

Шаніна Ольга Миколаївна, д-р техн. наук, проф., кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, o.shanina.ua@gmail.com.

Shanina Olga, dr. technical Science, professor, department of bakery and confectionery technology, State Biotechnology University, o.shanina.ua@gmail.com.

Гавриш Тетяна Володимирівна, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрою технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, gavrishtanya@ukr.net.

Gavrish Tatyana, Ph.D. of technical Sciences, associate professor, head department of technology of bread products and confectionery products, gavrishtanya@ukr.net.

Боровікова Наталія Олексіївна, ст. викладач, кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, nuklon@ukr.net.

Borovikova Natalia, Art. Lecturer, Department of Bakery and Confectionery Technology, State Biotechnological University, nuklon@ukr.net.

DOI 10.5281/zenodo.14673211

УДК 664.6/7:631.56]:330.341.1

ІННОВАЦІЇ В ЗБЕРІГАННІ ТА ПЕРЕРОБЦІ ЗЕРНА НА ВИСОКОЯКІСНУ ПРОДУКЦІЮ

Т.В. Гавриш, І.М. Фоміна

У статті розглянуто сучасні інноваційні підходи до зберігання та переробки зерна на зернопродукти. Проведено аналіз нововведень на прикладі Канади, США, Європи, Японії, Китаю та України. Описано новітні технології, такі як автоматизація, біотехнології, енергоефективні рішення, а також порівняно світові тенденції з українськими реаліями.

Ключові слова: зберігання зерна, переробка зерна, інноваційні технології, автоматизація, біотехнології, зернопродукти, енергоефективність, точне землеробство, органічне виробництво, Україна, зернопереробка.

INNOVATIONS IN GRAIN STORAGE AND PROCESSING FOR HIGH-QUALITY PRODUCTS

T. Gavrish, I. Fomina

Innovations in grain storage are aimed at increasing its quality, safety and minimizing losses during storage. The main directions of research are the optimization of storage conditions, prevention of grain spoilage, the fight against

insects and fungal diseases, as well as ensuring the environmental friendliness of the process.

Grain processing plays a pivotal role in the agricultural sector, influencing food security and economic sustainability worldwide. This paper investigates innovative approaches in grain processing, focusing on advancements in developed countries such as Canada, the USA, Japan, China, and several European nations, while also comparing these practices with Ukraine's current state in grain processing. As the global demand for effective resource utilization increases, enhancing productivity and quality in this sector has become essential.

In Canada, biotechnology is a primary driver for improving grain quality. Canadian researchers are engaged in genetic modifications of wheat to boost disease resistance and protein content. The use of advanced grain preservation techniques, such as controlled storage with humidity and temperature sensors, has minimized post-harvest losses. Similarly, in the USA, significant strides in automation and robotics have transformed grain processing, with companies integrating robotic systems and employing IoT technologies for real-time monitoring. European nations focus on sustainable processing methods, emphasizing energy efficiency and the creation of innovative grain-based products through biotechnology.

While Ukraine is a major grain exporter, its adoption of innovative processing technologies lags behind those in developed countries. However, there is a growing interest in modernizing practices, including precision agriculture and organic production. The implementation of automation in storage facilities by companies like Nibulon demonstrates Ukraine's potential for growth in this field. Overall, the exploration of these innovative technologies is crucial for improving production efficiency and competitiveness in the global market, as countries like Canada, the USA, Japan, China, and European nations set benchmarks for advancements in grain processing.

Modern approaches to obtaining high-quality grain products are focused on increasing nutritional value, ensuring product safety, minimizing nutrient losses, and efficient use of resources. These approaches include technological innovation, biofortification, quality control and the use of natural components.

