



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

38

Харчова
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

Київ НУХТ 2025

UDC 664(04) (082)

Results of research and development operations on technology of foodstuff, chemical, biochemical, microbiological processes, devices, the equipment, automation of food productions and economy of the food industry are provided.

The journal was designed for scientists, engineers and technical personnel of the food industry.

Journal "Food Industry" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical sciences (Decree of MES of Ukraine # 32 from January 15, 2018) and the category "Б" (Decree of MES of Ukraine # 612 from May 7, 2019, # 975 from July 11, 2019; in specialties 122, 133, 141, 144, 151, 162, 181), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Food Industry" is indexed by the following scientometric databases:

- Google Scholar
- Index Copernicus

Publications are represented in authoring edition.

Editorial office address:

National University of Food Technologies
Volodymyrska str., 68, 01601 Kyiv, Ukraine
(044) 287-93-07, internal 93-07
E-mail: hpnuht@ukr.net

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies.
Protocol # 1 from 04 th of September, 2025

© NUFT, 2025

УДК 664(04) (082)

Висвітлені результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

Журнал «Харчова промисловість» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних наук (Наказ МОН України № 32 від 15.01.2018) та категорію «Б» (Накази МОН України № 612 від 07.05.2019 р. та № 975 від 11.07.2019, за спеціальностями 122, 133, 141, 144, 151, 162, 181), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Харчова промисловість» індексується такими наукометричними базами:

- Google Scholar
- Index Copernicus

Статті друкуються в авторській редакції.

Адреса редакції:

Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601
(044) 287-93-07, внутрішній 93-07
E-mail: hpnuht@ukr.net

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій.
Протокол № 1 від 04 вересня 2025 року

© НУХТ, 2025

РОЗДІЛ I. ТЕХНОЛОГІЇ, СИРОВИНА ТА МАТЕРІАЛИ**Сировина та матеріали**

Ляшко Г. В., Янюк Т. І., Тракало Т. О. Зміна гранулометричного складу бобової сировини

Бабич І. М., Мельник Л. М., Фролова Н. Е., Литовченко О. М., Кириленко Р. Г. Вплив українських теруарів на якість червоних сухих вин

Сильчук Т. А., Зуїко В. І., Цирульнікова В. В. Особливості використання функціонального їстівного посуду з нетрадиційної сировини в ресторанному бізнесі

Дослідження, застосування та впровадження

Кохан О. О., Камбулова Ю. В., Соцька А. М., Карповець К. В., Березкина Н. А. Проектування інноваційних органічних борошняних кондитерських виробів на основі локальної сировини

Сичова О., Завгородній М., Поліщук Г. Обґрунтування рецептурного складу пробіотичного йогурту

Білько М. В., Кучеренко В. М., Успенко О. В., Шевченко А. О., Фролова Н. Е., Кириленко Р. Г. Обґрунтування технології поліфенольного екстракту з вичавки винограду сорту Ізабелла

Дмитренко І. Т., Поліщук Г. Є. Функціональні властивості та технологічні аспекти йогурту з прянощами

Корецька І. Л., Кузьмін О. В., Матіяшук О. В., Неміріч О. В., Куц А. М., Житнецький І. В. Забезпечення санітарно-гігієнічних умов при проектуванні інклюзивних робочих місць крафтових підприємств

Лукашчук А. В., Осьмак Т. Г., Поліщук Г. Є. Бар'єрні технології ферментованих молочних продуктів

Олійник С. І., Острик О. М., Ковальчук В. П., Кириленко Р. Г. Вплив компонентного складу настоїв на їх стабільність

Шевченко А. О. Практики органічних агротехнологій, біодинаміка та виробництво харчових продуктів у Швеції

SECTION I. TECHNOLOGIES, RAW MATERIALS AND MATERIALS**Raw Materials and Materials**

7 Liashko H., Yaniuk T., Trakalo T. Change in the granulometric composition of legume raw materials

17 Babych I., Melnyk L., Frolova N., Lytovchenko O., Kyrylenko R. Influence of ukrainian terroirs on the quality of dry red wines

26 Sylchuk T., Zuiko V., Tsyruhnikova V. Features of using functional edible tableware made from non-traditional raw materials in the restaurant business

Researches, Application and Introduction

34 Kokhan O., Kambulova Yu., Sotska A., Karpovets K., Berezkyina N. Designing innovative organic flour-based confectionery products based on local raw materials

44 Sychova O., Zavorodnii M., Polishchuk G. Substitution of the formulation of probiotic yogurt

57 Bilko M., Kucherenko V., Uspalenko O., Shevchenko A., Frolova N., Kyrylenko R. Justification of technology for polyphenolic extract from grape pomace of isabella variety

68 Dmytrenko I., Polishchuk G. Spices as multifunctional ingredients in yogurt technology

87 Koretska I., Kuzmin O., Matyashuk O., Niemirich O., Kuts A., Zhytnetskyi I. Ensuring sanitary and hygienic conditions in the design of inclusive workplaces at craft enterprises

100 Lukashchuk A., Osmak T., Polishchuk G. Hurdle technologies of fermented dairy products

112 Oliinyk S., Ostryk O., Kovalchuk V., Kyrylenko R. Influence of the component composition of tinctings on their stability

121 Shevchenko A. Organic agricultural practices, biodynamics and food production in sweden

INNOVATION AND QUALITY MANAGEMENT IN THE TECHNOLOGY OF TRADITIONAL AND ORGANIC COOKIES WITH WHOLE GRAIN MILLED FLOUR

Yu. Kambulova, O. Kokhan, A. Vorvykhvost, T. Yaniuk, N. Falendysh, K. Homeniuk

National University of Food Technologies

Key words:

whole grain flour,
stone ground,
shortbread cookies,
enzymes,
glucoamylase,
cellulase

Article history:

Received 24.08.2025

Received in revised form
29.08.2025

Accepted 31.08.2025

Corresponding author:

Kambulova.julya@ukr.net

ABSTRACT

The article presents the results of research on the quality indicators of whole grain stone-ground wheat, spelt, barley, amaranth flour, and green buckwheat flour for use in cookie production. It has been established that whole grain flour has organoleptic properties characteristic of a particular type of grain and differs significantly from high-grade wheat flour. In terms of whiteness, spelt and barley samples are the lightest, while wheat and amaranth flour are the darkest.

