

preparation of raw materials to the packaging of finished products. High-tech equipment, process automation, compliance with technical conditions and sanitary standards allow you to obtain high-quality, safe and competitive products. This approach contributes to the development of small and medium-sized agribusiness, environmental safety and strengthening of Ukraine's position in the world market of edible oils.

References

1. Gorach, O.O., Dzyundzya, O.V., Novikova N.V., Rezvykh, N.I., Development of gluten-free products technology using flax flour. Technology audit and production reserves. No. 2/3(82), 2025. P. 58–63. <https://doi.org/10.15587/2706-54>
2. Horach O. O., Lavrenko N. M. Development of scientific foundations for obtaining bast fiber fillers for the production of technical textiles. Modern agronomy trends: innovation, sustainable development and the future of agriculture: Scientific monograph. Riga, Latvia: “BaltijaPublishing”, 2025. P. 58–81. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-588-4-3>
3. Horach O.O. Ways to increase the nutritional and biological value of bakery products. Scientific Bulletin of the State Agricultural University of the Republic of Tatarstan. Melitopol: State Agricultural University of the Republic of Tatarstan, 2024. Issue 14, Volume 1. P. 261–270. doi:10.32782/2220-8674-2024-24-1-18
4. Innovative technologies and equipment of the industry. Processing of crop products: a practical manual. / K. O. Samoychuk, S. V. Kyurchev, V. F. Yalpachyk, N. O. Palyanychka, V. O. Verkholantseva, O. P. Lomeyko. TSATU. Melitopol: Publishing and Printing Center “Lux”, 2020. P. 312.

УДК 543.544+571.1

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ЦІЛЬНОЗЕРНОВОГО БОРОШНА В ХЛІБОПЕЧЕННІ

Гринчук Д. О., здобувач ВО,

Горач О. О., д.т.н.

*Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон,
Україна*

Постановка проблеми. Продукція рослинництва є базою для виробництва борошна та хлібобулочних виробів, які займають значну частку у раціоні населення. Сучасні тенденції здорового харчування

орієнтовані не лише на смак, а й на підвищення біологічної цінності продуктів, зокрема за рахунок збагачення харчовими волокнами, вітамінами, мінералами та біологічно активними сполуками. У цьому контексті цільнозернове борошно розглядається як перспективна сировина для виробництва функціональних хлібобулочних виробів, оскільки при його одержанні зберігаються оболонки та зародок зерна, де сконцентровано більшість корисних речовин. Водночас перехід від традиційного виробництва хліба з борошна вищого гатунку до використання цільнозернового борошна супроводжується низкою техніко-технологічних труднощів. Цільнозернове борошно характеризується підвищеною зольністю, високою ферментативною активністю, значним вмістом харчових волокон і ліпідів, що впливає на реологічні властивості тіста, газотримувальну здатність, структуру та смак хліба. При відсутності відповідної адаптації технологічних схем, режимів помелу, тістоприготування і випікання відбувається погіршення об'єму, пористості та органолептичних показників виробів, що обмежує широке впровадження цільнозернового борошна у промислове хлібопечення. Отже, виникає науково-практична проблема техніко-технологічного забезпечення виробництва та переробки продукції рослинництва на прикладі цільнозернового борошна в хлібопеченні, яка потребує комплексного аналізу та визначення шляхів удосконалення [1].

Основні матеріали дослідження. Цільнозернове борошно є продуктом переробки зерна пшениці або інших злаків із максимальним збереженням усіх анатомічних частин зернівки: ендосперму, алейронового шару, оболонок та зародка. На відміну від сортового борошна, при виробництві цільнозернового не здійснюють видалення висівок і зародка, завдяки чому зростає вміст харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів групи В, антиоксидантів і ліпідів. Таке борошно є більш цінним з точки зору дієтології, але створює додаткові вимоги до технології. Частинки оболонок ушкоджують клейковинний каркас, знижуючи газотримувальну здатність тіста, підвищена гігроскопічність обумовлює більшу водопоглинальну здатність, а високий вміст жиру збільшує ризик окиснювального псування під час зберігання. Якість цільнозернового борошна значною мірою визначається вихідною сировиною рослинництва та технологією помелу. Для одержання борошна з прийнятними хлібопекарськими властивостями необхідно використовувати високоякісні сорти пшениці з достатнім вмістом білка і міцною клейковиною, дотримуватися оптимальних строків збирання, здійснювати правильну післязбиральну доробку та зберігання зерна для уникнення проростання і надмірного зростання ферментативної активності [2-4].

