

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛАНСЬКА ВІТА ДМИТРІВНА

УДК 664.665:664.782.8

ДИСЕРТАЦІЯ

ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ
З КЛІТКОВИНОЮ КАРТОПЛІ

Спеціальність 181 – Харчові технології

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ В.Д. Ланська

Науковий керівник

Федорова Діна Володимирівна,
доктор технічних наук, професор

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Ланська В. Д. Технологія безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 181 «Харчові технології» – Державний торговельно-економічний університет Міністерства освіти і науки України, Київ, 2025.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та розробленню технології безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі для осіб з глютензалежними захворюваннями.

Актуальність дослідження полягає у необхідності оперативного реагування на виклики продовольчої безпеки України, обумовлені загостренням соціально-економічної ситуації. Потреба в безглютенових хлібобулочних виробах (ХБВ) в Україні забезпечується, переважно, імпортом, доступним за ціною вузькому колу споживачів. Найвразливішими залишаються споживачі з глютензалежними захворюваннями, для яких такий хліб є життєво необхідним, однак його органолептичні властивості часто не відповідають очікуванням через невиражений, прісний, нехарактерний смак і швидке черствіння виробів. З огляду на стабільне зростання світового ринку безглютенових продуктів, зумовлене трендами «здорового харчування» та «чистої етикетки», актуалізується попит на якісну, доступну та натуральну продукцію цього сегмента. Тому, для вирішення поставлених проблем актуальним завданням є розроблення науково обґрунтованих технологій безглютенових ХБВ і впровадження їх на вітчизняний ринок у контексті державної політики щодо ресурсозбереження, нарощування високоякісної продукції вітчизняного виробництва.

На основі теоретичних і експериментальних досліджень сформульовано й доведено наукову гіпотезу – використання рисової закваски зі стартовою культурою мікроорганізмів та картопляної клітковини (КК) в технології

безглютенових ХБВ на основі соргового і рисового борошна забезпечить підвищення їх технологічної стабільності, харчової та біологічної цінності, уможливить розширення асортименту хлібобулочних виробів з прогнозованими показниками якості для осіб з «непереносимістю» глютену.

Вперше науково обґрунтовано, що використання рисової закваски зі стартовою культурою мікроорганізмів у кількості 30 % до маси рисового або соргового борошна та 3 % клітковини картоплі в технології безглютенових ХБВ дозволяє покращити органолептичні і структурно-механічні властивості, харчову цінність готових виробів, уповільнити процес їх «черствіння».

Визначено функціональні властивості безглютенових видів борошна (рисового, соргового) та обґрунтовано технологічну доцільність застосування рисового борошна в технології заквасок для безглютенового хліба. Доведено, що внаслідок меншої стійкості крохмалю рисового борошна до ферментативного гідролізу у рисовій заквасці на 22,5 % підвищується активність молочнокислих бактерій, на 7 % порівняно із сорговою збільшується їх кількість. Доведено технологічні переваги застосування рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 порівняно із заквасками спонтанного бродіння у технології безглютенового хліба, а саме прискорення процесу дозрівання закваски у 5 разів, підвищення активності МКБ – на 25 %, підйомної сили – на 33,3 %, вмісту цукрів – на 12,9 %, декстринів – на 34 %, летких кислот – у 1,5 рази. Це сприяло зростанню у зразках хліба на основі рисового та соргового борошна пористості м'якуші на 7,1–9,3 %, питомого об'єму – на 14,3–18,8 % відповідно.

Визначено технологічні підходи модифікації процесу дозрівання рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1. Експериментально підтверджено, що додавання 10 % цукру від маси рисового борошна підвищує підйомну силу закваски на 21,4 %, титровану кислотність – на 43,2 %, активність молочнокислих бактерій – на 12 %, показники ефективної в'язкості соргового тіста на заквасці – на 46,7 %, газоутворення – на 22 %. Хлібобулочні вироби з соргового і рисового борошна за умов використання закваски з титрованою кислотністю 11–12 град та терміном бродіння 20–24 год мають кращі

органолептичні показники (аромат, смак, розжовуваність, структуру м'якушки), вищі значення питомого об'єму (на 36 % та 16 % відповідно) та пористості (на 29 % та 11 % відповідно) порівняно зі зразками хліба без закваски.

Шляхом багатофакторного експерименту оптимізовано технологічні параметри виробництва закваски рисової за стартовою культурою мікроорганізмів: масова частка стартової культури 0,38...0,40 % за температури бродіння 27,9...28,1°C протягом 20,9...21,9 год забезпечує оптимальну кислотність і підйомну силу закваски, оптимальний питомий об'єм та пористість готових хлібобулочних виробів.

Встановлено вплив окремих рецептурних компонентів на біохімічні, реологічні показники тіста, показники технологічного процесу і якість безглютенового хліба. Доведено, що використання модифікованої закваски-стартеру в кількості 30 % збродженого борошна до загальної маси борошна в технології безглютенових хлібобулочних виробів, значно покращує органолептичні, біохімічні та реологічні показники тіста, а також якості готових виробів та уповільнює процес їх «черствіння». Обґрунтовано, що використання 3 % КК дозволяє стабілізувати структуру безглютенового тіста та покращити показники якості хліба: збільшення питомого об'єму соргового і рисового хліба – відповідно на 22,7 та 30 %, а пористості – на 4,1 і 15,6 %, порівняно зі відповідними значеннями показників для зразків без КК. Розроблено раціональний рецептурний склад соргового та рисового хліба на заквасці з КК, визначені напрями розвитку асортименту безглютенових ХБВ.

Обґрунтовано технологічні режими виробництва соргового та рисового хліба на заквасці з КК, зокрема тривалість бродіння безглютенового тіста з 30 % збродженого борошна в заквасці – 40–50 хв, тривалість випікання 25...30 хв при температурі пекарської камери 190...200°C. Змодельовано апаратурно-технологічну схему їх виробництва.

Розроблено технологію безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі, отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів, доведено їх покращену харчову цінність і органолептичні

властивості. Результати сенсорної оцінки нових видів безглютенового хліба на заквасці з клітковиною картоплі за розробленою шкалою показників дозволили визначити їх переваги порівняно із контролем, зокрема за збалансованістю і насиченістю смаку, кольору та запаху, що наближені до характеристик традиційних видів хліба.

Визначено, що за вмістом білка безглютеновий сорговий хліб на заквасці з клітковиною картоплі перевищує контроль у 5,3 рази, а рисовий – у 3,4 рази, за вмістом клітковини – відповідно у 5,4 рази та 4,4 рази. Споживання денної норми 200–250 г безглютенових ХБВ на заквасці з КК дозволить забезпечити від 8,8 до 10,7 % добової потреби у клітковині, що визначає такі вироби як джерела харчових волокон в раціоні. Встановлено, що у розроблених виробках вищий порівняно з контролем вміст вітамінів (В₁, В₃, токоферолу) та мінеральних елементів (калію, магнію, фосфору, феруму та селену).

Доведено, що показники безпечності розроблених безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм; а вміст глютену у дослідній партії складає 10,7–15,4 мкг/кг, що відповідає чинним нормам безпечності безглютенової продукції. За результатами досліджень змін фізико-хімічних, мікробіологічних і органолептичних показників якості розроблених безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі обґрунтовано режими і терміни їх зберігання: за температури 18±30 °С та відносної вологості повітря 70...75 % – не більше 72 год. Визначено, що розроблені види безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі характеризуються повільнішим процесом черствіння та кращим збереженням свіжості порівняно із контролем. Встановлено, що комплексний показник якості безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі позиціонуються в інтервалі «відмінної якості» (0,80...1,0 од.) і перевищує показник якості контролю на 13,94 % та 11,67 % відповідно. Розроблено і затверджено нормативну документацію на нові види безглютенового хліба на заквасці з клітковиною картоплі.

Здійснено оцінку економічної ефективності та соціального ефекту від впровадження розробленої технології у виробництво. Підтверджено економічну ефективність реалізації розробленої технології безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі, відпускна ціна яких у 2,1–2,5 рази нижча середньоринкової за імпортні аналоги та відповідно – на 16,3–30 % нижча за вітчизняні аналоги безглютенового хліба, що є значним резервом зростання прибутковості та джерелом конкурентної переваги. Соціальний ефект наданої розробки полягає у більш повному використанні харчового потенціалу вітчизняної зернової сировини (сорго) розширенні асортименту та забезпечені споживачів доступною продукцією спеціального дієтичного призначення, підвищеної харчової цінності з поліпшеними споживчими властивостями.

Ключові слова: целиакія, глютен, безглютенова продукція, хлібобулочні вироби, борошно, рисове борошно, хліб, закваска, закваска спонтанна, якість, молочнокислі бактерії, клітковина картоплі, харчова цінність, біотехнологічні показники, тісто

ANNOTATION

Lanska V. Technology of gluten-free bakery products with potato fiber. – Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining scientific degree of PhD (field of study: 18 Production and Technology, major: 181 Food Technology) – State university of trade and economics, Kyiv, 2025.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and development of the technology of gluten-free bakery products with potato fiber for people with gluten-dependent diseases.

The relevance of the study lies in the need for a prompt response to the challenges of food security in Ukraine, caused by the aggravation of the socio-economic situation. The need for gluten-free bakery products in the country is satisfied mainly by expensive imported products, available to a limited circle of consumers. A particularly vulnerable group are people with gluten-dependent diseases, for whom

gluten-free bread is a vital product. At the same time, the properties of gluten-free bread often do not meet the needs of consumers due to their unexpressed bland taste and rapid staleness. Considering that the global market for gluten-free products demonstrates stable growth rates in accordance with the trends of "healthy eating" and "clean label", this increases the need for high-quality, affordable, natural gluten-free products. Therefore, to solve the problems posed, the urgent task is to develop scientifically based technologies for gluten-free bakery products and introduce them to the domestic market in the context of state policy on resource conservation, increasing high-quality domestically produced products.

Based on theoretical and experimental research, a scientific hypothesis has been formulated and proven – the use of rice sourdough with a starter culture of microorganisms and potato fiber in the technology of gluten-free baked goods based on sorghum and rice flour will ensure an increase in their technological stability, nutritional and biological value, and will enable the expansion of the range of baked goods with predicted quality indicators for people with gluten "intolerance".

For the first time, it has been scientifically substantiated that the use of rice sourdough with a starter culture of microorganisms in an amount of 30 % by weight of rice or sorghum flour in the technology of gluten-free baked goods allows to improve the organoleptic and structural-mechanical properties, nutritional value of finished products, and slow down the process of their "stagnating".

The technological feasibility of using rice flour in the technology of sourdough for gluten-free bread has been substantiated. It has been proven that due to the lower resistance of rice flour starch to enzymatic hydrolysis, the activity of lactic acid bacteria in rice sourdough is 22.5 % higher, and their number is 7 % higher compared to sorghum, which contributed to ensuring better organoleptic properties of baked model systems of bread with rice sourdough. The technological advantages of using rice sourdough with starter culture LV-1 compared to spontaneous fermentation sourdoughs in gluten-free bread technology are substantiated: intensification of the sourdough maturation process by 5 times, increase in activity of lactic acid bacteria by 25 %, lifting force by 33.3 %, sugar content by 12.9 %, dextrins by 34 %, volatile acids

by 1.5 times. This contributed to an increase in porosity by 7.1–9.3 %, specific volume by 14.3–18.8 %, respectively, for model bread systems based on rice and sorghum flour.

Technological approaches to modifying the ripening process of rice sourdough with the LV-1 starter culture were determined. Adding 10 % sugar by weight of rice flour leads to an increase in the lifting force of the sourdough by 21.4 %, titrated acidity by 43.2 %, lactic acid bacteria activity by 12 %, effective viscosity of sorghum dough on sourdough by 46.7 %, and gas formation in the dough by 22 %, respectively. At a titrated sourdough acidity of 11–12 degrees during 20–24 hours of fermentation, baked goods made from sorghum and rice flour had significantly better organoleptic characteristics (aroma, taste, chewiness, crumb structure), higher specific volume (by 36 % and 16 %, respectively) and porosity (by 29 % and 11 %, respectively) compared to bread samples without sourdough.

By means of a multifactorial experiment, the technological parameters of rice sourdough production by the starter culture of microorganisms were optimized: the mass fraction of the starter culture 0.38...0.40 % at a fermentation temperature of 27.9...28.1°C for 20.9...21.9 hours. provides optimal acidity and lifting force of the sourdough, optimal specific volume and porosity of finished baked goods.

The influence of individual recipe components on biochemical, rheological indicators of dough, technological process indicators and quality of gluten-free bread has been established. It has been experimentally confirmed that the use of modified sourdough starter in the amount of 30 % of fermented flour to the total mass of flour in the technology of gluten-free bakery products significantly improves organoleptic, biochemical and rheological indicators of the dough, as well as the quality of finished products and slows down the process of their "stiffening". It has been proven that the use of 3 % potato fiber to stabilize the structure of gluten-free dough and improve the quality indicators of bread. It was experimentally established that the specific volume of sorghum and rice bread on sourdough with 3 % potato fiber increased by 22.7 and 30 %, respectively, and porosity by 4.1 and 15.6 %, compared to the corresponding values of indicators for samples without potato fiber. A rational recipe composition of

sorghum and rice bread on sourdough with potato fiber was developed, directions for the development of the range of gluten-free bakery products based on the developed types of dough were determined, which allows expanding the range of gluten-free products in the "clean label" category.

Technological modes of production of sorghum and rice bread on sourdough with potato fiber were substantiated, in particular, the duration of fermentation of gluten-free dough with 30 % fermented flour in sourdough is 40–50 min, baking duration is 25...30 min at a baking chamber temperature of 190...200°C; the instrumental and technological scheme of their production was modeled.

The technology of gluten-free bakery products on sourdough with potato fiber was developed, a set of data was obtained that characterizes the quality of the developed products, and their improved nutritional value and organoleptic properties were proven. The results of sensory evaluation of new types of gluten-free bread on sourdough with potato fiber according to the developed scale of indicators allowed us to determine their advantages compared to the control, in particular, in terms of balance and richness of taste, color and smell, which are close to the characteristics of traditional types of bread.

It was determined that the protein content of gluten-free sorghum bread on sourdough with potato fiber exceeds the control by 5.3 times, and rice bread by 3.4 times, and fiber content by 5.4 times and 4.4 times, respectively. Consumption of a daily norm of 200-250 g of potato fiber sourdough will provide from 8.8 to 10.7 % of the daily fiber requirement, which defines such products as sources of dietary fiber in the diet. It was established that the developed products have a higher content of vitamins (B₁, B₃, tocopherol) and mineral elements (Potassium, Magnesium, Phosphorus, Iron and Selenium) compared to the control.

It was proven that the safety indicators of the developed potato fiber with potato fiber meet the requirements of sanitary and hygienic standards; and the gluten content in the experimental batch is 10.7–15.4 µg/kg, which corresponds to the current safety standards for gluten-free products. Based on the results of studies of changes in the physicochemical, microbiological and organoleptic quality indicators of the developed

bakery products with potato fiber, the modes and terms of their storage were justified: at a temperature of $18\pm 30^{\circ}\text{C}$ and a relative humidity of 70...75 % – no more than 72 hours. It was determined that the developed types of gluten-free bakery products with potato fiber are characterized by a significantly slower process of staling and better preservation of freshness compared to the control. In particular, after 72 hours of storage, the hardness indicators of sorghum and rice bread are lower than the control by 34.5–44.9 %, respectively.

It was established that the comprehensive quality indicator of gluten-free bakery products with potato fiber is positioned in the interval of "excellent quality" (0.80...1.0 units) and exceeds the quality control indicator by 13.94 % and 11.67 %, respectively, which confirms the high level of quality of the developed bread samples and the feasibility of their use in the nutrition of the population. Regulatory documentation for new types of gluten-free bread on sourdough with potato fiber has been developed and approved.

An assessment of the economic efficiency and social effect of introducing the developed technology into production has been carried out. The economic efficiency of implementing the developed technology of gluten-free bakery products with potato fiber, the selling price of which is 2.1–2.5 times lower than the average market price for imported analogues and, accordingly, 16.3–30 % lower than domestic analogues of gluten-free bread, which is a significant reserve for increasing profitability and a source of competitive advantage. The social effect of the provided development is to more fully utilize the nutritional potential of domestic grain raw materials (sorghum), expand the range and provide consumers with affordable products of special dietary purpose, increased nutritional value with improved consumer properties.

Keywords: celiac disease, gluten, gluten-free products, bakery products, flour, rice flour, bread, sourdough, spontaneous sourdough, quality, lactic acid bacteria, potato fiber, nutritional value, biotechnological indicators, dough.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. Lanska V., Fedorova D., Slashcheva A. Problems and prospects of the production of gluten-free bakery products in Ukraine. *SWorldJournal*. 2022. № 1 (15–01). Pp. 8–13. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-15-01-018>.

(Особистий внесок: опрацьовано та систематизовано наукові джерела щодо існуючих проблем і задач удосконалення технологій та розширенні асортименту безглютенових хлібобулочних виробів).

2. Федорова Д., Ланська В. Закваски на рисовому борошні для безглютенового хліба. *Товари і ринки*. 2023. № 2 (46). С. 108–116. [https://doi.org/10.31617/2.2023\(46\)10](https://doi.org/10.31617/2.2023(46)10).

(Особистий внесок: Проведено дослідження етапів виведення закваски на рисовому борошні, порівняння органолептичних і фізико-хімічних показників якості закваски рисової з використанням стартової культури ЛВ–1 та закваски спонтанного бродіння, узагальнено отримані результати та сформульовано висновки).

3. Ланська В. Д., Федорова Д. В. Обґрунтування доцільності використання стартової закваски ЛВ-1 в технології безглютенового рисового хліба. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2023. № 2 (47). С. 27–39. URL: <https://oblad.donnuet.edu.ua/index.php/tehnolog/article/view/219/209>.

(Особистий внесок: проведено дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників якості рисового безглютенового хліба, обґрунтовано технологічну доцільність і раціональну кількість стартової закваски ЛВ-1 в технології безглютенового рисового хліба, здійснено опис отриманих результатів).

4. Федорова Д. В., Слащева А. В., Ланська В. Д. Технологічні аспекти виробництва безглютенового хліба на заквасках. *Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business: Scientific monograph*. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2023. Р. 247–289. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-12>.

(Особистий внесок: визначено технологічні аспекти використання спонтанних заквасок та стартерів в технологіях безглютенових хлібобулочних виробів).

5. Ланська В. Д., Гетьман І. А. Вплив клітковини картоплі на реологічні показники тіста та якість соргового хліба на рисовій заквасці. *Продовольчі ресурси*. 2024. № 12 (23). С. 104–111. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-12>.

(Особистий внесок: досліджено і проаналізовано реологічні показники соргового тіста на заквасці з клітковиною картоплі, проведено дослідження перебігу біохімічних процесів в тісті, показників якості соргового безглютенового хліба з клітковиною картоплі).

6. Федорова Д. В., Ланська В. Д. Технологія безглютенового хліба на заквасці з клітковиною картоплі. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. № 5. С. 246-257. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.5.28>.

(Особистий внесок: описані основні стадії і параметри технологічного процесу виробництва безглютенового хліба на заквасці, проведено дослідження по підборі раціонального дозування клітковини картоплі та її впливу на технологічний процес виробництва досліджено, розроблено рецептуру і технологічну схему виробництва безглютенового хліба на заквасці з КК).

7. Федорова Д., Ланська В. Якість безглютенового хліба на заквасці зі стартовою культурою LV–1. *Товари і ринки*. 2024. № 3 (51). С. 116–132. [https://doi.org/10.31617/2.2024\(51\)08](https://doi.org/10.31617/2.2024(51)08).

(Особистий внесок: проведено дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників якості безглютенового хліба на заквасці зі стартовою культурою LV–1 та з використанням 3 % КК, узагальнено отримані результати, проведено їх аналіз).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

Тези доповідей та матеріали конференцій

8. Lanska V., Fedorova D., Slashcheva A. Scientific and theoretical aspects of using rice flour-based spontaneous fermentation sourders in gluten-free bread technology. *Science and technology: problems, prospects and innovations: proc. of the 1st Int. sci. and pract. conf.* CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2022. P. 49–53. URL: <https://sci-conf.com.ua/i-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-science-and-technology-problems-prospects-and-innovations-19-21-10-2022-osaka-yaponiya-arhiv/>

9. Lanska V., Fedorova D., Slashcheva A., Waldo D. Prospects of surfactants usage in gluten-free bread. *Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні*: мат. II Міжнар. наук.-практ. конф., 25 жовтня 2023. Київ: НУХТ, 2023. С. 19–20. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e498d322-bec8-44b6-bb3c-02cd8ad8e79e/content>.

10. Федорова Д., Ланська В. Використання заквасок та пюре калини в технології безглютенових хлібобулочних виробів. *Туризм XXI століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності*: тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 23 травня 2023 р.). Київ: ДТЕУ, 2023. С. 224–227. URL: <https://knute.edu.ua/file/MzEyMQ==/9134382f6de141c4773d700c17df2cc4.pdf>.

11. Ланська В. Обґрунтування вибору борошняної сировини для виробництва безглютенового хліба. *Туризм XXI століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності*: тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 23 травня 2023 р.). Київ: ДТЕУ, 2023. С. 197–199. URL: <https://knute.edu.ua/file/MzEyMQ==/9134382f6de141c4773d700c17df2cc4.pdf>.

12. Fedorova Dina, Lanska Vita, Slashcheva Alina, Deroo Waldo. Hydrocolloids in gluten-free bread. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини*: мат. X Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Прага: Oktan Print s.r.o., 2023. С. 8–9. URL: <https://doi.org/10.46489/FAHM-23-25>.

13. Fedorova D., Lanska V. Prospects for the sourdough usage in the production of gluten-free bread. *Здорове харчування від дитинства до довголіття: комплексний підхід, стан та перспективи*: мат. III Міжнар. наук.-практ. конф., 26–27 жовтня 2023 р. Київ: НУХТ, 2023. С. 66–67. URL: <https://drive.google.com/file/d/12pn6C-ZdOSesneDBBQv9skm35sN1GXoS/view>.

14. Ланська В. Д., Федорова Д. В. Технологія безглютенового хліба з борошна сорго на рисовій заквасці зі стартовою культурою LV-1 Livendo™. *«Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві», «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*: мат. Міжнар. наук.-практ. конф., 17–18 вересня 2024 р. Київ: НУХТ, 2024. С. 34–38. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5ece5522-7731-4c3c-b23e-88a1d45e7c18/content>

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП.....	7
Розділ 1. ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ.....	14
1.1. Теоретичне підґрунтя та базові принципи створення безглютенових хлібобулочних виробів	14
1.2. Аналіз харчового та технологічного потенціалу основної сировини для безглютенових хлібобулочних виробів	30
1.3. Шляхи вдосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів	38
Висновки за розділом 1	49
Список використаних джерел за розділом 1	51
Розділ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	71
2.1. Характеристика сировини, використаної у дослідженнях	71
2.2. Постановка експерименту	74
2.3. Методи досліджень.....	75
2.3.1. Методи визначення якості сировини	75
2.3.2. Способи приготування тіста та методи визначення якості напівфабрикатів	77
2.3.3. Методи визначення якості готових виробів.....	79
2.3.4. Мікробіологічні методи досліджень.....	81
2.3.5. Спеціальні методи досліджень	82
2.3.6. Методи обробки експериментальних даних	85
Висновки за розділом 2	86
Список використаних джерел за розділом 2.....	86

Розділ 3. ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ НА ЗАКВАСЦІ З КЛІТКОВИНОЮ КАРТОПЛІ	89
3.1 Технологічні властивості рисового і соргового борошна як основної сировини для виробництва безглютенового хліба	90
3.2 Обґрунтування способів виробництва заквасок на основі рисового борошна	96
3.2.1 Обґрунтування технологічної доцільності використання стартової культури мікроорганізмів ЛВ-1 у виробництві заквасок на основі рисового борошна	96
3.2.2 Обґрунтування способів модифікації виробництва рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 для покращення якості безглютенового хліба.....	108
3.2.3 Оптимізація технологічних параметрів виробництва закваски рисової для безглютенового хліба	116
3.3. Дослідження впливу рецептурних компонентів на якість безглютенового тіста та готових хлібобулочних виробів	123
3.3.1 Вплив кількості рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 на якість безглютенового хліба	123
3.3.2 Вплив клітковини картоплі на реологічні і технологічні властивості тіста на рисовій заквасці та якість безглютенового хліба	134
3.4 Рецептури виробництва безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі, розвиток асортименту.....	140
3.5 Технологічні параметри виробництва безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі	144
Висновки за розділом 3	155
Список використаних джерел за розділом 3	157

Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ НА ЗАКВАСЦІ З КК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ..... 160

4.1. Технологічна схема виробництва безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі	160
4.2. Органолептичні показники якості безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі	165
4.3. Фізико-хімічні показники якості, харчова та біологічна цінність безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі	172
4.4. Безпечність та зміна показників якості безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі під час зберігання.....	179
4.5. Комплексна оцінка якості готових безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі	184
Висновки за розділом 4	192
Список використаних джерел за розділом 4	193

Розділ 5. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ..... 195

5.1 Заходи із практичного впровадження результатів дослідження.....	195
5.2. Розрахунок ефективності наукової розробки	196
Висновки за розділом 5	202
Список використаних джерел за розділом 5	203

ВИСНОВКИ..... 204

ДОДАТКИ

- ДОДАТОК А. Протоколи лабораторних випробувань якості борошна ТОВ «Каскад», Україна (визначення алергенів)
- ДОДАТОК Б. Оптимізація рецептурних компонентів безглютенового хліба
- ДОДАТОК В. Протоколи дослідження хімічного складу

ДОДАТОК Г. Протоколи лабораторних випробувань якості
безглютенового хліба (визначення алергенів)

ДОДАТОК Д. Протоколи лабораторних випробувань якості
безглютенового хліба при зберіганні

ДОДАТОК Е. Нормативна документація

ДОДАТОК Ж. Протоколи та акти дегустацій

ДОДАТОК К. Акти впровадження

ДОДАТОК Л. Список опублікованих праць за темою дисертації

ДОДАТОК М. Сертифікати участі у науково-практичних конференціях

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ХБВ	– хлібобулочні вироби
БХБВ	– безглютенові хлібобулочні вироби
КК	– клітковина картоплі
БР	– борошно рисове
БС	– борошно соргове
БП	– борошно пшеничне
МКБ	– молочнокислі бактерії
АК	– амінокислота
ГІ	– глікемічний індекс
КУО	– колонієутворюючі одиниці
ВООЗ	– Всесвітня Організація Охорони Здоров'я
ТМ	– торгова марка
ТОВ	– товариство з обмеженою відповідальністю

ВСТУП

Актуальність дослідження. В сучасних умовах загострення соціально-економічної ситуації внаслідок повномасштабної війни в Україні, питання забезпечення продовольчої безпеки та доступності харчових продуктів для населення набуває першочергового значення. Зниження платоспроможності населення, зростання вартості імпортованих інгредієнтів, погіршення доступності низки традиційних харчових продуктів створюють виклики та вимагають негайних науково-технологічних рішень для забезпечення вітчизняного ринку доступною харчовою продукцією, що відповідає не лише базовим харчовим потребам населення, але й сприяє підтриманню здоров'я, зміцненню імунітету та профілактиці хронічних захворювань.