The granulometric composition of stone-ground whole grain flour is heterogeneous. The size of the main fraction of amaranth and wheat stone-ground flour ranges from 200 to 150 microns, for green buckwheat and barley flour — over 200 microns and within 132—150 microns, respectively, and for spelt flour — over 200 to 150 μm .

Among the samples studied, only whole grain wheat and spelt flour form a gluten complex under standard washing conditions. At the same time, the amount of gluten extracted from them is lower than that from premium wheat flour — by 34.5% for whole wheat and by 24.5% for spelt. The elasticity of the gluten in both samples is rated as good. The gluten of whole wheat flour belongs to group I according to the IDC and is also characterized as good, but due to the presence of dietary fiber, its extensibility is 10% lower than that of premium wheat flour gluten.

Spelt flour gluten belongs to quality group II, but demonstrates 6.7% higher elasticity compared to wheat flour. In stone-ground flour made from barley, buckwheat, and amaranth, gluten structure does not form.

Dough for shortbread cookies made from stone-ground whole grain flour does not have typical viscous-plastic properties, but these characteristics can be improved by adding hydrolytic enzymes. The feasibility of introducing glucoamylase and cellulase, which hydrolyze complex carbohydrates to glucose, improving its structure, has been established. The most effective was the combined use of both enzymes, which reduced the fermentation time by 2—4 hours compared to their separate use.

ІННОВАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В ТЕХНОЛОГІЇ ТРАДИЦІЙНОГО І ОРГАНІЧНОГО ПЕЧИВА З ЦІЛЬНОЗЕРНОВИМ ЖОРНОВИМ БОРОШНОМ

Ю. В. Камбулова, д-р техн. наук, ORCID ID 0000-0001-7897-8533

О. О. Кохан, канд. техн. наук, ORCID ID 0000-0003-4582-0814

А. М. Ворвихвост, аспірант, ORCID ID 0009-0006-0326-6607

Т. І. Янюк, канд. техн. наук, ORCID ID 000-0003-2589-5042

Н. О. Фалендиш, канд. техн. наук, ORCID ID 0000-0002-2571-3643

К. А. Гоменюк, здобувач

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень показників якості цільнозернового жорнового пшеничного, спельтового, ячмінного, амарантового борошна і борошна зеленої гречки з метою застосування його в технології печива. З'ясовано, що наявність клітковини і вища його крупність порівняно з пшеничним борошном вищого сорту не забезпечують необхідних в'язко-пластичних характеристик тіста для здобного печива, що потребує корегування. Встановлено доцільність введення глюкоамілази та целюлази, які гідролізують складні вуглеводи до глюкози, покращуючи його структуру. Органолептичні показники тіста і готової продукції обумовлюються видом конкретного зерна.

Ключові слова: цільнозернове борошно, жорновий помел, здобне печиво, ферменти, глюкоамілаза, целюлаза.

Вступ. Технологія печива є складною багатогранною системою, що складається з різноманітних механічних, колоїдних, ферментативних і термічних процесів. Формування показників якості готової продукції в цілому залежить від якості керування цими процесами.

Однією з ключових вимог, що формує умови проведення технологічних процесів у технології борошняних кондитерських виробів, у тому числі печива, є вимоги до якості борошна. Якість і технологічні властивості борошна безпосередньо впливають на структурно-механічні властивості основного напівфабрикату — тіста, визначають консистенцію, зовнішній вигляд готової продукції. Окрім цього, технологічний етап замішування тіста і подальше формування тістових заготовок проводять з урахуванням якісних показників борошна.

Різні технологічні схеми печива передбачають різні вимоги до якості борошна. Наприклад, схеми виробництва зтяжного печива передбачають застосування борошна із слабкою по силі клейковиною, з невисокою гідрофільною здатністю, в кількості 20—25%. Для цукрового здобного печива використовують борошно із середньою або слабкою клейковиною в кількості 18—22%, для крекери передбачають застосування борошна із сильною клейковиною в кількості не менше 28% [1, 2]. При цьому основним видом борошна, що використовується в технологіях печива, є пшеничне вищого, рідше — першого сорту. Борошно вищого сорту має світлий колір, низьку зольність (0,50—0,55%) і невелику кількість оболонкових частинок зерна. Надає ніжну текстуру тісту та приємний смак готовій продукції. Борошно першого сорту, яке має дещо більшу зольність (від 0,75 до 0,85%), характеризується темнішими кольорами. Завдяки особливостям отримання і, відповідно, вмісту білка, крохмалю та харчових

волокон, сорти борошна мають різну водопоглинальну здатність і відрізняються впливом на якість замішування тіста, тому технологи корегують режими і параметри проведення технологічних операцій залежно від водопоглинальної здатності борошна з метою отримання сталої якості готового продукту.

Борошно нижчих сортів (другого, обойного, цільнозернове) має включення значної кількості харчових волокон, що погіршує смакові і структурно-механічні показники якості печива. Але тенденції сучасного харчування вимагають збільшення в раціоні корисних речовин, у тому числі харчових волокон, що формує необхідність вивчення питання його застосування в технології борошняних кондитерських виробів для збагачення печива клітковиною, геміцеллозою, целюлозою. На сьогодні розроблено достатньо рецептур. Це і додавання амарантового, гречаного, соргового, кукурудзяного, ячмінного борошна [3—5, 23, 25, 26]. Але аналіз показує, що додавання обмежується незначною кількістю, що пов'язано з погіршенням якості тіста й ускладненням формування тістових заготовок.

