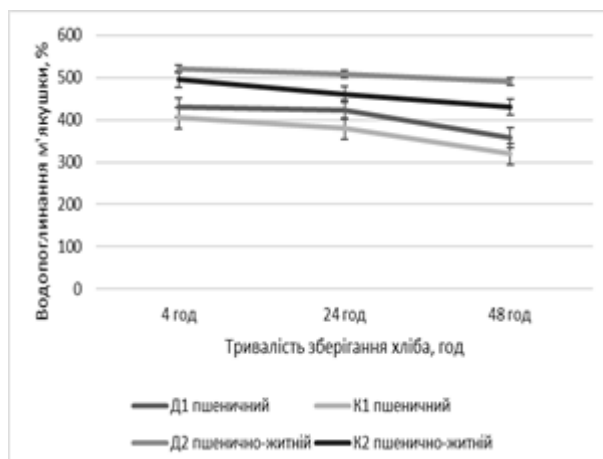


Рис. 3. Зміни водопоглинальної здатності м'якушки хліба впродовж зберігання

Відомо, що аромат формують карбонільні сполуки (леткі кислоти, спирти, ефіри, альдегіди та кетони), які утворюються в процесі бродіння тіста та випікання хліба, і залежать від складу рецептури, способу приготування тіста та стадії його випікання [2]. Аромат хліба є одним із основних органолептичних показників якості виробів, що забезпечує перевагу під час вибору даного виду продукції споживачами. Тому стійкість ароматичної композиції у процесі зберігання є важливою характеристикою, що потребує вивчення.

Було досліджено вміст ароматоутворюючих сполук у скоринці та м'якушці виробів упродовж зберігання. Результати наведено в табл. 4. Встановлено, що при зберіганні дослідні зразки хліба втрачали менше ароматичних сполук, порівняно з відповідними контрольними зразками. Зокрема, в пшеничному хлібі на вівсяній заквасці (Д1) вміст ароматичних сполук зменшився на 13,9% в м'якушці, тоді як в контролі – на 15,7%, відповідно. В пшенично-житньому хлібі на гречаній заквасці (Д2) загальна кількість ароматичних сполук зменшилась на 11,3% в скоринці, тоді як в контролі – на 13,5% (рис. 4).

Загалом розроблені зразки хліба характеризувались підвищеним вмістом ароматичних сполук. Встановлено, що у перші 24 год зберігання кількість ароматоутворюючих сполук у м'якушці дослідного пшенично-житнього хліба (Д2) незначно зростала (табл. 4). Ймовірно, це пов'язано з їх переходом зі скоринки в м'якушку, оскільки основна частка ароматичних сполук накопичується в скоринці. При подальшому зберіганні вміст даних сполук знижувався, як у м'якушці, так і в скоринці.

Згідно чинної нормативної документації мікробіологічні показники хліба не регламентуються, але у випадку розробки нового асортименту виробів із використанням заквасок та іншої сировини (пластівців, винограду сушеного, цибулі) вважали доцільним дослідити їх мікробіологічний профіль. Показники розширеного мікробіологічного аналізу розроблених видів хліба наведено в табл. 5.

Згідно отриманих даних табл. 5, кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів була в допустимих межах згідно загальних мікробіологічних вимог до хлібопродуктів [10]. Аналізуючи показник активності води бачимо, що хліб відноситься до продуктів з проміжною активністю води ($a_w = 0,6-0,9$) і згідно прийнятої шкали цього показника може характеризуватись як безпечний. Розроблені види хліба характеризувались відсутністю патогенних мікроорганізмів, зокрема *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus*, *Salmonella* та *Listeria*, що доводить безпечність їх споживання та підтверджує доцільність подальшого впровадження такої продукції у виробництво.