Keywords: *grain storage, grain processing, innovative technologies, biotechnology, automation, energy efficiency, robotics, precision agriculture, organic production, Ukraine, global comparison.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. *Зернова галузь є стратегічною складовою аграрного сектору, яка забезпечує продовольчу безпеку та експортний потенціал країни. Проте, виробники зерна стикаються з низкою викликів, пов'язаних із забезпеченням збереження якості зерна та ефективною його переробкою у високоякісну продукцію. У процесі зберігання та переробки значна частина зернових втрат і погіршення їхньої якості обумовлена фізико-хімічними процесами, мікробіологічним псуванням, нападами шкідників і впливом інших негативних чинників. Такі втрати*

не лише знижують економічну ефективність виробництва, але й впливають на доступність якісних зернових продуктів для споживачів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Інновації в галузі зберігання зерна допомагають зберігати його якість протягом тривалого часу, запобігати втратам та забезпечувати безпеку продукції. Використання сучасних технологій сприяє зменшенню витрат і підвищенню екологічної стійкості процесів зберігання. Інновації в переробці зерна націлені на створення продукції, яка відповідає сучасним стандартам харчової безпеки, поживності та екологічної стійкості. Впровадження нових технологій дозволяє підвищити якість зернопродуктів, роблячи їх більш привабливими для споживачів і корисними для здоров'я.

Мета статті полягає в аналізі сучасних інноваційних підходів до зберігання та переробки зерна, які забезпечують отримання високоякісних зернопродуктів із збереженням їхньої харчової цінності, безпечності та мінімізації втрат поживних властивостей. Дослідження спрямоване на висвітлення найефективніших технологій, таких як використання інертних газів, біотехнологічні методи контролю якості, нанотехнології та цифрові системи моніторингу, що дозволяють створювати якісні продукти, зберігати зернову сировину з мінімальними втратами та підвищувати конкурентоспроможність зернопродуктів на міжнародному ринку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримання високоякісних зернопродуктів складається з двох послідовних напрямків, а саме застосування сучасних підходів під час зберігання зернової сировини та впровадження інноваційних технологій під час переробки.

Інновації в зберіганні зерна спрямовані на підвищення його якості, безпечності та мінімізацію втрат під час зберігання. Основними напрямками досліджень є оптимізація умов зберігання, запобігання псуванню зерна, боротьба з комахами та грибковими захворюваннями, а також забезпечення екологічності процесу.

Один із сучасних методів зберігання зерна передбачає використання інертних газів, таких як азот і діоксид вуглецю. Вони створюють атмосферу з низьким вмістом кисню, що запобігає розвитку комах, грибків та окисленню. Дослідження показують, що такі методи дозволяють значно збільшити термін зберігання зерна без втрат його якості [1]. Біотехнологічні підходи, такі як застосування біологічних агентів або природних хімічних речовин, дозволяють ефективно боротися зі шкідниками та грибковими інфекціями, мінімізуючи використання хімічних пестицидів. Наприклад, екстракти деяких

рослин виявилися ефективними проти комах-шкідників та грибків, що сприяє екологічно чистому зберіганню зерна [2].

Контроль вологості є ключовим фактором зберігання зерна, оскільки надмірна вологість може призвести до розвитку цвілі та псування зерна. Інноваційні технології, такі як датчики вологості та автоматизовані системи контролю клімату, дозволяють підтримувати оптимальні умови зберігання. Сучасні автоматизовані системи моніторингу та контролю вологості допомагають мінімізувати ризики псування [3]. Системи активної вентиляції з сенсорами температури та вологості дозволяють підтримувати зерно в належних умовах зберігання, регулюючи повітряні потоки відповідно до показників температури та вологості. Така система знижує ризик перегріву та забезпечує рівномірний розподіл тепла в зернових силосах, що важливо для збереження якості зерна протягом тривалого часу [4].

Нанотехнології відкривають нові можливості для захисту зерна від шкідників та мікроорганізмів. Наприклад, застосування наночастинок срібла або інших наноматеріалів в покриттях або в пакувальних матеріалах може запобігти розвитку грибків та бактерій, зберігаючи зерно без використання хімічних засобів [5].

Застосування цифрових технологій, таких як Інтернет речей (IoT), дозволяє в режимі реального часу контролювати умови зберігання зерна, включаючи температуру, вологість та рівень кисню. Ці технології забезпечують ефективний моніторинг і управління умовами зберігання, дозволяючи швидко реагувати на будь-які відхилення [6].

Таким чином, інновації в галузі зберігання зерна допомагають зберігати його якість протягом тривалого часу, запобігати втратам та забезпечувати безпеку продукції.