З позиції раціонального підходу, на нашу думку, найкращою основою для створення рецептур печива з високим вмістом харчових волокон, природних вітамінних, мінеральних комплексів, є повноцінне застосування природного потенціалу зерна, тобто використання цільнозернового борошна (ЦЗБ) [6]. А регулювання структури такого тіста з метою спрощення технологічних етапів замішування і формування доцільно проводити внесенням ферментних препаратів спрямованого спектра дії.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Ринок борошна представляє споживачеві широкий асортимент цільнозернового звичайного і цільнозернового органічного борошна. Це пшеничне, житнє, спельтове (півб'яне), гречане, вівсяне, ячмінне, кукурудзяне, рисове, нутове, амарантове тощо. Найбільш розповсюджена продукція від ТОВ «Вінницький КХП № 2», ТОВ «Столичний млин», ТОВ «Рівне-Борошно», ТОВ «Зернарі», ДП «Земледар», «Новопокровський КХП», Sparrow Mill, борошно органічне від ТМ «Ahimsa», ПП «ЕКО ГАРМОНІЯ». Проте широкого промислового застосування в технологіях борошняних кондитерських виробів воно не знаходить, що пояснюється не тільки особливостями органолептичних показників, але й недостатнім вивченням витань регулювання його технологічних властивостей.

Формування технологічних, органолептичних і фізико-хімічних показників якості цільнозернового борошна відбувається в процесі помелу, причому технологічний процес суттєво відрізняється від отримання сортового борошна. Існує декілька технологічних схем переробки зерна у цільнозернове борошно. Як подрібнювальне обладнання можуть бути використані вальцьові верстати, дробарки чи кам'яні жорнова. Також існує практика використання вальцьових верстатів як основного подрібнювального обладнання, а на останніх системах подрібнення встановлюють жорновий посад чи дробарку. Відповідно до технологічної схеми зерно піддається різним видам деформації (стиснення, зсуву, зрізу, удару, стирання), а тому показники його якості (вологість, зольність, вміст клейковини тощо) будуть відрізнятися. Зокрема, показники вологості дослідних зразків борошна коливаються в межах 14,5...14,9%, показники зольності — 1,13...1,57%, вміст клейковини — 22...28%. Оскільки державного стандарту на борошно пшеничне цільнозернове на сьогодні немає, виробники керуються вимогами якості до борошна пшеничного сортового й обойного та власними технічними умовами [7—9].

При жорновому помелі зерно подрібнюється між двома жорнами (натуральними кам'яними або сучасними штучними). Зберігаються всі компоненти зерна: оболонка, зародок та ендосперм. Борошно має насичений смак і аромат, більш грубу текстуру.

Такий помел вважається одним із найякісніших способів для виробництва цільнозернового борошна. Застосовується переважно невеликими млинами та фермерськими господарствами.

Роликовий помел (індустріальний спосіб) передбачає проходження зерна через роликові вальці, які подрібнюють його до однорідного стану. Отриманий продукт більш однорідний за дисперсністю, але поступається жорновому помелу за смаком і кількістю поживних речовин, які можуть втрачатися через нагрівання зерна під час процесу. Використовується переважно великими комбінатами.

При молотковому помелі використовують молоткові млини, які подрібнюють зерно за допомогою швидкообертючих молотків. Процес може включати нагрівання через тертя. Може втрачатися частина термолабільних вітамінів (наприклад, групи В). Текстура отриманого продукту грубіша, ніж у борошна роликового помелу. Використовується на невеликих підприємствах або в господарствах, які виробляють борошно для локального ринку.

Також існує сучасний спосіб отримання цільнозернового борошна із просіюванням і рекомбінацією, який передбачає подрібнення зерна в кілька етапів. Спочатку видаляють оболонку та зародок, подрібнюють їх окремо і повертають у борошно. Такий спосіб забезпечує більшу однорідність борошна, але в процесі виробництва втрачається частина поживних речовин. Такий помел зустрічається в індустріальному виробництві для зручності переробки великих партій зерна.

Таким чином, лише жорновий помел дозволяє максимально зберегти поживні речовини та природні смакові властивості зерна і передати їх борошну. Його використовують невеликі млини, орієнтовані на локальне крафтове виробництво або виробництво органічного борошна.

При жорновому помелі зерно очищують від пилу, бруду та зовнішніх домішок, але не очищують від оболонки, зародка, алейронового шару. Ці частини разом з ендоспермом потрапляють у борошно, а тому жорнове борошно має високий вміст клітковини, антиоксидантів, вітамінів В, РР, Е і Н, мінеральних речовин (кальцію, калію, натрію, магнію, заліза тощо). Однак деякі втрати термолабільних вітамінів (наприклад, вітаміну В₁) можуть спостерігатись на етапі сушіння зерна, при застосуванні високих температур, якщо виникає потреба у зменшенні його вологості перед розмелом.

Харчова цінність цільнозернового борошна залежить від природного хімічного складу зерна (табл. 1). Так, порівняно з борошном пшеничним вищого сорту в цільнозерновому пшеничному борошні міститься в 12,5 рази більше клітковини, в 5,8 — магнію, 3,9 — фосфору, 3,4 — заліза, 2,1 — кальцію, а також в 3,7 рази — вітаміну РР, вдвічі більше вітамінів групи В, а також значна кількість вітаміну Е.

Таблиця 1. Хімічний склад цільнозернового борошна [10—14]

Компонент	Вид зерна						
	пшеничне в/с	пшеничне цз	житнє	спельтове	вівсяне	гречане	кукурудзяне
Білки, г	10—12	13—14,5	10—11,6	14—17	12—18	13—14,7	10,5
Жири, г	0,4—2	1—1,8	1,8—2	2,5	6—7	3	5,3
Вуглеводи, г	74—76	72—82	70	68	66—72	71	82,9
Клітковина, г	2—3	10—14	15—17	10,7	10—11,6	10—11,1	8,1
Крохмаль, г	68—72	60	55	55—60	50—55	60	
Вітамін Е, мг	0,1—0,2	1,2—1,5	0,9—1,0	1,0	0,1—0,6	0,1—0,7	0,6—0,7
Тіамін (В ₁), мг	0,05—0,1	0,4—0,5	0,4	0,4	0,45—0,8	0,1—0,4	0,2—0,4
Рибофлавін (В ₂), мг	0,01—0,04	0,1—0,2	0,15—0,3	0,2	0,15—0,2	0,15—0,5	0,06—0,2