Серед захворювань, які потребують спеціальних підходів у харчуванні, особливе місце займають целиакія, непереносимість глютену та супутні ускладнення обміну речовин та інші важкі вторинні імунні порушення за тривалого перебігу нерозпізнаної целиакії. За оцінками Всесвітньої гастроентерологічної організації, поширеність целиакії у світі становить близько 1 % населення, тоді як нецелиакійної глютенкової чутливості – 0,6–10,6 %. Ці категорії населення потребують щоденного безглютенового харчування та виключення з раціону продуктів з пшеничного і житнього борошна, вівса і ячменю.

Важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки відіграє хліб, який належить до соціально важливих продуктів масового споживання, забезпечуючи суттєву частку щоденного харчового раціону. Традиційні види хлібопекарського борошна – пшеничне і житнє – містять глютен, що унеможлиблює їх використання в раціонах осіб із непереносимістю глютену.

Проблема насичення ринку безглютеновими хлібобулочними виробами вітчизняного виробництва є актуальною, оскільки потреби українців в них забезпечуються переважно імпоротною продукцією, а ціни на такий хліб є недоступними для значної кількості населення.

Створенню науково-практичних засад виробництва безглютенових харчових продуктів присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених: В. І. Дробот, А. М. Дорохович, Т.Є. Лебеденко, Н. Л. Лобачової, Л.А. Михонік, А.О. Медведєвої, О.В. Науменко, О. М. Шаніної, Т.І. Юдіної, E. Gallagher, E. K. Arendt, W. A. Atwell, E. J. Hoffenberg, J. Haas, M. M. Mor та ін. Багато з них продовжують займатися цією проблемою, оскільки вона не втратила своєї актуальності й сьогодні.

За останні десятиліття було винайдено декілька підходів до розробки технологій безглютенових хлібобулочних виробів, таких як: використання безглютенового борошна з високим вмістом крохмальних та некрохмальних полісахаридів (рисового, сорго, вівсяного, гречаного, амарантового, кіноа, тефу, кукурудзяного), харчових добавок, емульгаторів, смакових інгредієнтів, гідроколоїдів, високобілкових складових та альтернативних технологій, таких як ферментативна обробка та обробка високим гідростатичним тиском. Проте, проблема покращення споживчих властивостей та харчової цінності безглютенових хлібобулочних виробів потребує нових комплексних технологічних рішень.

На нашу думку, одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є застосування інноваційних технологій із залученням доступної вітчизняної аглютенової сировини (соргове борошно), використання рисового борошна у системах заквасок-стартерів для покращення сенсорних властивостей безглютенового хліба, наближених до традиційних хлібних смаків, а також використання натуральних гідроколоїдів (клітковина картоплі), що дозволить стабілізувати структуру безглютенового тіста, підвищити харчову цінність та знизити глікемічний індекс виробів.

Це створює передумови для розширення асортименту безглютенових хлібобулочних виробів з підвищеною біологічною цінністю і виробництва конкурентоздатної безглютенової продукції із заданими споживчими властивостями.

Отже, розроблення науково обґрунтованих технологій безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі і впровадження їх на вітчизняний ринок у контексті державної політики щодо ресурсозбереження, нарощування високоякісної продукції вітчизняного виробництва є актуальним і своєчасним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась згідно з тематичними планами наукових досліджень кафедри ресторанних і крафтових технологій Державного торговельно-економічного університету: науково-дослідна робота «Інноваційні технології харчової продукції оздоровчого та спеціального дієтичного призначення» (№0124U000160).

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є наукове обґрунтування і розроблення технології безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі.

Згідно з цією метою та вибраними напрямками досліджень, у процесі роботи необхідно вирішити такі завдання:

- обґрунтувати технологічну доцільність використання борошна круп'яних культур (рисового, соргового), заквасок зі стартовими культурами мікроорганізмів, натуральних гідроколоїдів, зокрема клітковини картоплі у технології хлібобулочних виробів для осіб з «непереносимістю» глютену;
- визначити технологічні властивості безглютенових видів борошна (рисового, соргового) з метою прогнозування: переваг їх використання у виробництві закваски, впливу на показники технологічного процесу виробництва безглютенового тіста та якість готових виробів;
- довести технологічні переваги використання рисової закваски зі стартовими культурами мікроорганізмів за визначених умов виробництва у технології безглютенових хлібобулочних виробів на основі рисового і соргового борошна;
- дослідити вплив окремих рецептурних компонентів (рисової закваски, клітковини картоплі) на перебіг біохімічних процесів, реологічні властивості,

показники технологічного процесу виробництва тіста та якість безглютенового хліба на заквасці;

- обґрунтувати технологічні параметри виробництва безглютенового хліба на заквасці;

- розробити технологію безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі, комплексно дослідити якість розробленої продукції та її зміни в процесі зберігання;

- розробити нормативну документацію на безглютенові хлібобулочні вироби на заквасці з клітковиною картоплі, здійснити комплекс заходів щодо практичного впровадження результатів досліджень та оцінити соціальну і економічну ефективність наукової розробки.

Об'єкт досліджень – технологія безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі.

Предмет дослідження – борошно рисове та соргове, клітковина картоплі, стартова культура мікроорганізмів ЛВ-1 Livendo™ компанії «Lesaffre», закваски спонтанного бродіння, закваски зі стартовою культурою, органолептичні, фізико-хімічні показники, структурно-механічні, біотехнологічні та мікробіологічні властивості модельних харчових систем, що містять вищевказані види сировини, якість хлібобулочних виробів.

Методи досліджень: органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні, біотехнологічні властивості напівфабрикатів та готових виробів визначали згідно із загальноприйнятими і спеціальними методиками; методи планування експерименту та математичного моделювання з використанням сучасних комп'ютерних програм.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі теоретичних і експериментальних досліджень сформульовано й доведено наукову гіпотезу – використання рисової закваски зі стартовою культурою мікроорганізмів та картопляної клітковини в технології безглютенових хлібобулочних виробів на основі соргового і рисового борошна забезпечить підвищення їх технологічної стабільності, харчової та біологічної цінності, уможливить розширення

асортименту хлібобулочних виробів з прогнозованими показниками якості для осіб з «непереносимістю» глютену.

Уперше:

- встановлено, що за використання рисової закваски зі стартовою культурою мікроорганізмів у кількості 30 % до маси рисового або соргового борошна в технології безглютенових хлібобулочних виробів підвищується газоутворювальна здатність тіста, покращуються органолептичні і структурно-механічні властивості готових виробів, уповільнюється процес їх «черствіння»;

- визначено закономірності впливу технологічних параметрів приготування рисової закваски зі стартовою культурою на якість хлібобулочних виробів з її використанням. Шляхом багатофакторного експерименту встановлено, що використання стартової культури масовою часткою 0,38...0,40 % за температури бродіння 27,9...28,1°C протягом 20,9...21,9 год забезпечує оптимальну кислотність і підйомну силу закваски, оптимальний питомий об'єм та пористість готових хлібобулочних виробів.

- встановлено, що додавання 3 % клітковини картоплі підвищує волого- і газоутримувальну здатність тіста та стабілізує структуру безглютенових хлібобулочних виробів;

- отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів, доведено їх підвищену харчову та біологічну цінність.

Удосконалено:

- теоретичні засади щодо використання заквасок-стартерів для регулювання функціонально-технологічних властивостей, формування заданих реологічних властивостей та уповільнення процесів черствіння під час зберігання безглютенових хлібобулочних виробів.

Набули подальшого розвитку:

- дослідження щодо модифікації процесу дозрівання рисової закваски зі стартовою культурою для регулювання перебігу біохімічних процесів в безглютеновому тісті;

- теоретичні підходи щодо створення інноваційних технологій безглютенових хлібобулочних виробів шляхом застосування біотехнологічних методів модифікації вуглеводного складу аглютенкової борошняної сировини.

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технологію безглютенового рисового та соргового хлібів на заквасці з клітковиною картоплі. Розроблено та погоджено із Спеціалізованою дегустаційною комісією об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «УКРХЛІБПРОМ» з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів у встановленому порядку нормативну документацію: «Сорговий хліб на заквасці» РЦУ, ТІУ 00389676.74.7520:2025; «Рисовий хліб на заквасці» РЦУ, ТІУ 00389676.74.7521:2025.

Впровадження науково-технічних розробок і випуск експериментальних партій розроблених безглютенових хлібів на заквасці з клітковиною картоплі здійснено у виробничих умовах пекарських цехів: ТОВ «КПІ ПРО» (акт від 23.12.2024), комбінату заморожених напівфабрикатів ТОВ «ЧАНТА МАУНТ», м. Київ (акт від 17.12.2024), ТОВ «Сучасні кулінарні технології», м. Київ (акт від 17.01.2025 р.).

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні аналітичного огляду літературних джерел, патентної інформації, інших ресурсів, обґрунтуванні актуальності теми, плануванні та проведенні експериментальних досліджень в умовах лабораторії та виробництва, обговоренні одержаних результатів, формулюванні висновків, розробці нормативної документації, патентів, підготовці до публікації результатів проведених теоретичних і практичних досліджень, апробації технологій у виробничих умовах.

Результати досліджень проаналізовано та узагальнено, сформульовано висновки, підготовлено матеріали до публікації спільно з науковим керівником – д.т.н., проф. Д. В. Федоровою.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи було представлено на I Міжнародній науково-практичній конференції «Наука

і техніка: проблеми, перспективи та інновації» (м. Осака, Японія, 2022); II Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні» (НУХТ, м. Київ, Україна, 2023), X Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (ДонНУЕТ, Кривий Ріг–Прага, Україна–Чехія, 2023), III Міжнародній науково-практичній мультидисциплінарній конференції «Здорове харчування від дитинства до довголіття: комплексний підхід, стан та перспективи» (НУХТ, м. Київ, Україна, 2023), III Міжнародній науково-практичній конференції «Туризм ХХІ століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності» (ДТЕУ, м. Київ, Україна, 2023), VIII Міжнародній спеціалізованій науково-практичній конференції «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві (НУХТ, м. Київ, Україна, 2024 р.).

Публікації. Основні матеріали дисертації викладено в 14 наукових працях, з них 6 статей, серед яких 5 – у затверджених фахових виданнях України категорії «Б», 1 – у науковому періодичному виданні іншої держави з напрямку дослідження; 1 – глава у колективній монографії; 7 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Структура роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку літературних джерел та 10 додатків. Роботу викладено на 158 сторінках основного тексту, які включають 38 рисунків, 62 таблиці. Робота містить 225 найменувань літературних джерел, в тому числі 184 зарубіжних.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

1.1. Теоретичне підґрунтя та базові принципи створення безглютенових хлібобулочних виробів

Світовий ринок виробництва безглютенових продуктів має стабільну позитивну динаміку зростання. В останні роки безглютенова продукція вийшла з ніші спеціалізованого харчування та наразі на магазинних полках займає місце в ряді продуктів здорового харчування. За даними дослідницької компанії TechNavio (Канада) [1], ринок виробництва безглютенових продуктів просуває три нові тенденції, які мають значний потенціал у найближчі 3–5 років: здоров'я та гарне самопочуття; попит з боку молодого населення, яке стежить за своїм здоров'ям; збільшення маркетингової діяльності підприємств-виробників.

За останні 30 років споживання безглютенових продуктів значно зросло, особливо у розвинутих країнах Європи, Північної Америки та Австралії, населення яких етнічно належить до так званого «світу пшениці», де традиційно злаки є основою раціону та мають соціальну значимість [2]. Це визначається багатьма факторами, включаючи численні повідомлення в медичній літературі та традиційних ЗМІ про клінічні переваги, пов'язані з уникненням глютену, а також продуманий маркетинг з боку виробників і роздрібних торгових точок, орієнтований на споживачів, що дотримуються принципів здорового способу життя.

Згідно з сучасними дослідженнями, проведеними в лабораторіях Німеччини та США, глютен здатний викликати звикання і навіть розвиватися в сучасні залежності [3]. Саме з цієї причини дієтологи і лікарі все частіше пропонують своїм пацієнтам (навіть тим, хто не хворіє целиакією) перейти на безглютенове харчування. Наразі споживачі часто обмежують глютен у своєму раціоні з різних причин, таких як покращення шлунково-кишкових

і нешлунково-кишкових симптомів, а також уявлення про те, що глютен потенційно шкідливий, і, отже, обмеження означає здоровий спосіб життя.

В Законі України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів» визначено, що «глютен – це протеїнові фракції з пшениці, жита, ячменю, вівса або їхніх гібридних видів та їхніх похідних, які можуть спричиняти непереносимість у людей, які їх споживають, і які є нерозчинними у воді та 0,5 М розчині хлористого натрію». Глютен (клейковина) відноситься до сімейства білків, відомих як проламіни (головним чином, глютенін і гліадин), які містяться у крохмалистому ендоспермі багатьох зернових культур, таких як пшениця, ячмінь і жито. Терміном «глютен» позначають групу білків злакових культур, до яких відносять проламіни пшениці (гліадин), жита (секалін), ячменю (гордеїн) та глютеліни пшениці – глютенін. Кожен тип зерна містить різну кількість глютену, а також інших білків. Різні проламіни (наприклад, глютенін, гліадин), повинні перетравлюватися в просвіті тонкої кишки після споживання, однак, ці пептидні макромолекули, багаті проліном і глутаміном, людині важко засвоїти. Крім того, у зв'язку з появою нових пептидів глютену шляхом генетичної модифікації в результаті сучасної практики сільського господарства, в продуктах із злакових спостерігається збільшення пептидів глютену, що активують імунну систему [4, 16].

Розрізняють три види глютензалежних захворювань – це алергія на глютен, целиакія (глютенінова ентеропатія) і непереносимість глютену без целиакії. За даними Всесвітньої гастроентерологічної організації (WGO) на сьогоднішній день середня поширеність целиакії складає близько 1 % населення планети, а частка населення з гіперчутливістю до глютену коливається і в середньому становить 10 % [5]. Найсуворіша життєва безглютенінова дієта є єдиним методом лікування хворих на всі глютензалежні захворювання.

Целиакія (лат. coeliacia; від грец. Κοιλιακός – «кишечний, розлад кишечника») – це аутоімунна ентеропатія, що виникає внаслідок специфічної імунної відповіді на пептид, отриманий з глютену. Патогенез целиакії включає

молекулярну взаємодію між пептидами глютену, кишковим епітелієм і клітинами Т-лімфоцитів, активність яких посилюється трансглютаміназою, розташованою на епітеліальному щіточному краї [6, 20]. Целиакія проявляється діареєю, здуттям живота, припухлістю та болями в животі, значною втратою ваги, блюванням [7]. Целиакія призводить до хронічного запалення поверхні слизової оболонки тонкого кишечника та атрофії кишкових ворсинок, що призводить до порушення нормального всмоктування поживних речовин [8], а саме: кальцію, вітаміну D, заліза, йоду, вітамінів групи B, харчових волокон. Це може спричиняти залізодефіцитну анемію, низькорослість (9–10 % хворих на целиакію), патології щитовидної залози (10–13 %), крихкість кісток (75 %) та остеопороз (35 %), лактазну недостатність, біль у кістках або суглобах, артрит, депресію, занепокоєння, судом, поколювання, оніміння рук та ніг, герпетичний дерматит [9]. На сьогодні в Україні, за попередніми оцінками, живуть приблизно 500 тис. осіб, які страждають на недиагностовану целиакію (глютену ентеропатію) [10].

Варто відзначити, що людей, які дотримуються безглютенової дієти значно більше, ніж хворих із верифікованою целиакією, оскільки існують інші захворювання, пов'язані зі споживанням в їжу глютену. До них відносять алергію на білки пшениці та інших злаків, якою страждають 2–9 % населення. Крім цього, у 2012 р. було виявлено нову форму глютензалежної патології – непереносимість глютену без целиакії (gluten sensitivity) [11], при чому число людей з цим захворюванням значно перевищує кількість хворих на целиакію та становить 7–16 % [12].

Безглютенова дієта також рекомендована при аутоімунних захворюваннях: ендокринної системи (тиреїдит Хашимото, інсулінозалежний діабет, безпліддя та ін.), кровотворної системи (перніційозна анемія та ін.), нервової системи (енцефалопатія, розсіяний склероз, хвороба Альцгеймера та ін.), сполучної тканини (системний склероз, вітіліго, ревматизм та ін.), внутрішніх органів (міокардит, неспецифічний виразковий коліт та ін.), суглобів (ревматоїдний

артрит та ін.), розповсюдженість яких збільшилася на фоні пандемії Covid-19 за рахунок спотвореної реакції імунної системи на вірус SARS-CoV-2. Крім того, безглютенова дієта відіграє важливу роль в харчуванні людей із синдромом роздратованого кишківника (шлунково-кишкових розладів внаслідок імуноопосередкованої реакції на глютен), з шизофренією (такі хворі мають вищий рівень антигліадинових аутоантитіл), з фіброміалгією, з ендометріозом і хронічним тазовим болем. Також деякі спортсмени дотримуються безглютенової дієти для підвищення продуктивності та витривалості.

В цілому, кількість потенційних споживачів безглютенових продуктів збільшується з кожним роком, що призводить до зростання попиту на якісні та безпечні безглютенові харчові продукти [14]. Безглютенові продукти в даний час є найперспективнішою категорією в хлібопекарській промисловості. Пояснюється така популярність просто: багато споживачів, які не страждають на цю хворобу, віддають перевагу безглютеновій дієті, вважаючи, що це просто допомагає їм почуватися краще.

Довічне дотримання безглютенової дієти супроводжується низкою проблем. Безглютенова дієта (БГД) потребує постійного навчання пацієнтів та членів їхніх сімей як лікарями, так і дієтологами. Дотримуватися суворої БГД непросто, оскільки (а) шкідливий глютен може забруднювати харчові продукти на етапах обробки; (б) БГД соціально обмежує, має істотний негативний вплив на сприймання якості життя і може викликати значний психологічний, емоційний та економічний стрес; (в) продукти без глютену, як правило, не широко доступні, вони дорожчі і мають нижчі смакові якості, ніж звичайні продукти і (г) жорстка БГД призвести до дефіциту вітамінів групи В, кальцію, вітаміну D, заліза, цинку, магнію та клітковини [2–12].

Безпечність залишкового глютену є одним із предметів суперечок, оскільки законодавство різних країн сильно різниться щодо маркування безглютенової їжі: у США встановлено ліміт у 10 ppm (10 частин на мільйон), у Канаді – 5 ppm, у Норвегії – 20 ppm, у Швейцарії – 5 ppm.

Відповідно до вимог міжнародного стандарту Codex Alimentarius (CODEX STAN 118-1979), безглютеновими можуть вважатися продукти, які містять не більше 20 ppm (parts per million, частинок на мільйон, або мг/кг) глютену. Для маркування цих продуктів використовують позначення «gluten-free» [22]. Відповідно до останніх норм ЄС вміст глютену не повинен перевищувати 20 мг/кг у продуктах «gluten-free» та 100 мг/кг у продуктах, спеціально оброблених для зниження вмісту клейковини з пшениці.

В Законі України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів» визначається, що «позначення «без глютену» може бути застосовано лише за умови, що вміст глютену у харчових продуктах не перевищує 20 мг/кг загальної маси харчового продукту; позначення «з дуже низьким вмістом глютену» може бути застосовано лише за умови, що харчові продукти, що складаються з або містять один чи більше інгредієнтів, виготовлених з пшениці, жита, ячменю, вівса або їх гібридних видів, що були спеціально оброблені для зменшення вмісту глютену, містять не більше ніж 100 мг/кг загальної маси харчових продуктів».

У даний час в Україні лише офіційне отримання ліцензійного дозволу на маркування ТМ «Перекреслений колосок» гарантують безпеку та якість товарів без глютену. Завдяки зусиллям ВГО «Українська Спілка целіакії» стає можливим впровадження Європейської Системи Ліцензування (ELS) харчових продуктів з метою офіційного отримання українськими виробниками ліцензійних прав на маркування безглютенової продукції символом «Перекреслений колосок» і надбання відповідності стандартам AEOCS (Асоціація Європейських Спілок Целіакії), які гарантують якість і безпеку безглютенових товарів.

Продукція, що має на упаковці символ перекресленого колоска, і всі інгредієнти такої продукції повинні містити не більше 20 мг глютену на один кілограм виробу. Сертифікуються тільки продукти, що складаються з декількох інгредієнтів, або перероблені продукти, наприклад, хліб або фруктові батончики. Підприємства-виробники продукції, сертифіковані AEOCS, повинні проводити

щорічні аудити, а також щорічно проводити випробування готової продукції в акредитованих лабораторіях [15].

Глютенівмісні продукти з пшениці та інших злакових культур є традиційною основою харчового раціону населення України, тому впровадження безглютенової дієти для людей з глютензалежними захворюваннями є доволі складним завданням в нашій країні [17]. Серед продуктів, які традиційно виготовляються із глютенівмісної зернової сировини, найбільш проблематичним є виготовлення безглютенових хлібобулочних виробів, оскільки основна роль у формуванні їх показників якості, питомого об'єму та пористості належить саме пшеничному білку – глютену, який і формує губчастий каркас виробів [14, 18, 19].

Хліб має велике соціальне значення у харчуванні українців, тому дослідження, що спрямовані на удосконалення та розробку технологій безглютенових хлібобулочних виробів, які зможуть конкурувати з закордонними аналогами не лише за ціновою політикою, а й за високими показниками якості, є актуальними та своєчасними. Враховуючи проблематичність створення безглютенового хліба із певними органолептичними властивостями, притаманними традиційним видам хліба із глютенівмісної сировини, доцільно розглянути накопичені наукові дані та практичний досвід стосовно створення даної продукції.

Теоретичним та практичним аспектам виробництва безглютенової хлібобулочної продукції присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених: Дробот В. І., Доценка В. Ф., Кузнецової О. А., Шаніної О. М., Грищенко А. М., Кучерук З. І., Лобачевої Н. Л., Шнейдер Д. В., Мороні А. (Alice V. Moroni), Белло Ф. (Fabio Dal Bello), Дан Г. (Hangyan Dan), Лі Ч. (Cheng Li), Ді Карно Р. (Raffaella Di Cagno), Мур М. (Michelle M. Moore), Хонда Ю. (Yuji Honda), Фукаса М. (Michuki Fucasa) та ін.

Питанню розробки технологій безглютенових хлібобулочних виробів приділяють увагу науковці та виробники багатьох країн світу. Проблема створення безглютенових хлібобулочних виробів є актуальною і в Україні [21],

однак потреби населення в них забезпечуються переважно коштовною імпортною продукцією, тому майже весь асортимент безглютенового хліба в країні представлений закордонними (польськими, італійськими, німецькими) виробниками, а саме: «Bezgluten», «Glutenex», «Dr. Schar», «Balviten», «Gluten Free Life», «Abonett», «GFL», «Gullon», «Sonko» [125–132]. При цьому ціни за 100 г імпортного безглютенового продукту складають від 98 грн і вище, що не відповідає такому критерію продовольчої безпеки, як доступність цього виду продовольства для всіх верств населення. Тому перспективним є прагнення щодо насичення ринку України спеціальними безглютеновими продуктами, виготовленими відповідно до суворих норм, які виключають потрапляння прихованого глютену.

Розроблення технологій безглютенових хлібобулочних виробів базується на двох базових принципах:

1. Видалення або модифікація гліадину в глютенвмісній сировині.
2. Використання природної безглютенової сировини рослинного походження [23].

Пошук шляхів модифікації гліадину та глютеніну в борошні традиційних злакових культур з метою зменшення його вмісту до < 20 ppm є прогресивним напрямком у розробленні технологій безглютенового хліба. Проте, його основним недоліком, на нашу думку, є складність ведення технологічних прийомів. Наприклад, італійські вчені пропонують пшеничне борошно піддавати ферментації в присутності молочнокислих бактерій та грибних протеаз, продукуюваних протягом 18 год за температури 37°C [24]. Також є спосіб гідратації зерен пшениці тривалістю 1 год з наступним видаленням води та мікрохвильовим обробленням гідратованих зерен протягом 2 хв при потужності 1000 Вт [25].

Наразі основним базовим принципом виробництва БХБВ є використання природної безглютенової сировини у поєднанні зі структуроутворювачами та поліпшувачами. Як основну сировину для виробництва безглютенових ХБВ поширеним є використання нативних та модифікованих крохмалів (рисового,

кукурудзяного, соргового, пшонаного, картопляного), безглютенових видів борошна (рисового, кукурудзяного [19, 24], гречаного [68], амарантового [51], горохового, сочевичного, соєвого [47, 79, 69], соргового [135-148], конопляного [52-55], нутового [55, 70], квасолевого, пшонаного, вівсяного, борошна з тефу, кіноа [65, 108], черемши [55] або зеленої гречки [56]), а також їх комбінацій у різних співвідношеннях. Доцільним є також використання слизового насіння (тобто такого, що набрякає при контакті з водою та утворює слизи), таких як насіння чіа [48, 108], льону [55, 56], базилику, гірчиці, або шроту олійного насіння, наприклад, з ріпаку, соняшника, арахісу, кунжуту, амаранту, конопель, гарбуза тощо з максимально допустимою концентрацією близько 5 % [56-59].

Аналіз технологій безглютенових борошняних виробів в Україні показав, що найпростіший спосіб створення виробів, що органолептично імітують традиційні глютенвмісні кондитерські та хлібобулочні вироби, є розробка технологій на основі нативних крохмалів (із безглютенової сировини) з додаванням гідроколоїдів та хімічних розпушувачів. Такий підхід є дуже прийнятним для кондитерської борошняної продукції, оскільки дозволяє отримувати вироби, які за структурою та органолептикою не поступаються традиційним. Проте, для хлібобулочного виробництва приготування виробів із пружною пористою хлібною м'якушкою вимагає як основу використовувати не крохмалі, а безглютенове борошно. Тому наразі більшість розроблених рецептур хліба містять безглютенове борошно (або їх суміш), крохмалі (або без них), структуроутворювачі (гідроколоїди), а технології потребують проведення не хімічного, а біологічного способу розпушення тіста, тобто дріжджового бродіння.

Було проаналізовано рецептурний склад БХБВ, які присутні на ринку в Україні та є у загальному доступі, результати аналізу узагальнено в табл. 1.1. Окремо зазначено основну сировину, де виділено окремо борошно та крохмалі, клітковину, гідроколоїди та іншу сировину (в цю категорію не включали воду, дріжджі, цукор, сіль та олію, оскільки вони містяться в усіх рецептурах).