Інновації у сфері переробки зерна спрямовані на підвищення якості готової продукції, покращення її харчових властивостей та ефективного використання сировини. Переробка зерна на зернопродукти є важливим сектором агропромислового комплексу багатьох країн світу. Враховуючи зростаючу потребу в ефективному використанні ресурсів, питання підвищення продуктивності та якості переробки зерна стає особливо актуальним. Розвинені країни, такі як Канада, США, Японія, Китай та країни Європи, активно розвивають інноваційні підходи у цій сфері.

Канада є одним із світових лідерів у виробництві зерна, зокрема пшениці та канолі. Одна з найважливіших інноваційних технологій у Канаді – це використання біотехнологій для підвищення якості зернових продуктів. Канадські вчені працюють над генетичними

модифікаціями пшениці, що дозволяє підвищити стійкість до хвороб і шкідників, збільшити вміст білка і поліпшити властивості борошна [7].

Крім того, канадські компанії активно впроваджують нові технології зберігання зерна, такі як контрольовані умови зберігання з використанням датчиків вологості та температури. Це дозволяє мінімізувати втрати при зберіганні та забезпечити високу якість продукції протягом усього процесу переробки [7].

Наприклад, компанія Richardson International запровадила систему повного автоматизованого контролю процесу виробництва борошна, що дозволяє мінімізувати людський фактор і підвищити точність обробки зерна. Такі технології допомагають підвищити ефективність процесів і знизити енергоспоживання [7].

США також є одним із провідних виробників зернових культур і активно впроваджують інновації в переробці зерна. Одним із ключових напрямків є використання робототехніки та автоматизації на всіх етапах процесу. Американські компанії інтегрують роботизовані системи у виробничі лінії для обробки, сортування і пакування зернопродуктів [8].

Однією з тенденцій в США є використання інтернету речей (IoT) та даних для моніторингу і управління зернопереробними комплексами. Це дозволяє в реальному часі відстежувати процеси переробки і приймати оперативні рішення для підвищення ефективності [8].

Прикладом є компанія ADM (Archer Daniels Midland), яка запровадила систему машинного навчання для оптимізації переробки кукурудзи на крохмаль і глюкозу. Це дозволяє підвищити якість зернопродуктів та скоротити відходи виробництва [8].

Європейські країни, такі як Німеччина, Франція та Нідерланди, зосереджують увагу на екологічних технологіях переробки зерна. Європейські виробники активно впроваджують методи переробки, що мінімізують вплив на навколишнє середовище, такі як енергоефективні технології та зменшення викидів вуглекислого газу [9].

Також варто зазначити розвиток біоінженерних технологій у Європі. Компанії застосовують ферментацію та інші біотехнологічні процеси для створення нових продуктів на основі зерна, таких як біопластики та біоетанол [9].

Французька компанія Roquette активно займається розробкою нових видів борошна на основі гороху та інших альтернативних культур, що дозволяє урізноманітнити асортимент продукції та зменшити залежність від традиційних зернових культур, таких як пшениця [9].

Японія, маючи обмежені земельні ресурси, зосереджує свою увагу на ефективному використанні сировини та підвищенні якості

продукції. Основним напрямком інновацій є технології глибокої переробки зерна. Це включає виробництво високоякісних харчових добавок і функціональних продуктів на основі рису та інших зернових культур [10].

Японські компанії також активно впроваджують технології молекулярної біології для поліпшення смакових якостей та харчової цінності зернопродуктів [10].

Наприклад, японська компанія Asahi Group розробила технологію ферментативної переробки рису для створення продуктів без вмісту глютену, що відповідає зростаючому попиту на безглютенові продукти серед споживачів [10].

Китай, один із найбільших виробників і споживачів зерна у світі, також активно розвиває інноваційні технології в агропромисловому комплексі. Основна увага приділяється збільшенню ефективності виробництва та впровадженню автоматизації [11].

Однією з важливих тенденцій у Китаї є розвиток технологій ферментації для виробництва нових видів продуктів на основі зерна, зокрема соєвих протеїнів та ферментованих продуктів, що мають високий попит як на внутрішньому ринку, так і на експорт [11].

