

DOI <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2026-16-1-34>

УДК 664.6/.7:663.8

К. В. Костецька¹, канд. с.-г. наук, доцент
С. М. Ковтун-Водяницька², канд. біол. наук
О. В. Коломієць¹, здобач вищої освіти

ORCID: 0000-0003-2387-5400

ORCID: 0000-0002-2367-461X

ORCID: 0009-0008-7904-4685

¹ Уманський національний університет² Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України

e-mail: kostetskakateryna@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ХЛІБА ПШЕНИЧНОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ГІРЧИЦІ

Анотація. Останніми роками підвищився інтерес до можливості використання побічний продукт виробництва олії. Медою досліджень було оцінити борошно з макухи гірчиці двох видів: білої та сарептської, включивши їх до рецептури хліба пшеничного. Використовували борошно з висушеної макухи, замінивши борошно пшеничне вищого сорту у рецептурі хліба у кількості 3, 5, 10 та 15 %. Зразки хліба вивчали за технологічними характеристиками за стандартними методиками. Використання добавок зменшує пористість хліба пшеничного, уповільнює процес бродіння через зниження вмісту клейковини та кислотності тіста та сприяє зростанню показника вологості мякушки. При використанні борошна з гірчиці пористість виробів поступалась контрольному зразку лише на 1–3 %, а кислотність – на 4–11 %. Отже, дослідження властивостей макухи гірчичної шляхом додавання її у вигляді борошна до рецептури хлібобулочних виробів є перспективним.

Ключові слова: гірчиця, макуха, борошно пшеничне, рецептура, якість хліба.

Постановка проблеми. Дослідницькі технології у харчовій промисловості нині зосередженні концепції безвідходності. Виробництво передусім зосереджене на утилізації продуктів перероблення рослинних харчових продуктів, проте, такі побічні продукти є перспективним джерелом поживних чи технологічних властивостей, і можуть бути вивчені як джерело функціональних інгредієнтів [1]. Існують дослідження щодо потенціалу для повторного використання продуктів перероблення в різних харчових продуктах [2]. Відходи можуть бути перероблені або ж повторно використані в інших галузях. Харчові відходи, які утворюються у процесі виробництва, можна перетворити на корм для тварин [3].

Хліб є складовою щоденного раціону харчування людини. Попит на хлібобулочні вироби зростає з кожним роком на 10 % [4]. Оскільки хліб пшеничний за хімічним складом недостатньо збалансований, виготовлення його з оздоровчими чи профілактичними властивостями є важливою проблемою сьогодення.

Для посилення оздоровчих властивостей і підвищення корисності хлібобулочних виробів, важливо вводити до їхньої рецептури сировину, що містить фізіологічні та функціональні інгредієнти. Саме такою сировиною може бути насіння гірчиці білої та сарептської, а також продукт їхнього перероблення – макуха.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними інгредієнтами хліба є вода та борошно пшеничне. Хліб може містити інші інгредієнти, залежно від свого типу, наприклад дріжджі, сіль, цукор, олія тощо. Хліб не лише корисний але й має недоліки для здоров'я, про які споживач почав усвідомлювати. Це вплив на серцево-судинні захворювання, целіакію, ожиріння [5, 6]. Споживання хлібобулочних виробів також пов'язане з підвищенням глікемічного індексу, як наслідок, ризику цукрового діабету 2 типу і раку жовчечивідних шляхів [7–9].



Щоб подолати небажаний вплив спожитого борошна пшеничного на організм людини, тенденція здорового харчування зміщується у бік споживання більш здорових і якісних продуктів. Цей факт робить виклик для хлібопекарської промисловості, що переживає складність виробництва хліба з поліпшеними органолептичними і харчовими властивостями [10].

Збагачення хліба побічними продуктами харчової промисловості – це хороший спосіб виробництва функціональних продуктів, що містять біоактивні речовини, такі як харчові волокна, антиоксиданти, вітаміни та мінерали, а також це може мати позитивний вплив для навколишнє середовище [11, 12].

Гірчиці існує біля 10 видів і ще більше різновидів. В Україні вирощують біля чотирьох відсотків світового обсягу гірчиці. Сучасні сорти у складі часто не містять ерукової кислоти. Насіння гірчиці є сировиною для виробництва олії, так як містить до 50 % гірчичної олії, що вирізняється високими смаковими властивостями та використовується в кондитерській, хлібопекарській, консервній промисловості й кулінарії [13].