Таблиця 1.1

Рецептурні компоненти безглютенових ХБВ на ринку України

Найменування БХБВ	Основна сировина		Клітковина	Гідроколоїди	Інше
	борошно	крохмаль			
«BREVITO Prebiotic» Легкий хліб без глютену (200 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове (15 %)	кукурудзяний (34 %)	псиліум	камедь ксантанова /ККс/(Е415), гідроксипропіл-метилцелюлоза /ГПМЦ/ (Е464)	закваска гречано-рисова, інулін (5,9 %)
Безглютеновий соняшниковий хліб (300 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове, кукурудзяне (20 %)	кукурудзяний, рисовий (33 %)	псиліум	ККс (Е415), камедь ріжкового дерева (Е410), ГПМЦ (Е464)	насіння соняшнику (6,1 %)
Хліб тостовий безглютеновий (300 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове, пшоняне (22 %), соргове (1,6 %)	кукурудзяний, рисовий (31 %)	псиліум, бамбук	ККс (Е415), ГПМЦ (Е464)	концентрований виноградний сік
Багатозерновий хліб без глютену (300 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове, люпинове, соняшникове (11 %)	кукурудзяний (26 %)	псиліум	ККс (Е415), ГПМЦ (Е464) камедь гуарова (Е412)	закваска гречано-рисова, насіння льону (1,5 %), соняшнику (1,0 %), кунжуту (0,5 %), суха молочна сироватка, гліцерин, глюкоза, моно- та дигліцериди жирних кислот, винна кислота
Хліб звичайний з насінням (300 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове (19 %)	кукурудзяний (30 %)	псиліум	ККс (Е415), ГПМЦ (Е464)	насіння соняшнику (5,4 %), льону (2,7 %), какао
Багатозерновий хліб без цукру (200 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове (14,5 %)	кукурудзяний (33,5 %)	псиліум	ККс (Е415), ГПМЦ (Е464)	закваска гречано-рисова, насіння соняшнику і льону (4,8 %); інулін, кальцію пропіонат

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
«Noble Loaf» темний безглютеновий (260 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове, соняшникове, амарантове (17 %)	кукурудзяний, рисовий, картопляний (18 %)	псиліум	ККс (E415), ГПМЦ (E464), камедь гуарова (E412)	закваска гречано-рисова, какао, насіння (ляне, соняшникове), гліцерин, сорбіт, соєвий ізолят, інулін, глюкоза, моно- та дигліцериди жирних кислот, винна кислота
Хліб безглютеновий багатозерновий (320 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове, соняшникове, ляне	кукурудзяний	псиліум	ККс (E415), ГПМЦ (E464)	рисовий сироп, насіння соняшнику (2,5 %), льону (1,3 %), пшонаїні пластівці, концентр. яблучний сік
Хліб насущний без глютену (300 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове, кукурудзяне (21 %)	кукурудзяний, рисовий (34 %)	псиліум	ККс (E415), ГПМЦ (E464), камедь ріжкового дерева (E410)	кунжут (1,6 %), рисовий сироп
Безглютеновий білий благородний хліб (260 г), ТМ «Bezgluten», Польща [125]	рисове, гречане (19 %)	кукурудзяний, рисовий, картопляний (18 %)	псиліум	ККс (E415), ГПМЦ (E464) камедь гуарова (E412)	закваска гречано-рисова, глюкоза, молочна сироватка, соєвий ізолят, гліцерин, сорбіт, інулін, моно- та дигліцериди жирних кислот, винна кислота
Булочка Кайзер без глютену (120 г), ТМ «Incola», Польща [126]	рисове, кукурудзяне	кукурудзяний, тапіоковий, картопляний	псиліум	ККс (E415), ГПМЦ (E464)	рисовий сироп з концентратом виноградного соку, гліцерин, яєчний порошок

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Безглютеновий білий благородний хліб (260 г), ТМ «Incola», Польща [126]	рисове, гречане (19 %)	кукурудзяний, рисовий, картопляний (18 %)	псиліум	ККс (E415), ГПМЦ (E464) камедь гуарова (E412)	закваска гречано-рисова, сироп глюкози, суха молочна сироватка, соєвий ізолят, гліцерин, сорбіт, інουλін, моно- та дигліцериди жирних кислот, винна кислота
Солодка булочка без глютену (80 г), ТМ «Incola», Польща [126]	рисове, кукурудзяне	кукурудзяний, тапіоковий	псиліум	ККс (E415), ГПМЦ (E464)	рисовий сироп з концентратом виноградного соку, сухе незбиране молоко, гліцерин, яєчний порошок, натуральні ароматизатори
Темний сільський хліб без глютену (235 г), ТМ «Incola», Польща [126]	-	кукурудзяний, тапіоковий	яблучна, лушпиння гречки	ККс (E415)	закваска (вода, кукурудзяний крохмаль, пшонає борошно), інουλін, гліцерин, суха молочна сироватка, патока, соняшниковий лецитин, моно- та дигліцериди жирних кислот, гідрокарбонат натрію
Безглютенові основи для піци (3 шт., 230 г), ТМ «Incola», Польща [126]	рисове	кукурудзяний, тапіоковий, картопляний	-	ГПМЦ (E464), камедь гуарова (E412)	рисовий сироп, глюкоза, моно- та дигліцериди жирних кислот

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Булочки для хот-догів без глютену (2 шт., 130 г), ТМ «Incola», Польща [126]	рисове, кукурудзяне	кукурудзяний, тапіоковий, картопляний	псиліум	ККс (E415), ГПМЦ (E464)	гліцерин, яєчний порошок, інвертний цукор, пропіонат кальцію, ароматизатор
Безглютенова піта (2 шт., 190 г), ТМ «Incola», Польща [126]	-	кукурудзяний, тапіоковий	-	ККс (E415)	закваска (кукурудзяний крохмаль, гречане борошно, рисове борошно, вода), інулін, моно- та дигліцериди жирних кислот, гліцерин, сушена рисова закваска (мелені рисові продукти), бікарбонат натрію
Легкий хліб без глютену (200 г), ТМ «Incola», Польща [126]		кукурудзяний, тапіоковий, картопляний	бамбук, картопля, псиліум, рисові висівки	ККс (E415), карбоксиметил-целюлоза (E466)	закваска (вода, кукурудзяний крохмаль, пшонає борошно), гліцерин, яєчний порошок, ароматизатор
Темний хліб без глютену (200 г), ТМ «Incola», Польща [126]	рисове	кукурудзяний, тапіоковий, картопляний	бамбук, картопля, псиліум, лущиння гречки	ККс (E415), карбоксиметил-целюлоза (E466)	закваска (вода, кукурудзяний крохмаль, пшонає борошно), гліцерин, яєчний порошок, тростинна патока, ароматизатор
Безглютенова піта, GFL Foods Inc., Італія [127]	рисове	кукурудзяний, картопляний	яблучна	ККс (E415), камедь гуарова (E412)	розпушувач

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Легкий хліб (190 г) [128]	рисове, гречане	кукурудзяний	псиліум	ККс (E415), карбоксиметил- целюлоза (E466)	соєвий протеїн, глюкоза, ацетат натрію
Хліб з зернами (190 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	рисове, гречане	кукурудзяний	псиліум	ККс (E415), карбоксиметил- целюлоза (E466)	соєвий протеїн, глюкоза, ацетат натрію, насіння (8,5 %): соняшнику, льону, гарбуза
Батон темний запечений (250 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	рисове, гречане	кукурудзяний	псиліум, клітковина картоплі	ККс (E415), ГПМЦ (E464), камедь гуарова (E412), камедь ріжкового дерева (E410)	закваска (49 %) на рисовому крохмалі, інвертний цукровий сироп, соєвий білок, гліцерин, глюкоза, ацетати натрію
Хліб мультизерновий (250 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	рисове, пшонаєне, кіноа	кукурудзяний, рисовий	псиліум, яблучна	ГПМЦ (E464), камедь гуарова (E412)	закваска (вода, рисове борошно), інвертний сироп, насіння соняшнику (3 %), льону (2 %), кіноа (0,6 %), чіа (0,6 %)
Королівський легкий хліб ПРЕМІУМ (250 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	рисове, пшонаєне	кукурудзяний, рисовий	псиліум, яблучна	ГПМЦ (E464), камедь гуарова (E412)	закваска 15 % (борошно рисове, вода), сироп інвертний, соєвий білок, ацетат натрію
Пан Казерекчо. Хліб фермерський на легкій заквасці (250 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	гречане, рисове	кукурудзяний, рисовий, гороховий	яблучна	ГПМЦ (E464)	закваска 19 % (борошно рисове, вода), сироп інвертований, білок соєвий , екстракт яблука

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Містер Баулетто. Легкий хліб нарізаний (300 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	рисове	кукурудзяний, рисовий	псиліум, яблучна, горохова	ГПМЦ (E464)	закваска 19 % (борошно рисове, пшонає, кіноа, вода), інвертний сироп, соєві білок і пластифікатори
Хліб темний (190 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	рисове, гречане	кукурудзяний	псиліум, яблучна	ККс (E415), ГПМЦ (E464)	соєвий білок, глюкоза, ацетати натрію
Хліб «Bauerbrot» чорний. Темний фермерський хліб (250 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	рисове	кукурудзяний, рисовий	псиліум, яблучна, горохова	ГПМЦ (E464)	закваска 19 % (борошно рисове, пшонає, гречане, вода), інвертний сироп, білок і пластифікатори соєві
Хліб з низьким вмістом вуглеводів (190 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	ляне, кокосове	-	псиліум, яблучна, розторопші, цитрусова, бамбук	-	насіння (льону, соняшнику, коноплі), порошок яєчного білка, розпушувачі: калію тартрат, лактон глюконової кислоти, натрію гідрокарбонат; сіль, сорбат калію
Солодкий хліб Бріош (200 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	рисове	кукурудзяний	псиліум	ГПМЦ (E464), камедь гуарова (E412)	яйця, рослинні олії та жири (пальмова олія, рапсова олія, частково гідрогенізований пальмовий жир, вода, емульгатор: E471); сироп глюкози, сухе молоко, ароматизатор
Хліб домашній (300 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	-	пшеничний безглютеновий, кукурудзяний	клітковина картоплі	камедь гуарова (E412)	глюкоза, гідрокарбонат натрію, регулятор кислотності E575

Закінчення табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
Хліб «Vitaldea» з борошном кіноа (350 г), ТМ «Balviten», Польща [128]	рисове, гречане, пшоняне, кукурудзяне, кіноа (4,4 %)	кукурудзяний	горохова	ГПМЦ (E464)	сироп рисовий, ізолят білка гороху
Хліб гречано-рисовий (550 г), ТМ «Green Chef», Київ, Україна [129]	гречане, рисове, сочевичне	кукурудзяний	псиліум	ГПМЦ (E464)	насіння гарбуза, льону, конопель
Хліб з кіноа (550 г), ТМ «Green Chef», Київ, Україна [129]	кіноа, сочевичне	кукурудзяний	псиліум	ГПМЦ (E464)	-
Амарантовий хліб Grand Amaranth (400 г), Крамниця здорової їжі «ЕкоСфера», Суми, Україна [130]	амарантове, рисове	-	псиліум	ГПМЦ (E464)	-

Аналіз даних табл. 1.1 дозволяє зробити наступні висновки:

- майже всі рецептури містять як основу рисове борошно, інші види борошна та різні крохмалі використовуються в менших кількостях;
- виробники намагаються знизити глікемічний індекс продукції за рахунок використання клітковини (подорожника, яблучної, горохової, бамбуку, цитрусової, розторопші, картоплі) або альтернативного аглютенowego борошна (амарантового, горохового, сочевичного, соєвого, соргового, лляного, нутового, квасолевого, пшоняного, вівсяного, борошна з тефу, чіа, кіноа);
- проблему низької кількості білка вирішують за рахунок використання аглютенowego борошна (замість крохмалів) або введення білкових добавок (яєчних, молочних, соєвих продуктів);
- 99 % рецептур містять гідроколоїди, тобто не можуть бути віднесені до категорії Clean Label;
- покращити прісний невиражений смак БХБВ виробники намагаються, по-перше, смаковими добавками (насіння, какао, ароматизатори), по-друге, заквасками спонтанного бродіння (на борошні: рисовому, пшоняному, гречневому; на крохмалі: кукурудзяному, рисовому).

Зарубіжні фірми «GFL», «Bezgluten» і «Celiko» (Польща), «Schar» (Італія), окрім БХБВ, виробляють широкий асортимент універсальних сумішей для приготування безглютенового хліба. Аналіз їх рецептурного складу показав, що в більшості продукції основу сумішей складають рисове або кукурудзяне борошно, кукурудзяний або картопляний крохмаль, загущувачі (камідь ксантану, гуару, рожкового дерева, ГПМЦ, фруктоолігосахариди, очищені препарати харчових волокон, емульгатор (моно- і дигліцериди жирних кислот (E 471)). У підсумку можна відзначити, що існує постійна потреба у покращенні харчових та оздоровчих властивостей безглютенових хлібобулочних виробів, які все ще є проблемою для харчових технологів. Тому проводяться постійні дослідження щодо розширення сировинної бази в технологіях БХБВ.

1.2. Аналіз харчового та технологічного потенціалу основної сировини для безглютенових хлібобулочних виробів

Як основну сировину деякі українські дослідники пропонують використовувати один вид безглютенового борошна, пропонуючи покращувати прогнозований невиражений смак хліба за рахунок попереднього ферментативного гідролізу частини борошна α -амілазою та глюкоамілазою [Медвідь І. М., 43], або додавання молочних продуктів [Дробот В. І. та ін., 32, 44], або шроту насіння гарбуза [Сорочинська Ю. С., 45, 49], або шроту соняшника [Шаніна О. М., 41].

Більш сучасним і ефективним напрямком є комбінування різних видів борошняної безглютенової сировини у заданому співвідношенні, оскільки використання саме таких безглютенових сумішей надає можливість збалансувати пріснуватий смак хліба та розширити асортимент безглютенової продукції. Так, наприклад, Грищенко А. М. (НУХТ, м. Київ) було розроблено технологію безглютенового хліба, в рецептурі якого використовували суміш кукурудзяного і картопляного (не менше 20 %) крохмалю, камедей ксантану та гуару (при співвідношенні 70:30 у кількості 1 % до маси крохмалю). Для покращення смакових властивостей та харчової цінності такого хліба запропоновано використовувати борошно круп'яних культур, а саме рисове – (до 30 %), кукурудзяне – 25 % і гречане – 15 % замість крохмалю [29]. Під керівництвом професора Дробот В. І. (НУХТ, м. Київ) [28, 32] розроблено технологію безглютенового хліба із суміші рисового та кукурудзяного борошна (50:50) без додавання крохмалю. Для покращення в'язко-пластичних властивостей та газоутримувальної здатності тіста доцільним вважають використання ксантану і ГПМЦ у співвідношенні 0,5:1 в кількості 1–1,5 % до маси борошна. В Інституті продовольчих ресурсів НААН (м. Київ) розроблено рецептури хліба з використанням сумішей із кукурудзяного, пшонаного, гречаного і нутового борошна. Для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста додавали крохмаль кукурудзяний і картопляний, камеді ксантану, гуару та ГПМЦ [40]. Шаніна О. М. із співавторами [27] розробили

спосіб виробництва парового безглютенового хліба, в якому як борошняну сировину використовують суміш з борошна кукурудзяного та борошна соргового, або суміш з борошна кукурудзяного та борошна лляного, або суміш з борошна кукурудзяного та борошна вівсяного; як коректор структури виробів застосовують меланж яєчний [41]. Писарець О. М., Бела Н. І. та ін. [42] пропонують технології безглютенового хліба на основі суміші з кукурудзяного і картопляного крохмалю, кукурудзяного, рисового та пшоняного борошна; як структуроутворювачі використовуються псилліум та ГПМЦ у співвідношенні 3:1. Турецькими науковцями з університету Ege University [46] розроблено технологію безглютенового хліба, до складу якого входять картопляний крохмаль, борошно рисове, гречане і кіноа; як гідроколоїд використовують ксантанову камідь. Іспанські дослідники [47] пропонують додавати до рисового борошна 10-30 % борошна окари (соєвої пульпи) і 15-45 % кукурудзяних висівок, що дозволяє покращити органолептичні показники та поживну цінність хліба. Бразильські вчені із Santista Federal University [48] пропонують міксувати рисове борошно та картопляний крохмаль з цільним борошном чіа, що надає безглютеновому хлібу приємного смаку та аромату.

На сьогоднішній день в «Українській Спільці целиакії» ліцензовано лише одного виробника безглютенових видів борошна – це ТОВ «Каскад», ТМ «Ms. Tally», м. Полтава. Тому для розробки безглютенового хліба для спеціалізованого харчування доцільно використовувати продукцію цього виробника. Асортимент та характеристики продукції розглядаються далі у цьому підрозділі.

Найчастіше сировиною для виробництва *борошна рисового* (БР) виступає білий шліфований рис. Продукт має м'який смак, білосніжний колір та високу засвоюваність. Завдяки гіпоалергенним властивостям БР використовують в дієтичному харчуванні людей всіх вікових категорій, особливо дітей. Вміст білка в ньому є невисоким (5–7 %) порівняно з іншою сировиною (дані табл. 1.2). Проте, білок БР має найвищу біологічну цінність серед всіх злакових культур, є збалансованим за амінокислотним складом (близький до материнського молока), а його засвоюваність складає 95,9 % [62].

Хімічний склад різних видів борошна ТМ «Ms. Tally»

Найменування показника	Вид борошна									
	Рисове	З коричневого рису	Кукурудзяне	Гречане	Із зеленої гречки	Пшоняне	Соргове	Амарантове	З червоної сочевиці	Нутове
Білки, г	6,0	7,0	7,2	13,6	12,6	11,5	10,6	8,9	28	20,6
Жири, г	1,4	3,0	1,5	1,2	3,3	4,3	4,1	1,7	1,0	6,2
Вуглеводи, г	81,6	76	72,1	71,9	62	75	60	61,0	42	53,2
Крохмаль, г										
Харчові волокна, г	2,4	5,0	4,4	2,8	11,0	3,5	3,5	3,0	18	9,9
Енергетична цінність, ккал/100г	366	363	331	353	328	382	323	298	314	356
Мінеральні речовини, мг										
Калій	76	289	147	130	380	224	246	400	578	–
Магній	36,8	112	30	48	200	119	127	21,0		153
Залізо	0,35	2,0	2,7	4		3,94	4,41	0,32	7,6	4,5
Фосфор	–	337	109	250	296	285	298	200	294	293
Кальцій	–	11	20	10	21	14	99	8,0	41,0	41,4
Вітамінний склад, мг										
А	–	–	–	–	–	–	–	40	–	–
Е	–	1,2	0,6	0,3	6,6	0,11	–	–	–	0,8
С	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
В ₁	0,138	6,3	0,35	0,4	0,43	–	0,46	0,138	1,8	1,6
В ₉	0,22	–	–	–		–	–	–	–	0,5
В ₆	0,436	0,7	–	–	0,4	0,375	–	–	0,4	–
РР	–	–	3,0	6,3		6,02	5,1	2,1	–	–

Джерело: офіційний сайт ТМ «Ms. Tally» <https://mstally.ua/>

Ліпіди БР характеризуються високим вмістом ненасичених жирних кислот, токофероли володіють підвищеною вітамінною активністю, а вуглеводи представлені, в основному, крохмалем (75–82 %). До вітамінно-мінерального комплексу БР в значній кількості входять вітаміни В₁, В₂, РР, біотин, натрій, калій, фосфор, магній і селен [63, 65].

При формуванні структурно-механічних властивостей тіста значну роль відіграє співвідношення білкових фракцій у борошні. Основною фракцією білків БР є глютеліни (63,2 % від загального білка), вміст проламінів становить 4,2 %, тоді як у пшеничному борошні їх кількість – 28,2 % і 35,6 %. При цьому, глютелін рису – орізенін складається із субодиниць, які мають молекулярну масу 23000–43000, а глютенін пшениці – 41000–44000 [64]. Ймовірно, цим пояснюється те, що БР не здатне утворювати клейковину при замішуванні тіста.

За морфологічною будовою крохмальні зерна рису являють собою агреговані гранули як багатокутної, так і круглої форми, з незначними розмірами від 3 до 8 мкм, тоді як крохмаль пшениці має великі та малі дископодібні або еліпсоїдальні гранули розміром 10–35 мкм і 2–10 мкм [62–64]. Менші розміри крохмальних зерен рису, порівняно з пшеницею, призводять до збільшення їх питомої поверхні, внаслідок чого збільшується кількість адсорбційно поглиненої води в процесі замішування тіста. Атакуємість крохмалю рису амілазами є високою, що важливо при використанні цього борошна в хлібопеченні [65].

Аналізуючи вищенаведені дані, БР, на наш погляд, має певні переваги для виробництва безглютенового хліба на його основі. Адже дана сировина є найбільш привабливою з точки зору технологічної доцільності, біологічної цінності білка і споживчих властивостей.

Безглютенові продукти часто помилково вважаються більш здоровими, ніж ті, що містять глютен. Однак багато видів БХБВ відзначається низьким вмістом клітковини, білку та біологічно активних мікронутрієнтів. Це відкриває перспективи для вивчення технологічних можливостей аглютенової сировини з високим вмістом клітковини та фітонутрієнтів і низьким глікемічним індексом.

Такою унікальною сировиною є сорго. Після пшениці, ячменю, вівса та рису це п'ята найважливіша зернова культура у світі. За винятком Антарктиди, зернове сорго росте на всіх інших континентах. Основними країнами вирощування є США, Аргентина та Мексика, однак останнім часом сорго набуває популярності серед європейських виробників [133, 147]. Вирощування сорго в Україні набуває популярності завдяки його адаптивним властивостям і економічній ефективності. Основні регіони вирощування сорго включають південні та центральні області, де кліматичні умови найбільш сприятливі для цієї культури. Сорго показує високу врожайність навіть в умовах посухи, що робить його цінним для українських аграріїв. Поточний стан ринку сорго в Україні свідчить про значний потенціал для зростання. За останні роки площі посівів сорго збільшуються, а врожайність зростає завдяки впровадженню сучасних агротехнічних методів та нових сортів [135].

Стійкість і здатність сорго вирощуватися в жаркому та сухому кліматі разом із унікальними властивостями сорго для здоров'я роблять його привабливим як для безглютенових ринків, так і для ринків функціональних харчових продуктів. Загалом 40 % всього вирощуваного сорго є основним продуктом харчування [131], а решта використовується для виробництва спирту та кормів. Останні дослідження показали, що сорго можна успішно використовувати у виробництві безглютенового хліба, локшини та макаронних виробів, однак ці продукти ще не надійшли в промислове виробництво [49, 133, 168]. Соргове борошно можна використовувати для приготування пористого дріжджового хліба і прісного хліба (роті, тортилья, кісра та ін'єра).

Інтерес до сорго зумовлений, головним чином, високим вмістом компонентів, корисних для здоров'я людини, зокрема, вітамінів, фенольних антиоксидантів, мінералів та амінокислот [143, 145, 147]. Сорго є цінним джерелом дубильних речовин, фітостеролів, поліфенолів, в тому числі унікальних 3-дезоксикантоціанів, які зазвичай не зустрічаються у високих концентраціях в інших злаках [143]. Сорго знаходить застосування в традиційній

медицині, відіграючи роль у зниженні ризику розвитку хронічних захворювань (ожиріння, серцево-судинні захворювання, гіпертонія, діабет) [144, 148].

Соргове борошно багате на білок і залізо. Сорговий білок зменшує рівень холестерину у крові та нормалізує навантаження травного апарату людини. Сорговий жир містить у своєму складі багато (83–88 %) незамінних ненасичених жирних кислот, у тому числі лінолевої – 38–42 мг і ліноленова – 3–4 мг на 100 г борошна. Ці жирні кислоти є важливим джерелом профілактики атеросклерозу, хвороб серця та судин. Крім того, значний вміст вітаміну Е в жирі сорго передбачає використання такої крупи у раціоні людини необхідним [1].

Сорго містить більше загальних доступних вуглеводів (1634 мг/4 г) порівняно з пшеничним хлібом (1543 мг/4 г), але нижчий глікемічний індекс (72 і 100 відповідно). Амілазний склад злаків сорго коливається від 21,2 до 28,2 %, основну масу вуглеводів зерна становить крохмаль. Кислотність борошна сорго порівняна із пшеничним борошном. Соргове борошно містить значну кількість мінералів, таких як фосфор (P), цинк (Zn), залізо (Fe), кальцій (Ca), магній (Mg), калій (K) і натрій (Na), а також вітаміни групи В, вітамін Е, β-каротин тощо [131, 137, 145].

Для оцінки технологічного потенціалу сорго важливим є аналіз білкового та полісахаридного складу соргового борошна. Хімічний склад борошна сорго наведено у табл. 1.2. За даними Goodall et al. [134], проламіни сорго (7–9 %), які називаються кафірінами, порівняно з білками пшениці мають більшу частку спіральних структур і більшу кількість гідрофобних амінокислот. Білки глютеніну з високою молекулярною масою, які вважаються в'язкопружними компонентами тіста, виготовленого з пшеничного борошна, відсутні в сорго. Кафірини також вважаються схожими на кукурудзяні зеїни, але менш засвоюваними. Поліпептидні ланцюги білків сорго (тобто кафіринів) надмірно короткі та сильно сітчасті. Така структура ускладнює взаємодію білок-білок і погіршує когезійність і газотримувальну здатність тіста сорго [135]. На відміну від глютену, секаліну та гордеїну, білки кафірину (проламін сорго), не

викликають будь-яких симптомів у пацієнтів із різними видами непереносимості глютену [137].

З іншого боку, як і будь-яке зерно, сорго також містить антипоживні компоненти, такі як фітинова кислота, інгібітори трипсину та дубильні речовини [145]. Проте, є дослідження [144-148], які доводять, полімерні проантоціанідини, таніни та дубильні речовини сорго природним чином модифікують крохмаль сорго, сильно взаємодіючи з амілозою, підвищуючи його резистентність і затримуючи його засвоєння організмом людини, таким чином, знижуючи глікемічний індекс соргових виробів в цілому. Крім того, декілька технологічних методів обробки зерна перед помелом, включаючи пророщування, ферментацію або гідротермічну обробку, дозволяють зменшити кількість антипоживних компонентів, покращити засвоюваність і біодоступність сорго [144, 148].

Борошно з ороговілого ендосперму сорго дає при подрібненні грубу крупинчастість, яка сприяє відчуття піску у роті при вживанні виробів з прісного бездріжджового тіста [132, 150]. Під час варіння білки сорго утворюють протяжні павутинні або листові структури з вбудованим крохмалем [135, 142]. Білкові агрегати можуть впливати на різні технологічні властивості сорго. Schober та ін. [150] виявили, що білки сорго в рідкій фазі тіста агрегують під час випікання, утворюючи нитки та грудки, які заважають гелю крохмалю, що призводить до того, що хліб має пласку верхівку та отвір у м'якуші. Соргове тісто не має консистенції та еластичності, властивих для тіста із пшеничного борошна [132]. Це означає, що воно погано затримує гази бродіння, що утворюються під час розстойки та на перших етапах випічки. Крім того, частинки ендосперму та висівок деформуються та проколюють бульбашки газу в тісті, викликаючи витік. Коли газ витікає з бульбашок, він пробивається через слабко зв'язані частинки та канали, утворені газом, який розтискає частинки [150]. У результаті виходить твердий цеглиноподібний хліб з невеликим об'ємом. Висока температура желатинізації сорго [137, 150] може спричинити недостатню желатинізацію під час випікання. Це видно по небажаним білим смугам і плямам на поверхні кірки та відчуття грубості в роті.

Враховуючи перераховані особливості, які ускладнюють використання соргового борошна у технологіях БХБВ, дослідниками було розроблено деякі технологічні стратегії. Наприклад, для покращення якості безглютенового дріжджового хліба з сорго доцільно використовувати крохмалі або борошно з високим вмістом крохмалю, наприклад, рисове [135, 150]. Крохмаль сприяє легшому і повному циклу клейстеризації [148], а також розвитку цілісної мережі крихти, яка затримує бульбашки газу та запобігає втраті вуглекислого газу та розриву скоринки. Крім того, крохмаль розбавляє частки ендосперму та висівок у борошні сорго, що порушує однорідність крохмального гелю та перешкоджає утворенню рідких плівок навколо газових клітин [132, 142].

Таким чином, існує багато можливостей для сорго, але воно ще не повністю розкрило потенціал свого використання як альтернативного джерела харчування. Кліматичні умови на планеті постійно змінюються, у майбутньому людство очікує дефіцит води та тотальна посуха у континентальних регіонах, тому аграрії вважають сорго, як стійку до посухи культуру, дуже перспективною агрокультурою. Крім того, не існує на сьогодні генно-модифікованого сорго, що приваблює прихильників healthy food. Тому розробку і виробництво харчової продукції на основі сорго слід заохочувати, що дозволить забезпечити безглютенові продукти з кращим поживним і споживчим профілем.