Ніацин (В ₃), мг	0,5	4,5	4	6	1	3,5	1,7
Піридоксин (В ₆), мг	0,03—0,1	0,3—0,4	0,3—1,0	0,4	0,2	0,2	0,06
Фолієва кислота (В ₉), мкг	20	45	40	45	32	30	46
Кальцій, мг	14,7—15	30—33,5	20—26,9	25	54—58,8	19—20	7,8
Магній, мг	22	140	120	130	135	231	37
Фосфор, мг	80	320	250	350	390	347	89
Калій, мг	100	410	400	400	360	460	270
Натрій, мг	2	2	2	2	5	1	15
Залізо, мг	0,6—1,1	3,5—3,7	2,9—3	4	4—5,1	2,4—4	0,52—3,0
Цинк, мг	0,4—0,7	3—3,1	2,5	4	3,6	3,1	0,45
Мідь, мг	0,1	0,5	0,4	0,5	0,6	0,64	
Марганець, мг	0,1	4	3,5	3,8	5	1,3	0,5

Спельтове цілнозернове борошно містить високий вміст білка (до 14—17%), зокрема легкозасвоюваного. Багате на вітаміни групи В, магній, залізо, цинк, марганець. Вівсяне цілнозернове борошно багате на β -глюкани, характеризується вищим вмістом кальцію, фосфору, натрію, магнію, заліза, марганцю. Гречане цілнозернове борошно вирізняється високим вмістом білка, кальцію, фосфору, заліза. Житнє цілнозернове борошно характеризується високим вмістом клітковини, заліза, калію. Кукурудзяне борошно багате на клітковину, вітаміни групи В та Е, мінерали (магній, калій, залізо, фосфор, натрій).

Таким чином, харчова цінність цілнозернового борошна вигідно вирізняє його порівняно з пшеничним борошном вищого сорту. Всі види цілнозернового борошна багаті на вітамін Е, мають вищий вміст клітковини, вітамінів групи В, мікро- і макроелементів. Це обґрунтовує доцільність його використання як основи для асортименту борошняних кондитерських виробів. Проте велике значення мають такі показники, як кількість і якість клейковини, кислотність, крупність помелу, які досліджені обмежено.

Метою дослідження є вивчення показників якості цілнозернового борошна різних зернових культур, отриманого жорновим помелом, і надання рекомендацій щодо його застосування в технологіях різних видів печива.

Матеріали і методи. Для проведення досліджень було обрано борошно ДП «Земледар», Україна, — жорнове цілнозернове пшеничне, спельтове, ячмінне, амарантове, зеленої гречки. Для покращення структури тіста застосовували ферментні препарати компанії Mühlenchemie, Німеччина — грибку глюкоамілазу Omnszym 31022 і грибку целюлазу Alphamalt C 21032.

Масову частку вологи в борошні визначали термогравіметричним методом згідно з ISO 712 прискореним висушуванням в СЕШ [15]. Білість борошна оцінювали на фотоелектричному приладі РЗ-БПЛ за ГОСТ 26361 [16] шляхом вимірювання відбивної здатності його ущільнено-згладженої поверхні. Загальну кислотність визначали титруванням борошняної суспензії з 5 г борошна і 50 см³ дистильованої води 0,1 моль/дм³ розчином лугу КОН або NaOH за АОАС 939.05 [17]; зольність борошна — спалюванням наважки з прискорювачем Mg(CH₃COO)₂ [18].

Крупність борошна оцінювали за допомогою розсійника лабораторного з частотою коливань 180...200 хв⁻¹ та набором сит для визначення розміру та масової частки частинок борошна за АОАС 965.22 [19]. Використовували сита, призначені для різних сортів борошна: № 075, № 067, № 41/43, № 24,7, № 49/52 [20].

Вміст сирої клейковини і її якість визначали у тісті з наважки борошна 25 г і 14 см³ води після витримки 20 хв. Для визначення розтяжності, еластичності, опору деформуючому навантаженню дві наважки клейковини по 4 г заковували у кульки, занурювали у воду при температурі 18...20 °С на 15 хв [1].

Еластичність клейковини оцінювали за швидкістю відновлення початкової довжини кульки клейковини після розтягування на відстань близько 2 см. За ступенем та швидкістю відновлення первинної довжини еластичність оцінюють як: добра — клейковина розтягується досить сильно при обов'язковому практично повному відновленні форми; незадовільна — зовсім не відновлюється, з частковими розривами окремих шарів і після зняття зусилля швидко стискається (пружна, нееластична); задовільна — проміжне положення між доброю та незадовільною.

Розтяжність клейковини оцінювали над лінійкою за градацією: коротка — до 10 см, середня — 10...20 см, довга — більш 20 см.

Опір клейковини деформуючому навантаженню стиску визначали на приладі ІДК, од. пр.

Колір борошна визначали згідно ISO 11664-2:2007 на колориметрі CR-400 Konica Minolta (Японія) у декартових координатах CIELab, де L^* позначає світлоту (від 0 — чорний до 100 — білий), a^* і b^* представляють протилежні колірні координати, що варіюються від -60 до +60. При цьому негативне a^* є зеленим, а позитивне a^* — червоним, тоді як негативне b^* є синім, а позитивне b^* — жовтим. Параметри відкалібровані за стандартним білим фарфором з площею вимірювання діаметром 8 мм, кутом спостереження 10° і джерелом світла D65 з включеним дзеркальним компонентом [21].

Якість ферментативних процесів під впливом гідролаз оцінювали за накопиченням цукрів у модельному тісті, у перерахунку на глюкозу. Для цього замішували тісто з наважки борошна 25 г, ферментного препарату грибною глюкоамілази або грибною целюлази, або їх комплексу та 14 см³ води, залишали тісто для ферментації на 360 хв у термостаті за температури 32 °С. Протягом ферментації відбирали зразки тіста і проводили кількісне визначення глюкози, що накопичується, йодометричним методом. Глюкоамілазу вводили із розрахунку 12,5 г на 100 кг борошна, целюлазу — 20 г на 100 кг борошна. При сумісному введенні глюкоамілази і целюлази використовували ті самі розрахункові кількості [22].

Результати досліджень. Технологічний підбір та якість борошна забезпечать досягнення необхідного зовнішнього вигляду, смаку й запаху, текстури готової продукції. Визначено показники якості борошна, взятого для досліджень (табл. 2).

