

**Д. Б. Рахметов**

доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент Національної академії наук України,
завідувач відділу культурної флори,
Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка
Національної академії наук України
(м. Київ, Україна)
E-mail: rjb2000.16@gmail.com

К. В. Костецька

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

С. О. Рахметова

молодший науковий співробітник відділу культурної флори,
Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка
Національної академії наук України
(м. Київ, Україна)
E-mail: rjb2000.16@gmail.com

**О. В. Коломієць**

аспірант,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: kolomiyets_aleksandr@ukr.net



ВИКОРИСТАННЯ МАКУХИ ГІРЧИЧНОЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА

Серед харчових продуктів для спеціального дієтичного споживання особливе місце посідає продукція, що розробляється з гарантованим внесенням із сировиною значної кількості поживних речовин: білка, жиру, безазотистих екстрактивних речовин. Продукти перероблення насіння гірчиці мають високу харчову і енергетичну цінність, що свідчить про можливість їхнього використання у виготовленні харчових продуктів. Метою дослідження було визначити властивості макухи гірчичної для обґрунтування складу борошняної сировини в рецептурі тістових пшеничних виробів. Вивчено різні види борошняної сировини з насіння олійної культури гірчиці та досліджено теоретичні й практичні аспекти для обґрунтування технології пшеничних виробів. Макуху гірчиці сушили, подрібнювали і додавали у різних співвідношеннях (3%, 5%, 10%, 15%) до рецептури тіста з борошна пшеничного вищого сорту. Додавання борошна з макухи гірчиці вплинуло на характеристики тіста шляхом збільшення вологості та розпливчастості, одночасно зменшився час формування тіста. Збільшення частки борошна гірчиці понад 15% від загального об'єму суміші борошна зумовить небажане сповільнення процесів бродіння. Введення до рецептурного складу звичайних пшеничних тістових виробів, борошна гірчичного

в кількості 10% є оптимальним, так як підвищить їхню біологічну цінність, збагативши поживними речовинами, при цьому суттєво не знизивши реологічні технологічні характеристики та кислотність. Варто зазначити, що реологічні показники експериментальних зразків з додаванням борошна гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) мали менше відхилення від контрольного варіанту, ніж у зразках із борошном гірчиці сарептської (*Brassica juncea* (L.) Czern.). Отже, дослідження властивостей макухи гірчичної шляхом додавання її у вигляді борошна до рецептури тістових пшеничних виробів є перспективним та потребує подальшого вивчення через оцінювання готових виробів.

Ключові слова: гірчиця, макуха, борошно пшеничне, рецептура, оцінювання тіста, якість.

D. B. Rakhmetov

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department of Cultural Flora,
M.M. Gryshko National Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
E-mail: rjb2000.16@gmail.com

K. V. Kostetska

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of 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,
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

S. O. Rakhmetova

Junior Research Fellow,
Department of Cultural Flora,
M.M. Gryshko National Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
E-mail: rjb2000.16@gmail.com

O. V. Kolomiets

Graduate Student,
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: kolomiyets_aleksandr@ukr.net

USE OF MUSTARD OIL CAKE IN BREAD TECHNOLOGY

*Products, developed with guaranteed introduction of a significant amount of nutrients with raw materials: protein, fat, nitrogen-free extractive substances, occupy a special place among food products for special dietary consumption. Mustard from seed processing products have a high nutritional and energy value, which indicates the possibility of their use in the manufacture of food products. The purpose of the research was to determine the properties of mustard seed meal to substantiate the composition of flour raw materials in the recipe of dough wheat products. Different types of flour raw materials from seeds of the oil crop mustard were studied, as well as theoretical and practical aspects for substantiating the technology of wheat products. The mustard oil cake was dried, crushed and added in different ratios (3%, 5%, 10%, 15%) to the recipe of dough made from wheat flour of the highest grade. The addition of mustard oil cake flour affected the dough characteristics by increasing the moisture content and fuzziness, while decreasing the dough forming time. An increase in the proportion of mustard flour by more than 15% of the total volume of the flour mixture will lead to an undesirable slowing down of fermentation processes. The introduction of mustard flour in the amount of 10% to the recipe composition of ordinary wheat dough products is optimal, as it increases their biological value by enriching with nutrients, while not significantly disturbing the rheological technological characteristics and acidity. It is worth noting that the rheological parameters of the experimental samples with the addition of white mustard flour (*Sinapis alba* L.) have fewer deviations from the control variant than in the samples made of Sarepta mustard flour (*Brassica juncea* (L.) Czern.). Therefore, the study of the properties of mustard oil cake by adding it in the form of flour to the recipe of wheat dough products is promising and needs further study through evaluation of finished products.*

Key words: mustard, oil cake, wheat flour, recipe, evaluation of dough, quality.