Через низькі кислотні показники олія гірчична значно довше зберігає свої властивості порівняно з іншими оліями. Важливо, що гірчична олія відноситься до слабковисихаючих. Термін зберігання олії гірчичної вдвічі довший ніж термін зберігання інших рослинних олій. Як результат пресування насіння гірчиці утворюються олії та дрібнодисперсний гірчичний жом (порошок) [14].

Насіння гірчиці містить 7–12 % оболонки [15]. В ядрі ж насіння міститься: 16–49 % жирної олії; 20–30 % сирих білків; 17–30 % безазотистих екстрактивних речовин; 22–25 % вуглеводів, із них 8–15 % моносахаридів і дисахаридів, 10–14 % полісахаридів; 10–11 % клітковини; 2,5–3 % фітинової кислоти та її солей; 1,7–2,1 % фосфору (у розрахунку на P_2O_5), з них 0,3–0,5 % фосфоліпідів і 1,2–6,7 % тиоглікозиду (синігрину), з яких 0,3–1,7 % алілізотіоціанату [14].

Функціональні властивості порошку гірчичного полягають у здатності затримувати зв'язувати вологу та жири, здатності до емульгування. Так, при переробленні насіння гірчиці, крім основного продукту – олії, утворюються відходи, що становлять значний інтерес для харчового виробництва. Продукти перероблення насіння гірчиці мають високу харчову й енергетичну цінність, що робить можливим їхнє використання у складі харчових продуктів. Це зумовлено вмістом значної кількості поживних речовин: жиру, білка, БЕР [14].

Мединою науковою спільнотою було доведено [18] позитивний вплив продуктів з гірчиці на людське здоров'я. Це зумовлене загальними дезінфекційними властивостями та блокуванням росту мікроорганізмів. Зростання попиту на насіння гірчиці в 2021 р. становило 26 %, що пов'язано з епідемією коронавірусної хвороби [19].

У складі харчових продуктів, для їх збагачення функціональними інгредієнтами гірчиці найчастіше використовують олію і вкрай мало вторинні продукти перероблення насіння гірчиці. Основна маса ірчного шроту та макухи використовується на корм сільськогосподарських тварин.

Метою статті – вивчення питання щодо можливості формування якості хліба пшеничного з додаванням борошна та олії гірчиці білої та сарептської.

Методика дослідження. Насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) є видом роду Гірчиця (*Sinapis* L.), а гірчиці сарептської (*Brassica juncea* (L.) Czern.) – вид роду Капуста (*Brassica*) та інтродуковані на базі Національного ботанічного саду ім. Гришка НАН України, а зерно пшениці вирощене в Південному Лісостепі України.

Борошно пшеничне вищого сорту було надано місцевим виробником. Борошно пшеничне вищого сорту є універсальним борошном, що можна використовувати для виготовлення різноманітних тістових виробів, в тому числі для хліба. Окрім того, борошно пшеничне має більшу кількість білків, що необхідні для формування якісної клейковини, а також має високу кількість



сирої клейковини (кількість клейковини, що залишається після відмивання тіста водою для видалення крохмалю, водорозчинних пентозанів і білків) – 28,0 %, що забезпечує еластичне тісто. Рецептурні компоненти для хліба – сіль кухонна, цукор-пісок, дріжджі сухі – купували у місцевому супермаркеті. Водопровідну воду, що використовується, отримували від міської водопровідної системи.

Борошно гірчиці виготовляли шляхом подрібнення в порошок макуху (знежирене насіння), що залишалася після вилучення олії з насіння гірчиці білої та сарептської методом холодного пресування (за температури до 40 °С). Для приготування борошна макуху подрібнювали у лабораторному млинку до розміру частинок 30–40 мкм і перемішували для взяття рецептурної наважки.

Для приготування тіста брали борошно пшеничне 70 % виходу вищого сорту (за вологості 14 %) та борошно гірчиці у кількості 3, 5, 10 та 15 %, а також: сіль кухонну, дріжджі пресовані, цукор-пісок, олію з насіння гірчиці – по 1,5 % кожного від маси суміші борошна пшеничного та борошна гірчиці, воду питну. Випікали хліб зі зволоженням шафової печі за температури режиму 210 ± 2 °С упродовж 15–20 хв.

Дослідження проведено на базі кафедри харчових технологій Уманського НУ та ТОВ «Умань Хліб Груп». Показники технологічного процесу, якість виробів оцінювали за стандартними методиками [20, 21]. Більш детально матеріали та методи дослідження якості борошна та хліба нових рецептур та фізико-хімічні, органолептичні показники описано в роботі [14].

