

---

# ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

---

## FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.661.2:005.591.6

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.5>

### ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

---

**Горач О. О.** – доктор технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-8737-5002

**Дзюндзя О. В.** – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інженерії харчового виробництва  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0000-0002-1996-7065

**Олейникова С. О.** – здобувачка вищої освіти  
другого (магістерського) рівня першого року навчання  
Херсонського державного аграрно-економічного університету  
ORCID ID: 0009-0006-5435-5271

*В статті розглянуто технологічне обладнання для виробництва безглютенового борошна функціонального призначення та необхідність проектування технологічних ліній з його виробництва. Зазначено, що на сьогоднішній день світовий ринок безглютенових продуктів харчування безперервно зростає, але технологічний процес виробництва безглютенового борошна для виготовлення функціональних продуктів харчування потребує дотримання та виконання певних вимог виробничого процесу.*

*Встановлено основні недоліки та перешкоди, які не дозволяють одержувати безглютенове борошно високої якості, яке б відповідало європейським стандартам якості, які полягають у використанні однакового обладнання для виробництва різних видів борошна, а також велика імовірність потрапляння глютену в продукти, через перенесення сировини, що містить глютен, з обладнання та тари, які використовуються у технологічному процесі виробництва. Визначено, що головною проблемою при виготовлення безглютенового борошна є підтримка чистоти приміщень для зберігання, транспортування та виробничих приміщень на підприємствах галузі, що виробляють безглютенову продукцію.*

*Вирішення проблем виробництва безглютенового борошна та функціональних продуктів харчування, можливе за умов проектування окремих цехів на підприємствах галузі, які*

---

будуть відрізнятися тим, що їх технологічні лінії ніколи не стикатимуться з сировиною, що містить глютен, а для зерна і борошна призначені спеціальні склади. Також зазначено, що сировину необхідно закуповувати у перевірених виробників сільськогосподарської продукції. Крім того, зберігання та транспортування сировини необхідно здійснювати у контейнерах окремо від глютенвмісної сировини для запобігання крос-контамінації сировини та обладнання. Розв'язання поставлених задач виробництва безглютенової продукції, можливо лише за комплексної модернізації виробництва з використанням сучасних методів проектування. Вирішення поставлених задач, можливе на основі проектування цехів та технологічних ліній; тісної співпраці науковців та фахівців галузі; проведення високотехнологічних досліджень та розробок; впровадження новітніх технологій та методик в конструкції й технології виробництва функціональних продуктів. Все це сприятиме досягненню високих результатів виробничого процесу, зробить експлуатацію та обслуговування більш зручними, дозволить здійснювати точний контроль якості, підвищить надійність і стабільність виробничого процесу.

**Ключові слова:** технологічне обладнання, проектування, виробництво, безглютенова сировина, функціональні продукти.

**Gorach O. O., Dzyundzya O. V., Oleinikova S. O. Technological equipment and design of technological lines for the production of functional purpose flour**

**Setting objectives.** The article examines technological equipment for the production of functional gluten-free flour and the need to design technological lines for its production. It is noted that today the world market of gluten-free food products is continuously growing, but the technological process of gluten-free flour production for the production of functional food products requires the observance and fulfillment of certain requirements of the production process.

The main shortcomings and obstacles that prevent the production of high-quality gluten-free flour that would meet European quality standards have been identified, which are the use of the same equipment for the production of different types of flour, as well as the high probability of gluten entering products, due to the transfer of gluten-containing raw materials, from equipment and containers used in the manufacturing process. It was determined that the main problem in the production of gluten-free flour is maintaining the cleanliness of storage, transportation and production facilities at the enterprises of the industry that produce gluten-free products.

**Research results.** Solving the problems of the production of gluten-free flour and functional food products is possible under the conditions of designing separate shops at enterprises of the industry, which will differ in that their technological lines will never come into contact with raw materials containing gluten, and special warehouses are designated for grain and flour. It is also stated that raw materials must be purchased from verified producers of agricultural products. In addition, raw materials must be stored and transported in containers separate from gluten-containing raw materials to prevent cross-contamination of raw materials and equipment. The solution of the set problems of production of gluten-free products is possible only with comprehensive modernization of production using modern design methods.