Проведений огляд літературних даних дозволив виділити два найбільш перспективних види борошна для розробки БХБВ: рисове та соргове борошно. Оскільки будь-яке безглютенове борошно характеризується низькими органолептичними характеристиками, технологічно важливим є пошук напрямків вдосконалення технології безглютенового хліба з метою усунення виявлених недоліків: невираженого смаку та аромату, блідої скоринки, сухої консистенції м'якушки, низької кислотності тіста та швидкої ретроградації крохмалю і, як наслідок, коротких термінів зберігання.

1.3. Шляхи вдосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів

Фахівці в області харчової інженерії знаходяться у постійному пошуку технологічних рішень, які дозволяють задовольнити потреби споживачів щодо якості БХБВ. Якщо 10 років тому споживачів приваблювали БХБВ з нейтральним смаком і підвищеною харчовою цінністю, то сьогодні актуальними є хлібобулочні вироби із насиченим смаком крафтового хліба, низьким глікемічним індексом та «чистою етикеткою».

На сьогоднішній день заміна глютену в хлібі є серйозним технологічним завданням для вчених через низькі хлібопекарські властивості безглютенових продуктів. За останні десятиліття було досліджено кілька підходів до розробки БГХВ, таких як використання (а) різних видів безглютенового борошна (рисового, соргового, вівсяного, гречаного, амарантового, кіноа, теффу, кукурудзяного, горохового, квасолевого, соєвого, люпинового, сочевичного, нутового, арахісового тощо) [45–50, 56–60, 68–70, 75, 76], (б) харчових добавок і інгредієнтів (крохмалів, молочних продуктів [44, 65, 69, 75], яєчних білків [73, 74, 76], харчових волокон [41, 42, 45, 49], гідроколоїдів [64–67, 73, 87–89, 108, 109], поверхнево-активних речовин [73, 84–87], цукру [78, 81]) та (в) альтернативних технологій, таких як ферментативна обробка [43, 71, 73], заварювання борошна [33, 71, 72] та обробка високим гідростатичним тиском [35].

Незважаючи на отримані на даний момент привабливі результати, включення багатьох харчових інгредієнтів (добавок) до рецептури БГХВ має ряд недоліків, таких як (а) їх висока ціна [6] та (б) алергічні реакції на деякі з них (лактоза, білки) [4, 9]. Більше того, наявність у складі харчових добавок не відповідає вимогам багатьох споживачів до натуральності продуктів.

Аналіз наукових даних щодо використання гідроколоїдів в технології безглютенового хліба [27-32, 40-42, 46-48, 64-67, 73, 87-89, 108, 109] показав, що найбільш ефективну дію на поліпшення якості безглютенового хліба мають похідні целюлози (ксантан, гуарова камедь, камедь ріжкового дерева і ГПМЦ), але найчастіше використовують їх суміш. Проте, всі гідроколоїди є харчовими

добавками, тому використання їх в рецептурі не дозволяє відносити продукцію до категорії Clean Label («чиста етикетка»).

В даний час активно розвиваються дослідження в області попереднього ферментативного гідролізу крохмалю борошна, що сприяє збільшенню кількості цукрів у тісті та призводить до інтенсифікації процесу бродіння, покращення газоутворення при дозріванні та на ранніх стадіях випікання [82, 83]. Для покращення якості хліба і подовження терміну його зберігання застосовують грибку α -амілазу (яка інактивується в пекарській шафі за температури 63...71°C, що виключає надмірне утворення декстринів і запобігає липкості м'якушки), мальтогенну амілазу (яка використовується для уповільнення процесу черствіння хлібобулочних виробів, проте, для активізації процесу бродіння в тісті її не застосовують, оскільки за температури 30...35 °C її активність є зниженою), β -амілазу та глюкоамілазу (яка сприяє уповільненню черствіння завдяки ферментативному впливу на зовнішні бічні ланцюги амілопектину) [98, 99], або їх суміш [77, 80–82]. Багато дослідників відзначають, що саме рисове борошно є найбільш перспективною сировиною для модифікації його вуглеводного складу за рахунок використання ензимів або заквасок. Оскільки БР характеризується високим вмістом крохмалю (75–82 %), є можливим підвищення кількості моно- та дисахаридів у тісті за рахунок її власних резервів [80–83].

Мікробна ферментація – один із найстаріших і найбільш економічно та екологічно чистих методів виробництва та консервування харчових продуктів. Мікробна ферментація виконує кілька функцій при переробці харчових продуктів, таких як (а) збагачення раціону за рахунок розвитку різноманітності смаку, аромату та текстури харчових субстратів, (б) збереження значної кількості їжі за рахунок молочнокислого та спиртового бродіння, (с) біологічне збагачення харчових субстратів сполуками, які виникають або внаслідок реакцій біотрансформації (білок, незамінні амінокислоти, незамінні жирні кислоти) або біосинтезу (вітаміни), та (d) детоксикації під час ферментації харчових продуктів [155, 156, 172]. Ці ферментативні дії використовувалися від початку людської

цивілізації при виробництві ферментованих продуктів харчування та напоїв, які визначаються як продукти, що підпорядковуються впливу мікроорганізмів або ферментів, викликаючи бажані біохімічні зміни [157, 158, 165, 172].

Впровадження методів закваски – важливий напрямок у виробництві хліба, що спостерігається протягом останніх 20 років, в основному, через попит споживачів на хліб високої якості, без хімічних добавок та глютену [38, 157, 160]. Закваска – це суміш борошна та води, зброджена культурами молочнокислих бактерій (МКБ) та дріжджів, які або додаються навмисно, або є контамінантами борошна [36, 38].

Закваски умовно поділяють на три групи: спонтанні, культурні та комбіновані. Спонтанні закваски – це дріжджі і МКБ, які в таких заквасках розвиваються з мікрофлори, присутньої в значній мірі у зовнішньому середовищі та сировині (борошні, воді, повітрі, ізіумі або винограді, якщо вони були використані для установки закваски). Борошно значно осіменене різною мікрофлорою, яка починає розвиватися при створенні сприятливих умов [114, 117]. Культурні закваски – це такі, в які МКБ і дріжджі вносяться з надійних, «культурних» джерел, як-то: дріжджі (сухі, пресовані) та/або сухі лактобактерини з культурними МКБ (так звані стартери). Оскільки склад і якість спонтанних заквасок непередбачувані, то використання культурних штамів дріжджів і МКБ є єдиним способом приготування заквасок на хлібозаводах та у крафтових пекарнях для досягнення стабільного гарантованого результату. 100 %-ві культурні закваски можна отримати навіть вдома або на маленьких виробництвах, наприклад, за допомогою біфідо-лактобактеріальних комплексів [112, 116, 119, 121]. Комбіновані закваски – це такі, в яких МКБ отримують спонтанним способом, а дріжджі вносяться культурні. При цьому дріжджі можуть бути внесені як на початковому етапі бродіння, так і на кінцевому, залежно від способу отримання закваски.

За способом ведення закваски поділяються на одно- та багаторазові. Одноразовими заквасками є такі, які виводяться щоразу заново перед випіканням хліба і не зберігаються. Окремим випадком таких заквасок може бути традиційна

пшенична дріжджова опара, пуліш і біга. Всі ці три види опар є по суті одноразовими заквасками, тому що в них до кінця бродіння повз дріжджі розвиваються і спонтанні МКБ. МКБ потрапляють в опару або разом із борошном, або разом із пресованими чи сухими дріжджами, які містять у незначній кількості МКБ. Пуліш та біга мають тривалий час ферментації, таким чином, МКБ маю достатньо часу для свого розвитку [113, 117]. Багаторазові закваски – це такі, які постійно відновлюються шляхом освіження новою порцією борошна та води з наступним бродінням. При цьому закваски можуть вестись безперервно та дискретно. Безперервні закваски в хлібопекарнях, після досягнення заданої кислотності, відразу освіжаються. Дискретні закваски, здебільшого в домашніх умовах, консервуються шляхом зберігання в холодильнику і освіжаються лише перед новою випічкою.

За застосуванням закваски можна розділити на універсальні та специфічні. Універсальні закваски можна використовувати для випікання будь-якого сорту хліба. До таких заквасок відносяться традиційні закваски та мезофільні нетрадиційні. Специфічними заквасками є закваски, що застосовуються для випікання обмеженої кількості сортів хліба. Прикладом таких заквасок може бути термофільна закваска.

Більшість продукції без глютену виробляють на гідроколоїдах, які необхідні для формування структури в цих продуктах. Гідроколоїди здатні зв'язувати велику кількість води, що призводить до набагато вищої активності води у безглютенівому хлібі, ніж у глютенвмісних аналогах. Це призводить до значного скорочення терміну зберігання, що, головним чином, пов'язано з ростом цвілі. Особливо це актуально для нетрадиційних видів борошна, що виробляється в тропічних і субтропічних країнах регіонах (тефу, чіа, кіноа тощо), де клімат і погані умови зберігання сприяють росту грибків і виробленню мікотоксинів. З цієї причини використання модифікованого атмосферного пакування та/або хімічних консервантів вкрай необхідно [116, 119]. Інтерес до концепції біоконсервації їжі, тобто контролем одного організму іншим, значно збільшився за останні роки [112, 122]. Використання МКБ як спосіб запобігання

розвитку цвілевих грибків, що псують хліб, є перспективною альтернативою хімічному консервуванню [106].

Добре відомо, що бродіння на заквасці покращує властивості тіста: покращує об'єм, текстуру, смак і харчову цінність хліба [158, 162], уповільнює процес черствіння [163, 169] та захищає хліб від плісняви та бактеріального псування [164].

Таблиця 1.3

**Проблеми безглютенового хліба
та можливі покращення за рахунок використання закваски***

Безглютеновий хліб: проблеми	Закваска в БГ-хлібі: позитивні ефекти
Суха розсипчаста текстура	Пориста текстура, волога консистенція м'якушки
Малий об'єм хліба	Збільшення об'єму хліба Покращена газоутримувальна здатність
Неприємні сенсорні відчуття	Поліпшення смакових якостей
Прісний невиражений смак	Аромат традиційного хліба
Короткий термін зберігання	Зменшується черствіння хліба Антицвілева та протигрибкова активність
Низька харчова цінність	Покращена біодоступність мінеральних речовин Зниження глікемічного індексу Пребіотичні екзополісахариди
Висока вартість інгредієнтів	Зменшення потреби в коштовних інгредієнтах (гідроколоїдах, ферментах, хімічних консервантах)

*адаптовано з *Gobbetti et al., 2019, 2014; Gänzle, 2014 [112, 155, 117]*

Основні переваги застосування закваски (табл. 1.3) можна резюмувати як (а) нижчі темпи псування хліба (уповільнення черствіння), (б) більш висока стійкість до плісняви та мікробіального псування, (в) задоволення вимог споживачів щодо більш безпечних продуктів та продуктів зі зниженим вмістом хімічних консервантів, (г) покращені поживні властивості, (д) нижчий глікемічний індекс хліба та зниження засвоюваності крохмалю та (е) покращений смак та текстура, більш привабливі органолептичні властивості, порівняні з традиційним пшеничним хлібом.

Правильно обрана стартова культура для приготування закваски покращує термін зберігання та смак хлібобулочних виробів [157, 160, 164], але також може змінювати реологічні властивості тіста за рахунок продукції екзополісахаридів

[162]. Закваску також можна використовувати у рецептурах із чистою етикеткою.

Зростаюча популярність споживання корисного для здоров'я хліба на заквасці провокує розвиток ринку заквасок. Однак у більшості країн світу закваски не поширені і не продаються широко, наприклад, у європейських країнах переважно виробляють ремісничий хліб на спонтанних заквасках. Проте, дика мікрофлора сильно залежить від складу борошна (вуглеводи, білки, мінерали, ліпіди та активність ферментів) та різних параметрів процесу, таких як температура, час ферментації та кількість етапів розмноження закваски. Все це робить виробництво закваски складною процедурою, яка потребує ретельного контролю. Традиційна технологія хліба на заквасці, вироблений методом мимовільного (спонтанного, або дикого) бродіння, є дорогою, нестабільною і трудомісткою. Надалі розширення споживчого попиту на ферментований хліб на заквасці змістило світовий ринок до промислової стандартизації, наприклад, до використання певних «чистих» заквасок (стартерів), які переважатимуть у типових продуктах [157, 160]. Сьогодні харчова промисловість, схоже, надає перевагу певним стартовим культурам, щоб стабілізувати та полегшити процес виробництва. Отже, використання закваски-стартера для виробництва БГХВ є актуальним та перспективним напрямом у технологіях безглютенового хліба (БГХ), що потребує нових досліджень та технологій.

Правильний вибір закваски та поживної основи (субстрату) для неї має вирішальне значення. У виробництві закваски використовуються багато мікроорганізмів, більшість з яких належать до групи молочнокислих бактерій (МКБ). МКБ мають позитивний вплив на текстуру, смак, поживні властивості, хімічні та мікробіологічні параметри зберігання завдяки різним метаболітам, що входять до складу тіста, таким як ферменти, органічні кислоти, екзополісахариди і навіть антимікробні сполуки [165]. Всі ці метаболіти надають багато переваг у хлібі. Протеолітичні системи МКБ (протеїназна та пептидазна активність) можуть підвищувати концентрацію вільних амінокислот під час ферментації закваски, а також сприяти поліпшенню аромату, оскільки багато вільних

амінокислот вважаються попередниками деяких летких сполук [168, 172]. Крім того, дія фітаз, викликана МКБ, посилює деградацію фітинової кислоти і, отже, збільшують біодоступність мінеральних речовин, амінокислот та білків закваски [167]. Екзополісахариди впливають на в'язкопружні властивості тіста, що призводить до збільшення питомого об'єму буханця та стійкості м'якушки [166]. Посилене продукування різних органічних кислот, таких як молочна та оцтова, сприяє збільшенню терміну придатності та гігієнічної безпеки хліба [153, 163, 168].

Чітка структура мікробіологічних взаємодій, що відбуваються під час ферментації закваски, необхідна для контролю ферментації і підтримки стабільних параметрів якості закваски в безглютеновому тісті. Літературний пошук показує, що для зростання закваскової культури в безглютеновому тесті першорядний інтерес представляє цукровий склад безглютенового борошна. Наприклад, дефіцит мальтози на початку ферментації у сорговій заквасці може призвести до неможливості зростання стартового штаму *Lactobacillus sanfranciscensis* [170]. Аналогічним чином, високий рівень глюкози в заквасці з сорго сприяє зростанню та метаболічній активності видів *Weissella* [171]. Деградація білка під час ферментації закваски є ключовим явищем, яке впливає на загальну якість хліба на заквасці, викликаючи утворення попередників смакових сполук та змінюючи в'язкопружні властивості тіста [169, 171, 173]. Як відправна точка, здатність заквасок домінувати в процесі ферментації та інгібувати зростання домішок повинна розглядатися як неодмінна умова для успішної розробки безглютенових продуктів на заквасці [161].

Закваски інтенсифікують накопичення кислот у тісті та пришвидшують процеси його дозрівання. У результаті життєдіяльності молочнокислих бактерій готовий хліб має яскраво виражені смак і аромат, спостерігається їх позитивний вплив на об'єм хліба та його пористість [100, 102]. Установлено, що додавання заквасок із борошна круп'яних культур інтенсифікує накопичення кислот у тісті, а тривалість вистоювання тістових заготовок скорочується на 10–15 хв порівняно з контролем [38]. Це підтверджують і закордонні дослідники з Іспанії та Аргентини – на прикладі безглютенового злакового борошна [39], з Туреччини –

на прикладі закваски із рисового борошна [36], з Нігерії – на прикладі закваски із кукурудзяного борошна [37], з Німеччини – на прикладі закваски із амарантового борошна [100].

Чеські дослідники [104] продемонстрували нові можливості використання ліофілізованих гречаних заквасок у виробництві безглютенового хліба. Свіжі та сублімовані (при температурах 20, 40 і 60°C) закваски додавали в кількості 10, 20, 30 і 40 % від загального вмісту борошна. Спостерігались суттєві та сприятливі зміни якості хліба під впливом різної кількості добавки свіжих та сублімованих заквасок. Ліофілізовані гречані закваски на рівні 20 і 30 % дали найкращі результати хлібопечення. Істотно змінився рН хліба, що позитивно вплинуло на підвищення його придатності до зберігання. Найбільш рекомендована гречана закваска, висушена при 40°C.

Українськими вченими (Михонік Л., Гетьман І.; НУХТ, Київ) [38] доведено ефективність використання заквасок спонтанного бродіння з кукурудзяного, гречаного та рисового борошна в технології безглютенового хліба. Хліб із заквасками має еластичну м'якушку з рівномірною пористістю, яскраво виражений смак і аромат, більший на 6–12 % об'єм, кращий показник пористості, ніж у контрольного зразка. Хліб без додавання закваски мав прісний смак та бліду скоринку. Установлено, що додавання заквасок із борошна круп'яних культур інтенсифікує накопичення кислот у тісті, а тривалість вистоювання тістових заготовок скорочується на 10–15 хв порівняно з контролем.

Ірландські науковці Школи харчових наук дослідили закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна в різних умовах ферментації та виявили в них широкий спектр розвиненої мікрофлори: різні види молочнокислих бактерій та дріжджів, які були традиційними для пшеничних і житніх заквасок, а деякі види, зокрема, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc holzapfelii*, *Lactobacillus gallinarum*, *Lactobacillus vaginalis*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus graminis* і *Weissella cibaria*, *Lactobacillus plantarum*, були нетрадиційними. Вони довели, що склад стабільної мікрофлори в цілому залежить від умов ферментації [105].

Китайські дослідники з Yangtze University (Jingzhou, Hubei) вказують, що штами *L. plantarum* і *L. delbrueckii*, окремо або разом, сприяють бродінню, покращують питомий об'єм, текстуру та аромат хліба.

Moroni та ін. (2009) [164] показали, що під час ферментації рисової закваски виникають субстрат-специфічні МКБ та види дріжджів, які відрізняються від загальної мікробіоти пшеничних та житніх заквасок.

Gänzle та ін. (2019) [163] досліджували адаптованість великої різноманітності МКБ і дріжджів в заквасках, приготованих на основі глютенвмісних злаків (пшениця, жито і ячмінь), безглютенових зернових культур (вівсянка, рис, кукурудза, просо), псевдозерен (амаранту, гречки), а також маніюки. Вони виявили, що навіть якщо кожен субстрат був створений з використанням однієї і тієї ж стартової суміші та ферментований в однакових технологічних умовах, конкурентоспроможність деяких штамів була субстратно-специфічною. Отже, серед інших факторів, тип використовуваного безглютенового борошна визначає мікробіоту отриманої закваски. Ці дані показують, що екзогенні закваски не підходять для ферментації безглютенової сировини, і для такої ферментації необхідно розробити спеціальні закваски [153, 157, 160]. З іншого боку, екологічні дослідження безглютенових заквасок, отриманих або за допомогою стартерів, або шляхом спонтанної ферментації, показують, що БГ-борошно містить нові та конкурентоспроможні штами молочнокислих бактерій та дріжджів, які зазвичай не виділяються у традиційних заквасках і які можуть бути відповідними кандидатами для розробки заквасок. Інші подібні дослідження також показали важливість природи безглютенового субстрату на вибір корисних стартових культур [167, 169, 172].

Навіть якщо використання закваски в безглютенових системах все ще знаходиться в зародковому стані, наявні літературні дані переконливо вказують на те, що закваску, безсумнівно, можна розглядати як технологічний інструмент для покращення текстури та смакових характеристик безглютенових продуктів, а також для подовження термінів їх зберігання. Комерційне застосування цієї

традиційної біотехнології також має бути актуальним. З іншого боку, роль молочнокислих бактерій закваски в лікуванні шлунково-кишкових захворювань була визначена багатьма дослідниками як «нова та інтригуюча» [120, 158–161]. Виходячи з наведених вище досліджень, використання молочнокислих бактерій на заквасці, безумовно, усуне будь-які сліди епітопів глютену в оброблених харчових продуктах і мінімізує довгостроковий ризик для багатьох людей, уражених целіакією в усьому світі.

Таким чином, можна прогнозувати, що робота в напрямку розробки технологій БХБВ на заквасках-стартерах має певні позитивні теоретичні підґрунтя та практичні перспективи. Проте, в роботі слід враховувати, що стартер має бути сертифікований в Україні та потребує експериментальних досліджень стосовно технологічної доцільності та поєднуваності наявних у стартері МКБ із різними видами безглютенового борошна. В Україні асортимент безглютенових заквасок-стартерів обмежується стартовою культурою ЛВ1 Livendo™ французької компанії «Lesaffre» [173], яка містить молочнокислі бактерії і дріжджі для приготування заквасок на аглютеновому борошні, сертифікована в Україні та дозволяє створити безглютеновий хліб на заквасці. Як запевняє виробник, закваска забезпечує накопичення кислотності, смакових та ароматичних речовин, а також розпушення аглютенового тіста. Рекомендоване виробником дозування до маси борошна (пшеничного сортових помелів або цільнозернового, житнього) в заквасці складає 0,3–0,6 % до маси борошна. Даних про використання даного стартера у технологіях безглютенового хліба в Україні не знайдено, тому цей перспективний напрямок потребує подальшого розвитку – як наукових експериментальних досліджень, так і практичних технологічних проробок.

Окрім заквасок, можна виділити ще один перспективний напрямок удосконалення технології БХБВ. Особливу увагу зараз привертають натуральні структуроутворювачі – джерела натуральної клітковини, а саме: клітковина подорожника (псиліум) [42, 95-97] та бамбука, гарбузовий [32], соєвий,

гороховий та соняшниковий [33] шроти, вичавки з чорної моркви, інулін [91, 103], яблучна [92, 93], апельсинова або фруктова [94] клітковина. Окрім позитивного впливу на реологічні показники безглютенового тіста, рослинна клітковина збагачує мінеральний склад хліба та підвищує кислотність. Крім того, клітковина не відноситься до групи харчових добавок і не додає на етикетку інгредієнтів з індексом Е.

У закордонних виробників («Bezgluten», «Gluten Free Life», «Dr. Schar», «Balviten») [125-128] найбільшою популярністю користуються псиліум та яблучна клітковина (табл. 1.1), оскільки вони дуже технологічні та приваблюють споживачів своєю натуральністю. Вважаємо спосіб структуроутворення за рахунок введення натуральних джерел клітковини дуже перспективним та таким, що потребує ретельного вивчення і пошуку нових джерел клітковини.

Картопляна клітковина (КК) – це побічний продукт виробництва крохмалю, який виготовляють із клітинних стінок картоплі. Це дисперсний порошок світло-сірого кольору грубого помелу (з розміром часток менше 1 мм) з нейтральним смаком і запахом, підвищеними водопоглинальними властивостями, стійкий до дії високих температур. Згідно з даними виробника, шведської фірми «Lyskeby Culinar», КК «Potex» має такі характеристики: вміст харчових волокон (геміцелюлоза, пектин, целюлоза, лігнін та ін.) – не менше 70 %, масова частка води – не більше 14 %, активна кислотність 10-відсоткової суспензії на рівні 7...9 од. рН, водопоглинальна здатність – 9,7...11,5 г/г сухого продукту [151]. КК «Potex» має поліфункціональні властивості: одночасно збагачує полісахаридами некрохмальної природи та впливає на якісні показники тіста. Перевагою КК «Potex» є низький вміст фітинової кислоти, тому вона не погіршує засвоєння мінеральних речовин організмом людини.

Drobot V. [152] та Kaack K. [154] відзначають, що суха картопляна клітковина – перспективне джерело харчових волокон під час виробництва хліба. Дана добавка має переваги в порівнянні з харчовими волокнами зернових висівків, фруктів та овочів, оскільки не містить фітину, який перешкоджає

засвоєнню кальцію. Враховуючи дисперсність картопляної клітковини, хліб з її вмістом можна рекомендувати вживати людям із захворюваннями шлунково-кишкового тракту. Картопляну клітковину доцільно додавати в рецептуру хліба (з пшеничного борошна) у кількості не більше 5 % до маси борошна. Додавання 3 % КК до пшеничного тіста призводить до підвищення кислотності, покращення структури тіста, в тому числі пористості, збільшення вираженості смаку і аромату виробів [123, 152].

В літературних джерелах недостатньо теоретично розкрито механізм дії КК у безглютеновому хлібопеченні, практичне використання КК виробниками також обмежене, проте, ми вважаємо, що використання КК в технологіях БХБВ є перспективним і потребує вивчення.

Підсумовуючи вищевикладене, вважаємо перспективними напрямками удосконалення технології БХБВ використання заквасок та клітковини картоплі, які дозволять отримати вироби із високими поживними і споживчими властивостями, а також з «чистою етикеткою», тобто уникнути в рецептурах харчових добавок і алергенів.

Висновки за розділом 1

1. У результаті аналітичного огляду літератури виявлено, що актуальною проблемою є розроблення вітчизняних технологій безглютенового хліба, оскільки серед населення України зростає споживчий попит на БХБВ, проте, потреба в них забезпечується переважно закордонними виробниками. Визначено теоретичне підґрунтя та базові принципи створення безглютенових хлібобулочних виробів.

2. Проаналізовано харчовий та технологічний потенціал основної сировини для БХБВ. Узагальнено дані щодо поживних, споживчих та технологічних властивостей безглютенового борошна від ліцензованого в Україні виробника. Виділено два найбільш перспективних види борошна для розробки БХБВ:

рисове та соргове борошно, використання яких дозволить отримати вироби із високими споживчими та поживними профілями.

3. Обґрунтовано доцільність використання заквасок в технологіях БХБВ, з'ясовано переваги та недоліки різних видів та способів приготування заквасок. Як найбільш перспективні виділено закваски-стартери чистих культурних бактерій. Даний напрям є новим в Україні і потребує подальших експериментальних досліджень.

4. Визначено вплив технологічних властивостей різних видів клітковини на формування структурно-механічних властивостей безглютенового дріжджового тіста. Картопляна клітковина має переваги в порівнянні з харчовими волокнами зернових висівок, фруктів та овочів, оскільки не містить фітину. КК має позитивний вплив на реологічні показники тіста, збагачує мінеральний склад та підвищує кислотність, а також не відноситься до групи харчових добавок і не додає на етикетку інгредієнтів з індексом Е. Картопляну клітковину доцільно додавати в рецептуру хліба (з пшеничного борошна) у кількості 2–5 % до маси борошна. Теоретичні дані та практичне використання КК виробниками хліба дуже обмежені, проте, додавання КК в рецептури БХБВ є перспективним і потребує вивчення.

5. На основі виявлених недоліків визначено перспективи розвитку БХБВ з покращеними споживчими властивостями у напрямі поліпшення їх органолептичних характеристик (посилення вираженого аромату і смаку, властивих традиційним ХБВ) за рахунок натуральних компонентів та сучасних технологічних рішень, зокрема, використання методів закваски, підвищення харчової цінності та збільшення вмісту клітковини у виробах, створення доступної і конкурентоспроможної вітчизняної безглютенової продукції на ринку в категорії «чиста етикетка» без додаткового використання харчових добавок.