Кодування дослідних зразків наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Кодування експериментальних зразків

Експериментальний зразок		Борошно пшеничне	Борошно з порошку макухи гірчиці білої	Борошно з порошку макухи гірчиці сарептської
Контроль	100	–	–	–
№ 1-	3 %	97	3	–
	5 %	95	5	
	10 %	90	10	
	15 %	85	15	
№ 2-	3 %	97	-	3
	5 %	95		5
	10 %	90		10
	15 %	85		15

Основні результати дослідження. Наступним етапом експериментальних досліджень було провести лабораторне випікання експериментальних зразків хліба та провести його комплексне оцінювання за показниками фізико-хімічних властивостей. Відповідно до загальнодержавних нормативних документів [21] хліб пшеничний контролювали за такими показниками якості, як вологість, кислотність, пористість.

Вологість хліба (мякушки) – це показник, який визначає відношення маси води до загальної маси хліба і виражається у відсотках. Так, чим більша вологість хліба, тим нижча його поживна, енергетична цінність, а вихід хліба більший. Тому у ДСТУ 7517:2014 [21] визначають вологість, яка для пшеничного хліба з борошна вищого і першого сортів має бути не більше 43–44 %. Результати досліджень щодо величини вологості експериментальних зразків хліба наведено на рис. 1.

З аналізу даних досліджень (рис. 1) спостерігається динаміка зростання показника вологості мякушки у експериментальних зразках хліба виготовленого з додаванням борошна гірчичного. При цьому зі збільшенням дозування досліджуваної добавки у складі хліба пшеничного,

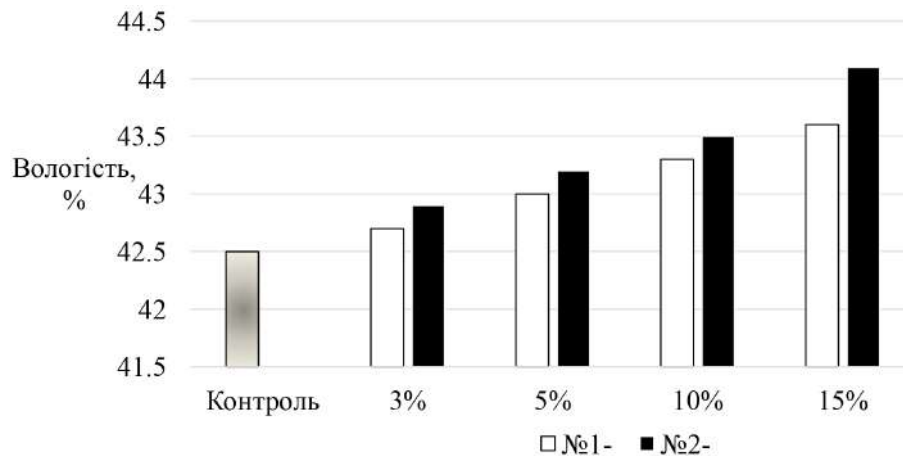


Рис. 1. Вологість експериментальних зразків хліба

вологість зростає у порівнянні з контрольним зразком хліба. У експериментальних зразках хліба величина вологості становила в межах рекомендованих значень, не більше 44 %. Тільки у зразку хліба № 2–15 % визначено величину вологості $44,2 \pm 0,1$ %, що на 2,1 % перевищує верхню межу допуску та на 1,7 % – контрольний варіат.

Таким чином, вологість мякушки хліба пшеничного з додаванням борошна гірчичного від 3 до 15 % зростає, проти контрольного зразку без добавки, проте знаходиться у межах вимог стандарту. Збільшення концентрації борошна з порошку гірчиці сарепської (зразок № 2) у складі хліба 15 і більше відсотків забезпечує вологість мякушки вище 44 %.

Кислотність готових хлібобулочних виробів характеризує бродильні процеси в тісті і у випадку зниження значення градуса кислотності нижче визначених нормативів, вказує на виробництво хліба з погано виброженого тіста. Такий хліб вважається менш поживним, погано перетравлюється та може принести дискомфорт споживачам. Отже, стандартом передбачено оцінка мякушки хліба за даним показником. Результати наведено на рис. 2.