Постановка проблеми. Харчова промисловість і сучасні дослідницькі тенденції спрямовані на впровадження концепції безвідходності. Промисловість у першу чергу зосереджена на утилізації побічних продуктів виробництва харчових продуктів рослинного походження, однак, такі побічні продукти також є перспективним джерелом сполук з поживними або технологічними властивостями, і наразі вони досліджуються як потенційні джерела функціональних сполук [1]. Значна кількість досліджень у цій галузі підкреслює, що рослинні залишки, мають величезний потенціал для повторного використання в різних харчових продуктах [2]. Відходи можуть бути перероблені або повторно використані в інших галузях. Наприклад, харчові відходи, які утворюються в процесі виробництва, можна перетворити на корм для тварин [3].

Складовою щоденного раціону харчування людини є борошняні вироби. Тому надання їм властивостей оздоровчого продукту є важливою проблемою сьогодення, адже вироби з борошна пшеничного за хімічним складом недостатньо збалансовані за життєво важливими інгредієнтами.

Для підвищення корисності зерноборошняних виробів, посилення оздоровчих властивостей доцільно вводити до їх рецептури сировину, що містить фізіологічно-функціональні інгредієнти. Такою сировиною може бути насіння гірчиці та продукти його перероблення, зокрема, макуха.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Гірчиця належить до родини капустяних (*Brassicaceae*). У світі налічують до 10 видів та біля 40 різновидів гірчиць [4]. Нині

спостерігається зростання частки насіння гірчиці в структурі виробництва олійної сировини. При цьому підвищується культивування сортів, які не містять у своєму складі ерукової кислоти. Україна виробляє 3–4% світового обсягу насіння гірчиці, що робить її важливим учасником ринку [5].

У насінні гірчиці міститься до 50% олії, яка має високі смакові властивості та застосовується у кулінарії, хлібопекарській, кондитерській, консервній промисловості [6].

Класичною технологією перероблення насіння гірчиці є пресування. Залежно від вимог, яким має відповідати кінцевий продукт, процес проводять за трьома температурними режимами: до 60 °С (медичний), до 80 °С (харчовий) та до 120 °С (кормовий) [7, 8].

Олія гірчична характеризується найнижчим кислотним показником, завдяки цьому вона значно довше зберігає свої властивості порівняно з іншими рослинними оліями. Олія гірчична належить до слабковисихаючих [9]. Термін зберігання гірчичної олії перевищує вісім місяців, що вдвічі довше, ніж термін зберігання інших олій, включаючи соняшникову. Олію після вижимки з насіння гірчиці очищують шляхом відстоювання або фільтрації (фізична рафінація). У результаті утворюються фільтр-пресові та бакові осадки. Вони в основному складаються з олії та дрібнодисперсного гірчичного жому (порошку) [8].

Вміст ядра в гірчиці становить 88–93%, тоді як оболонка становить 7–12% [9]. В ядрі насіння гірчиці міститься: 20,4–29,8% білка; 16,4–49,1% олії; 16,7–29,9% безазотистих екстрактивних речовин (БЕР); 22,3–25,0% вуглеводів, із яких 8,0–15,0% моносахаридів і дисахаридів, 10,1–14,2% полісахаридів; 10,3–11,2% клітковини; 2,5–3,0% фітинової кислоти та її солей; 1,66–2,07% фосфору (у розрахунку на P_2O_5), із них 0,3–0,5% фосфоліпідів; 1,15–6,7% тіоглікозиду (синігрину), з них 0,3–1,7% алілізотіоціанату [10].