Підготовка зерна до помелу включає очищення від смітних, мінеральних та насінневих домішок, сортування за розміром і скловидністю, а також кондиціонування – зволоження та відлежування.

На відміну від виробництва сортового борошна, при цільнозерновому помелі надмірне зволоження небажане, оскільки надто розм'якшені оболонки гірше подрібнюються, що погіршує рівномірність дисперсності. Вибір обладнання для помелу також має принципове значення: вальцові млини з адаптованою технологічною схемою дозволяють здійснювати повний помел із поверненням усіх фракцій у продукт; кам'яні млини забезпечують повільніше подрібнення з меншим нагріванням; ударно-відцентрові млини дають можливість отримувати тонкодисперсне цільнозернове борошно в один прохід без просіювання. Для контролю якості застосовують визначення вологості, зольності, крупності помелу, вмісту сирої клейковини, числа падіння, а також оцінюють хлібопекарські властивості за допомогою приладів і пробних випікань.

Особливості хімічного складу цільнозернового борошна обумовлюють необхідність модифікації традиційної технології хлібопечення. При використанні такого борошна тісто стає більш щільним і менш еластичним, знижується об'єм готових виробів, м'якушка набуває грубуватої, іноді крихкої структури, а колір та смак хліба відрізняються від звичного «білого» хліба. Для коригування цих недоліків застосовують збільшення гідратації тіста, використання сумішей борошна (поєднання цільнозернового з борошном вищого або першого гатунку), введення ферментних препаратів, органічних кислот, поверхнево-активних речовин, що покращують газо- та водоутримувальну здатність. Значну увагу приділяють вибору схеми тістоприготування: застосовують опарні та заквасні способи, які забезпечують пролонговане бродіння, краще набухання оболонок, часткове розщеплення полісахаридів та формування більш вираженого аромату. Для покращення структури м'якушки практикують попереднє замочування та заварювання частини цільнозернового борошна. Режим випікання також підлягає адаптації: часто використовують дещо нижчі температури і більшу тривалість випікання, активне парозволоження на початку процесу, коригують масу і форму виробів. Сучасні підходи включають застосування передпророщування зерна перед помелом, а також фізичної модифікації сировини (екструзія, мікронізація, високий тиск), що сприяє поліпшенню розчинності харчових волокон і характеристик тіста [5].

Результати дослідження. Аналіз літературних джерел і практичного досвіду хлібопекарної галузі показує, що цільнозернове борошно має значний потенціал для підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів, однак його використання потребує грамотного техніко-технологічного забезпечення на всіх стадіях виробництва. Встановлено, що використання високоякісної сировини рослинництва та оптимізованих схем помелу дає можливість одержати цільнозернове борошно зі стабільними показниками якості, придатне для промислового хлібопечення. Комбіновані схеми, що поєднують

традиційні вальцьові системи з кам'яними або ударно-відцентровими млинами, дозволяють зберегти харчову цінність зерна та одночасно покращити дисперсність і технологічні властивості борошна. Результати досліджень підтверджують, що правильний добір режимів очищення, кондиціонування та подрібнення зерна зменшує коливання якості готової продукції й підвищує відтворюваність технологічних параметрів [6].

Щодо етапу тістоприготування і випікання, показано, що просте заміщення сортового борошна цільнозерновим без змін у технології призводить до суттєвого зниження споживчих властивостей хліба. Натомість застосування комплексу технологічних прийомів – збільшення гідратації, використання заквасок та опар, ферментних та функціональних добавок, попередньої обробки частини борошна – дозволяє наблизити об'єм, пористість і м'якість хліба з цільнозернового борошна до показників продукції з борошна вищого ґатунку, зберігаючи при цьому переваги щодо харчової цінності. Дослідження також свідчать, що перехід на цільнозернову сировину висуває підвищені вимоги до лабораторного контролю: необхідно оцінювати не лише стандартні показники (вологість, зольність, клейковину), але й окиснювальну стабільність, мікробіологічну безпеку, а також поведінку тіста в процесі бродіння і випікання [7].