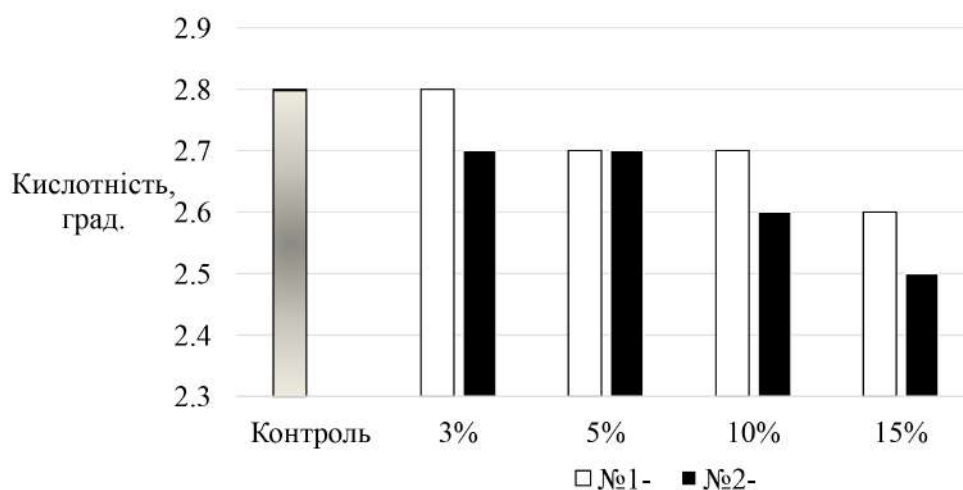


Рис. 2. Кислотність м'якушки експериментальних зразків хліба

З отриманих результатів (рис. 2) відмічаємо незначне зменшення величини кислотності у всіх дослідних зразках хліба у порівнянні з контрольним варіантом без включення добавки до рецептури. Все ж дане значення кислотності відповідало встановленим вимогам [21] відповідно до нормативних документів. У зразку ж № 1–3 % кислотність залишалася на рівні контрольного зразка.

Отже, дані вказують, що дослідні зразки хліба за показником градуса кислотності цілком можуть бути використані для подальших досліджень.

Величина пористості хліба має значення для оцінки його якості, оскільки зниження пористості нижче визначених стандартом величин вказує на порушення технологічного процесу, а саме операції з вистоювання тіста. Крім того зниження пористості відбувається за умови випікання хліба із добре невивроженого тіста. У ДСТУ [21] значення пористості для хліба пшеничного повинно бути не менше 65 %. Проведені дослідження з визначення даного показника у експериментальних зразках хліба наведено на рис. 3.

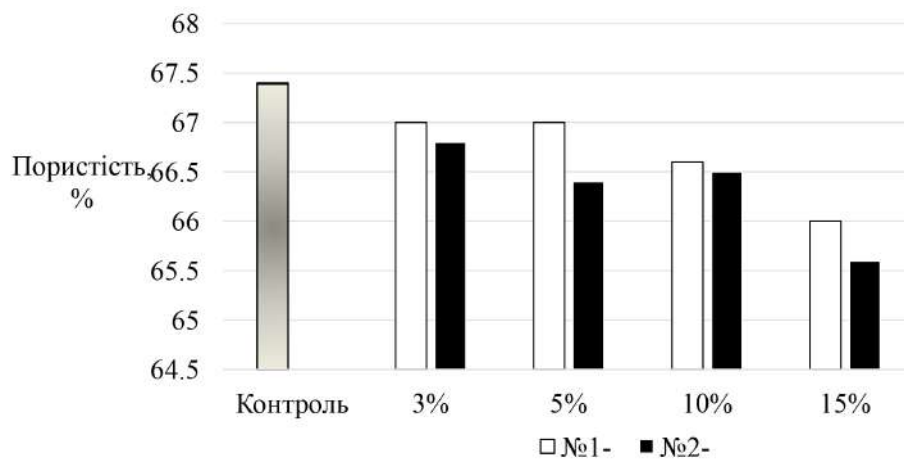


Рис. 3. Пористість експериментальних зразків хліба

З аналізу даних рис. 3 видно, що лише експериментальний зразок хліба № 2 з вмістом 15 % борошна гірчиці сарептської мав лише на $0,1 \pm 0,1$ % більшу пористість, порівнюючи з мінімально встановленими вимогами [17]. Отже, експериментальні зразки відповідали вимогам стандарту, хоча і пористість їх була нижчою, ніж у контрольному зразку хліба з борошна пшеничного.

Отже, за величиною пористості, виготовлені експериментальні зразки хліба пшеничного зі вмістом борошна гірчиці від 3 до 15 % можуть бути прийняті у виробництво, як продукт підвищеної біологічно цінності.