Функціональні властивості гірчичного порошку полягають у здатності зберігати вологу, утримувати жири, здатності до емульгування, зв'язувати жири і воду. Таким чином, при переробленні насіння гірчиці, крім основного продукту такого як олія, утворюються відходи, які становлять значний інтерес для виробників. Продукти перероблення насіння гірчиці мають високу харчову та енергетичну цінність, що свідчить про можливість їхнього використання у виготовленні харчових продуктів. Це обумовлено вмістом значної кількості поживних речовин: білка, жиру, БЕР [11–13].

Зростання попиту на насіння гірчиці також пов'язане з епідемією коронавірусної хвороби. Медичною наукою спільнотою було доведено позитивний вплив продуктів перероблення гірчиці на здоров'я людини завдяки блокуванню росту мікроорганізмів та загальним дезінфекційним властивостям [14]. Компанія McCormick & Company (США) оцінила зростання продажу гірчичної сировини у 2021 році на 26% [15].

У виробництві харчових продуктів для збагачення фізіологічно-функціональними інгредієнтами гірчиці найчастіше використовують її олію і у малій кількості вторинні продукти перероблення гірчиці. Основна маса макухи та шроту насіння гірчиці використовується на корм тваринам.

Метою статті є вивчення питання щодо можливості формування якості пшеничних тістових виробів з додаванням борошна гірчиці білої та сарептської.

Методика дослідження. Насіння гірчиці сарептської (*Brassica juncea* (L.) Czern.), що є видом роду Капуста (*Brassica*) та гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) – вид роду Гірчиця (*Sinapis* L.) інтродуковане 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. Крім цього, борошно пшеничне має більшу кількість білка, необхідного для формування якісної клейковини, а також має високу кількість сирі клейковини (кількість клейковини, що залишається після відмивання тіста водою для видалення крохмалю, водорозчинних пентозанів і білків) – 28,0%, що забезпечує еластичне тісто. Рецептні компоненти для хлібних виробів – сіль кухонна, цукор-пісок, дріжджі сухі – купували у місцевому супермаркеті. Водопровідну воду, що використовували, отримували від міської водопровідної системи. Макуху з гірчиці сарептської використовували після інактивації ферментів.

Борошно гірчиці виготовляли шляхом подрібнення макухи (знежирене насіння), що залишалася після вилучення олії з насіння гірчиці білої та сарептської методом холодного пресування (за температури до 40 °С) [7]. 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 – згідно водопоглинальної здатності борошна, що за показником фаринографа відповідає консистенції тіста 500 од. ф. або 50–55%. Після приготування тіста його піддавали бродінню – ставили у термостат на 150–180 хв за температури 28–32 °С, потім тісто обминали, формували, уміщували у форму та знову ставили у термостат. Контролем був варіант без додавання борошна гірчиці.

Дослідження проведено на базі кафедри харчових технологій Уманського НУС. Показники технологічного процесу, якість тістових і готових виробів оцінювали за стандартними методами [16].

Кодування дослідних зразків наведено в таблиці 1.

Основні результати дослідження. Після приготування тіста відповідно до рецептурного складу з різним співвідношенням гірчичного і пшеничного борошна (табл. 1) його ставили на бродіння протягом 180 хв., при цьому для контролю бродильних процесів визначали кислотність в градусах на початку і на закінченні визначеного періоду часу. У зв'язку з тим, що нами замінено від 3 до 15% пшеничного борошна на гірчичне необхідно було порівняти активність бродіння у тісті. Кислотність у тісті формується завдяки розмноженню дріжджової мікрофлори. Кислотність тіста, виготовленого з борошна пшеничного вищого сорту, становила 3,2°. Результати досліджень наведено на рис. 1.