Водночас аналіз практики показав, що впровадження хліба з цільнозернового борошна у широке промислове виробництво гальмується низкою факторів. Серед них – відсутність єдиних і чітких стандартів на цільнозернове борошно, неоднозначність термінології, технічні обмеження переважної частини існуючих млинарських і хлібопекарських підприємств, необхідність модернізації обладнання, а також певна консервативність споживчих уподобань. За результатами аналізу визначено, що перспективними напрямками є розробка нормативно-правової бази, яка б регламентувала вимоги до цільнозернового борошна і продукції з нього, модернізація техніко-технологічної бази підприємств, впровадження енергозберігальних і високоефективних технологій обробки зерна та тіста, а також активна інформаційно-просвітницька робота щодо переваг цільнозернових продуктів для здоров'я.

Висновки. Цільнозернове борошно як продукт переробки продукції рослинництва істотно перевершує традиційне сортове борошно за показниками біологічної та харчової цінності завдяки збереженню оболонки та зародка зерна. Разом з тим його використання у хлібопеченні пов'язане з низкою технологічних складнощів, які проявляються у погіршенні реологічних властивостей тіста, зниженні об'єму, зміні структури та органолептичних характеристик хліба. Ефективне техніко-технологічне забезпечення виробництва цільнозернового борошна і хліба на його основі передбачає наявність якісної сировинної бази, раціональних схем помелу, сучасного

млинарського обладнання та розширеної системи контролю якості. Особливе значення має адаптація технології тістоприготування й випікання шляхом коригування рецептури, режимів бродіння та термообробки, впровадження ферментних і функціональних добавок, використання заквасок і сучасних фізичних методів обробки сировини.

Основні проблеми техніко-технологічного забезпечення пов'язані з недостатньою стандартизацією цільнозернового борошна, технічними обмеженнями існуючого обладнання, підвищеними вимогами до контролю якості та необхідністю інвестицій у модернізацію виробництва. Вирішення цих проблем можливе за умови комплексного підходу, що включає розробку та впровадження нормативної бази, оновлення технічного парку млинарських і хлібопекарських підприємств, широке використання інноваційних технологій переробки зерна і тіста, а також формування у споживачів усвідомленого попиту на цільнозернові хлібобулочні вироби. Комплексне удосконалення техніко-технологічного забезпечення на всіх етапах – від вирощування зерна до випікання готових виробів – створює передумови для розширення асортименту якісних і конкурентоспроможних цільнозернових хлібів та сприяє реалізації концепції здорового харчування населення.

Список використаних джерел

1. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник : навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, 2019. 580 с.
2. Горач О.О. Шляхи підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів. Наук. вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2024. Вип. 14, том 1. С. 261-270. doi:10.32782/2220-8674-2024-24-1-18
3. Горач О.О., Новікова Н.В. Товарознавство харчових продуктів. Херсон. 2023. ХДАЕУ. 345 с. <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9055>
4. Места-Коралл М., Паренті О., Ноченте Ф. Технологічні та харчові аспекти виробництва хліба з цільнозернового борошна // Foods. 2024. Т. 13, № 2. С. 1–18. URL: <https://www.mdpi.com>
5. Жигунов Д. Ю., Олійник С. В., Сидоров А. В. Обґрунтування технології виробництва цільнозернового пшеничного борошна // Grain Products and Mixed Fodder's. 2020. Т. 20, № 2. С. 33–41. URL: <https://journals.ontu.edu.ua>
6. Михоник Л. І. Технологічні властивості пшеничного цільнозернового борошна та якість хліба з нього // Ukrainian Food Journal. 2024. Т. 13, № 1. С. 27–36. URL: <https://ufoodjournal.com>
7. Паренті О., Герріні Л., Дзаноні Б. Техніки та технології хлібопечення з використанням нетрадиційних видів борошна // Trends in Food Science & Technology. 2020. Т. 99. С. 152–164. URL: <https://www.sciencedirect.com>