Список використаних джерел за розділом 1

1. US Gluten-free Food Market Research Report: Size, Growth, Trends, Opportunity Analysis, Industry Forecast – 2023–2027. URL: <https://www.technavio.com/report/us-gluten-free-food-market-industry-analysis>.
2. Kulshrestha R. Overview of the Gluten-Free Market. In: Singh Deora N., Deswal A., Dwivedi M. (eds) Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. *Food Engineering Series*. Springer, Cham, 2022. P. 79–93. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88697-4_9.
3. Palmieri B., Vadala M., Laurino C. Gluten-free diet in non-celiac patients: beliefs, truths, advantages and disadvantages. *Minerva Gastroenterologica e Dietologica*. 2019. Vol. 65 (2). P. 153–162. <https://doi.org/10.23736/S1121-421X.18.02519-9>.
4. Newberry C. The Gluten-Free Diet: Use in Digestive Disease Management. *Curr Treat Options Gastroenterol*. 2019. Vol. 17 (4). P. 554–563. <https://doi.org/10.1007/s11938-019-00255-0>.
5. Lebowhl B., Sanders D. S., Green P. H. R. Coeliac disease. *Lancet*. 2017. Vol. 391. Is. 10115. P.70-81 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31796-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31796-8).
6. Surabhi P. Nutritional Aspects and Health Implications of Gluten-Free Products, Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. In: Singh Deora, N., Deswal, A., Dwivedi, M. (eds). Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. *Food Engineering Series*. Springer, Cham, 2022. P. 17–34. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88697-4_2.
7. Hardy M. Y., Tye-Din J. A., Stewart J. A., Schmitz F., Dudek N. L., Hanchapola I., Purcell A. W., Anderson R. P. Ingestion of oats and barley in patients with celiac disease mobilizes cross-reactive T-cells activated by avenin peptides and immunodominant hordein peptides. *Journal of Autoimmunity*. 2015. Vol. 56. P. 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2014.10.003>.
8. Mukhopadhyay C. D. Current Advances in Celiac Disease: Consequences and Improvement Strategies. In: Singh Deora, N., Deswal, A., Dwivedi, M. (eds) Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. *Food Engineering Series*. Springer, Cham, 2022. P. 1–16. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88697-4_1.

9. Varino S. Active Coeliac: Disassembling Gluten and Coeliac Disease. *Somatechnics*. 2019. Vol. 9. Is. 2-3. P. 188–205. <https://doi.org/10.3366/soma.2019.0279>.
10. Степанов Ю. М., Саленко А. В. Целиакія: сучасний погляд на діагностику та лікування. *Gastroenterologia*. 2018. №52 (4). С. 249–253. <https://doi.org/10.22141/2308-2097.52.4.2018.154145>.
11. Bardella M. T., Elli L., Ferretti F. Non-celiac Gluten Sensitivity. *Current Gastroenterology Reports*. 2016. Vol. 18(12). P. 63. <https://doi.org/10.1007/s11894-016-0536-7>.
12. Sergi C., Villanacci V., Carroccio A. Non-celiac wheat sensitivity: rationality and irrationality of a gluten-free diet in individuals affected with non-celiac disease: a review. *BMC Gastroenterol*. 2021 Vol. 21 (1) № 5. <https://doi.org/10.1186/s12876-020-01568-6>.
13. Niland B., Cash B. D. Health benefits and adverse effects of a gluten-free diet in non-celiac disease patients. *Gastroenterology & Hepatology*. 2018. №14. P. 82–91. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5866307/>.
14. Краєвська С., Стеценко Н. Формування вітчизняного ринку безглютенових харчових продуктів. *Товари і ринки*. 2018. № 4. С. 36–46. [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)03](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)03).
15. Наумова О. О., Донцова О. В., Аграмакова Н. В. Перспективи підвищення відповідальності вітчизняних виробників харчової продукції без глютену з використанням Європейської системи ліцензування (ТМ «Перекреслений колосок»). *Бізнесінформ*. 2017. №12. С. 325–330. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2017_12_50.
16. Yazar G., Duvarci O. C., Tavman S., Kokini J.L. LAOS behavior of the two main gluten fractions: Gliadin and glutenin. *Journal of Cereal Science*. 2017. Vol. 77. P. 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.014>.
17. Юдіна Т. І., Безрученко О. М., Павлюченко В. О. Обґрунтування складу борошняної сировини у технології безглютенових кексів. *Праці ТДАТУ*. 2019. Вип. 19. Т. 1. С. 179–186. <https://doi.org/10.31388/10.31388/2078-0877>.
18. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф., Федоренко Ю. О. Перспективи розширення асортименту хлібобулочних виробів для хворих на целиакію. *Зберігання та переробка зерна*. 2017. № 3 (211). С. 43–48.

<https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4f7093bb-8dd7-4bba-8733-5ca639f7ec66/content>.

19. Лобачова Н. Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів: монографія. Суми: СНАУ, 2015. 214 с. [http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/3503/1/215-Монографія %20Лобачова.pdf](http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/3503/1/215-Монографія%20Лобачова.pdf).

20. Hardy M. Y., Tye-Din J. A., Stewart J. A., Schmitz F., Dudek N. L., Hanchapola I., Purcell A. W., Anderson R. P. Ingestion of oats and barley in patients with celiac disease mobilizes cross-reactive T-cells activated by avenin peptides and immuno-dominant hordein peptides. *Journal of Autoimmunity*. 2015. №56. P. 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2014.10.003/>.

21. Новойтенко І. В., Малиновський В. В. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.52>.

22. Codex Alimentarius-Commission. Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten: CODEX STAN 118-1979 (amendment: 1983 and 2015). URL: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https %253A %252F %252Fworkspace.fao.org %252Fsites %252Fcodex %252FStandards %252FCXS %2B118-1979 %252FCXS_118e_2015.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B118-1979%252FCXS_118e_2015.pdf).

23. Breadmaking: Improving Quality / Book: Third Edition. Editors: Stanley P. Cauvain. Witney, United Kingdom: Woodhead Publishing, 2021. 766 p. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02039-6>.

24. Rifna, E.J., Dwivedi, M., Kulshrestha, R. (2022). Novel Approaches in Gluten-Free Bread Making: Case Study. In: Singh Deora, N., Deswal, A., Dwivedi, M. (eds) Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. Food Engineering Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88697-4_8.

25. Спосіб детоксифікації глютенів у зернах злаків: пат. 116780 Україна: МПК A23L 5/20, 5/30, 7/10. № a201503538; заявл. 29.04.2013; опубл. 10.05.2018, Бюл. №9.

26. Дробот В. Г, Михонік Л. А., Грищенко А. М. Вплив структуроутворювачів на якість безглютенового хліба із суміші рисового та кукурудзяного борошна. *Наукові праці НУХТ*. 2017. Т. 23, № 6. С. 169–175. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/00e4b5f0-00cd-4824-84e8-fb98ed43f6ce/content>.

27. Шаніна О. М., Галясний І. В., Лобанова Н. Л. Обґрунтування складу борошняної сировини в технології безглютенового бездріжджового хліба. *East European Scientific Journal*. 2015. № 4. С. 56-60.

28. Семенова А. Б., Приходько Ю. С., Дробот В. І. Проблеми та перспективи виготовлення безглютенових хлібобулочних виробів в Україні. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/bitstream/123456789/24722/1/Tsabpipvbhvvu.pdf>.

29. Грищенко А. М. Удосконаленн технології хліба з безглютенової сировини: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01. Київ, 2011. 222 с.

30. Дробот В. І., Приходько Ю. С., Бережна Г. О. Борошно сорго у технології безглютенового хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Т. 25. № 1. С. 208–214. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-1-21/>

31. Дзюндзя О., Звагольська К. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. №1. С. 22–29. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.4>.

32. Хліб безглютеновий: патент на корисну модель 142991 Україна: А21 D 13/066 / Дробот В.І., Сорочинська Ю.С.: заявник та власник патенту: Національний університет харчових технологій. № у 201911851; заявл. 12.12.2019; опубл. 10.07.2020, Бюл. №13/2020.

33. Спосіб виробництва парового безглютенового хліба: патент на корисну модель 106215 Україна: А21 D 8/02 / Шаніна О. М., Мінченко С. М., Дугіна К. В.: заявник та власник патенту: Шаніна О. М., Мінченко С. М., Дугіна К. В. № у 201508625; заявл. 07.09.2015; опубл. 25.04.2016, Бюл. №8/2016.

34. Хліб безглютеновий: патент на корисну модель 114989 Україна: А21 D 13/066, А21 D 13/047 / Семенова А. Б., Бела Н. І., Приходько Ю. С., Писарець О. П.: заявник та власник патенту: Інститут продовольчих ресурсів НААН. № а 201606264; заявл. 09.06.2016; опубл. 28.08.2017, Бюл. №16/2017.

35. Houben A., Höchstötter A., Becker Th. Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *European Food Research and Technology*. 2017. Vol. 235. Is. 2. P. 195–208.

36. De Vuyst L., Vancanneyt M. Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria. *Food Microbiology*. 2007. 24 (2). P. 120–127. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.005>.

37. Moroni A., Zannini E., Arendt Elke K., Sensidoni G. Exploitation of buckwheat sourdough for the production of wheat bread. *European Food Research and Technology*. 2017. №10. P. 23-27. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1790-z/>
38. Михонік Л., Гетьман І. Технологія безглютенового хліба з використанням заквасок спонтанного бродіння. *Товари і ринки*. 2019. №1. С. 95–103. [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(29\)09](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(29)09).
39. Coda R., DiCagno R., Gobbetti M., Rizzello C. G. Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. *Food Microbiology*. 2018. № 2. P. 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.06.018>.
40. Спосіб виробництва парового безглютенового хліба: пат. 107391 Україна: МПК А21D 8/02. № u201508626; заявл. 17.09.2015; опубл. 10.06.2016, Бюл. №11.
41. Шаніна О. М., Жуков Є. В., Нуреева А. В. Вплив технологічних факторів на ступінь пенетрації хлібобулочних виробів спеціального призначення. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2016. № 2/4 (28). С. 30–35. <https://cyberleninka.ru/article/n/vpliv-tehnologichnih-faktoriv-na-stupin-penetratsiyi-hlibobulochnih-virobiv-spetsialnogo-priznachennya>.
42. Писарець О. П., Бела Н. І., Гетьман І. А., Семенова А. Б. Доцільність застосування псиліуму у якості структуроутворювача в технології безглютенових хлібобулочних виробів. *Продовольчі ресурси*. 2018. Вип. 10. С. 232–236. <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-28>.
43. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф. Перспективи використання амілолітичних ферментів у технології рисового хліба для хворих на целіакію. *Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів*. Тернопіль: ТНТУ, 2017. С. 154–154. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/26606>.
44. Дробот В. І., Сорочинська Ю. С., Грищенко А. М. Перспектива збагачення хлібобулочних виробів казеїном. *Наукові праці національного університету харчових технологій*. 2019. Т.25. №5. С. 117–124. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-5-14>.

45. Дробот В. І., Сорочинська Ю. С., Бондаренко Ю. В., Ренкас О. І. Використання шроту насіння гарбуза в технології безглютенового хліба. *Харчова промисловість*. 2019. № 26. С. 6–13. <https://doi.org/10.24263/2225-2916-2019-26-3>.
46. Gulsum M. Turkut, Hulya Cakmak, Seher Kumcuoglu, Sebnem Tavman. Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality. *Journal of Cereal Science*. 2016. № 69. P. 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.03.005>.
47. Rafaiane Macedo Guimarães, Tatiana Colombo Pimentel, Thaisa Alves Matos de Rezende, Jhessika de Santana Silva, Heloísa Gabriel Falcão, Elza Iouko Ida & Mariana Buranelo Egea. Gluten-free bread: effect of soy and corn co-products on the quality parameters. *European Food Research and Technology*. 2019. Vol. 245. P. 1365–1376. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03261-9>.
48. Sandri L. T. B., Santos F. G., Fratelli C., Capriles V. D. Development of gluten-free bread formulations containing whole chia flour with acceptable sensory properties. *Food Science & Nutrition*. 2017. Vol. 5, Is. 5. P. 1021–1028. <https://doi.org/10.1002/fsn3.495>.
49. Сорочинська Ю. С. Удосконалення технології безглютенового хліба з використанням борошна з зерна сорго: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01. Київ, 2021. 277 с.
50. Дробот В. І., Приходько Ю. С., Бережна Г. О. Борошно сорго у технології безглютенового хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Т. 25. № 1. С. 208–214. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-1-21>.
51. Миколенко С. Ю., Царук Л. Ю., Чурсінов Ю. О. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2019. № 5 (1330). С. 145–151. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2019.05.19>.
52. Сова Н.А., Луценко М.В., Єніна Н.Ю., Васараб-Кожушна Л.Д. Насіння ненаркотичних конопель – перспективна біологічно активна сировина для харчової промисловості. *Хранение и переработка зерна*. 2017. Вип. 9 (217). С. 16–19. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.3.10>.
53. House J. D., House J. D., Neufeld J., Leson G. Evaluating the Quality of Protein from Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) Products Through the use of the Protein

Digestibility-Corrected Amino Acid Score Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017. Vol. 58 (22). P. 11801–11807. <https://doi.org/10.1021/jf102636b>.

54. Apostol L., Popa M., Mustatea G. Cannabis sativa L partially skimmed flour as source of bio-compounds in the bakery industry. *Romanian Biotechnological Letters*. 2015. Vol. 20 (5). P. 10835–10844. URL: https://www.researchgate.net/publication/283284095_Cannabis_sativa_L_partially_skimmed_flour_as_source_of_bio-compounds_in_the_bakery_industry.

55. Неміріч О. В., Михайленко В. М., Бережна Т. О. Порівняльна характеристика хімічного складу та біологічної цінності аглютенowego та пшеничного борошна. *Science, Research, Development: monografia pokonferencyjna*, 30.03-31.03.2018. Warszawa: Diamond trading tour, 2018. P. 30–33 (Technics and Technology, № 3). URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/32383>.

56. Овсієнко С.М, Науменко О.В. Використання нехлібопекарських видів борошна у хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2023. Том 11. Вип. 21. С. 99–110. URL: <https://iprjournal.kyiv.ua/index.php/pr/article/view/668/pr20>

57. Михонік Л. А., Грищенко А. М. Використання шроту з насіння розторопші в технології хліба з пшеничного цільозернового борошна. *Зберігання та переробка зерна*. 2017. № 3 (211) С. 40–43. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/82bdb378-c493-4dfa-a5b3-ed3ad4551a0d/content>.

58. Дудяк І. В., Кислянка Н. П. Використання знежиреного обліпихового шроту для підвищення харчової цінності хліба. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання плодоовочевої продукції*: мат. міжнар. наук.-практ. конф. 18–20 березня 2020 р. Миколаїв: МНАУ, 2020. С. 158–159. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7879/1/158-159.pdf>.

59. Степанькова Г. В., Олійник С. Г., Шидакова-Каменюка О. Г. Кваліметрична оцінка якості хліба пшеничного з використанням шроту зародків вівса та макухи зародків кукурудзи. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. № 25 (1). С. 233–242. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2019_25_1_24.

60. Новікова Н. В., Драга А. Ю. Проблеми та перспективи використання пряно-ароматичної сировини в технологіях хлібобулочних виробів. *Молодіжна наукова ліга*. 2020. № 2. С. 26–27. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/>

handle/123456789/4306/Драга %20А. %20Ю. %20Новікова %20Н. %20В..pdf?sequence=1&isAllowed=y.

61. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Технологічні властивості борошна круп'яних культур для виробництва безглютенових кексів. *Продовольчі ресурси*. 2022. Т. 10. № 19. С. 176–183. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-20>.

62. Кулініч В. І., Гавриш А. В., Доценко В. Ф. Рисове борошно – перспективна сировина для безглютенових продуктів. *Наукові праці ОНАХТ*. 2013. Вип. 44. Т. 1. С. 175–178. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2013_44%281%29__44.

63. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф. Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу рисового борошна як сировини для безглютенового хліба. *Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві та здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Київ: НУХТ, 2018. С. 38–40. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/991f9533-66ef-4fb5-8dd8-039d1ca4b9b2/content>*.

64. Medvid I., Dotsenko V., Shydlovska O., Ishchenko T. Investigation of the expedience of modification of the carbohydrate composition of rice flour in the technology of gluten-free bread. *EUREKA: Life Sciences*. 2019. № 1. P. 43-51. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2019.00833>.

65. Mollakhalili Meybodi N., Mohammadifar M. A., Feizollahi E. Gluten-free bread quality: a review of the improving factors. *Journal of food quality and hazards control*. 2015. Vol. 2. Is. 3. 81–85. URL: https://www.researchgate.net/publication/318323613_Gluten-Free_Bread_Quality_A_Review_of_the_Improving_Factors.

66. Singh A., Gevekea D. J., Yadav M. P. Improvement of rheological, thermal and functional properties of tapioca starch by using gum Arabic. *LWT Food Science Technology*. 2016. Vol. 80. P. 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.059>.

67. Martinez M. M., Gómez M. Rheological and microstructural evolution of the most common gluten-free flours and starches during bread fermentation and baking. *Journal of Food Engineering*. 2016. Vol. 197. P. 78–86. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.11.008>.

68. Abiose Sumbo H., Ikujenlola A. Victor. Comparison of chemical composition, functional properties and amino acids composition of quality protein

maize and common maize (*Zea mays* L.). *African Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 5 (3). P. 81–89. <https://doi.org/10.14303/ajfst.2014.024>.

69. Ostermann-Porcel M. V., Rinaldoni A. N., Rodriguez-Furlán L. T., Campderrós M. E. Quality assessment of dried okara as a source of production of gluten-free flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017. Vol. 97. Is. 9. P. 2934–2941. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8131>.

70. Вус Н. О., Безугла О. М., Кобизєва Л. Н. Мінливість вмісту білка у колекційних зразків нуту в умовах східного лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 34–38. https://fri.vin.ua/pdf_materials/KIK %2082.pdf.

71. Saito K., Okouchi M., Yamaguchi M., Takechi T. et al. Quality improvement of gluten-free rice flour bread through the addition of high-temperature water during processing. *Journal of Food Science*. 2022. Vol. 87. Is. 11. P. 4820–4830. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16333>.

72. Pongjaruvat W., Methacanon P., Seetapan N., Fuongfuchat A., Gamonpilas Ch. Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads. *Food Hydrocolloids*. 2014. Vol. 36. P. 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.09.004>.

73. Dotsenko V., Medvid I., Shydlovska O., Ishchenko T. Studying the possibility of using enzymes, lecithin, and albumen in the technology of gluten-free bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. № 1/11 (97). P. 42–51. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.154957>.

74. Laureati M., Giussani B., Pagliarini G. Sensory and hedonic perception of gluten-free bread: Comparison between celiac and non-celiac subjects. *Food Research International*. 2012. № 46(1). P. 326–333. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.12.020>.

75. Махинько В. М., Чернит Л. М. Високобілкові добавки в хлібопеченні. *Зберігання та переробка зерна*. 2014. № 6 (183). С. 57–61. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4222097f-67ef-4e05-be3f-5d8792a9d3e1/content>.

76. Rafal Ziobro, Lesław Juszczak, Mariusz Witczak, Jarosław Korus. Non-gluten proteins as structure forming agents in gluten free bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2016. Vol. 53. Is. 1. P. 571–580. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2043-5>.

77. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф. Дослідження впливу амілолітичних ферментів на мікробіологічні процеси в тісті та якість рисового хліба. *Наукові праці НУ ХТ*. 2018. Т. 24. № 2. С. 175–186. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2018_24_2_21.

78. Schirmer M., Hôchstôtte A., Jekle M. [et al.] Physicochemical and morphological characterization of different starches with variable amylose/amylopectin ratio. *Food Hydrocolloids*. 2013. № 32. P. 52–63. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.11.032>.

79. Taghdir M., Mazloomi S. M., Honar N., Sepandi M., Ashourpour M., Salehi M. Effect of soy flour on nutritional, physicochemical, and sensory characteristics of gluten-free bread. *Food Science & Nutrition*. 2016. №6. P. 1–7. <https://doi.org/10.1002/fsn3.411>.

80. Лобачова Н. Л., Шаніна О. М. Технологічні аспекти формування структури виробів з безглютенової борошняної сировини. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2013. Вип. 140. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2013_140_12.

81. Demirkesen I., Mert B., Sumnu G., Sahin S. Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*. 2018. № 96. P. 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.08.004>.

82. Tarafdar A., Pandey A., Sirohi R., Dussap G. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Advances in Food Engineering. Elsevier, 2022. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-04192-7>.

83. Kuddus M. Enzymes in food biotechnology: production, applications, and future prospects. London: Academic Press, 2019. URL: <https://www.elsevier.com/books-and-journals>.

84. Ahmad A., Arshad N., Ahmed Z. [et al.]. Perspective of Surface Active Agents in Baking. *Critical Reviews In Food Science and Nutrition*. 2014. № 54 (2). P. 208–24. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.579697>.

85. Arshad N., Ahmad A., Nadeem M., Amor R. M., Arshad M. S. Reporting the utilization and perspectives of different surface active agents for bread making. *Food Science and Technology*. 2020. №40 (1). P. 312–321. <https://doi.org/10.1590/fst.11619>.

86. Ткачук Ю., Шидловська О., Доценко В., Мальцева О. Характеристика та застосування поверхнево-активних речовин (ПАР). *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2019. № 6 (55). С. 18–22.

87. Medvid I., Shydlovska O., Dotsenko V. The use of sunflower lecithin in the technology on gluten-free bread with enzymatic modification of flour starch. *Food and Environment Safety*. 2018. Vol. XVII. Is. 4. P. 352–362. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/596893>.

88. Salehi F. Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: a review. *Food Science & Nutrition*. 2019. Vol. 7. Is. 11. P. 3391–3402. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1245>.

89. Mir S. A., Shah M. A., Naik H. R., Zargar I. A. Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. Vol. 51. P. 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.005>.

90. Cappa, C., Lucisano, M., Raineri, A., Fongaro, L., Foschino, R., & Mariotti M. Gluten-free bread: Influence of sourdough and compressed yeast on proofing and baking properties. *Foods*. 2016. Vol. 5 (4). № 69. <https://doi.org/10.3390/foods5040069>.

91. Capriles V. D., Arêas J. A. Effects of prebiotic inulin-type fructans on structure, quality, sensory acceptance and glycemic response of gluten-free breads. *Food & Function*. 2013. 4 (1). P. 104–110. <https://doi.org/10.1039/c2fo10283h>.

92. Parra A. F. R., Ribotta P. D., Ferrero C. Apple pomace in gluten-free formulations: Effect on rheology and product quality. *International Journal of Food Science and Technology*. 2015. 50 (3). P. 682–690. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12662>.

93. Lu Q., Liu H., Wang Q., Liu J. Sensory and physical quality characteristics of bread fortified with apple pomace using fuzzy mathematical model. *International Journal of Food Science & Technology*. 2017. Vol. 52. Is. 5. P. 1092–1100. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13280>.

94. Quiles A., Campbell G. M., Struck S., Rohm H., Hernando I. Fiber from fruit pomace: a review of applications in cereal-based products. *Food Reviews International*. 2018. 34 (2). P. 162–181. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1261299>.

95. Fratelli C., Muniz D. G., Santos F. G., Capriles V. D. Modelling the effects of psyllium and water in gluten-free bread: An approach to improve the bread quality

and glycemic response. *Journal of Functional Foods*. 2018. Vol. 42. P. 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.01.015>.

96. Effect of Psyllium Husk on Physical, Nutritional, Sensory, and Staling Properties of Dietary Prebiotic Sponge Cake / S. Beikzadeh, S.H. Peighambaroust, M. Beikzadeh, M. Asghari Javar-Abadi, A. Homayouni-Rad. *Czech Journal of Food Science*. 2016. Vol. 34. P. 534–540. <https://doi.org/10.17221/551/2015-CJFS>.

97. Influence of Psyllium husk (*Plantago ovata*) on Bread Quality / S. M. Man, A. Paucean, S. Muste, A. Pop, E. A. Muresan. *Directory of Open Access Journals*. 2017. Vol. 74. P. 33–34. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:12631>.

98. Шаніна О. М., Лобанова Н. Л., Зверев В. О. Вплив ферменту транеглютамінази на властивості білків борошна. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2014. № 5 (11). С. 28-33. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-12>.

99. Лобачова Н. Л. Технологія безглютенових хлібобулочних виробів з використанням колагенвмісних білків та транеглютамінази : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Харків, 2015. 24 с. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0415U002603>.

100. Cappa C., Lucisano M., Raineri A., Fongaro L., Foschino R., Mariotti M. Gluten-Free Bread: Influence of Sourdough and Compressed Yeast on Proofing and Baking Properties. *Foods*. 2016. № 5 (4). P. 69. <https://doi.org/10.3390/foods5040069>.

101. Hatta E., Matsumoto K., Honda Y. Bacillolysin, papain, and subtilisin improve the quality of gluten-free rice bread. *Journal of Cereal Science*. 2015. № 61. P. 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.10.004>.

102. Дробот В. І., Сильчук Т. А. Використання закваски спонтанного бродіння при виробництві житньо-пшеничного хліба. *Наукові праці НУХТ*. 2016. № 22 (1). С 180–184. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2016_22_1_22.

103. Drabinska N., Zielinski H., Krupa-Kozak U. Technological benefits of inulin-type fructans application in gluten-free products – a review. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. Vol. 56. P. 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.015>.

104. Różyło R., Rudy S., Krzykowski A., Dziki D., Gawlik-Dziki U., Różyło K., Skonecki S. Effect of adding fresh and freeze-dried buckwheat sourdough on

gluten-free bread quality. *International Journal of Food Science & Technology*. 2015. Vol. 50. Is. 2. P. 313–322. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12622>.

105. Salmenkallio-Marttila M., Katina K., Autio K. Effects of Bran Fermentation on Quality and Microstructure of High-Fiber Wheat Bread. *Cereal Chemistry Journal*. 2021. Vol. 8. No. 4. P. 429. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2001.78.4.429>.

106. Arendt E. K., Moroni A., Zannini E. Medical nutrition therapy: use of sourdough lactic acid bacteria as a cell factory for delivering functional biomolecules and food ingredients in gluten free bread. *Microbial Cell Factories*. 2021. № 10/1. URL: <http://www.microbialcellfactories.com/content/10/S1/S15>.

107. Zannini E., Pontonio E., Waters D. M., Arendt E. K. Applications of microbial fermentations for production of gluten-free products and perspectives. *Applied microbiology and biotechnology*. 2012. Vol. 93. No. 2. P. 473–485. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3707-3>.

108. Gluten-free cereal products and beverages / Edited by E. Arendt, F. Dal Bello, E. Arendt, F. Dal Bello. London: Academic Press, 2011. 445 p. URL: https://www.academia.edu/28281667/Gluten_Free_Cereal_Products_and_Beverages_pdf.

109. Smith B. M., Bean S. R., Herald T. J., Aramouni F. M. Effect of HPMC on the Quality of Wheat-Free Bread Made from Carob Germ Flour-Starch Mixtures. *Journal of Food Science*. 2012. Vol. 77. Is. 6. P. C684–C689. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02739.x>.

110. Yuwei Hu, Jialan Zhang, Shaojin Wang, Yingbao Liu, Li Li, Mengxiang Gao. Lactic acid bacteria synergistic fermentation affects the flavor and texture of bread. *Journal of Food Science*. 2022. Vol. 87. Is. 4. P. 1823–1836. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16082>.

111. Plessas S. Innovations in Sourdough Bread Making. *Fermentation*. 2021. Vol. 7. №29. <https://doi.org/10.3390/fermentation7010029>.

112. Gobetti M., De Angelis M., Di Cagno R., Calasso M., Archetti G., Rizzello C. G. Novel Insights on the Functional/Nutritional Features of the Sourdough Fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 2019. Vol. 302. P. 103–113. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.018>.