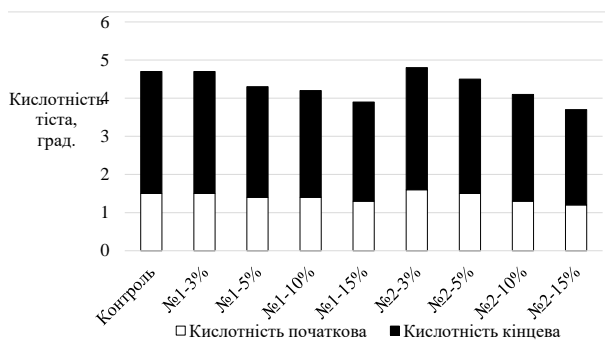


Рис. 1. Кислотність експериментальних зразків тіста на початку та після 180 хв. бродіння

З даних рис. 1 спостерігаються два загальні процеси: перший – поступове наростання градуса кислотності у всіх експериментальних зразках тіста, що вказує на активність дріжджів;

Таблиця 1

Кодування експериментальних зразків

Експериментальний зразок	Борошно пшеничне	Борошно з макухи гірчиці білої	Борошно з 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

другий – по мірі збільшення кількісного вмісту борошна гірчичного, процеси наростання градуса кислотності у тісті поступово знижуються, порівнюючи з контрольним зразком тіста, у якому використано лише борошно пшеничне.

Зокрема, достовірний процес зниження бродіння у тісті відмічено за кількості борошна гірчичного 15% (експериментальні зразки № 1-15% та № 2-15%) від загального вмісту борошна. При цьому кислотність у даних зразках становила

2,6 град, що на 0,6 град менше, проти контрольного варіанту тіста.

Зниження величини кислотності свідчить про слабку інтенсивність бродіння та про те, що у готових виробів збільшується ймовірність розвитку спорової мікрофлори, яка є збудником картопляної хвороби хліба. Однак, можна очікувати блокування росту мікроорганізмів враховуючи дезінфекційні властивості [14] насіння гірчиці.

Отже, дослідження свідчать, що збільшення частки борошна гірчиці понад 15% від загального об'єму суміші борошна зумовить небажане сповільнення процесів бродіння.

За питомим об'ємом тіста під час його бродіння можна говорити про загальний об'єм готових виробів. Зменшення питомого об'єму призведе до меншого розміру готового виробу. Тому нами було визначено динаміку зміни об'єму контрольного і експериментальних зразків тіста у циліндрі за температури 30 ± 2 °C на початку у вкінці (180 хв) бродіння тіста.

Результати досліджень наведено на рис. 2.

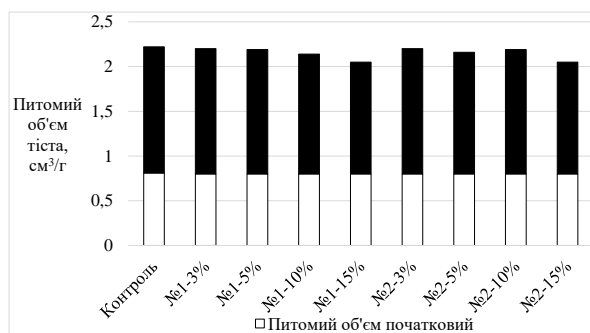


Рис. 2. Питомий об'єм експериментальних зразків тіста на початку та після 180 хв. бродіння

З аналізу даних, які наведено на рис. 2 видно залежну тенденцію щодо зменшення питомого об'єму тіста від кількості доданого борошна гірчичного, порівняно з контрольним зразком. Особливо зменшення питомого об'єму відмічалось при збільшенні борошна до 15% від загального об'єму. Так, у експериментальних зразках № 1-15% та 2-15% питомий об'єм становив 1,25 см³/г, що на 0,16 см³/г менше (11%), ніж у контролі.

Отже, отримані експериментальні дані засвідчують, що величина питомого об'єму експериментальних зразків тіста залежала від доданого вмісту борошна гірчичного. Заміна понад 15% борошна пшеничного на гірчичне буде зменшувати на понад 11% об'єму тіста, що необхідно враховувати при обґрунтуванні та виборі оптимальної рецептурної кількості борошна в готовому виробі.

Ще один показник, який характеризує структурно-механічні властивості тіста є формостійкість – це величина розпливання кульки тіста протягом певного часу. З формостійкості тіста пов'язують форму та об'єм готових виробів. Результати дослідження з визначення величини розпливання кульки тіста наведено на рис. 3.