Таблиця 4

Вміст ароматоутворюючих речовин у хлібі, мг-екв на 100 г СР

Зона відбору	Зразки хліба			
	пшеничний		пшенично-житній	
	дослідний зразок, Д1 (вівсяна ЗСБ)	контрольний зразок, К1 (пшенична ЗСБ)	дослідний зразок, Д2 (гречана ЗСБ)	контрольний зразок, К2 (житня ЗСБ)
4 год зберігання				
м'якушка	5,1	8,2	8,4	11,0
скоринка	16,2	22,1	20,8	25,6
24 год зберігання				
м'якушка	5,8	8,8	9,5	12,0
скоринка	15,6	20,8	19,0	24,4
48 год зберігання				
м'якушка	4,8	7,6	8,0	10,4
скоринка	15,0	20,2	18,2	23,2

Таблиця 5

Мікробіологічні показники розроблених видів хліба

№ з/п	Назва показника, од.	Хліб пшеничний з вівсяною закваскою (за ДСТУ 7517:2014)	Хліб пшенично-житній з гречаною закваскою (за ДСТУ 4583:2023)
1	Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г	$1,2 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$
2	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) (БГКП), в г	відсутні	відсутні
3	<i>E. coli</i> , КУО/г	відсутні	відсутні
4	<i>S. aureus</i> , КУО/г	відсутні	відсутні
5	Плісневі гриби, КУО/г	<10,0	<10,0
6	Дріжджі, КУО/г	відсутні	відсутні
7	<i>B. cereus</i> , КУО/г	відсутні	відсутні
8	Патогенні мікроорганізми, зокрема, бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	відсутні	відсутні
9	<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25,0 г	відсутні	відсутні
10	Активність води, аW	0,815	0,820

Висновки. Хліб належить до основних продуктів харчування і входить до раціону щодня. Підвищення його поживної цінності дає змогу покращити споживчі властивості хлібобулочних виробів.

З'ясовано, що сумісне використання заквасок спонтанного бродіння з альтернативних видів борошна (вівсяного та гречаного) разом із добавками-структуруючими в технології хліба оздоровчого призначення дозволяє не тільки зберегти звичні споживчі характеристики хліба, але й покращити їх.

Встановлено, що в розроблених видах хліба спостерігалась менша ступінь черствіння через 48 год зберігання: в пшеничному хлібі з вівсяною закваскою - на 9,2%, в пшенично-житньому хлібі з гречаною закваскою – на 10,8%, порівняно з контрольними зразками з використанням традиційних пшеничної та житньої заквасок, відповідно.

Зразки хліба з використанням продуктів переробки круп'яних культур мали меншу крихкуватість та вищі гідрофільні властивості м'якушки через 48 год зберігання, порівняно з контрольними зразками з традиційними заквасками, що підтверджувало зменшення черствіння виробів та можливість подовження терміну зберігання.

З'ясовано, що розроблені види хліба характеризувались підвищеним вмістом ароматичних сполук та протягом терміну зберігання 48 год втратили менше ароматичних сполук, порівняно з контрольними зразками.

За аналізом мікробіологічного профілю та активності води встановлено, що в готових виробках не спостерігалось росту патогенних мікроорганізмів, що підтверджує безпечність їх споживання та дозволяє в подальшому впроваджувати хліб у виробництво.

Бібліографія

1. Lebedenko T., Kozhevnikova V., Kotuzaki O., Novichkova T. Determining the efficiency of spontaneous sourdough for stabilizing the quality of bread products in bakeries and catering enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. №4 (11). №100. P.22–35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174289>.
2. Vogelmann S. A., Seitter M., Singer U., Brandt M. J., Hertel C. Adaptability of lactic acid bacteria and yeasts to sourdoughs prepared from cereals, pseudocereals and cassava and use of competitive strains as starters. *International Journal of Food Microbiology*. 2009. 130 (3). P. 205–212. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.01.020>.
3. Hetman I., Mykhonik L., Kuzmin O., Shevchenko A. Influence of spontaneous fermentation leavens from cereal flour on the indicators of the technological process of making wheat bread. *Ukrainian Food Journal*. 2021. 10 (3). P. 492–506. <https://dx.doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-3-6>.
4. Bondarenko Yu., Mykhonik L., Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Andronovich G., Hetman I. The use of golden flax seeds and oats sourbread in the production of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. 4/11 (100). P. 46–55. <https://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174643>.
5. Drobot V., Semenova A., Smirnova J., Mykhonik L. Effect of Buckwheat Processing Products on Dough and Bread Quality Made from Whole-Wheat Flour. *International Journal of Food Studies*. 2014. №3(1). P. 1–12. <https://dx.doi.org/10.7455/ijfs/3.1.2014.a1>.
6. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. Efficiency of sourdoughs of spontaneous fermentation from cereal flour in bakery technologie. *Food resources*. 2023. 20. Pp. 28-34. <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-03>
7. Moroni A. V., Zannini E., Sensidoni G., Arendt E. K. Exploitation of buckwheat sourdough for the production of wheat bread. *European Food Research and Technology*. 2012. № 235 (4). P. 659–668. <https://doi.org/10.1007/S00217-012-1790-Z>.
8. Moroni A.V., Arendt E. K., Dal Bello F. Biodiversity of lactic acid bacteria and yeasts in spontaneously-fermented buckwheat and teff sourdoughs. *Food microbiology*. 2011. №28(3). P.497-502. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.10.016>
9. Bartkiene E., Bartkevics V., Pugajeva I., Krungleviciute V., Mayrhofer S., Domig K. Parameters of rye, wheat, barley, and oat sourdoughs fermented with *Lactobacillus plantarum* LUHS135 that influence the quality of mixed rye-wheat bread, including acrylamide formation. *International Journal of Food Science Technology*. 2017. №52 (6). P. 1473–1482. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13412>.
10. Кобаса І.М., Чабан Л.М., Воробець М.М., Юкало В.Г., Кухтин М.Д. Хімічний та мікробіологічний аналіз харчової продукції: навч. посібник. Чернівці, Чернівецький нац. ун-т, 2014. 196 с.