Компанія COFCO, один із найбільших агрохолдингів Китаю, активно впроваджує технології вертикальних ферм для вирощування зернових культур у контрольованих умовах, що дозволяє збільшити урожайність та забезпечити стабільні поставки продуктів на ринок [11].

Україна є одним із провідних світових експортерів зернових культур, але інноваційні технології в сфері переробки зерна все ще розвиваються повільніше, ніж у розвинених країнах. Проте, останніми роками в Україні спостерігається зростаюча увага до впровадження сучасних технологій. Наприклад, технології точного землеробства та автоматизація процесів переробки активно інтегруються в українські зернопереробні підприємства [12].

Важливим напрямком є також розвиток органічного виробництва та переробки зерна без використання хімічних добрив і пестицидів. Українські виробники прагнуть вийти на міжнародні ринки органічної продукції, що вимагає впровадження нових технологій сертифікації та контролю якості [12].

Українська компанія «Нібулон» впроваджує системи автоматизації та моніторингу на своїх елеваторах, що дозволяє контролювати якість зерна під час зберігання та зменшувати втрати від неправильної обробки або зберігання [12].

Порівнюючи інноваційні підходи в переробці зерна в Україні та за кордоном, можна відзначити, що країни Північної Америки, Європи

та Азії активно впроваджують технології автоматизації, біотехнології та інновації в збереженні ресурсів. В Україні цей процес ще перебуває на стадії розвитку, проте впровадження новітніх технологій поступово зростає. Найбільш перспективними напрямками для України є впровадження біотехнологій, автоматизації та органічного виробництва [12].

Сучасні підходи до отримання високоякісної продукції з зерна орієнтовані на підвищення харчової цінності, забезпечення безпечності продуктів, мінімізацію втрат поживних речовин та ефективне використання ресурсів. Ці підходи охоплюють технологічні інновації, біофортифікацію, контроль якості та використання природних компонентів.

Фракціонування дозволяє розділяти зерно на окремі складові – зародок, ендосперм і висівки – і забезпечувати точне дозування білків, клітковини та вітамінів у готових продуктах. Завдяки цій технології можна отримувати зернові продукти з різними властивостями для спеціального харчування. Зокрема, фракціонування сприяє підвищенню біодоступності біоактивних сполук і вітамінів у продуктах з цільнозернового борошна [13].

Екструзія дозволяє виготовляти продукти з високим вмістом білка, збагачені вітамінами, мінералами та іншими біологічно активними речовинами. За допомогою екструзії можна створювати закуски, пластівці та інші продукти, що мають оптимальну текстуру і зберігають поживні речовини. Екструзія також дозволяє знижувати рівень антинуртритів у зернових, що покращує їхню харчову цінність [14].

Біофортифікація – це метод, що дозволяє збільшити вміст заліза, цинку, вітамінів групи В та інших мікроелементів у зерні. Це сприяє покращенню харчової цінності кінцевих продуктів та задоволенню потреб людей, які мають дефіцит певних мікроелементів. Зокрема, підвищення вмісту заліза у продуктах із зерна є важливим для профілактики анемії [15].

Ферментація зернових продуктів збагачує їхню харчову цінність, збільшує вміст пробіотиків та поліпшує засвоюваність поживних речовин. Використання заквасок та ферментаційних процесів дозволяє розкласти антинуртрити, такі як фітати, і поліпшити біодоступність заліза, кальцію та цинку [16].

Нанотехнології активно застосовуються для підвищення якості зернових продуктів, наприклад, для створення нанопокриттів, що зберігають свіжість продукції. Крім того, наноматеріали можуть використовуватися для захисту від мікроорганізмів, покращуючи безпечність і подовжуючи термін зберігання зернових продуктів [17].

Інноваційні цифрові системи, засновані на штучному інтелекті та Інтернеті речей (IoT), дозволяють контролювати процеси виробництва і зберігання зернових продуктів у реальному часі. Ці технології дозволяють оптимізувати процеси, запобігати дефектам і підвищувати ефективність переробки зерна [18].