113. Jagelaviciute J., Cizeikiene D. The Influence of Non-Traditional Sourdough Made with Quinoa, Hemp and Chia Flour on the Characteristics of Gluten-Free Maize/Rice Bread. *LWT*. 2021. Vol. 137. 110457. <https://doi.org/10/ghzf8q>.
114. Galimberti A., Bruno A., Agostinetti G., Casiraghi M., Guzzetti L., Labra M. Fermented Food Products in the Era of Globalization: Tradition Meets Biotechnology Innovations. *Current Opinion in Biotechnology*. 2021. № 70. P. 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2020.10.006>.
115. Jin J., Nguyen T. T. H., Humayun S., Park S., Oh H., Lim S., Mok I.-K., Li Y., Pal K., Kim D. Characteristics of sourdough bread fermented with *Pediococcus pentosaceus* and *Saccharomyces cerevisiae* and its bio-preservative effect against *Aspergillus flavus*. *Food Chemistry*. 2021. № 345. 128787. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128787>.
116. De Vuyst L., Van Kerrebroeck S., Harth H., Huys G., Daniel H.-M., Weckx S. Microbial ecology of sourdough fermentations: Diverse or uniform? *Food Microbiology*. 2014. № 37. P. 11–29. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.06.002>.
117. Gänzle M. G., Zheng J. Lifestyles of sourdough lactobacilli – Do they matter for microbial ecology and bread quality? *International Journal of Food Microbiology*. 2019. № 302. P. 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.08.019>.
118. Fraberger V., Unger C., Kummer C., Domig K. J. Insights into microbial diversity of traditional Austrian sourdough. *LWT*. 2020. Vol. 127. 109358. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109358>.
119. Pétel C., Onno B., Prost C. Sourdough volatile compounds and their contribution to bread: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 59. P. 105–123. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.015>.
120. Fekri A., Torbati M., Khosrowshahi A. Y., Shamloo H. B., Azadmard-Damirchi S. Functional effects of phytate-degrading, probiotic lactic acid bacteria and yeast strains isolated from Iranian traditional sourdough on the technological and nutritional properties of whole wheat bread. *Food Chemistry*. 2020. Vol. 306. 125620. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125620>.
121. İspirli H., Özmen D., Yılmaz M. T., Sağdıç O., Dertli E. Impact of Glucan Type Exopolysaccharide (EPS) Production on Technological Characteristics of Sourdough Bread. *Food Control*. 2020. Vol. 107. 106812. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106812>.

122. Caglar N., Ermis E., Durak M. Z. Spray-dried and freeze-dried sourdough powders: Properties and evaluation of their use in breadmaking. *Journal of Food Engineering*. 2021. Vol. 292. 110355. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110355>.

123. Шевчук Ю. С., Якимчук І. В., Грищенко А. М. Використання картопляної дієтичної харчової клітковини в хлібопеченні. *Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті: мат. 78-ї міжнар. наук. конф. молодих уч., асп. і студ., 2-3 квітня 2012 р. К.: НУХТ, 2012. Ч.1. С. 79–80.*

124. Щербак К. О., Кармазов О. І., Желева Т. С. Характеристика харчових волокон та вивчення їх поведінки у водних розчинах. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*. 2024. № (1). С. 20-26. <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2024-1-4>.

125. ТМ «Bezgluten», Польща. URL: <https://bezgluten.pl/sklep/135-chleb-bez-glutenu> (дата звернення 15.05.2023).

126. ТМ «Incola», Польща. URL: <https://www.incola.com.pl/en/products/> (дата звернення 15.05.2023).

127. Безглютенова піта. GFL Foods Inc., Італія. <https://glutenfreepitas.com/> (дата звернення 15.05.2023).

128. ТМ «Balviten», Польща. URL: <https://sklep.balviten.com/pl/14-Pieczyno> (дата звернення 15.05.2023).

129. ТМ «Green Chef», Київ, Україна. URL: <https://greenchef.ua/shop/khlib-i-vupichka/> (дата звернення 15.05.2023).

130. Крамниця здорової їжі «ЕкоСфера», Суми, Україна. URL: <https://ecosfera.com.ua/bezghliutenovyi-khlib/> (дата звернення 15.05.2023).

131. Curti M. I., Palavecino P. M., Savio M., Baroni M. V., Ribotta P. D.. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Gluten-Free Bread: The Effect of Milling Conditions on the Technological Properties and In Vitro Bioaccessibility of Polyphenols and Minerals. *Foods*. 2023. 12(16):3030. <https://doi.org/10.3390/foods12163030>.

132. Onyango C., Mutungi C., Unbehend G., Lindhauer M. Modification of gluten-free sorghum batter and bread using maize, potato, cassava or rice starch, *LWT – Food Science and Technology*. 2011. Vol. 44. Iss. 3. P. 681–686. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.09.006>.

133. Livia de L. de O. Pineli, Renata P. Zandonadi, Raquel B. A. Botelho, Viviani R. de Oliveira, Lúcio F. de Alencar Figueiredo. The use of sorghum to produce gluten-free breads: A systematic review. *Journal of Advanced Nutrition and Human Metabolism*. 2015. 2:e944. <https://doi.org/10.14800/jan>.

134. Goodall M., Campanella O., Ejeta G., Hamaker B. Grain of high digestible, high lysine (HDHL) sorghum contains kafirins which enhance the protein network of composite dough and bread. *CFW Plexus*. 2012. Vol. 56. P. 352–357. <https://doi.org/10.1094/CPLEX-2011-1007-03W>.

135. Kazungu F. K., Muindi E. M., Mulinge J. M. Overview of Sorghum (*Sorghum bicolor*. L), its Economic Importance, Ecological Requirements and Production Constraints in Kenya. *International Journal of Plant & Soil Science*. 2023. Vol. 35. P. 62–71. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2023/v35i12744>.

136. Gallo L., Reis C., Mendonça M. et al. Impact of Gluten-Free Sorghum Bread Genotypes on Glycemic and Antioxidant Responses in Healthy Adults. *Foods*. 2021. Vol. 10. 2256. <https://doi.org/10.3390/foods10102256>.

137. Hegde Shreevatsa, S., Thangalakshmi, Singh Rakhi. A review of gluten and sorghum as a gluten free substitute. *Trends in Horticulture*. 2023. Vol. 6. 2840. <https://doi.org/10.24294/th.v6i2.2840>.

138. Hryhorenko N., Krupa-Kozak U., Bączek N., Rudnicka B., Wróblewska B. Gluten-free bread enriched with whole-grain red sorghum flour gains favourable technological and functional properties and consumers acceptance. *Journal of Cereal Science*. 2023. Vol. 110. 103646. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103646>.

139. Ari Akin P., Demirkesen I., Bean S. R., Aramouni F., Boyaci I. H. Sorghum Flour Application in Bread: Technological Challenges and Opportunities. *Foods*. 2022. Vol. 11 (16). 2466. <https://doi.org/10.3390/foods11162466>.

141. Liu L., Herald T. J., Wang D. et al. Characterization of sorghum grain and evaluation of sorghum flour in a Chinese egg noodle system. *Journal of Cereal Science*. 2012. Vol. 55 (1) P. 31–36. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2011.09.007>.

142. Visarada K., Aruna C. Sorghum: A bundle of opportunities in the 21st century. In: Aruna C, Visarada KBRS, Venkatesh Bhat B, Tonapi VA (editors). *Breeding Sorghum for Diverse End Uses*. Woodhead Publishing, 2019. pp. 1–14. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101879-8.00001-2>.

143. Xu S. Development and Characterization of Peptide Antioxidants from Sorghum Proteins [Master's thesis]. Kansas State University, 2018. 250p.
144. Ahmed S. O., Abdalla A. W. H., Inoue T., et al. Nutritional quality of grains of sorghum cultivar grown under different levels of micronutrients fertilization. *Food Chemistry*. 2014. №159. P. 374–380. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2014.03.033>.
145. Gunawan S., Dwitasari I., Rahmawati N. et al. Effect of process production on antinutritional, nutrition, and physicochemical properties of modified sorghum flour. *Arabian Journal of Chemistry*. 2022. Vol. 15(10). 104134. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104134>.
146. Olojede A. O., Sanni A. I., Banwo K. Effect of legume addition on the physiochemical and sensorial attributes of sorghum-based sourdough bread. *LWT*. 2020. Vol. 118. 108769. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108769>.
147. Dlamini N. R., Taylor J. R. N., Rooney L.W. The effect of sorghum type and processing on the antioxidant properties of African sorghum-based foods. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 105 (4). P. 1412–1419. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.017>.
148. Ratnavathi C. V. Sorghum processing and utilization. In: Ratnavathi C. V., Patil J. V., Chavan U. D. (editors). *Sorghum Biochemistry: An Industrial Perspective*. Academic Press; 2016. Pp. 311–327. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-8031575.00006-X>.
150. Schober T. J. Manufacture of Gluten-Free Specially Breads and Confectionery Products. In: Gallagher E. ed. *Gluten-Free Food Science and Technology*, Wiley-Blackwell, UK, 2009. P. 130–180. <https://doi.org/10.1002/9781444316209.ch9>.
151. Грек О. В., Онопрійчук О. О., Тимчук А. В., Овсієнко К. В. Визначення показників якості альбумінної пасти з клітковиною. *Наукові праці НУХТ*. 2017. Том 23. № 6. С. 149-157. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2017-23-6-19>.
152. Drobot V., Grischenko A. Use of potato fiber in technology of bakery products. *Food science, engineering and technologies*. 2013. Vol. LX. P. 105–109. URL: https://uft-plovdiv.bg/site_files/file/scienwork/scienworks_2013/docs/01-tech/01-tech-zyrneni/12-Drobot_Grischenko_NUFT.pdf

153. Curti E., Carini E., Diantom A., Vittadini E. The use of potato fibre to improve bread physico-chemical properties during storage. *Food Chemistry*. 2016 Vol. 195. P. 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.092>.

154. Kaack K., Pedersen L., Helle L., Nygaard F., Meyer A., Lærke H.. New potato fibre for improvement of texture and colour of wheat bread. *European Food Research and Technology*. 2006. Vol. 224. P. 199–207. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0301-5>.

155. Gobbetti M., Rizzello C. G., Di Cagno R., De Angelis M. How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods. *Food Microbiology*. 2014. Vol. 37. P. 30-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2013.04.012>.

156. Gänzle M. G. Enzymatic and bacterial conversions during sourdough fermentation. *Food Microbiology*. 2014. Vol. 37. P. 2–10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2013.04.007>.

157. Plessas S. Innovations in sourdough bread making. *Fermentation*. 2021. Vol. 7. 29. <https://doi.org/10.3390/fermentation7010029>.

158. Zannini E., Pontonio E., Waters D. M., Arendt E. K. Applications of microbial fermentations for production of gluten-free products and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2012. Vol. 93. № 2. P. 473–485. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3707-3>.

159. Kumar R. A., Routray W. Role of microbial fermentation in gluten-free products. In eBook: Challenges and potential solutions in gluten free product development / Editors: N. Singh Deora, A. Deswal, M. Dwivedi. 2022. P. 47–72. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-88697-4_4.

160. De Vuyst L., Van Kerrebroeck S., Harth H., Huys G., Daniel H.-M., Weckx S. Microbial ecology of sourdough fermentations: diverse or uniform? *Food Microbiology*. 2014. Vol. 37. P. 11–29. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.06.002>.

161. Gänzle M. G., Zheng J. Lifestyles of sourdough Lactobacilli – do they matter for microbial ecology and bread quality? *International Journal of Food & Microbiology*. 2018. Vol. 302. P. 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.08.019>.

162. Tafti A. G., Peighambaroust S. H., Hesari J., Bahrami A., Bonab E. S. Physico-chemical and functional properties of spraydried sourdough in breadmaking.

Food Science and Technology International. 2013. Vol. 19. Is. 3. P. 271–278. <https://doi.org/10.1177/1082013212452415>.

163. Ganzle M. G., Loponen J., Gobbetti M. Proteolysis in sourdough fermentations: mechanisms and potential for improved bread quality. *Trends in Food Science & Technology*. 2008. Vol. 19. Is. 10. P. 513–521. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.04.002>.

164. Moroni A. V., Dal Bello F., Arendt E. K. Sourdough in gluten-free bread-making: an ancient technology to solve a novel issue? *Food Microbiology*. 2009. Vol. 26. Is. 7. P. 676–684. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.07.001>.

165. Galimberti A., Bruno A., Agostinetto G., Casiraghi M., Guzzetti L., Labra M. Fermented food products in the era of globalization: tradition meets biotechnology innovations. *Current Opinion in Biotechnology*. 2021. Vol. 70. P. 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2020.10.006>.

166. Hangyan Dan, Zepeng Gu, Cheng Li, Zhengfeng Fang, Bin Hu, Caixia Wang, Saiyan Chen, Xiaoshu Tang, Yuanyuan Ren, Wenjuan Wu, Zhen Zeng, Yuntao Liu. Effect of fermentation time and addition amount of rice sourdoughs with different microbial compositions on the physicochemical properties of three gluten-free rice breads. *Food Research International*. 2022. Vol. 161. 111889. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111889>.

167. Thomas Remilekun M., Falegan Christopher R., Olojede Ayoyinka O., Oludipe Emmanuel O., Awarun Olorunfemi D., Daodu Gladys O. Nutritional and sensory quality of Ofada rice sourdough bread made with selected lactic acid bacteria strains. *Heliyon*. 2023. Vol. 9. Is. 10. e20828. –<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20828>.

168. Üçok G., Hayta M. Effect of sourdough addition on rice based gluten-free formulation: rheological properties of dough and bread quality. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 2020. Vol. 7 (5). P. 643-649. <https://doi.org/10.3920/QAS2014.0440>.

169. Mohd Roby B. H., Muhiaddin B. J., Abadl M. M. T., Mat Nor N. A., Marzlan A. A., Lim S. A. H., Mustapha N. A., Meor Hussin A. S. Physical properties, storage stability, and consumer acceptability for sourdough bread produced using encapsulated kombucha sourdough starter culture. *Journal of Food Science*. 2020. Vol. 85. P. 2286–2295. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15302>.

170. Gobbetti M., De Angelis M., Di Cagno R., Calasso M., Archetti G., Rizzello C. G. Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 2019. Vol. 302. P. 103–113. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.018>.

171. Jin J., Nguyen T. T. H., Humayun S., Park S., Oh H., Lim S., Mok I.-K., Li Y., Pal K., Kim D. Characteristics of sourdough bread fermented with *pediococcus pentosaceus* and *saccharomyces cerevisiae* and its bio-preservative effect against *aspergillus flavus*. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 345. 128787. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128787>.

172. R. Anand Kumar, Winny Routray. Role of microbial fermentation in gluten-free products / In: Challenges and potential solutions in gluten free product development. Food Engineering Series, 2021. Pp. 47–71. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88697-4_4.

173. Стартова культура ЛВ1 Livendo™. URL: <https://lesaffre.ua/products/startova-kultura-lv1-livendo/>.

174. Ланська В. Д., Федорова Д. В. Обґрунтування доцільності використання стартової закваски ЛВ-1 в технології безглютенового рисового хліба. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2023. № 2 (47). С. 27–39. <https://oblad.donnuet.edu.ua/index.php/tehnolog/article/view/219/209>.

175. Федорова Д. В., Слащева А. В., Ланська В. Д. Технологічні аспекти виробництва безглютенового хліба на заквасках. *Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business: Scientific monograph*. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2023. p. 247–289. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-12>.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика сировини, використаної у дослідженнях

Сировина та матеріали, використані при проведенні досліджень, відповідали вимогам діючої в Україні нормативної документації або сертифікату відповідності фірми-виробника.

Характеристику предметів дослідження наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика предметів дослідження

Назва предметів дослідження	Назва підприємства-виробника	Нормативна та/або інша документація, що регламентує показники якості та безпечності	Примітка
1	2	3	4
I. Сировина			
Борошно рисове	Україна, м. Карлівка Полтавської області ТОВ «Каскад» Ms. Tally	ТУ У 10.6-31680679-003:2013	Виробництво 2021–2024 рр.
Борошно соргове	Україна, м. Карлівка Полтавської області ТОВ «Каскад» Ms. Tally	ТУ У 10.6-40031186-001:2016	Виробництво 2021–2024 рр.
Стартова культура ЛВ-1	Україна, м.Київ ТМ LIVENDO ТОВ «Lesaffre Ukraine»	Сертифікат якості виробника	Виробництво 2021–2024 рр.
Дріжджі хлібопекарські пресовані «Рекорд» з оранжевою етикеткою	Україна, м.Київ ТМ LIVENDO ТОВ «Lesaffre Ukraine»	Сертифікат якості виробника	Виробництво 2021–2024 рр.
Цукор	Україна, ТМ «Саркара», ТОВ «Саркара-груп», м. Київ	ДСТУ 4623:2023	Виробництво 2021 – 2024 рр.
Олія соняшникова	Україна, ТМ «Олейна», м. Дніпро	ДСТУ 4492:2017	Виробництво 2021–2024 рр.
Картопляна клітковина	«Potex» (Швеція)	Сертифікат якості виробника	Виробництво 2021–2024 рр.
II. Напівфабрикати			
Рисова закваска зі стартовою культурою ЛВ-1	Отримані у лабораторних умовах	-	-

Закінчення табл. 2.1

1	2	3	4
Соргова закваска зі стартовою культурою ЛВ-1	Отримані у лабораторних умовах	–	–
III. Модельні харчові композиції			
Модельні харчові композиції безглютенового рисового хліба на рисовій заквасці	Отримані у лабораторних умовах	–	–
Модельні харчові композиції безглютенового соргово-рисового хліба на рисовій заквасці	Отримані у лабораторних умовах	–	–
IV. Готовий хліб безглютеновий			
Хліб рисовий з рисовою закваскою	Україна, м. Київ, ТОВ «ЧАНТА МАУНТ» ТОВ «КПІ ПРО»	ТІУ 00389676.74.7521:2025 РЦУ 00389676.74.7521:2025	Виробництво 2024–2025 рр.
Хліб соргово-рисовий з рисовою закваскою	Україна, м. Київ ТОВ «ЧАНТА МАУНТ», ТОВ «КПІ ПРО»	ТІУ 00389676.74.7520:2025 РЦУ 00389676.74.7520:2025	Виробництво 2024–2025 рр.

Характеристику партій рисового борошна наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристика партій борошна рисового

Показник	Партії рисового борошна		
	1	2	3
Вологість, %	12,0	11,0	11,5
Кислотність, град	2,0	1,8	2,0
Газоутворювальна здатність, см ³ / 100 г	586	580	582
Автолітична активність, % СР	11,5	10,8	11,0
Крупність, %			
> 300мкм	<0,1	<0,1	<0,1
>200≤ 300мкм	2,68	2,33	3,45
>150≤ 200мкм	6,84	7,92	6,07
>100≤ 150мкм	47,56	46,94	43,32
>50≤ 100мкм	30,23	28,56	24,75
>20≤ 50мкм	12,32	11,59	14,58
<20 мкм	<0,1	<0,1	<0,1
Вологопоглинальна здатність, %	85	82	80

Характеристику партій соргового борошна наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Характеристика соргового борошна

Показники	Партії соргового борошна	
	1	2
Вологість, %	12,2	12,6
Кислотність, град	4,6	4,3
Зольність, %	1,38	1,3
Водопоглинальна здатність, %	88	93
Газоутворювальна здатність, см ³ / 100 г	900	800
Автолітична активність, % СР	20	20
Крупність:		
> 300мкм	<2,9	<2,9
>100≤ 300мкм	86	86

Протоколи досліджень соргового та рисового борошна на вміст алергенів наведено в Додатку А. Картопляна клітковина «Potex» (Швеція) – це порошкоподібна добавка світло-сірого кольору. Розмір частинок продукту менше 1 мм. Характеристику картопляної клітковини Potex наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Характеристика картопляної клітковини Potex

Хімічний склад		Мікробіологічний склад, КОУ/г	
Вуглеводи, %	17	Загальна кількість колоні, не більше	50000
в т. ч. крохмаль, %	12	Аеробні спори, не більше	5000
Білок, %	5	E. Coli, не більше	20
Жир, %	0,3	Presum Bacillus Cereus, не більше	1000
в т. ч. насичений жир, %	0,06	Дріжджі, не більше	1000
Загальна кількість клітковини, %	65	Пліснява, не більше	1000
Енергетична цінність, ккал/100 г	221	Аеробний стафілокок, не більше	100
Масова частка води	9	Salmonella, в 25 г	0
Водозв'язувальна здатність, г води / 1 г продукту	10–15		

Для закваски використовували стартову культуру ЛВ-1 ТМ «Livendo», до складу якої входять дріжджі та молочнокислі бактерії (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

**Фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості
стартової культури ЛВ-1**

Найменування показника	Значення
Фізико-хімічні показники	
Жири, г	6,0
в т. ч. насичені жири, г	1,0
Вуглеводи, г	19,0
в т. ч. цукрів	14,0
Харчові волокна, г	26,0
Білки, г	43,0
Сіль (еквівалент солі), г	0,33
у перерахунку натрій, г	0,13
Масова частка води, %	7,0
Розчинність, %	99,7
Мікробіологічні показники	
Дріжджі (бактерії), КОУ/г	не більше 10^1
Загальна кількість коліформ, КОУ/г	не більше 1000
E. Coli, КОУ/г	не більше 10^1
Гриби, КОУ/г	не більше 100
Staphylococcus aureus, КОУ/г	не більше 10^1
Salmonella	відсутня в 25 г продукту

2.2. Постановка експерименту

Експериментальні дослідження проведено на базі: контрольно-виробничої лабораторії ДП «Зеландія» (м. Бровари, Київська область); контрольно-виробничої лабораторії ТОВ «ЧАНТА МАУНТ» (с. Нові Петрівці, Київська область); відділу технології хліба та біотрансформації зернових продуктів Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України (м. Київ); лабораторій кафедри ресторанних і крафтових технологій ДТЕУ; харчової контрольно-виробничої лабораторії Київської Облспоживспілки (м. Київ).

Виробничі випробування проведено в умовах виробничої лабораторії «Lesaffre Lab» Baking Centre (м. Київ); ТОВ «Фудком» (м. Київ); ТОВ «КПІ ПРО»

(м. Київ); ДП «Зеландія» (м. Бровари, Київська область); ТОВ «ЧАНТА МАУНТ» (с. Нові Петрівці, Київська область).

Схему проведення теоретичних та експериментальних досліджень наведено на рис. 2.1.

2.3. Методи досліджень

2.3.1. Методи визначення якості сировини

Відбір проб борошна для аналізу здійснювали згідно з ДСТУ ISO 13690:2003 [1]. Визначення *масової частки вологи* в борошні проводили методом прискореного висушування у сушильній шафі СЕШ-1 [2].

Загальну кількість вуглеводів та водорозчинних вуглеводів (моно- і дисахаридів) у борошні визначали поляриметричним методом Н. А. Архиповича [2].

Вміст крохмалю визначали як різницю між загальною кількістю вуглеводів і вмістом водорозчинних вуглеводів, помножену на 0,9 – коефіцієнт перерахунку кількості глюкози на крохмаль [2].

Дослідження *загальної кількості харчових волокон* (розчинних і нерозчинних) здійснювали ферментативно-гравіметричним методом [2].

Зольність борошна визначали за методикою [3] із застосуванням прискорювача.

Визначення *вмісту жиру* проводили рефрактометричним методом [3].

Загальну (титровану) кислотність визначали методом титрування суспензії (бовтанки) [3].

Крупність частинок борошна (*дисперсність*) визначали за допомогою лабораторного розсіву РЛУ-3 [2].

Цукроутворювальну здатність борошна визначали йодометричним методом за кількістю мальтози, утвореної у водно-борошняній суспензії [3].

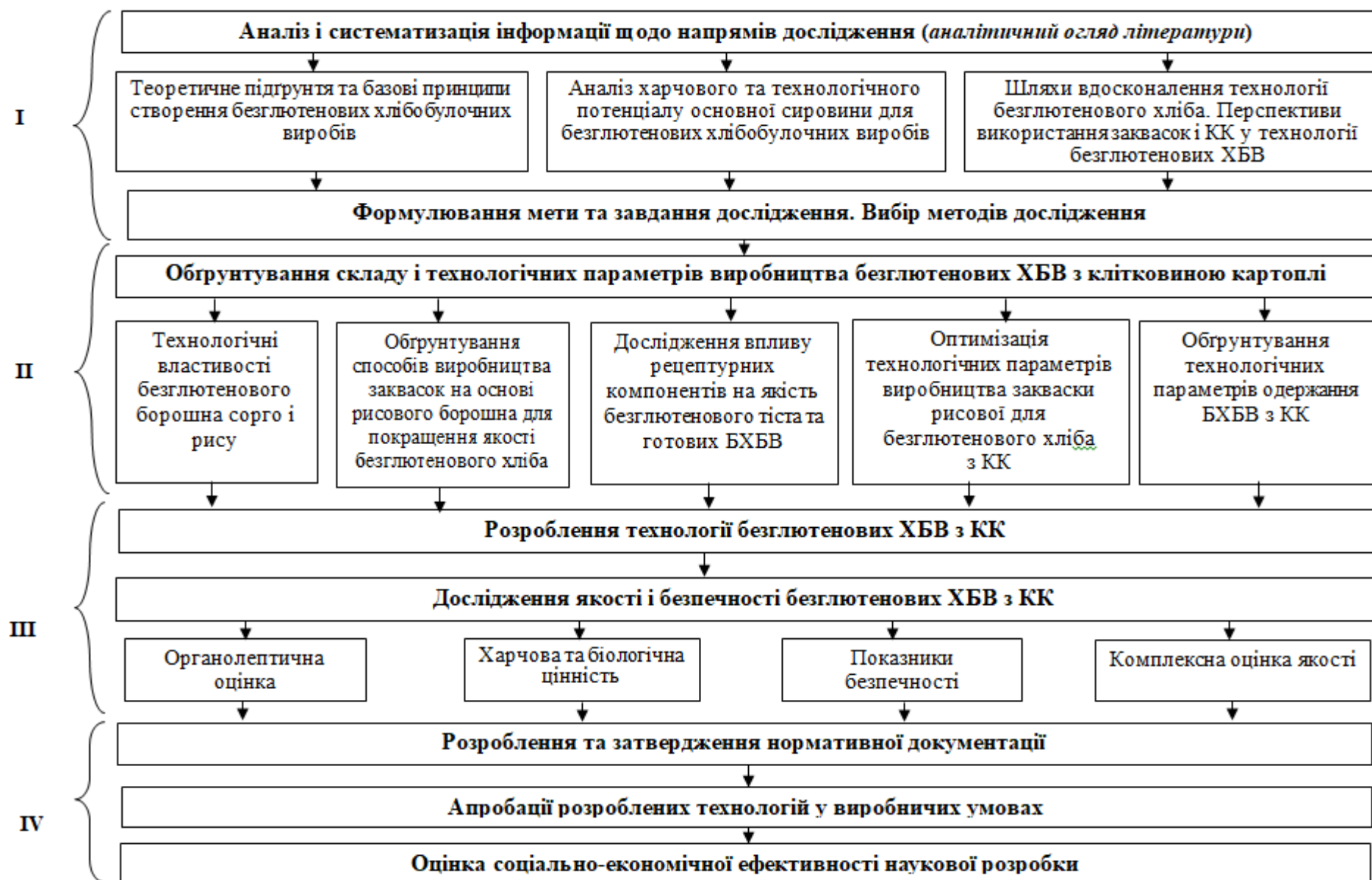


Рис. 2.1. Схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень

Водопоглинальну здатність борошна визначали за методом центрифугування згідно методики [4].