References

1. Lebedenko T., Kozhevnikova V., Kotuzaki O., Novichkova T. (2019). Determining the efficiency of spontaneous sourdough for stabilizing the quality of bread products in bakeries and catering enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4(11). Issue 100. P. 22–35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174289>.
2. Vogelmann S. A., Seitter M., Singer U., Brandt M. J., Hertel C. (2009). Adaptability of lactic acid bacteria and yeasts to sourdoughs prepared from cereals, pseudocereals and cassava and use of competitive strains as starters. *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 130(3). P.205-212. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.01.020>.
3. Hetman I., Mykhonik L., Kuzmin O., Shevchenko A. (2021). Influence of spontaneous fermentation leavens from cereal flour on the indicators of the technological process of making wheat bread. *Ukrainian Food Journal*. Vol. 10 (3). P. 492–506. <https://dx.doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-3-6>.
4. Bondarenko Yu., Mykhonik L., Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Andronovich G., Hetman I. (2019). The use of golden flax seeds and oats sourbread in the production of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4/11 (100). P. 46–55. <https://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174643>.
5. Drobot V., Semenova A., Smirnova J., Mykhonik L. (2014). Effect of Buckwheat Processing Products on Dough and Bread Quality Made from Whole-Wheat Flour. *International Journal of Food Studies*. Vol. 3 (1). P. 1–12. <https://dx.doi.org/10.7455/ijfs/3.1.2014.a1>.
6. Bartkiene E., Bartkevics V., Pugajeva I., Krungleviciute V., Mayrhofer S., Domig K. (2017). Parameters of rye, wheat, barley, and oat sourdoughs fermented with *Lactobacillus plantarum* LUHS135 that influence the quality of mixed rye-wheat bread, including acrylamide formation. *International Journal of Food Science Technology*. Vol. 52 (6). P. 1473–1482. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13412>.
7. Moroni, A. V., Zannini, E., Sensidoni, G., Arendt, E. K. (2012). Exploitation of buckwheat sourdough for the production of wheat bread. *European Food Research and Technology*. Vol. 235 (4). P. 659–668. <https://doi.org/10.1007/S00217-012-1790-Z>.
8. Adisa A. M., Ifesan B. O. T., Enujiugha V. N., Adepeju A. B. (2019). Microbiological and physicochemical properties of wholegrain millet sourdough breads. *International Journal of Food and Nutrition Sciences*. Vol. 4. P. 74–82.
9. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. (2023). Efficiency of sourdoughs of spontaneous fermentation from cereal flour in bakery technologie. *Food resources*. Vol. 20. Pp. 28-34. <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-03>
10. Kobasa I., Cheban L., Vorobets M., Yukalo V., Kukhtyn M. (2014). *Khimichniy ta mikrobiologichniy analiz kharchovoi produktsii: Navchalnyi posibnyk* [Chemical and microbiological analysis of food products: a training manual]. Chernivtsi: Chernivtsi National University. 196 p. [in Ukrainian].