Таблиця 2. Показники якості цільнозернового борошна

Показник	Вид борошна					
	пшеничне вищого сорту	цільнозернове жорнове				
		пшеничне	спельтове	ячмінне	амарантове	зеленої гречки
Зовнішній вигляд	Однорідна порошкоподібна маса, без грудочок	Однорідна порошкоподібна маса, без грудочок, наявні видимі частинки оболонки зерна				
Колір	Світло-кремовий	Світло-сірий з відтінками світло-коричневого	Світло-кремовий з сірим відтінком	Світло-сірий з бежевим відтінком	Світло-жовтий з сірим відтінком	Світло-сірий з бежевим відтінком

Смак і запах	Властивий зерну, чистий, без сторонніх присмаків і запахів					
Масова частка вологи, %	12,2	12	11,9	12	9,6	11,7
Загальна кислотність, град	1,40	5,10	5,00	7,20	10,80	6,60
Зольність, (за ДСТУ)	0,55	1,34	1,67	1,0	1,67	2,33
Білість, ум. од.	59	-43,85	29,05	33	-49,20	5,85

За оцінкою органолептичних показників усі види борошна відповідали ознакам, притаманним вихідному зерну: характерний колір, властивий смак і запах. У кожному виді спостерігались подрібнені частинки оболонки зерна. Борошно пшеничне мало кремовий колір, спельтове — світло кремовий з відтінками жовтуватого, ячмінне — світло сірий, амарантове — насичено кремовий з жовтуватим відтінком, зеленої гречки — світло сірий з бежевим відтінком.

Масова частка вологи для всіх зразків мала приблизно однакові значення — від 11,7 до 12,2%, крім борошна амарантового, в якому цей показник був значно менший — 9,6%. Це насамперед пов'язано з низькою вологістю самого зерна амаранту й узгоджується з дослідженнями авторів [23] — 9,7...9,9% для різних зразків повножирного амарантового борошна. Борошно амарантове також характеризується найвищими значеннями показника загальної кислотності серед досліджуваних зразків (у 7,7 раза вище за борошно пшеничне), що вочевидь пов'язано з високим вмістом, пептидів і амінокислот, жирів і жироподібних речовин, ферментів, значною кількістю мінеральних речовин, як зазначено в публікації авторів [24]. Також досить високі значення загальної кислотності відмічені для борошна ячмінного — у 5,1 раза більше порівняно з пшеничним. При цьому й інші види дослідного борошна за показником загальної кислотності перевищували значення контрольного зразка пшеничного борошна вищого сорту (борошно зеленої гречки — у 5,1 раза, спельтове і пшеничне цільнозернове — у 3,6 раза), що обумовлюється значним вмістом оболонкових і зародкових частинок, жирів і білків [25]. Зольність усіх зразків цільнозернового борошна закономірно перевищувала зольність пшеничного борошна вищого сорту, при цьому найменші значення показника спостерігались для ячмінного цільнозернового — 1,0%, а найвищі значення зафіксовано для борошна зеленої гречки — 2,33%.

Визначення показника білості, який обумовлюється значною кількістю харчових волокон, природних каротиноїдів, мінеральних речовин і пов'язаний із кольором зерна, дозволило виділити світліші зразки (зразки борошна спельтового і ячмінного) і найтемнішими (зразки пшеничного й амарантового).

Більш детально білість і колір борошна було визначено інструментально за допомогою колориметра CR-400 Konica Minolta (табл. 3).

Таблиця 3. Показники кольору борошна

Зразок	L білість (від 0 — чорний до 100 — білий)	a* від «-50» — зелений до «+50» — червоний	b* від «-50» — синій до «+50» — жовтий
Борошно пшеничне в/с	94,70	0,46	7,62
Борошно цільнозернове пшеничне	79,53	3,60	11,37

Борошно цільнозернове спельтове	91,00	1,51	8,98
<i>Продовження таблиці 3</i>			
Борошно цільнозернове ячмінне	92,03	0,94	7,36
Борошно цільнозернове амарантове	80,74	3,38	17,03
Борошно цільнозернове зеленої гречки	87,73	1,28	7,41

Результати збігаються з отриманими даними щодо білості борошна і підтверджують, що найсвітлішими серед дослідних зразків є зразки спельтового і ячмінного борошна, для яких показник білості L^* є вищим за інші види, а найтемнішими є борошно пшеничне цільнозмелене й амарантове. При цьому спектр колірних координат a^* показав відсутність у всіх зразках зелених відтінків, а наявність червоних, слабо-виражених — для борошна цільнозмеленого ячмінного, спельтового і зеленої гречки, більш інтенсивних, — для пшеничного і амарантового. Спектр b^* показав виражені жовті відтінки пшеничного й амарантового цільнозмеленого борошна, а для ячмінного, борошна зеленої гречки, спельтового — менші значення жовтизни, які наближаються до борошна пшеничного вищого сорту. Таким чином, природна пігментація борошна пшениці і ячменю характеризується більш насиченими жовто-червоними відтінками порівняно з ячмінним, спельтовим і борошном зеленої гречки.

Результати визначення крупності досліджуваних видів борошна представлено в табл. 4.

Таблиця 4. Крупність борошна

Сито	Розмір отворів, мкм	Вид борошна					
		пшеничне вищого сорту	цільнозернове жорнове				
			пшеничне	спельтове	ячмінне	амарантове	зеленої гречки
Залишок на ситі, %							
№ 075	750	—	2,55	0,49	4,55	0,95	0,53
№ 067	670	—	1,96	1,75	7,36	0,15	0,58
№ 41/43	200	—	68,5	47,51	57,77	87,29	51,07
№ 24,7	150	—	0,10	36,22	0,41	0,36	0,05
№ 49/52	132	0,4	11,73	8,45	16,54	12,14	36,67
Прохід крізь сито, %							
№ 49/52	144	99,6	15,33	3,25	12,72	2,49	10,3