Висновки. Інноваційні технології в переробці зерна є важливим фактором для підвищення ефективності виробництва, зменшення втрат та підвищення якості продукції. Країни, такі як Канада, США, Європа, Японія та Китай, впроваджують передові підходи у цій сфері, використовуючи робототехніку, біотехнології та енергозберігаючі технології. Україна має потенціал для розвитку цих технологій, що дозволить їй підвищити конкурентоспроможність на світовому ринку зернопродуктів.

Сучасні підходи для отримання високоякісної продукції з зерна орієнтовані на збереження харчової цінності, безпечності, а також на інноваційні методи обробки та збагачення продукції. Використання технологій, таких як екструзія, ферментація, біофортificaція та цифрові системи контролю, сприяє створенню якісних і безпечних продуктів для споживачів.

Список джерел інформації / References

1. Moreno-Martínez, E., et al. (2000). "The use of carbon dioxide to control insect pests in stored grain". *Journal of Stored Products Research*.
2. Islam, M. S., et al. (2016). "Biological control of stored product pests". *Advances in Entomology*.
3. Navarro, S., & Noyes, R. T. (2002). "The mechanics and physics of modern grain aeration management". *American Society of Agricultural Engineers*.
4. Montross, M. D., & Maier, D. E. (2000). "Temperature management of stored grain with aeration". *Applied Engineering in Agriculture*.
5. Abdel-Hameed, S., et al. (2021). "Nanotechnology for food preservation: Silver nanoparticles as an alternative for grain storage". *Journal of Nanotechnology*.
6. Chand, P., et al. (2020). "IoT and smart technologies for grain storage monitoring". *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.
7. Grain Processing Innovations in Canada. // Canadian Grain Commission. 2023.
8. Technological Advances in Grain Processing in the USA. // *Food Engineering Journal*. 2023.
9. European Innovations in Sustainable Grain Processing. // *Journal of Food Technology*. 2022.
10. Advances in Grain Processing in Japan and its Economic Impact. // *Asia Food Science*. 2023.
11. Innovations in Grain Processing: A Chinese Perspective. // *China Agricultural University Press*. 2023.
12. Сучасні тенденції переробки зерна в Україні. // *Аграрний журнал*. 2023.

Suchasni tendencii pererobki zerna v Ukraini // Agrarnii gurnal. 2023.

13. Hemery, Y., et al. (2011). "Dry-fractionation of wheat bran increases the bioavailability of phenolic acids in whole wheat breads". Food Chemistry.

14. Brennan, C. S., et al. (2013). "The role of extrusion in enhancing the nutritional value of cereals". Journal of Cereal Science.

15. Nestel, P., et al. (2006). "Biofortification of staple food crops". Journal of Nutrition.

16. Katina, K., et al. (2014). "Sourdough: a tool to improve the nutritional and technological quality of wheat bread". Food Microbiology.

17. Ranjan, S., et al. (2014). "Nanotechnology in cereals and cereal product processing". Critical Reviews in Food Science and Nutrition.

18. Wang, J., et al. (2020). "Artificial intelligence in food quality and safety". Trends in Food Science & Technology.

Гавриш Тетяна Володимирівна, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрою технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, gavrishtanya@ukr.net.

Gavrish Tatyana, PhD, Associate Professor, head department of technology of bread products and confectionery products, State Biotechnological University, gavrishtanya@ukr.net.

Фоміна Ірина Миколаївна, канд. техн. наук, доц., кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, anirif@ukr.net

Fomina Iryna, PhD, Associate Professor, Department of technology of bread products and confectionery products, State Biotechnological University, anirif@ukr.net

DOI 10.5281/zenodo.14673278

УДК 658.562:06.83

РОЗРОБКА ХАРЧОВИХ КОМПОЗИЦІЙ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЛЮДЕЙ В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО СТРЕСУ

К.В. Свідло, Л.К. Карпенко, О.В. Богомолов, Л.В. Піддубна

Під впливом хронічного стресу центральна нервова система людини стає вразливою, що може призвести до різних негативних наслідків, таких як зловживання алкоголем, наркотиками або зміни в поведінці та соціальній абстиненції. Умови постійного стресу вимагають специфічних підходів до харчування, що відображено в даній роботі.

Ключові слова: моделювання, харчові продукти для людей в умовах постійного стресу, механізм адаптації.