Автолітичну активність борошна оцінювали за числом падіння та його активністю за методом автолітичної проби. Визначення числа падіння борошна проводили методом Хагберга-Пертена за ДСТУ 150 3093:2009 [5] на приладі ПЧП-3. Метод автолітичної проби полягав у накопиченні водорозчинних речовин у водно-борошняній суспензії при прогріванні в киплячій водяній лазні, кількість яких встановлювали на рефрактометрі.

Фізичні властивості крохмалю борошна визначали за допомогою амілографа згідно з ДСТУ 4235-2003 [6].

Вигляд та розміри крохмальних зерен в борошні визначали в підготовленій водно-борошняній суспензії (співвідношення води і борошна –1:10) на електронному мікроскопі «Opticon Bionic MAX» [7].

2.3.2. Способи приготування тіста

та методи визначення якості напівфабрикатів

Для дослідження показників технологічного процесу, якості готового хліба, а також змін, які відбуваються в процесі приготування тіста, проводили пробні лабораторні випікання.

Закваски та тісто замішували в планетарному міксері Kenwood протягом 4–5 хв з частотою обертання місильного органу 1 с^{-1} . Тістові заготовки формували вручну та укладали у форми для випікання. Напівфабрикати піддавали бродінню в формах у вистійній шафі марки UNOX протягом 30-50 хв за відносної вологості повітря 75–80 % та температури 30...32°C. Тістові заготовки випікали в пароконвекційній печі UNOX при температурі 190...200°C. Особливості приготування тіста і хліба наведені у відповідних розділах роботи.

За контроль було взято традиційну рецептуру хліба «Безглютеновий з рисовим борошном» [8], який має значну кількість крохмалевмісних інгредієнтів і потребує коригування рецептури в бік збалансування харчової цінності хліба та покращення технології його виробництва для отримання хліба високої якості.

Рецептура хліба наведена в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Рецептура традиційного хліба «Безглютеновий з рисовим борошном»[7]

Найменування сировини	Кількість, кг на 100 кг борошна
Борошно рисове	7,0
Крохмаль картопляний	20,0
Крохмаль кукурудзяний	73,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна харчова	0,6
Цукор білий кристалічний	4,0
Олія соняшникова	3,0
Камедь гуару	0,7
Камедь ксантану	0,3
Разом	111,6

Вологість напівфабрикатів визначали експрес-методом висушування на приладі Чижової [3].

Визначення вмісту цукрів проводили методом Шорля [2].

Аналіз загального та фракційного вмісту декстринів у заквасці на стартовій культурі ЛВ-1 і у спонтанній протягом 24 год бродіння проводили за їх здатністю осаджуватися при різних концентраціях етилового спирту в розчині [2].

Вміст крохмалю досліджували хлоркальцієвим методом [2].

Інтенсивність спиртового бродіння в тісті оцінювали за показником *газоутворювальної здатності*, який визначали волюмометричним методом [8].

Зміну загальної (титрованої) кислотності тіста визначали при його бродінні через кожні 15 хв титруванням 0,1 моль/дм³ розчином NaOH 5 г тістового напівфабрикату, розтертого з 50 см³ води, в присутності 1 %-го спиртового розчину фенолфталеїну до рожевого забарвлення [8].

Активну кислотність визначали за допомогою лабораторного рН-метру-іоміру «Експерт-001» зануренням електродів (хлор-срібного та скляного) у підготовлену пробу тістового напівфабрикату [9].

Газоутримувальну здатність тіста оцінювали непрямым методом за зміною питомого об'єму зразків у мірному циліндрі на 250 см³ в термостаті за температури 30°C від початку бродіння до моменту опадання тіста [9].

Склад нелетких органічних кислот в заквасці та їх кількість визначали за методикою М. І. Княгинічева та Г. А. Дерновської-Зеленцової [8].

Визначення *вмісту летких кислот* в заквасці проводили за допомогою напівмікрометоду ВНДІХП [9].

Кількість клітин МКБ та дріжджів в заквасках визначали шляхом висівання розведених заквасок на агаризоване середовище МРС та Сабуро з наступним витримуванням при температурі $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом певного часу і підрахунком утворених колоній [10].

В'язко-пластичні властивості тіста та їх зміни під час вистоювання визначали за допомогою ротаційного віскозиметру «Реотест-2». При проведенні досліджень готували модельні зразки безглютенового тіста відповідної вологості. Вимірювання проводили в повному діапазоні швидкостей в режимі a1, використовуючи циліндр S2. *Ефективну в'язкість* (η , Па·с) та *напругу зсуву* (τ , Па) розраховували за формулами:

$$\eta = \frac{\tau}{D}, \quad (2.1)$$

$$\tau = z \cdot a, \quad (2.2)$$

де D – швидкість зсуву ротора, c^{-1} ; z – константа циліндра ($z = 7,59 \text{ Па}$); a – показ приладу «Реотест-2». За результатами експерименту будували криві в'язкості $\eta = f(\tau)$ та течії $D = f(\tau)$. Визначали основні реологічні характеристики модельних систем [2, 8].

Кінетику зміни температури центральних шарів м'якушки визначали за допомогою автоматичного потенціометра. Як датчики температур застосовували хромель-капелеві термопари, які являють собою тонкий, гнучкий стрижень, що легко вводиться в тістову заготовку на різній висоті. Закінчення процесу випікання визначали за температурою центральних шарів м'якушки, яка у випечених хлібних виробках становить $95 \dots 97^\circ\text{C}$ [3].

2.3.3. Методи визначення якості готових виробів

Показники якості хліба визначали в лабораторних та виробничих умовах не раніше, ніж через 3 год після випікання.

Органолептичні показники (зовнішній вигляд, колір і стан скоринки, стан м'якушки, смак, запах) оцінювали за ДСТУ-П 8536:2015 [11]. Для бального оцінювання якості виробів використовували метод експертних оцінок [3].

Фізико-хімічні показники якості хліба, такі як *вологість хліба* та *титровану кислотність*, визначали за ДСТУ 7045:2009 [12].

Вологість хліба визначали експрес-методом на приладі ВЧ при 160°C за методикою [12].

Кислотність хліба визначали титриметричним методом, результати виражали в градусах кислотності [9].

Питомий об'єм визначали як відношення об'єму м'якушки хліба масою 25 г до його маси (см³/г, з точністю до 0,01 см³/г). Об'єм хліба (у см³) вимірюють за допомогою пристрою РЗ-БІО, який працює за принципом вимірювання об'єму сипкого наповнювача, витиснутого хлібом. Об'єм хліба вимірювався тричі [9].

Тривалість збереження свіжості хліба оцінювали за м'якістю м'якушки хліба (в од. приладу) протягом його зберігання 24,48 та 72 год за зміною структурно-механічних властивостей на аналізаторі текстури TA.Xtplus. Аналізатори текстури оцінюють властивості текстури, реєструючи силу, відстань і час зі швидкістю до 500 даних на секунду, потім відображають їх за допомогою вбудованої програми [13].

Розрахунок харчової та енергетичної цінності розроблених виробів визначали за Інструкцією І-158.00389676.012:2009 «Розрахунок поживної та енергетичної цінності хлібобулочних виробів» [14].

Вміст білка у готових зразках хліба визначали за методом Кьельдаля, який описано в [3].

Загальну кількість вуглеводів та водорозчинних вуглеводів (моно- і дисахаридів) визначали поляриметричним методом Н. А. Архіповича [2].

Вміст крохмалю визначали як різницю між загальною кількістю вуглеводів і вмістом водорозчинних вуглеводів, помножену на 0,9 – коефіцієнт перерахунку кількості глюкози на крохмаль [2].

Дослідження загальної кількості харчових волокон (розчинних і нерозчинних) здійснювали ферментативно-гравіметричним методом [2].

Вміст глютену та мікотоксинів визначали імуноферментним аналізом (ІФА) за допомогою тест-наборів фірми «r-Biofarm» (Німеччина) [15, 16].

Амінокислотний склад визначали за допомогою автоматичного аналізатора амінокислот Т 339 за методом іоно-обмінної рідинної хроматографії [17].

Біологічну цінність готового хліба оцінювали за величиною амінокислотного скору як показник відповідності амінокислотного складу білка безглютенового хліба та «ідеального» білка за методикою [2].

Вітамін В₁ визначали методом, який заснований на окисненні тіаміну втіохром, екстракції останнього в органічний розчинник і вимірюванні інтенсивності флуорисценції [2].

Вітамін В₂ визначали за допомогою рибофлавінзв'язуючого апобілка з білка курячих яєць за методикою [2].

Вітамін РР (ніацину) визначали шляхом звільнення зв'язаних форм ніацину гідролізом підготовленої наважки, очищення отриманого гідролізату та наступного кількісного визначення утвореного глутаконового альдегіду колOMETричним методом, порівнюючи зі стандартним розчином ніацину за методикою [2].

Вміст радіонуклідів сцинтиляційним спектрометричним методом на бетта-гамма спектрометричному комплексі СЕГ-СЕБ-01 (НВП «Атом Комплекс Прилад») [16, 17].

Для порівняння результатів досліджень готових виробів використовували показники якості пшеничного хліба з борошна першого сорту (для рисового безглютенового хліба на заквасці) та пшенично-житнього хліба класичної рецептури з борошна пшеничного першого сорту та житнього обдирного за даними Довідника [8].

2.3.4. Мікробіологічні методи досліджень

Кількість клітин МКБ та дріжджів в заквасках визначали шляхом висівання розведених заквасок на агаризоване середовище МРС та Сабуро

з наступним витримуванням при температурі $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом певного часу і підрахунком утворених колоній [8, 10].

Для визначення мікробіологічних показників якості готових виробів проводили розведення подрібненої наважки хліба до 10^4 . Метод визначення КМАФаМ полягає в кількісному підрахунку колоній мікроорганізмів, що виростають на поверхні м'ясо-пептонного агару протягом 72 год за температури $30 \pm 2^\circ\text{C}$. Для визначення кількості пліснявих грибів проби висівали на середовище Сабуро, підраховуючи утворені колонії через 3-5 діб (температура $22 \pm 2^\circ\text{C}$). Патогенні мікроорганізми визначали методом прямого посіву проб на середовище Ендо (температура $30 \pm 2^\circ\text{C}$, тривалість – 24-72 год) [8, 10].

2.3.5. Спеціальні методи досліджень

Для підбору оптимальних умов культивування рисової закваски на основі стартової культури ЛВ-1 використано метод математичного планування експерименту. На основі проведених досліджень було проведено математичну обробку даних досліджень та знайдено функції відклику по всіх параметрах за допомогою форми, створеної в MS Excel. Для отриманих функцій відклику сформульована системи рівнянь та проведено пошук оптимальних параметрів нелінійним методом узагальненого зведеного градієнта за допомогою надбудови «Пошук рішень» пакету MS Excel. Повторність проведених дослідів трикратна. Дослідні дані подано в одиницях міжнародної системи СІ. Планування експерименту виконано за ортогональним симетричним планом Бокса-Бенкіна. Використано повний трьохфакторний експеримент [18].

Для математичного пошуку оптимальних параметрів процесу бродіння закваски використано спосіб рішення компромісних задач багатопараметричної оптимізації нелінійним методом узагальненого зведеного градієнта. Для рішення поставленої задачі використано надбудову «Пошук рішень» пакету MS Excel [19].

Якість хлібобулочних виробів оцінювали за профілограмами якості, які будували на основі визначення показників, що характеризують виріб, переведення одиниць вимірювання в безрозмірні одиниці, складання математичної моделі, розрахунок комплексного показника якості готових

виробів. Математична модель комплексного показника якості є нелінійною функцією значень окремих показників якості виробу та відповідає площі багатокутника, в якому відстані від його центра до вершин рівні нормованим значенням окремих показників якості, побудовою діаграми [20].

Комплексну оцінку якості хліба проводили з використанням принципів кваліметрії [21]. Якість хліба оцінювали за сукупністю органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних, структурно-механічних показників та харчової цінності з урахуванням їх важливості при використанні.

Методика визначення комплексної оцінки якості харчових продуктів приведена у роботах вітчизняних вчених [22–27].

Якість готових безглютенових хлібобулочних виробів з КК оцінювали за сукупністю органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних, мікробіологічних показників та харчової цінності з урахуванням їх важливості при використанні.

Сутність експертного методу полягає в тому, що створюється група зі спеціалістів, які оцінюють вагомість всіх властивостей харчових продуктів, прийнявши, що сума властивостей дорівнює одиниці. Порядок оцінювання вагомості властивостей здійснюється експертами незалежно один від одного. Згідно з викладеною методикою кожен експерт, не спілкуючись з іншими експертами, повністю заповнює всі графи матриці. Потім у присутності всіх колег стисло обґрунтовує прийняті ним рішення (величини вагомості). З урахуванням обговорення кожний експерт повторно заповнює матриці.

Оцінювання одиничних показників якості безглютенових хлібобулочних виробів з КК та контрольного зразку проводили з використанням функції бажаності Харрингтона (рис. 2.2):

$$K_i = \exp[-\exp(-Y_i)], \quad (2.3)$$

де Y_i – кодоване значення безрозмірної шкали.

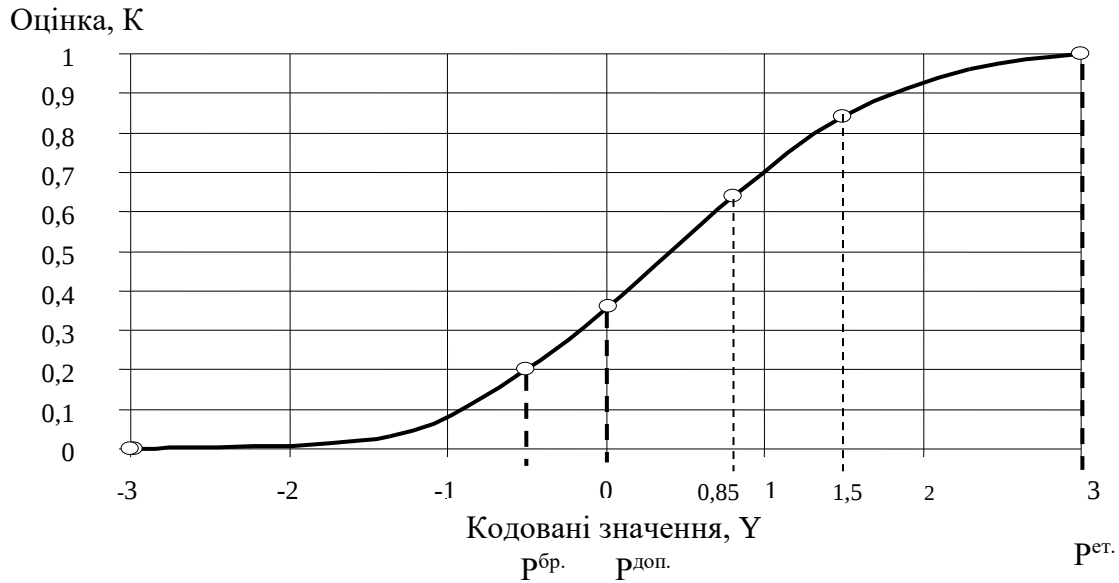


Рис. 2.2. Графік визначення оцінок нормованих показників якості

Комплексну оцінку показників якості розраховували за формулою:

$$K_j = \sum_{i=1}^{nj} K_{ij} \cdot m_{ij}, \quad (2.4)$$

де K_{ij} – оцінка одиничного показника;

m_{ij} – коефіцієнт вагомості i -го показника j -ої групи;

n – кількість показників, які враховуються в j -ій групі.

Коефіцієнти вагомості визначали експертним методом за умов:

$$\sum_{i=1}^n m_{ij} = 1, \quad (2.5)$$

де m_{ij} – коефіцієнт вагомості i -го показника j -ої групи ($m_i > 0$);

n – число показників якості продукції.

Коефіцієнт вагомості m_{ij} визначали за формулою:

$$m_{ij} = \frac{m_{ijcp}}{\sum_{i=1}^n m_{ijcp}}, \quad (2.6)$$

де m_{ijcp} – середнє арифметичне значення оцінок експертів i -го показника якості j -ої групи.

Середнє значення m_{ijcp} визначали за формулою:

$$m_{ijcp} = \frac{1}{N} \sum_{z=1}^N m_{ijz}, \quad (z = 1, 2, 3 \dots N) \quad (2.7)$$

де N – кількість експертів;

m_{ijz} – оцінка i -го показника якості j -ої групи, даного z -м експертом ($z = 1, 2, 3 \dots N$).

Комплексний показник якості безглютенових хлібобулочних виробів з КК на етапі «виробництва» та «зберігання» визначали за допомогою адитивної моделі:

$$K_{em} = (x_1 \wedge x_2) \sum_{j=1}^n M_j \cdot K_j, \quad (2.8)$$

де K_{em} – комплексний показник якості продукції на етапі життєвого циклу;

$x_1 \wedge x_2$ – функція вето, яка утворена показниками якості, що мають альтернативний характер – бактерії групи кишкових паличок, патогенні мікроорганізми, *E.coli*, *B.cereus*, плісневі гриби, дріжджі (при задоволенні вимоги x_1 та x_2 дорівнює 1, при незадоволенні – 0);

M_j – коефіцієнт вагомості j -ої групи показників;

K_j – групова оцінка показників.

Комплексний показник якості безглютенових хлібобулочних виробів з КК визначали за допомогою адитивної моделі:

$$K_o = \sum_{j=1}^n M_{em} \cdot K_{em}, \quad (2.9)$$

де K_o – комплексний показник якості продукції;

M_{em} – коефіцієнт вагомості показників на етапі життєвого циклу;

K_{em} – комплексний показник якості продукції на етапі життєвого циклу;

n – кількість етапів життєвого циклу продукції.

2.3.6. Методи обробки експериментальних даних

Експериментальні дані обробляли статистично за методом Фішера-Стьюдента за рівня надійності 0,95 [8]. При цьому кожену серію досліджень проводили у триразовій повторюваності з розрахунком їх середнього значення.

Для обробки експериментальних даних використовували пакет прикладних програм MS Office, у т.ч. MS Excel, MatCAD, MatLAB.

Економічну ефективність від впровадження результатів визначали за чинними методиками розрахунку.

Висновки за розділом 2

1. Визначено та охарактеризовано об'єкт, предмет і матеріали дослідження.
2. Розроблено план необхідних досліджень, що сприятиме більш ґрунтовному аналізу при розробленні технологій хліба.
3. Підібрано стандартні та спеціальні методики дослідження хімічного складу та технологічних властивостей сировини, показників якості напівфабрикатів і готових виробів, їх споживчих властивостей, а також метод ЕСМ для встановлення оптимальної кількості рецептурних компонентів.

Список використаних джерел за розділом 2

1. ДСТУ ISO 13690:2003 Зернові, бобові та продукти їх помелу. Відбір проб. Держспоживстандарт України. Київ, 2003. 5 с.
2. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб. Київ: Кондор-Видавництво, 2015. 958 с.
3. Дробот В.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського і макаронного виробництва: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.
4. Арсеньєва Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів» / Арсеньєва Лариса Юріївна. К., 2007. 325 с.
5. ДСТУ ISO 3093:2019 Пшениця, жито та борошно з них, пшениця тверда й манні крупи з твердої пшениці. Визначення числа падіння методом Хагберга-Пертена. ДП «УкрНДНЦ». Київ, 2019. 6 с.
6. ДСТУ 4235:2003 Зернові культури і продукти помелу зернових. Визначення в'язкості борошна. Метод з використанням амілографа. ДП «УкрНДНЦ». Київ, 2003. 5 с.

7. Vernon-parry K. D. Scanning electron microscopy: an introduction. *III-Vs review*. 2000. № 13(4). P. 40-44.
8. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навч. посіб. Київ: ПрофКнига, 2019. 580 с.
9. Лебеденко, Т. Є., Пшенишнюк, Г. Ф., Соколова, Н. Ю. Технологія хлібопекарського виробництва: практикум. Одеса: Освіта України. 2014. 392.
10. Lattanzi, A., Minervini, F., Di Cagno, R., Diviccaro, A., Antonielli, L., Cardinali, G., Cappelle, S., De Angelis, M., Gobbetti, M. The lactic acid bacteria and yeast microbiota of eighteen sourdoughs used for the manufacture of traditional Italian sweet leavened baked goods. *International Journal of Food Microbiology*. 2013. №163. P. 71-79.
11. ДСТУ 7044:2009. Вироби хлібобулочні. Правила приймання, методи відбирання проб, методи визначання органолептичних показників і маси виробів. Держспоживстандарт України. Київ, 2009. 9 с.
12. ДСТУ 7045-2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико-хімічних показників. Держспоживстандарт України. Київ, 2009. 33 с.
13. Інструкція до приладу аналізатора текстури TA.Xtplus. URL: Texture Analysis - A Beginner's Guide | Stable Micro Systems (дата звернення 22.10.2024).
14. Інструкція I-158.00389676.012:2009. Розрахунок поживної та енергетичної цінності хлібобулочних виробів. Укрхлібпром, 2009. 26 с.
15. Методологія лабораторного контролю мікотоксинів. URL: <http://quality.ua/wp-content/uploads/2017/03/Laposha.pdf> (дата звернення: 17.06.2024).
16. Практикум з аналітичної хімії. Інструментальні методи аналізу / Студеняк Я. І., Воронич О. Г., Сухарева О. Ю., Фершал М. В., Базель Я. Р. Ужгород, 2014. 129 с.
17. Cummins P. M. at al. Ion-Exchange Chromatography: Basic Principles and Its Application. *Methods Molecular Biology*. 2017. 1485. P. 209–223.
18. Островська О. В. Математичне програмування: консп. лекцій. Київ: НУХТ, 2007. 129 с.

19. Юрчак В. Г., Махинько В. М., Запотоцька О. В. Оптимізація технологічних процесів галузі виробництва хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів: лабор. практикум. Київ: НУХТ, 2017. 42 с.

20. Бурченко Л. М. Технологія хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності з подовженим терміном зберігання: дис. ... доктора філософії: 181 «Харчові технології». Київ, НУХТ, 2021. 317 с.

21. Одарченко Д. М., Соколова Є. Б. Опорний конспект лекцій «Кваліметрія» Харків: ХДУХТ, 2020. 89 с.

22. Кузьмін О. В., Комарницький Р. В., Губеня В. О., Дочинець І. В. Розробка методу комплексної кількісної оцінки якості бісквітних напівфабрикатів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Т. 23. № 2. С. 191–199.

23. Kuzmin O., Levkun K., Riznyk A. Qualimetric assessment of diets. *Ukrainian Food Journal*. 2017. Vol. 6. Iss.1. P. 46–60.

24. Dietrich I., Kuzmin O., Mikhailenko V. Comprehensive evaluation of the hot sweet souffle dessert quality. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2017. Vol. 5. Iss. 1. P. 92–102.

25. Михайленко В. М., Кузьмін О. В., Дітріх І. В. Комплексна оцінка якості гарячої солодкої страви суфле. *Інтернаука*. 2018. № 4 (44). Т. 1. С. 54–59.

26. Кузьмін О. В., Шулак М. Я., Романченко Н. Н. Методика визначення комплексного показника якості дріжджів. *Інтернаука*. 2018. № 3 (43). Т. 1. С. 68–73.

27. Кузьмін О. В., Клец Д. О., Черняков І. С., Николайчук Ю. В. Кваліметрична оцінка раціонів харчування. *Інтернаука*. 2018. № 10 (50), Т. 2. С. 20–33.

РОЗДІЛ 3

ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ НА ЗАКВАСЦІ З КЛІТКОВИНОЮ КАРТОПЛІ

Актуальною проблемою хлібопекарської галузі в Україні є удосконалення та розробка технологій БХБВ, які зможуть конкурувати із закордонними аналогами як за ціновою політикою, так і за певними показниками якості, притаманними традиційним видам хліба з глютенем. Ця проблема потребує нових технологічних рішень з метою усунення виявлених недоліків безглютенового хліба: невираженого смаку та аромату, блідої скоринки, нерозвиненої пористості, відсутності злегка вологої консистенції м'якушки (характерної для пшеничного хліба), низької кислотності тіста та швидкої ретроградації крохмалю і, як наслідок, коротких термінів зберігання.

На основі аналізу теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано робочу гіпотезу наукової роботи, а саме: використання рисової закваски зі стартовою культурою мікроорганізмів та картопляної клітковини в технології безглютенових хлібобулочних виробів на основі соргового і рисового борошна забезпечить підвищення їх технологічної стабільності, харчової цінності, уможливить розширення асортименту хлібобулочних виробів з прогнозованими показниками якості для осіб з глютензалежними захворюваннями.

Теоретично досліджено, що серед основних чинників, що впливають на формування структури дріжджового безглютенового тіста, виділяють тип і технологічні властивості обраного борошна, умови гідратації, спосіб і тривалість замісу, температурно-часові режими бродіння, а також кількість дріжджів та/або закваски у складі тістової системи [2–7, 9, 14–16]. Тому, особливу увагу, на наш погляд, необхідно приділити дослідженню технологічних властивостей безглютенових видів борошна (рисового, соргового); вивченню переваг заквасок-стартерів над заквасками спонтанного бродіння; впливу цукру та обґрунтуванню способів модифікації виробництва рисової закваски для покращення якості

безглютенового хліба; а також дослідженню впливу окремих рецептурних компонентів (рисової закваски, клітковини картоплі) на перебіг біохімічних процесів, реологічні властивості, показники технологічного процесу виробництва тіста та якість безглютенового хліба на заквасці.

3.1. Технологічні властивості рисового і соргового борошна як основної сировини для виробництва безглютенового хліба

Одним із ключових критеріїв якості дріжджових хлібобулочних виробів, що впливає на їх засвоюваність, є пористість м'якушки. Хліб із рівномірною, дрібною й тонкостінною пористістю здатний краще поглинати травні соки, що безпосередньо пов'язано з його біодоступністю. Для традиційного пшеничного хліба нормативна пористість становить 60–75 %, тоді як для житнього – 46–60 % [10–11].

Факторами впливу на текстуру тіста є: гранулометричний склад та вологопоглинальна здатність борошна, співвідношення води та борошна (гідратація 65–80 %), термін та тип замісу, кількість дріжджів, час та температура ферментації, бродіння після замісу [7, 19].

Для безглютенового хліба додатково слід враховувати значення властивостей крохмалю, який становить близько 4/5 сухої речовини аглютенового борошна. Відповідно, його фізико-хімічні характеристики мають визначальний вплив на такі важливі технологічні властивості, як здатність борошна поглинати воду при замішуванні тіста та формувати якісний м'якуш із необхідними показниками пористості й питомого об'єму після термооброблення. Саме тому дослідження властивостей крохмалю (розмірів крохмальних зерен, щільності їх пакування, в'язкісних характеристик) в системі безглютенового тіста потребує особливої уваги [2, 16].