Аналіз даних табл. 4 підтверджує вищу крупність частинок жорнового цільнозернового борошна порівняно з пшеничним вищого сорту: у кожного з досліджуваних зразків є залишки на ситах № 075, 067, 41/43, 24,7. При цьому більшим вмістом найкрупніших фракцій (за залишком на ситах № 075 і 067) відрізняються борошно цільнозернове ячмінне і пшеничне (11,91% і 4,51%, відповідно). Основна крупність цільнозернового жорнового борошна амарантового і пшеничного припадає на розмір в інтервалі 200—150 мкм, що проходить крізь сито 41/43 і залишається на ситах № 24, 7. Основні фракції цільнозернового борошна зеленої гречки і борошна ячмінного — це фракції з розмірами частинок >200 мкм, що відповідають залишкам на ситах 41/43 і 132...150 мкм, які залишаються на ситі 49/52. Для борошна спельтового ступінь подрібнення коливається в розмірах частинок >200...150 мкм, що залишаються на ситах 41/43 і 24,7. Вміст найдрібнішої фракції, що відповідає проходу крізь сито

49/52 (132 мкм) і розмірам частинок борошна пшеничного вищого сорту, відмічено найбільше в цільнозерновому пшеничному, ячмінному і борошні зеленої гречки.

При визначенні кількості і якості клейковини (табл. 5) з'ясували, що глютенівий комплекс за стандартних умов відмивання утворюється лише в борошні пшеничному і спельтовому.

Таблиця 5. Кількість та якість клейковини

Сито	Вид борошна					
	пшеничне вищого сорту	цільнозернове жорнове				
		пшеничне	спельтове	ячмінне	амарантове	зеленої гречки
Клейковина	24,9	16,3	18,8	Не відмивається		
Еластичність	Добра	Добра	Добра	—	—	—
Розтяжність, см	15	13,5	16	—	—	—
ІДК, од. пр.	67,9	49,4	82,2	—	—	—

При цьому кількість відмитої клейковини була меншою порівняно з борошном пшеничним на 34,5% (для цільнозернового пшеничного) і на 24,5% (для цільнозернового спельтового). Еластичність клейковини всіх зразків характеризується як добра, проте розтяжність і група різні: цільнозернове борошно пшеничне відноситься до I групи за ІДК і характеризується як добра, але завдяки волокнам має на 10% меншу розтяжність порівняно із сортовим пшеничним борошном і на 27% має міцнішу структуру. Клейковина борошна спельтового за якістю відноситься до II групи, характеризується як задовільно слабка, її розтяжність більша порівняно з клейковиною борошна пшеничного вищого сорту на 6,7%.

В інших видах жорнового борошна, цільнозернового ячмінного, гречаного, амарантового, клейковинний каркас не сформувався. Фракції білків, нерозчинних у воді, в комплексі з харчовими волокнами розклалися на окремі фрагменти, без утворення суцільної структури.

Отримані дані збігаються з даними авторів, які використовували цільнозернове борошно амаранту і зеленої гречки як безглютеніві види для безглютенівих коржів [26], а також для безглютенівого хліба, макаронів, крекерів і печива [27].

У результаті проведеного дослідження підтверджено відмінність показників якості жорнового цільнозернового борошна від сортового, а також відмінність показників якості у борошна різних видів зернових культур.

З метою визначення придатності досліджуваного борошна для використання в технології печива оцінено органолептичні характеристики тіста для здобного пісочно-виїмного печива з повною заміною борошна пшеничного вищого сорту. Для досліджень використана традиційна рецептура здобного пісочно-виїмного печива «Пісочно-вершкове». Зовнішній вигляд тіста, його колір представлено на рис. 1.

Видно, що частинки харчових волокон надають достатньо пружну структуру тісту, розсипчасту, крихку, з нерівними краями, в усіх зразках зменшується пластичність. Тісто характеризується темнішим кольором, характерним пігментації борошна. Запах зразків був чистий, без стороннього, притаманний зерну. При цьому тісто з пшеничного, спельтового, ячмінного борошна не вирізнялось яскравим характерним запахом.

Отже, важливим загальним підсумком проведених досліджень стало підтвердження негативного впливу оболонкових частинок і крупності жорнового цільнозернового

борошна на формування структури тіста для печива. З метою її коригування було використано позитивний досвід регулювання технологічних властивостей борошна ферментними препаратами [28]. Було доцільно дослідити комплекс ферментів, які мають гідролітичну дію на основні макроелементи борошна.

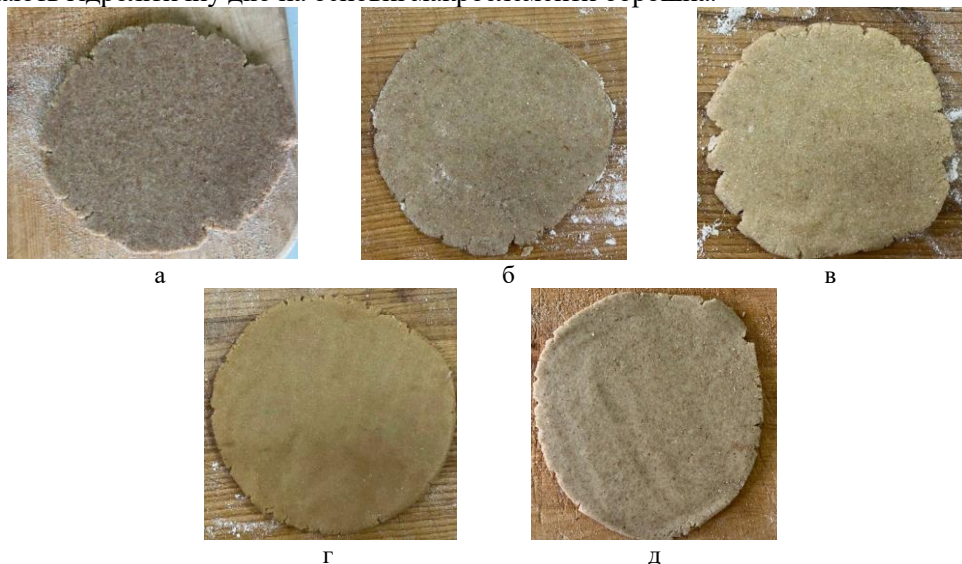


Рис. 1. Зовнішній вигляд тіста на основі борошна: цілнозернового пшеничного (а), спельтового (б), ячмінного (в), амарантового (г) і зеленої гречки (д)

У дослідженнях було використано ферменти глюкоамілазу для гідролітичного розщеплення крохмалю борошна, і целюлазу — для гідролітичного розщеплення целюлози і її похідних. Ферменти додавали в модельну систему борошна і води, окремо і за сумісного введення. Результати накопичення глюкози, як основного продукту гідролізу, наведено у табл. 6.