Зазначені вище результати можна частково пояснити взаємодією між доданими харчовими волокнами та глютенем, що міститься в борошні пшеничному. У першій фазі харчові волокна поглинають воду, перешкоджаючи повній гідратації білків. Це призводить до неповного та уповільненого формування клейковини під час процесу замісу тіста.

Обговорення результатів дослідження показників якості хліба зі збагачуючими добавками. Отримані дані свідчать про те, що використання добавок зменшує пористість хліба пшеничного, уповільнюють процес бродіння через зниження вмісту клейковини та кислотності тіста та сприяє зростанню показника вологості мякушки. При використанні насіння гірчиці пористість виробів поступалась контрольному зразку лише на 1–3 %, а кислотність – на 4–11 %. Винятком був зразок із додаванням 3 % борошна з гірчиці білої, де кислотність залишалася на рівні контрольного зразка.

Розроблений спосіб виробництва хліба за новими рецептурами відноситься до галузі харчової промисловості та може бути застосований під час лабораторного випікання хліба. Спосіб лабораторного випікання хліба пшеничного включає в рецептурі випікання хліба заміну від 3-х до 15-ти % борошна пшеничного на борошно з гірчиці порошку, додаванням дріжджів пресованих та солі кухонної в кількості 1,5 % кожного, води питної в кількості 52–55 % від маси суміші борошна пшеничного та порошку рослин, бродіння в термостаті (температура 28–32 °C) впродовж 150–180 хв. та випікання упродовж 15–20 хв. за температури 200–220 °C.

Таким чином, використання у хлібопекарському виробництві насіння гірчиці є перспективним. Отриманні дані дають змогу рекомендувати виробникам використовувати продукти з гірчиці під час виготовлення хліба. Випікання хліба пшеничного з гірчицею білою та сарептської збагатить асортимент хлібобулочних виробів та дасть можливість значно розширити коло їхніх споживачів.

Висновки. Отже, враховуючи проведені дослідження ми можемо констатувати, що введення у рецептурний склад звичайних пшеничних тістових виробів борошна гірчицевого з порошку макухи гірчиці білої та сарептської в кількості до 15 та 10 % відповідно є оптимальним, так як підвищить його біологічну цінність збагативши омега-3 жирними кислотами, вітамінами та антиоксидантами, при цьому суттєво не знизивши його технологічні характеристики, такі як кислотність, вологість і пористість готових виробів.

Список використаних джерел

1. Dey D., Richter J. K., Ek P., Gu B. J., Ganjyal G. M. Utilization of Food Processing By-products in Extrusion Processing: A Review. *Front Sustain Food Syst.* 2021. Jan 26; 4.
2. Zarzycki P., Wirkijowska A., Nawrocka A., Kozłowicz K., Krajewska M., Kłosok K., Krawęcka A. Effect of Moldavian dragonhead seed residue on the baking properties of wheat flour and bread quality. *LWT.* 2022. Feb 1;155:112967.
3. Tiwari A., Khawas R. Food Waste and Agro By-Products: A Step towards Food Sustainability. In: Innovation in the Food Sector Through the Valorization of Food and Agro-Food By-Products. IntechOpen; 2021.
4. Tripathi B., Tripathi R., Vaidya M. Influence of orange bagasse addition on chemical composition of biscuits. *Pharma Innov. J.* 2018. 7, 338–341).
5. Ferrer-Mairal A., Peñalva-Lapuente C., Iglesia I., Urtasun L., De Miguel-Etayo P., Remon S. In vitro and in vivo assessment of the glycemic index of bakery products: influence of the reformulation of ingredients. *Eur. J. Nutr.* 2012. 51, 947–954. DOI: 10.1007/s00394-011-0272-6
6. Hadnađev T. D., Torbica A., Hadnađev M. Rheological properties of wheat flour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab. *Procedia Food Sci.* 2011. 1, 328–334. DOI: 10.1016/j.profoo.2011.09.051
7. Moreira-Rosário A., Pinheiro H., Calhau C., Azevedo L. F. Can wheat germ have a beneficial effect on human health? A study protocol for a randomised crossover controlled trial to evaluate its health effects. *BMJ.* 2016. Open 6, e013098–e013099. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-013098
8. Gazarova M., Lenartova P., Kopeckova J., Mazova J., Holovicova M., Chlebova, Z. Consumption of different types of bakery products and its effect on visceral fat area in healthy population. *Rocz. Panstw. Zakł. Hig.* 2018. 69, 353–362. DOI: 10.32394/rpzh.2018.0040
9. Monteiro M. L. G., Marsico E. T., Soares M. S., Deliza R., de Oliveira, D. C. R., Conte-Junior C. A. Tilapia-waste flour as a natural nutritional replacer for bread: a consumer perspective. *PLoS One.* 2018. 13:e0196665. DOI: 10.1371/journal.pone.0196665
10. Mariotti M., Pagani M. A., Lucisano M. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. *Food Hydrocoll.* 2013. 30, 393–400. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2012.07.005.
11. Di Nunzio M., Picone G., Pasini F., Chiarello E., Caboni M. F., Capozzi F. Olive oil by-product as functional ingredient in bakery products. Influence of processing and evaluation of biological effects. *Food Research International.* 2020. 131:108940. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108940
12. Elkatry H. O., Ahmed A. R., El-Beltagi H. S., Mohamed H. I., Eshak N. S. Biological activities of grape seed by-products and their potential use as natural sources of food additives in the production of Balady bread. *Food Secur.* 2022. 11:31948. DOI: 10.3390/foods11131948
13. Рожкован В., Чехов С., Буділка Г. Сарептська озима гірчиця – нова перспективна культура. *Пропозиція.* 2006. № 7. С. 58–60.
14. Рахметов Д. Б., Костецька К. В., Ковтун-Водяницька С. М., Рахметова С. О., Коломієць О. В. Використання макухи гірчицевої у технології хліба. *Вісник Уманського НУС.* 2024. № 2. С. 108–113. DOI: <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-2-108-113>