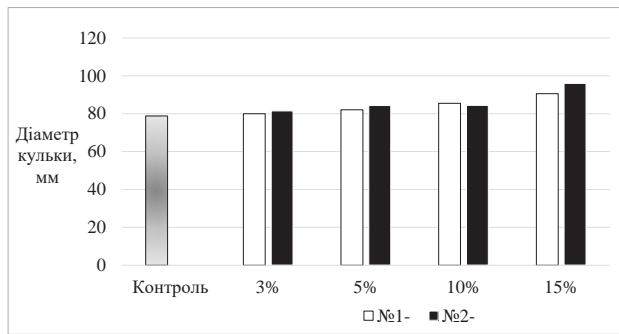


Рис. 3. Величина розпливання кульки тіста у експериментальних зразках

З отриманих даних (рис. 3) видно, що кулька тіста розпливається більше у експериментальних зразках із зростанням концентрації борошна гірчичного у тісті. Це відбувається за рахунок зниження в'язкості та послаблення клітковини тіста, що в кінцевому варіанті призводить до формування меншого показника щодо відношення висоти тіста до його діаметра в технології подового хліба. Так, у тісті виготовленому тільки з борошна пшеничного діаметр кульки становив 78,8 мм, що відповідно до методики (визначення групи якості) характеризує його, як сильне борошно. Водночас, у тісті з вмістом 15% борошна гірчичного – зразки № 1-15% та № 2-15% величина діаметра кульки збільшувалася на 13 та 18% відповідно, проти контрольного зразка. За характеристикою таке тісто відноситься до середнього за силою (гранична межа – до 97 мм).

З отриманих даних можна відмітити наступне, що додавання в рецептуру борошняних пшеничних виробів борошна гірчиці, яке виготовлене із макухи під час виробництва олії холодним віджимом, сприяє збільшенню діаметра кульки тіста, особливо дана величина зростає за вмісту борошна гірчиці 15% і більше від загального об'єму суміші.

Висновок. Отже, введення в рецептурний склад звичайних пшеничних тістових виробів борошна гірчичного в кількості 10% є оптимальним, так як підвищить біологічну цінність пшеничних виробів, збагативши поживними речовинами, при цьому суттєво не знизивши реологічні технологічні характеристики тіста. Вироблення пшеничних борошняних виробів з гірчицею білою та сарептської збагатить асортимент зерноборошняних виробів та дасть можливість значно розширити коло їхніх споживачів. Використання макухи гірчичної шляхом додавання її у вигляді борошна до рецептури тістових пшеничних виробів є перспективним і потребує подальшого вивчення через оцінювання готових виробів.

Література

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. FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2021. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#search/mustard%20seed>

5. Siavash B., Karaptianand J., Zare S. Studying on lipid content and fatty acids in some varieties of colza (*Brassica napus*). *J. Pajuhesh & Sazandegi,* 2005. No. 67. P. 95–101.

6. Литвин С. Г. Олійні культури на Україні. Київ: Наукова думка, 1961. 50 с.

7. Рожкован В., Чехов С., Буділка Г. Сарептська озима гірчиця – нова перспективна культура. *Пропозиція.* 2006. № 7. С. 58–60.

8. Рахметов Д.Б., Костецька К. В., Ковтун-Водяницька С. М., Рахметова С.О. Використання борошна та олії рижю посівного для збагачення хліба пшеничного: матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції»; 7 листопада 2023 р., м. Київ, 2023. С. 91–93.

9. Байдала В. В., Мірзоева Т. В., Мірзоев Т. Д. Господарська цінність технічних нішевих культур і перспективи розвитку їхнього виробництва. *Економіка і управління бізнесом,* 14(1). 2023 5. С. 23.

10. Архипенко Ф.М., Слюсар С.М., Оксимець О.Л. Гірчиця біла – культура широкого діапазону використання. *Агроном,* 2006. № 3. С. 26–28.

11. Жуйков О. Г. Ринок гірчиці в Україні: стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.,* 2014. Вип. 87. С. 39–47.

12. Кирилюк В. П., Кричківський В. М., Ковальчук Н. В. Адаптивна система основного обробітку ґрунту під гірчицю білу (*Sinapis alba*). *Зернові культури.* Т. 5. № 1. 2021. С. 125–131.

13. ДСТУ 1052:2005. Гірчиця харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2006-07-01]. Київ, 2006, 16 с.