Таблиця 6. Кількість редукуючих цукрів, у перерахунку на глюкозу, що накопичуються в процесі ферментативного гідролізу борошна

Сито	Вид борошна														
	цілнозернове жорнове														
	пшеничне			спельтове			ячмінне			амарантове			зеленої гречки		
Глюкоамілаза															
Час ферментації, год	0	3	6	0	3	6	0	3	6	0	3	6	0	3	6
Кількість глюкози, %	1,23	2,53	4,82	0,9	2,19	3,99	1,55	3,59	6,03	0,95	5,84	8,76	0,24	1,48	2,90
Целюлаза															
Час ферментації, год	0	3	6	0	3	6	0	3	6	0	3	6	0	3	6
Кількість глюкози, %	1,23	3,8	4,75	0,9	2,72	3,62	1,55	2,78	3,89	0,95	2,18	4,32	0,24	1,76	2,60

Глюкоамілаза і целюлаза															
Час ферментації, год	0	2	4	0	2	4	0	2	4	0	2	4	0	2	4

Встановлено, що додавання ферментних препаратів сприяє накопиченню глюкози, що призводить до збільшення частки водорозчинних сполук і покращує консистенцію тіста. Так, додавання глюкоамілази до модельної системи тіста із цільнозернового пшеничного тіста дозволяє на 6 год збільшити кількість глюкози у 4,1 раза, із спельтового борошна — у 4,43 раза, на основі ячмінного борошна — у 3,72 раза, із амарантового — у 9,2 раза, із зеленої гречки — у 12,1 раза.

Процес ферментативного гідролізу крохмалю, при меншій кількості застосовуваної глюкоамілази, відбувається швидше порівняно з гідролізом целюлози. Тобто піддатливість крохмального зерна, наявність ушкоджених у процесі помелу зерен обумовлюють кращу доступність субстрату й атакованість ферментом. Так, за 6 год ферментації для зразка з пшеничним борошном під дією целюлази накопичується на 1,15% глюкози менше, ніж під дією глюкоамілази, для зразка зі спельтовим — на 9,27% для зразка з ячмінним — на 28,4%, з амарантовим — на 50,7%, з борошном зеленої гречки — на 10,3%.

Сумісне застосування ферментів пришвидшує процес і покращує консистенцію тіста, що призводить до скорочення процесу ферментації. Так, для зразків з пшеничним борошном за сумісного введення ферментів кількість накопиченої за 6 год глюкози від поодинокого внесення ферментів досягається через 2 год. Практично те саме спостерігається і для зразків зі спельтовим борошном. Для зразків з борошном ячмінним — за 3 год, з борошном зеленої гречки — за 4,1 год, з амарантовим — за 4,5 год. Такий результат матиме значний вплив на технологічний процес виробництва печива.

Висновки. На основі проведених наукових досліджень показників якості цільнозернового борошна, отриманого жорновим помелом, з метою обґрунтування можливості його застосування в технології печива, зроблено такі висновки: цільнозернове борошно має органолептичні властивості, притаманні конкретному виду зерна, і суттєво відрізняється від сортового пшеничного борошна за зовнішнім виглядом, смаком, запахом і кольором. За рівнем білості найсвітлішими є зразки зі спельти та ячменю, тоді як найтемнішими — пшеничне та амарантове борошно. Крім того, природна пігментація пшеничного та ячмінного борошна має більш виражені жовто-червоні відтінки порівняно з борошном зі спельти, ячменю та зеленої гречки.

Гранулометричний склад жорнового цільнозернового борошна є неоднорідним, оскільки його частинки мають різні розміри. Основна фракція кожного виду такого борошна за крупністю перевищує частинки пшеничного борошна вищого сорту. Зокрема, розмір основної фракції амарантового та пшеничного жорнового борошна становить від 200 до 150 мкм, для борошна з зеленої гречки та ячменю — понад 200 мкм і в межах 132—150 мкм відповідно, а для спельтового борошна — понад 200 до 150 мкм.

Серед досліджених зразків лише цільнозернове пшеничне та спельтове борошно утворюють глютенний комплекс за стандартних умов відмивання. Водночас кількість виділеної клейковини в них є меншою, ніж у пшеничного борошна вищого сорту — на 34,5% для цільнозернового пшеничного та на 24,5% для спельтового. Еластичність клейковини обох зразків оцінюється як добра. Клейковина пшеничного цільнозернового борошна належить до I групи за ІДК, також характеризується як

добра, однак через наявність харчових волокон її розтяжність на 10% нижча, ніж у клейковини пшеничного борошна вищого сорту. Клейковина спельтового борошна належить до II групи за якістю, але демонструє на 6,7% вищу розтяжність порівняно з пшеничним сортовим борошном. У жорновому борошні з ячменю, гречки та амаранту глютенівий каркас не формується.