15. Байдала В. В., Мірзоева Т. В., Мірзоев Т. Д. Господарська цінність технічних нішевих культур і перспективи розвитку їхнього виробництва. *Економіка і управління*.
16. Жуйков О. Г. Ринок гірчиці в Україні: стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.*, 2014. Вип. 87. С. 39–47.
17. ДСТУ 1052:2005. Гірчиця харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2006-07-01]. Київ, 2006, 16 с.
18. Mustard production. Govt targets 17 million tonnes mustard production by 2025-26. 2021. URL: <https://www.thehindubusinessline.com/economy/agri-business/govt-targets-17-million-tonnes-mustard-production-by-2025-26/article34392637.ece>
19. Mustard Seed Crop Outlook Deteriorates in Top Exporter Canada. 2022. URL: <https://gro-intelligence.com/insights/mustard-seed-crop-outlook-deteriorates-in-top-exporter-canada>
20. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: навч. посіб. [Текст] / [В. І. Дробот, Л. Ю. Арсеньєва, О. А. Білик та ін.]; за ред. В. І. Дробот. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.
21. ДСТУ 7517:2024. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови: [Чинний від 2025.05.01]. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2025. 14 с.

Дата першого надходження статті до видання: 29.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 18.05.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)



К. Kostetska¹, S. Kovtun-Vodyanytska², O. Kolomiets¹

¹ **Uman National University**

² **M. M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine**

TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF WHEAT BREAD USING MUSTARD PROCESSING PRODUCTS

Summary

In recent years, interest in the possibility of using a by-product of oil production has increased. The aim of the research was to evaluate flour from two types of mustard cake: white and Sarepta, including them in the recipe of wheat bread. Theoretical and practical aspects of technological parameters of wheat products were studied to justify the use of mustard cake in bread baking. Flour from dried cake was used, replacing premium wheat flour in the recipe of bread in the amount of 3, 5, 10 and 15 %. Bread samples were studied for technological characteristics using standard methods. It is worth noting that the technological indicators of experimental samples with the addition of white mustard flour (*Sinapis alba* L.) had a smaller deviation from the control variant than in samples with mustard flour (*Brassica juncea* (L.) Czern.). The use of additives reduces the porosity of wheat bread, slows down the fermentation process due to a decrease in the gluten content and acidity of the dough and contributes to an increase in the moisture content of the crumb. When using mustard seeds, the porosity of the products was inferior to the control sample by only 1–3 %, and the acidity – by 4–11 %. The introduction of mustard flour from white and Sarep mustard cake powder in the recipe composition of ordinary wheat dough products in an amount of up to 15 and 10 %, respectively, is optimal, as it will increase its biological value, without significantly reducing its technological characteristics, such as acidity, moisture and porosity of finished products. Therefore, the study of the properties of mustard cake by adding it in the form of flour to the recipe of bakery products is promising. The developed method of producing bread according to new recipes belongs to the food industry and can be used during laboratory baking of bread.

Keywords: mustard, seed mea, wheat flour, recipe, quality of bread.