14. 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>

15. 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>

16. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва : навч. посіб. [Текст] / [В. І. Дробот, Л. Ю. Арсенєва, О. А. Білик та ін.]; за ред. В. І. Дробот. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.

References

1. Dey, D., Richter, J.K., Ek, P., Gu, B.J., Ganjyal, G.M. (2021). Utilization of Food Processing By-products in Extrusion Processing: A Review. *Front Sustain Food Syst.* Jan 26; 4.
2. Zarzycki, P., Wirkijowska, A., Nawrocka, A., Kozłowicz, K., Krajewska, M., Kłosok, K., Krawęcka, A. (2022). Effect of Moldavian dragonhead seed residue on the baking properties of wheat flour and bread quality. *LWT.* Feb 1;155:112967.
3. Tiwari, A., Khawas, R. (2021). 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.
4. FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2021. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#search/mustard%20seed>
5. Siavash, B., Karaptianand, J., Zare, S. (2005). Studying on lipid content and fatty acids in some varieties of colza (Brassica napus). *J. Pajuhesh & Sazandegi.* No. 67. P. 95–101.
6. Lytvyn, S. H. (1961). Oliini kultury na Ukraini. [Oil crops in Ukraine]. Kyiv: Scientific opinion, 50 s. [in Ukrainian].
7. Rozhkovan, V., Chekhov, S., Budilka, H. (2006). Sareptska ozyma hirchytsia – nova perspektyvna kultura. [Sarepta winter mustard is a promising new crop]. *Proposition.* No. 7. S. 58–60 [in Ukrainian].
8. Rakhmetov, D.B., Kostetska, K.V., Kovtun-Vodianytska, S.M., Rakhmetova, S.O. (2023). Vykorystannia boroshna ta olii ryzhiiu posivnoho dlia zbahachennia khliba pshenychnoho. [Use of rye flour and oil for enrichment of wheat bread]: materials of the XII international scientific and technical conference «Naukovi problemy kharchovykh tekhnolohii ta promyslovoi biotekhnolohii v konteksti Yevrointehratsii»; 2023.11.07, Kyiv. S. 91–93 [in Ukrainian].
9. Baidala, V.V., Mirzoieva, T.V., Mirzoiev, T.D. (2023). Hospodarska tsinnist tekhnichnykh nishevnykh kultur i perspektyvy rozvytku yikhnoho vyrobnytstva. [Economic value of technical niche cultures and prospects for the development of their production]. *Economics and business management*, 14(1). 5. S. 23 [in Ukrainian].
10. Arkhypenko, F.M., Sliusar, S.M., Oksymets, O.L. (2006). Hirchytsia bila – kultura shyrokooho diapazonu vykorystannia. [White mustard is a culture of a wide range of uses]. *Agronomist.* No. 3. S. 26–28 [in Ukrainian].
11. Zhuikov, O.H. (2014). Rynok hirchytsi v Ukraini: stan, problemy, perspektyvy. [Mustard market in Ukraine: state, problems, prospects]. *Taurian Scientific Bulletin: coll. of scient. papers.* Vol. 87. S. 39–47 [in Ukrainian].
12. Kyryliuk, V.P., Krychkiivskiy, V.M., Kovalchuk, N.V. (2021). Adaptivna systema osnovnoho obrobittu gruntu pid hirchytsiu bilu (*Sinapis alba*). [Adaptive system of basic tillage for white mustard (*Sinapis alba*)]. *Cereal crops*, (5). No. 1. S. 125–131 [in Ukrainian].
13. State Standard 1052:2005. (2006). Hirchytsia kharchova. [Edible mustard]. Standartinform Publ., [Effective from 2006-07-01]. Kyiv, 16 s. [in Ukrainian].
14. 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>
15. 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>
16. Laboratornyi praktykum z tekhnolohii khlibopekarskoho ta makaronnoho vyrobnytstva. [Laboratory workshop on the technology of bakery and pasta production]: study textbook [text] / [V.I., Drobot, L.Iu., Arsenieva, O.A., Bilyk etc.]; for the editors V.I., Drobot. Kyiv: Center for educational literature (2006), 341 s. [in Ukrainian].