Тісто, приготовлене з жорнового цільнозернового борошна, не має типових в'язко-пластичних властивостей, однак ці характеристики можна покращити шляхом додавання ферментів гідролітичної дії. Дослідження показали, що використання глюकोамілази та целюлази сприяє підвищенню рівня глюкози в тісті, що, у свою чергу, збільшує вміст водорозчинних сполук і покращує консистенцію тіста. Найбільш ефективним виявилось комбіноване застосування обох ферментів, яке дозволило скоротити тривалість ферментації на 2—4 год порівняно з їх окремим використанням.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів*: навч. посіб. / за ред. проф. А. М. Дорохович і проф. В. М. Ковбаси. К.: Фірма «ІНКОС», 2015.
2. Дорохович, А. М. Дорохович, В. В., Абрамова, А. Г., Петренко, М. М. (2022). *Технологія печива звичайного і спеціального призначення*: навч. посіб. К.: Фірма «ІНКОС».
3. Юргачова, К. Г., Макарова, О. В., & Хвостенко, К. В. (2017). Підвищення та стабілізація якості борошняних кондитерських виробів завдяки використанню різних видів борошна. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 5(1), 217—228.
4. Юргачова, К. Г., Макарова, О. В., & Котузаки О. М. (2010). Бісквітні напівфабрикати на основі борошна з продуктів переробки гречки. *Зернові продукти і комбікорми*, 4, 12—15.
5. Дзигар, О. О., Стадник, Т. Б. & Оболкіна, В. І. (2018). Перспективи використання амарантового борошна та гуміарабіку при створенні нового асортименту борошняних кондитерських виробів. *Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві, Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі*: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій, 11—13 вересня 2018 р. Київ: НУХТ.
6. Khan, J., Gul, P. & Liu, Кю (2024). Grains in a modern time: a comprehensive review of compositions and understanding their role in type 2 diabetes and cancer *Foods*, 13, 2112. <https://doi.org/10.3390/foods13132112>.
7. Carcea, M., Turfani, V., & Narducci V. (2020). Stone milling versus roller milling in soft wheat: influence on products composition. *Foods*, 1, 3. <https://doi.org/10.3390/foods9010003>.
8. *Tecnica Molitoria International: yearly issue 2020*. Pinerolo: Chiriotti Editori, 2020. 146 p. ISSN 0040-1862.
9. *Якість борошна: як помел впливає на випічку* / The Miller. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://the-miller.com/uk/blog/flour_quality_how_milling_affects_baking (дата звернення 05.09.2025).
10. Fištes, A., Došenović, T., & Rakić, D. (2014). Statistical analysis of the basic chemical composition of whole grain flour of different cereal grains. *Acta Universitatis Sapientiae — Alimentaria*, 7, 45—53.
11. Дробот, В. І., Семенова, А. Б. & Михонік Л. А. (2014). Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельги. *Зберігання та переробка зерна*, 4, 37—39.
12. Peterson, D. M. (1992). Composition and nutritional characteristics of oat grain and products // *Oat Science and Technology. Agronomy Monograph no. 33* / eds. H. G. Marshall, M. E. Sorrells. Madison: American Society of Agronomy; *Crop Science Society of America*, 265—290. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr33>.
13. Dziadek, K., Копе́с, А., & Pastucha, E. (2016). Basic chemical composition and bioactive compounds content in selected cultivars of buckwheat whole seeds, dehulled seeds and hulls. *Journal of Cereal Science*, 69, 1—8. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.004>.
14. Моргун, В. О., Ковтун, Л. Я. (2008). Розробка нового сорту житнього борошна. *Наукові праці ОНАХТ*, 34(1), 36—39.
15. ДСТУ ISO 712:2015. Зернові та продукти з них. Визначення вмісту вологи. Контрольний метод (ISO 712:2009, IDT). [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 14 с.

16. ДСТУ ГОСТ 26361:2019. Борошно. Метод визначення білизни (ГОСТ 26361-2013, IDT). [Чинний з 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 15 с.
17. AOAC Official Method 939.05. Acidity (Titrimetric Method). (1990) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington, D.C.: AOAC International.
18. ДСТУ ISO 2171:2009. Зернові, бобові та продукти їх помелу. Визначення загальної золи методом озоловання (ISO 2171:2007, IDT). [Чинний від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2009. 15 с.
19. AOAC Official Method 965.22. Sieve test for flour and semolina. (1990). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Rockville, MD: AOAC International.
20. ГСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови. [Чинний від 1999-08-15]. Вид. офіц. Київ: Київський інститут хлібопродуктів, 1999. 15 с.
21. ISO 11664-2:2007. Colorimetry — Part 2: CIE Standard Illuminants. Geneva: International Organization for Standardization, 2007.
22. ДСТУ 5059:2008. Вироби кондитерські. Методи визначання цукрів. [Чинний з 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2008.
23. Миколенко, С. Ю., Жигунов, Д. О., & Руденко, Т. В. (2020). Перспективи використання різних видів амарантового борошна у хлібопекарському виробництві. Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві. *Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій*, 17, 24 листопада 2020 р. Київ: НУХТ.
24. Stankevych, G., Valentiuk, N., & Ovsianykova, L. (2021). Changes in quality of amaranth grain in the course of postharvest handling and storage. *Food Science and Technology*, 15(1), 80—90. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i1.1959>.
25. Макарова, О. В., Фатєєва, А. С., & Карацуба, Н. Л. (2021). Виробництво нетрадиційних видів макаронних виробів з використанням борошна з голозерного ячменю. *Технології харчових продуктів і комбікормів: матеріали Міжнародної науково-практичних конференції*, 21—24 вересня 2021 р. Одеса: ОНАХТ.
26. Kahlon, T. S., Chiu, C. M. (2014). Ancient whole grain gluten-free flatbreads. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 1717—1724. <https://doi.org/10.4236/fns.2014.517185>.
27. Khairuddin, M. A., Lasekan, O. (2021). Gluten-free cereal products and beverages: a review of their health benefits in the last five years. *Foods*, 10, 2523. <https://doi.org/10.3390/foods10112523>.
28. Коваль, Є., Соломон, А. (2024). Особливості використання ферментів у харчових технологіях для підвищення ефективності виробництва. *Herald Of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 339(4), 477—481. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-339-4-70>.

Наукове видання

ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Науковий журнал

№ 38

Журнал «Харчова промисловість» затверджений наказом МОН України (постанова № 32 від 15.01.2018) як наукове видання з технічних наук.
Ресестаційне свідоцтво: серія КВ № 6890 від 23.01.2003.
Засновник і видавець: Національний університет харчових технологій.

Журнал є продовженням міжвідомчого тематичного збірника «Харчова промисловість», заснованого в 1965 р. Виходить двічі на рік.

Статті друкуються в авторській редакції.

Відповідальний редактор журналу О. Гавва
Відповідальний секретар Т. Осьмак

Комп'ютерна верстка: І. Максименко

Підп. до друку 22.12.2022 р. Формат 70×100/16.
Гарнітура Times New Roman. Друк цифровий.
Ум. друк. арк. 11,45. Обл.-вид. арк. 12,32.
Наклад 100 прим. Вид. № 02/25. Зам. № 23-16

НУХТ, 01601, Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.2004