**Conclusions.** Solving the set tasks is possible on the basis of the design of shops and technological lines; close cooperation of scientists and industry specialists; conducting high-tech research and development; implementation of the latest technologies and methods in the design and production technology of functional products. All this will contribute to achieving high results of the production process, make operation and maintenance more convenient, allow accurate quality control, and increase the reliability and stability of the production process.

**Key words:** technological equipment, design, production, gluten-free raw materials, functional products.

**Постановка проблеми.** Світовий ринок безглютенових продуктів харчування безперервно зростає. Споживачі все частіше добровільно або через непереносимість глютену, обирають безглютенове харчування. У багатьох регіонах світу основні продукти харчування виготовляються із безглютенової сировини. В Азії, Латинській Америці та Африці безглютенові продукти, наприклад, рис, кукурудза, пшоно, кіноа чи амарант традиційно відіграють важливу роль та становлять основу безглютенових продуктів [1, 2].

На підприємствах харчової промисловості одні й ті самі технологічні лінії використовуються для різних видів сировини, отже у повністю безглютеновій рецептурі можуть опинитися залишки сировини з попередньої партії, що містить

глютен. Тому головна проблема для виготовлення безглютенового борошна – це підтримка чистоти приміщень для зберігання, транспортування та виробничих приміщень на підприємствах галузі, що виробляють безглютенову продукцію. Відповідно до норм технічного регламенту ТР/ТС 027/2012 та стандарту Codex Stan 118-79 вміст глютену в готовій харчовій продукції не повинен перевищувати 20 мг/кг готового продукту [3, 4].

Відомо, що під час виробництва безглютенової продукції, залишається велика імовірність потрапляння глютену в продукти, через перенесення сировини, що містить глютен, з обладнання та тари, які використовуються у технологічному процесі виробництва.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що проектування цехів з виробництва безглютенової продукції є важливим та актуальним питанням сьогодення, що потребує особливої уваги фахівців галузі. Проектування цехів для виробництва продукції функціонального призначення, дозволить забезпечити чистоту виробництва від потрапляння глютену в технологічний процес та сприятиме одержанню готової продукції, яка відповідатиме європейським вимогам якості на безглютенову продукцію відповідно до Codex Stan 118-79 [5-7].

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є обґрунтування використання технологічного обладнання для виробництва борошна функціонального призначення та необхідність проектування цехів з його виробництва.

**Виклад основного матеріалу.** На основі вищезазначеного, можна зробити висновок, що безглютенова продукція повинна вироблятися в окремо спроектованих приміщеннях, а також на окремому устаткуванні, що дозволить виключити навіть випадкове попадання сировини, що містить глютен, в готові вироби.

Не менш важливим питанням, яке стоїть перед харчовою галуззю є дотримання вимог щодо приймання сировини, яке надходить на виробництво. Як відомо, від якості сировини, що надходить на виробництво залежить якість готових виробів. Використання сівозміни на полях, де посіяні злаки без глютену, призводить до того, що разом зі з безглютеновими злаками сходять і частина торішніх культур із насіння, що осипалося восени під час збирання врожаю. Крім того, фасування різних видів сировини відбувається в одному приміщенні, що підвищує ризик змішування різних видів зерна, а отже і борошна. Тому виробники, що спеціалізуються на безглютеновій продукції, повинні особливо увагу приділяти, приймальному контролю вхідної сировини та використовувати для цього національні, європейські та міжнародні стандарти якості [5-7]. Запорука якісного виробництва у великій мірі, в цьому випадку залежатиме від відповідальності постачальника сільськогосподарської сировини та його прагнення відповідати національним, європейським та міжнародним стандартам якості.

Розглянемо технологічне обладнання для виготовлення безглютенового борошна. Борошно без глютену – це вид борошна, яке не містить глютен. Воно підходить для людей із захворюваннями, пов'язаними з непереносимістю глютену, зокрема целиакії або алергії на пшеницю. Крім того, воно стає все більш популярним, оскільки деякі люди вважають його здоровою їжею. Борошно без глютену може виготовляти з різних видів насіння, зерен або рослин. На рис. 1 наведено технологічне обладнання для виробництва безглютенового борошна.

Технологічне обладнання для виготовлення безглютенового борошна, що наведено на рис. 1 складається з кількох частин, але система подрібнення є найважливішою її частиною. Воно містить висівковий млин, млин для подрібнення ядер, висівковий млин, хвостовий млин та систему очищення.



*Рис. 1. Технологічне обладнання для виготовлення безглютенового борошна*

Система подрібнення висівок полягає в тому, щоб позбутися пшеничних ядер, зішкребти пшеничний шлак, серцевину та грубий порошок з пшеничних висівок, у той же час не допускаючи перелому висівок, щоб ендосперм пшениці міг повністю відокремитися від висівок, і відокремити висівки.

Система подрібнення висівок призначена для переробки висівок з висівкового млина або інших систем, для того, щоб додатково відокремити ендосперм від висівок і одержати пшеничне ядро високої якості, а потім доставити в систему подрібнення ядра для подрібнення його на борошно.

Система очищення полягає в тому, щоб відокремити пшеничні висівки, серцевину, грубий порошок і пластівці висівок, які отримують з інших систем за допомогою комбінованої функції очисного просіювання та просіювання, а потім доставити їх у відповідні системи дроблення для переробки.

Система основного подрібнення полягає в подрібненні ядер пшениці, які надходять від подрібнення висівок, подрібнення висівок та системи очищення, в борошно з певним ступенем тонкості.

Хвостова подрібнювальна система – це кінцева секція системи подрібнення ядра, яка спеціально призначена для обробки низькоякісного ядра пшениці, що містить частинки висівок, з метою вилучення пшеничного борошна. Система очищення призначена для підвищення чистоти та якості борошна [8, 9].

Гречка – трав'яниста рослина сімейства гречаних. Її вирощують через поживне зернове насіння і як покривну культуру. Гречка примітна тим, що є скоростиглою культурою, для дозрівання якої потрібно від 10 до 12 тижнів.

Гречка росте на добре обробленому ґрунті з помірною родючістю. Для вирощування підійде рівень рН ґрунту до 4,8. Рослина не переносить стресові умови і погано підготовлений ґрунт, а тонке коріння швидко проникає вглиб, але не переносить ущільнення, затоплення або посуху. Зерна гречки багаті на залізо. Оскільки гречка не містить глютену, її можуть споживати ті групи населення, які страждають на захворювання з непереносимістю глютену, такими як целиакія, нечутливість до глютену або герпетиформний дерматит. Виготовляється гречане борошно з перемеленої гречки. Має землистий смак і використовується для приготування традиційної японської локшини соба. Гречане борошно є гарним джерелом

клітковини, білка і мікроелементів, таких як марганець, магній, мідь, залізо і фосфор.

Для досягнення найкращих результатів гречане борошно слід використовувати в поєднанні з іншими цільнозерновим борошном, що становить 25-50% від загальної кількості в рецепті. Добре підходить для млинців і швидкого хліба, а також утворює чудову крихту в м'ясі та інших білках.

Технологічне обладнання для переробки гречаного борошна складається з кількох частин. Машина для очищення та сушильна машина очищують гречку для видалення домішок та добавок. Це дозволить гречаному борошну відповідати вимогам якості. На рис. 2. Наведена машина для переробки гречаного борошна.



*Рис. 2. Технологічне обладнання для одержання гречаного борошна*

Машина для очищення поєднує в собі різноманітні методи очищення для забезпечення гарної якості. Потім гречку відправляють на лущення і очищення. Після чого ядра гречки зберігають у силосах або резервуарах, щоб відрегулювати їх вологість перед подрібненням. Двоступенева система подрібнення дозволяє одержати більш тонкий помел та якісніше гречане борошно. На пакувальній машині автоматично відбувається пакування гречаного борошна або безпосереднє транспортування для подальшої обробки [8, 9].

Рисове борошно – це форма борошна, виготовленого з дрібно перемеленого рису. Рисове борошно є поширеною заміною пшеничного борошна. Він також використовується як потовщувач в рецептах, які охолоджуються або заморожуються, оскільки він пригнічує поділ рідини. Рисове борошно може бути виготовлене як з білого рису, так і з коричневого рису. На рис. 3 наведено технологічне обладнання для виготовлення рисового борошна.

Технологія виробництва рисового борошна полягає у видаленні лушпиння рису та отриманні сирого рису, який потім подрібнюють до борошна. На сьогодні, найпоширенішою машиною для переробки рисового борошна є роликовий млин. Вперше він був розроблений в Угорщині в 1970-х роках. Обробка передбачала проходження зерна між наборами спінінгових металевих роликів. Ці млини працюють, пропускаючи зерно між серією парних роликів з рифленими поверхнями. Отримане подрібнене зерно просіюють між кожною парою роликів, щоб

відокремити висівки від крохмалистого ендосперма. Кінцевим продуктом є супердрібне біле борошно. Перші роликові млини приводилися в рух паровими двигунами, в той час як сучасні, живляться від електродвигунів. Ці млини не тільки швидше, ніж традиційні млини, вони також виробляють більшу кількість білого борошна більш високої якості. Однак через їх більш високі швидкості і більш енергійні дії є набагато більше шкоди, нанесеної компонентам борошна. Є способи зменшити пошкодження і підтримувати більш високий рівень природних поживних речовин і технологія фрезерування розвивається, щоб зменшити тиск і температуру в рулонах. З іншого боку, рифлена поверхня роликових млинів розбиває молекули крохмалю і надає отриманому борошну більшу здатність поглинати воду, ідеально підходить для процесу виготовлення рисової локшини [8, 9].



*Рис. 3. Технологічне обладнання для виготовлення рисового борошна*

Кукурудзяне борошно є одним з найпоширенішим та основним продуктом харчування в багатьох країнах світу. Кукурудзяне борошно можна одержати різного ступеня помелу від грубого, середнього до тонкого. Але в порівнянні з пшеничним борошном воно не таке тонке. Кукурудзяне борошно дуже популярне в Китаї, Америці, Мексиці та інших країнах світу. Воно має більшу харчову цінність в порівнянні зі звичайним пшеничним борошном, і це є однією з основних причин його затребуваності в харчовій галузі.

На рис. 4 наведено технологічне обладнання для виготовлення кукурудзяного борошна.

На сьогоднішній день, кукурудзяне борошно дуже часто використовують в безглютенових рецептурах для виготовлення функціональних продуктів харчування. Найпоширенішим є його використання для виробництва різноманітних булочок, локшини, млинців та інші видів продуктів. Кукурудзяне борошно виробляється з цілого ядра кукурудзи, включаючи зародки та висівки. Воно часто використовується як загусник для рідини, в приготуванні хліба і коржів. Кукурудзяне борошно буває білим і жовтим, його можна комбінувати з іншим безглютеновим борошном у тісті. Борошно багате клітковиною, каротиноїдами лютеїну і зеаксантину. Ці два рослинних антиоксиданти дуже корисні для очей. Також в складі є вітамін В6, тіамін, марганець, магній і селен [5-8].

На основі проведених досліджень з вивчення особливостей технологічного обладнання для виробництва безглютенової продукції, можна зробити висновок, що на сьогоднішній день це питання потребує проведення глибоких наукових

досліджень, спрямованих на вивчення технологічного процесу виробництва. Встановлено основні недоліки та перешкоди, які не дозволяють одержувати безглютенове борошно високої якості, яке б відповідало європейським стандартам, які полягають у використанні однакового обладнання для виробництва різних видів борошна, а також велика імовірність потрапляння глютену в продукти, через перенесення сировини, що містить глютен, з обладнання та тари, які використовуються у технологічному процесі виробництві.



*Рис. 4. Технологічне обладнання для виготовлення кукурудзяного борошна*

**Висновки.** На основі проведеного аналізу виробництва, враховуючи особливості та необхідність технологічних ліній, можна зробити висновок, що одержання безглютенового борошна, можливе за умов проектування окремих цехів на підприємствах галузі, які відрізняються тим, що їх технологічні лінії ніколи не стикаються з сировиною, що містить глютен, а для зерна і борошна призначені спеціальні склади. Також необхідно зазначити, що сировину необхідно закуповувати у перевірених виробників сільськогосподарської продукції. Крім того, зберігання та транспортування сировини необхідно здійснювати у контейнерах окремо від глютенвмісної сировини для запобігання крос-контамінації сировини та обладнання. Розв'язання поставлених задач виробництва безглютенової продукції, можливо лише за комплексної модернізації виробництва з використанням сучасних методів проектування, що як відомо потребує великих капітальних витрат.

Проектування цехів та технологічних ліній потребує тісної співпраці науковців та фахівців галузі, а також потребує проведення високотехнологічних досліджень та розробок, спрямованих на постійне впровадження новітніх технологій та методик в конструкції й технології виробництва функціональних продуктів. Все це сприятиме досягненню високих результатів виробничого процесу, зробить експлуатацію та обслуговування більш зручними, дозволить здійснювати точний контроль якості, підвищить надійність і стабільність виробничого процесу.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Statistics and facts on the gluten-free foods market in the U.S. 2016. Retrieved from <https://www.statista.com/topics/2067/gluten-free-foods-market> [in English].
2. Горач О.О. Проблеми та перспективи розвитку виробництва безглютенових продуктів харчування в Україні / Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 3. С. 128-132.
3. Association of European Coeliac Societies, AO ECS [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://aoecs.org/research>.
4. Ринок безглютенових продуктів: великий потенціал поки ще сплячої потреби: веб-сайт. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/rinok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi>
5. Горач О.О. Кіпіоро І.М., Гусар А.О. Використання альтернативних видів сировини з метою розробки нових безглютенових рецептур / Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2022. Вип. 5. С. 38-44.
6. Gorach O. Conceptual basis of the formulation of gluten-free products based on the use of domestic plant raw materials / Monografia. Moderní aspekty vědy: XXV. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2022. p. 373-388.
7. Горач О.О. Обґрунтування інноваційних технологій функціональних рецептур / Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 6. С. 52-58.
8. Михалик К.В., Гусар А.О., Горач О.О. Аналіз виробництва безглютенової продукції функціонального призначення на основі використання вітчизняної сировини / Таврійський науковий вісник, 2021. № 6. С. 94-100. <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7867>
9. Lianyungang Prosperous International веб-сайт. URL: <https://ua.ever-prosperous.com/grain-processing-machine/flour-processing-machine/rice-flour-processing-machine.html>

**REFERENCES:**

1. Statistics and facts on the gluten-free foods market in the U.S. 2016. Retrieved from <https://www.statista.com/topics/2067/gluten-free-foods-market> [in English].
2. Horach O.O. Problemy ta perspektvy rozvytku vyrobnytstva bezghliutenovykh produktiv kharchuvannia v Ukraini / Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Tekhnichni nauky / Khersonskiy derzhavnyi ahrarno-ekonomichniy universytet. Kherson : Vydavnychiy dim «Helvetyka», 2022. Vyp. 3. S. 128-132.
3. Association of European Coeliac Societies, AO ECS [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://aoecs.org/research>
4. Rynok bezghliutenovykh produktiv: velykyi potentsial poky shche splyachoi potreby: veb-sait. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/rinok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi>
5. Horach O.O. Kipiuro I.M., Ghusar A.O. (2022) Vykorystannia alternatyvnykh vydiv syrovyny z metoiu rozrobky novykh bezghliutenovykh retseptur / Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Tekhnichni nauky / Khersonskiy derzhavnyi ahrarno-ekonomichniy universytet. Kherson, №. 5. pp. 38-44.
6. Horach O. Conceptual basis of the formulation of gluten-free products based on the use of domestic plant raw materials / Monografia. Moderní aspekty vědy: XXV. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2022. p. 373-388.
7. Horach O.O. Obgruntuvannia innovatsiinykh tekhnolohii funktsionalnykh retseptur/Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Tekhnichni nauky/Khersonskiy derzhavnyi



aharno-ekonomichnyi universytet. Kherson: Vydavnychiy dim «Helvetyka», 2022. Vyp. 6. S. 52-58.

8. Mykhalyk K.V., Ghusar A.O., Horach O.O. (2021) Analiz vyrobnyctva bezghljutenovoji produkciji funkcionalnogho pryznachennja na osnovi vykorystannja vitchyznjanoji syrovyny [Analysis of the production of gluten-free functional products based on the use of domestic raw materials]. Tavrijskij naukovyj visnyk, № 6, pp. 94-100. <http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/7867>

9. Lianyungang Prosperous International: veb-sait. URL: <https://ua.ever-prosperous.com/grain-processing-machine/flour-processing-machine/rice-flour-processing-machine.html>