З огляду на це, першим етапом досліджень було визначення водопоглинальної здатності (ВПЗ) тіста та гранулометричного складу обраних видів борошна. ВПЗ безпосередньо впливає на вологість і реологічні

характеристики тіста. Згідно з [16], головними чинниками, що зумовлюють відмінності у ВПЗ, є гранулометричний склад (розмір і структура агрегатів), а також швидкість утворення тіста і його консистенція. Тож на цьому етапі визначали розмір і розподіл частинок соргового та рисового борошна, а потім аналізували їх вплив на здатність поглинати воду. З цією метою досліджено технологічні властивості і гранулометричний склад рисового і соргового борошна. Результати досліджень наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Технологічні властивості соргового і рисового борошна

$n = 5, p < 0,95$

Показник	Борошно пшеничне першого сорту	Соргове борошно	Рисове борошно
Вміст білка, %	10,4	11,4	6,8
Вміст цукрів (моно- та дисахариди), %	0,9	1,78	0,73
Вміст крохмалю, %	65,0	61,0	80,2
Клітковина, %	2,0	3,5	2,4
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози на 10 г борошна	190	145	60
Число падіння, с	240	430	500
Кислотність, град	2,8	4,6	1,6
Водогпоглинальна здатність, %	75,5	90,8	80,6
Гранулометричний склад:			
Залишок на ситі №067, не більше, % (розмір часток 670 мкм)	0,3	2,9	-
Залишок на ситі №27, не більше, % (розмір часток 264 мкм)	0,5	5,8	1,1
Залишок на ситі №35, не більше, % (розмір часток 219 мкм)	-	6,0	10,2
Прохід крізь сито №41/43, не менше, % (розмір часток 160 мкм)	-	80,0	10,2
Прохід крізь сито №49 (розмір часток 144 мкм), не менше, %	97,7	2,0	78,5
Середній діаметр часток, мкм	132	150	174

Аналіз хімічного складу (табл. 3.1) показав, що вміст крохмалю в борошні рисовому більший, ніж у борошні пшеничному на 17,2 %. Відомо, що рисовий крохмаль містить багато амілопектину, добре набрякає та утримує вологу, що

сприяє зниженню втрати маси тіста під час випікання і в процесі охолодження готових виробів, а також до незначного уповільнення їх черствіння [1].

Варто відзначити, що в сорговому борошні, порівняно з рисовим, більший вміст білків, цукрів та клітковини на 40,4 %, 41,0 % та 19,2 %, відповідно (табл. 3.1). Більша кількість цукрів, як відомо, позитивно впливає на газоутворення в тісті на початку бродіння та розвиток мікрофлори. Подальше бродіння в тісті, його інтенсивність залежить від активності ферментативного комплексу борошна та податливості крохмалю до дії ферментів, які беруть участь в утворенні простих цукрів для перебігу процесу бродіння [2]. Цукроутворювальна здатність рисового борошна втричі нижча за відповідні показники пшеничного (табл. 3.1).

Гранулометричний аналіз показав, що рисове борошно характеризується відносною однорідністю за розміром часток, більшість яких знаходяться у діапазоні 114–219 мкм, а його ВПЗ на 20,3 % вище, ніж пшеничного борошна першого гатунку. Найбільшу ВПЗ має соргове борошно (90,8 %), що на 6,8 % вище за ВПЗ пшеничного борошна і на 12,7 % вище за ВПЗ рисового борошна (табл. 3.1). Це пов'язано з особливостями його хімічного складу, зокрема високим вмістом некрохмальних полісахаридів з високою водоутримувальною здатністю, пентозанів та харчових волокон, слизей, які активно набухають та утримують воду [3]. Дані щодо вмісту вологи та ВПЗ потрібно враховувати при складанні рецептури безглютенового тіста, збільшуючи розрахункову вологість тіста для забезпечення його необхідної консистенції [4].

Досліджували зовнішній вигляд та розміри крохмальних зерен за допомогою електронного мікроскопа. Результати мікроскопіювання зображені на рис. 3.1, а виміряні розміри крохмальних зерен наведено в табл. 3.4.

Гранули крохмалю соргового борошна мають овальну або напівсферичну форму, з періодичною присутністю зламаних гранул і поверхневих пор. Форма гранул пшеничного крохмалю – правильна овальна і округла. Гранули рисового крохмалю мають неправильну багатокутну форму і менш щільно упаковані, ніж

зерна пшеничного крохмалю (рис. 3.1), тому, ймовірно, є більш стійкими до ферментативного гідролізу [4]. Отримані значення узгоджуються з даними інших науковців [4, 6]. Розміри крохмальних зерен рисового і соргового борошна наведені у табл. 3.2.

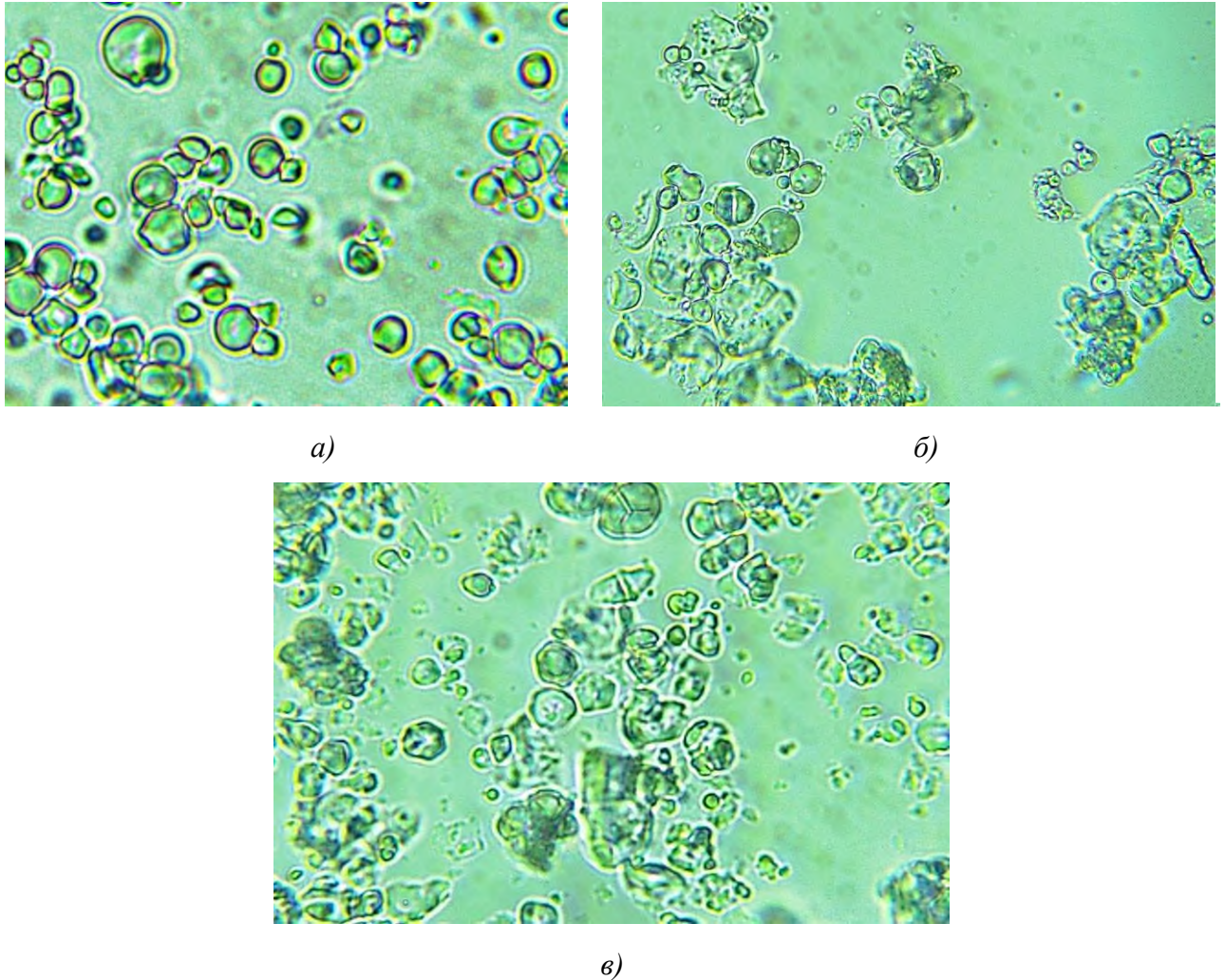


Рис. 3.1. Вигляд крохмальних зерен в борошні:

а) пшеничному; б) сорговому; в) рисовому

Аналіз даних табл. 3.2 свідчить, що найменші розміри мають зерна крохмалю рисового борошна на 45,6 % і 38,7 % порівняно із відповідними розмірами пшеничного і соргового борошна (табл. 3.2), що узгоджуються з результатами інших дослідників [4, 6].

Таблиця 3.2

Розміри крохмальних зерен $n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Борошно		
	пшеничне першого сорту	соргове	рисове
Розмір крохмальних зерен, мкм	12,5±0,4	11,1±0,4	6,8±0,4

Резюмуючи вищенаведене встановлено, що соргове борошно краще імітує властивості пшеничного (рівень білка й цукроутворювальна здатність), тоді як рисове характеризується підвищеним вмістом крохмалю, меншою ферментативною активністю та дрібнішими, щільніше упакованими гранулами крохмалю. Це зумовлює одноріднішу структуру тіста, передбачає його нижчу стійкість до ферментативного гідролізу й підтверджує технологічну доцільність рисового борошна у виробництві безглютенового хліба.

З точки зору технології, вивчення процесу клейстеризації крохмалю дає уявлення про формування структури виробів у процесі випікання. Зміна крохмалю при клейстеризації має вирішальне значення для утворення якісної м'якушки хліба [5]. Дослідження процесу клейстеризації крохмалю проводили за допомогою амілографа. Цей прилад відображає в графічній формі зміну в'язкості водно - борошняної суспензії при постійно зростаючій температурі [2]. Результати розшифрування амілограм наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

**Властивості водно-борошняної суспензії досліджуваних видів борошна,
отримані за допомогою амілографа**

 $n = 5, p \leq 0,05$

Показник*	Зразки		
	Пшеничне борошно	Соргове борошно	Рисове борошно
Максимальна в'язкість суспензії, од. пр.	340	365	255
Температура початку клейстер. °C	55,0	57,4	51,0
Час початку клейстер., хв	6	7	5

Результати свідчать, що найвищу температуру початку клейстеризації має крохмаль соргового борошна, порівняно з пшеничним, а найменшу – рисове

борошно. Ймовірно це пов'язано з меншим розміром крохмальних зерен рисового крохмалю, що підтверджено дослідженнями наведеними в табл. 3.3.

Наступний етап дослідження передбачав порівняння ефективності використання соргового і рисового борошна для приготування заквасок-стартерів для безглютенового хліба. Для цього готували густі закваски на основі рисового і соргового борошна з використанням 0,4 % стартової культури ЛВ-1.

Дані досліджень фізико-хімічних, біотехнологічних та мікробіологічних показників якості заквасок на основі рисового і соргового борошна після циклу розведення наведено у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні, біотехнологічні та мікробіологічні показники якості заквасок після циклу розведення

$n = 5, p \leq 0,05$

Показники	Закваска	
	на сорговому борошні	на рисовому борошні
Фізико-хімічні		
Масова частка вологи, W, %	54,0	55,0
Кислотність, К, град	7,4	8,6
Активність МКБ, хв	80	98
Підйомна сила, хв	38	25
Мікробіологічні		
Кількість молочнокислих бактерій, КУО/г	$2,8 \times 10^6$	$3,0 \times 10^7$
Кількість дріжджів, КУО/г	$6,0 \times 10^6$	$6,3 \times 10^7$

Аналіз даних табл. 3.4 свідчить, що рисове борошно має кращі перспективи як основа для приготування закваски для безглютенового хліба, зокрема за рахунок вищої активності МКБ (на 22,5 %), більшої кількості МКБ (на 7 %) та дріжджів (на 5 %) в рисовій заквасці, порівняно із сорговою.

Варто відмітити, що внаслідок особливостей хімічного складу, а саме високого вмісту оболонкових частинок, дубильних речовин тощо готова соргова закваска мала незадовільні органолептичні показники: темний колір, посилення гіркого аромату та присмаку. І навпаки, стигла рисова закваска мала приємний аромат і смак, притаманний традиційним закваскам, зокрема фруктовий, кисло-спиртовий тощо. Тому подальші дослідження щодо способу

виробництва заквасок (спонтанної дії та на основі стартеру) проводили на основі рисового борошна. Обґрунтуванню способів виробництва рисової закваски зі стартовою культурою для виробництва безглютенового хліба присвячений наступний підрозділ.

3.2. Обґрунтування способів виробництва заквасок на основі рисового борошна

3.2.1. Обґрунтування технологічної доцільності використання стартової культури мікроорганізмів ЛВ-1 у виробництві заквасок на основі рисового борошна

За результатами аналітичного огляду літературних джерел нами визначено кроки щодо регулювання структурно-механічних і покращення органолептичних властивостей безглютенового тіста для ХБВ. За результатами огляду літературних джерел [9, 12, 14, 15] визначено доцільність використання заквасок для виробництва хліба, які покращують регульованість технологічних процесів і дозволяють забезпечувати кращі фізичні властивості тіста, інтенсифікують накопичення кислот у тісті та прискорюють процеси його дозрівання. У результаті життєдіяльності молочнокислих бактерій хліб має яскраво виражені смак і аромат, кращий об'єм і пористість, подовжуються строки його зберігання.

Традиційні і поширені технології хліба на заквасках, виробляються переважно методом спонтанного бродіння, що є нестабільною і трудомісткою технологією, що не дозволяє стабільно отримувати якісний хліб і приводить до високого рівня виробничого браку [9]. У зв'язку із цим, можна прогнозувати, що робота в напрямку розробки технологій безглютенового хліба на заквасках-стартерах має певні позитивні теоретичні підґрунтя та практичні перспективи.

Проте, з нашої точки зору, технологічна наука не має достатньо наукових даних щодо способів виробництва заквасок на основі аглютенового борошна. З цією метою досліджували фізико-хімічні, мікробіологічні, біохімічні показники якості заквасок спонтанного бродіння та з використанням стартової

культури ЛВ-1 Livendo™ французької компанії «Lesaffre» [8], яка містить молочнокислі бактерії і дріжджі для приготування заквасок на безглютеновому борошні, сертифікована в Україні та дозволяє створити безглютеновий хліб на заквасці.

Здійснювали серію технологічних відпрацювань з приготування заквасок спонтанної дії та культурних заквасок на стартовій культурі ЛВ-1. Приготування закваски спонтанного бродіння складається з циклу розведення та циклу поновлення (виробничого). У циклі розведення готували 2 модельні зразки закваски (Додаток А): 1) дослід 1 – закваска на стартовій культурі ЛВ-1 з рисового борошна і води з вологістю 56...57 %; 2) дослід 2 – закваска спонтанної дії з рисового борошна та води вологістю 56...58 %.

Протягом всього часу виведення заквасок співвідношення борошна й води в суміші залишалось постійним і становило 1:1. Питну воду для заквасок використовували з температурою 30–32 °С. Стартову культуру для закваски ЛВ-1 готували таким чином: вносили в ємність стартер в кількості 0,4 % до маси борошна (згідно рекомендацій виробника) з водою температурою 30±2 °С і перемішували до утворення однорідної суспензії (без візуально наявних грудочок), через 5 хв додавали рисове борошно та замішували закваску протягом 5–6 хв. Підготовлений напівфабрикат ставили до ферментаційної камери для дозрівання при температурі 29 °С±1 °С, де початкова температура закваски була 29...30 °С. Бродіння закваски становило 20–24 год при температурі 29...30 °С.

Відповідно, здійснювали виведення спонтанної закваски на рисовому борошні. Цикл розведення тривав 120 год за температури 29...32 °С (6 циклів розведення). В цьому циклі, через кожні 24 год до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 30–32 °С) за співвідношення 1:1.

Протягом кожного циклу розведень визначали кислотність і температуру закваски. Стиглість закваски визначали за органолептичними показниками. Послідовність процесу розведення та показники якості наведено в табл. А.1 (додаток А). Швидкість дозрівання кислотності заквасок спонтанної дії (дослід 1)

та з використанням стартової культури ЛВ-1 (дослід 2) до досягнення стадії стиглості визначали за динамікою зростання титрованої кислотності заквасок у циклі розведення (рис. 3.1).

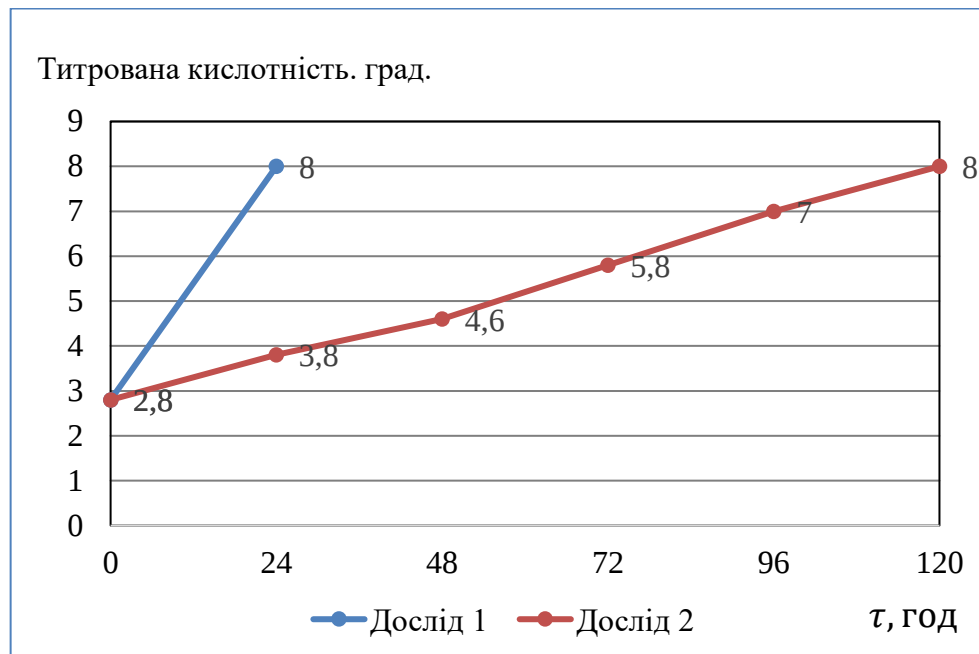


Рис. 3.1. Швидкість дозрівання кислотності заквасок спонтанної дії (дослід 1) та з використанням стартової культури ЛВ-1 (дослід 2)

Закваски, що приготовані на стартовій культурі ЛВ-1 (дослід 2), дозрівали у 5 разів швидше, порівняно із заквасками спонтанної дії. Накопичення заданого рівня кислотності (8,0 град) у них відбувалося за 1 цикл протягом 24 год (у заквасці спонтанного бродіння – 120 год (рис. 3.1).

Характеристика органолептичних показників зразків заквасок та їх фізико-хімічні показники представлені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Фізико-хімічні показники рисових заквасок

$n = 5, p \leq 0,05$

Вид закваски (етап стиглості, год)	Характеристика	Підйомна сила, хв	Активність МКБ, хв
Дослід 1 (24 год)	Інтенсивне бродіння, приємний, м'яко виражений кисло-спиртовий запах	24±2	90±5
Дослід 2 (120 год)	Бродіння повільне, неприємний кисло-спиртовий запах	36±2	120±5

Встановлено, що стиглі закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 (дослід 1) більш інтенсивно бродили і мали приємний, м'яко виражений кисло-

спиртовий запах, що може обумовлюватись складом продуктів бродіння (табл. 3.5). Експериментально підтверджено, що вищу активність мають бактерії в заквасках зі стартовою культурою ЛВ-1 (дослід 1), значення активності МКБ в них на 25,0 %, а підйомна сила – 33,3 % перевищують відповідні значення для закваски спонтанного бродіння (дослід 2).

Досліджено вміст органічних кислот в рисовій заквасці (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вміст органічних кислот в заквасках

$n = 5, p \leq 0,05$

Вид закваски (етап стиглості, год)	Вміст органічних кислот, мг/100 продукту			Леткі % до заг. кислот.
	Нелеткі			
	молочна	сума яблучної та бурштинової	сума винної та лимонної	
Дослід 1 (24 год)	790	170	80	34,5
Дослід 2 (120 год)	348	152	127	53,8

Експериментально підтверджено, що рисова закваска на стартовій культурі ЛВ-1 має більшу кількість летких кислот – 53,8 %, тоді як спонтанна у 1,5 рази менше (табл. 3.6). Можна припустити, що в складі закваски на стартовій культурі ЛВ-1 превалюють гетероферментативні МКБ, які продукують до 30 % летких кислот, основним чином оцтову, а також CO₂, незначну кількість спирту, до 8 % ди- та трикарбонових кислот та менше 60 % нелетких кислот. Такі закономірності можуть сприяти появі більш вираженого аромату готового безглютенового хліба з рисовою закваскою.

Серед нелетких кислот закваски в складі переважає молочна – 790 мг на 100 г закваски зі стартовою культурою, що у 2,3 рази більше, ніж у заквасці спонтанної дії. Ймовірно, це сприятиме формуванню в готовому хлібі з рисовою закваскою більш вираженого специфічного кислуватого хлібного смаку [9]. Спонтанна закваска мала зворотну тенденцію: в складі переважали нелеткі кислоти (молочна, яблучна, бурштинова тощо), а кількість летких кислот була меншою на 37 % (табл. 3.6).

Вивчали динаміку накопичення цукрів у часі (24 год) при приготуванні заквасок з ЛВ-1 (дослід 1) і спонтанної дії з ЛВ-1 (дослід 2) за температури 28...29 °С (рис. 3.2).

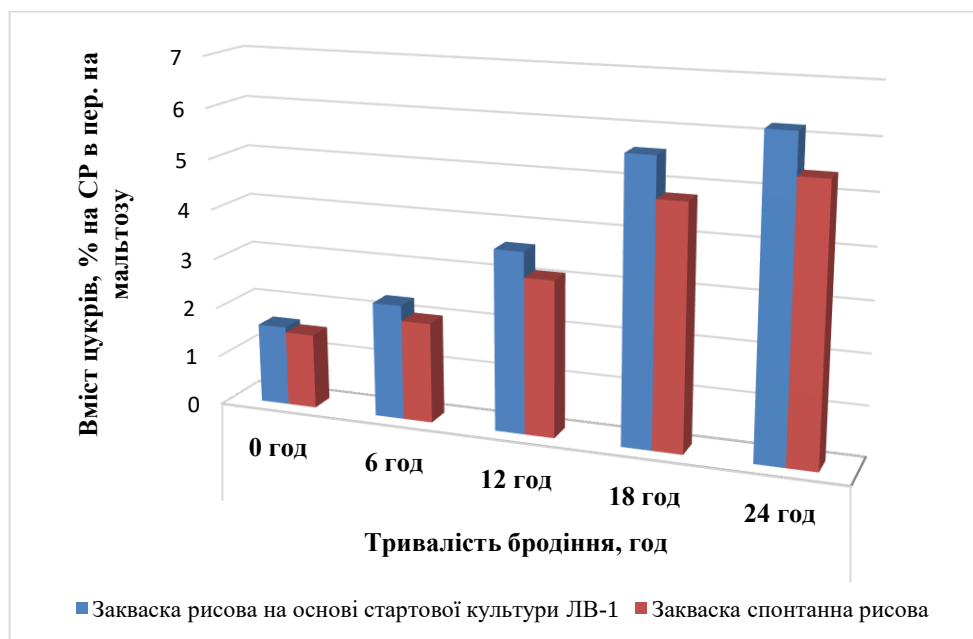


Рис. 3.3. Вплив стартової культури ЛВ-1 на накопичення цукрів у рисовій заквасці протягом 24 год бродіння

За результатами досліджень встановлено (рис. 3.3), що використання стартової культури ЛВ-1 (дослід 1) сприяє підвищенню вмісту цукрів у заквасці на 12,9 % більше протягом 24 год бродіння, порівняно зі зразком спонтанної закваски (дослід 2).

Досліджували вплив використання стартової культури ЛВ-1 на накопичення декстринів у заквасках з рисового борошна (рис. 3.4 та 3.5). Аналіз отриманих результатів показав, що за 24 год бродіння закваски, відбувається інтенсивний гідроліз крохмалю рисового борошна. За цей час загальна кількість декстринів у заквасці зі стартовою культурою ЛВ-1 збільшується на 34 %, порівняно із спонтанною закваскою. При цьому вміст низькомолекулярних декстринів (ахро- і мальтодекстринів) у ній через 24 год зростає в 2 рази, порівняно зі спонтанною закваскою (рис. 3.4 та 3.5). Як відомо, дані сполуки здатні збільшувати кількість зв'язаної вологи в м'якушці хліба та уповільнювати процес ретроградації крохмалю.

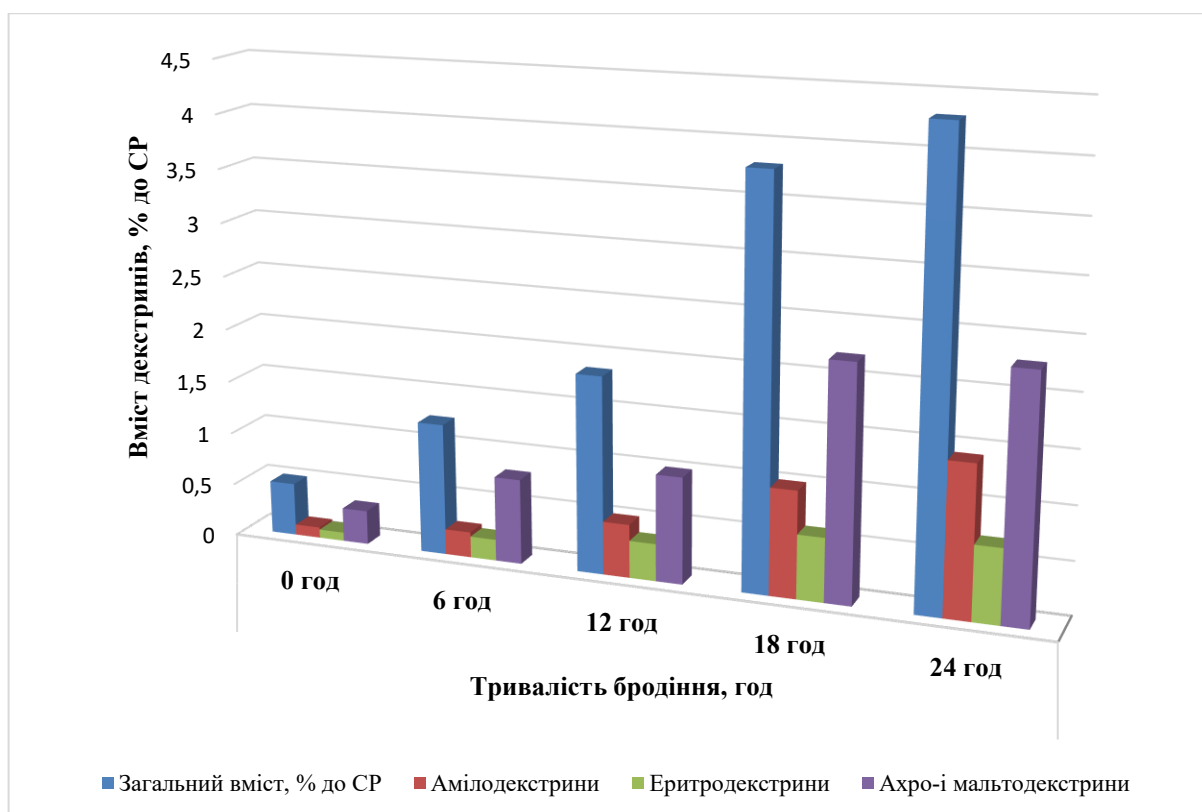


Рис. 3.4. Динаміка накопичення масової частки декстринів у рисовій заквасці зі стартовою культурою ЛВ-1 протягом 24 год бродіння

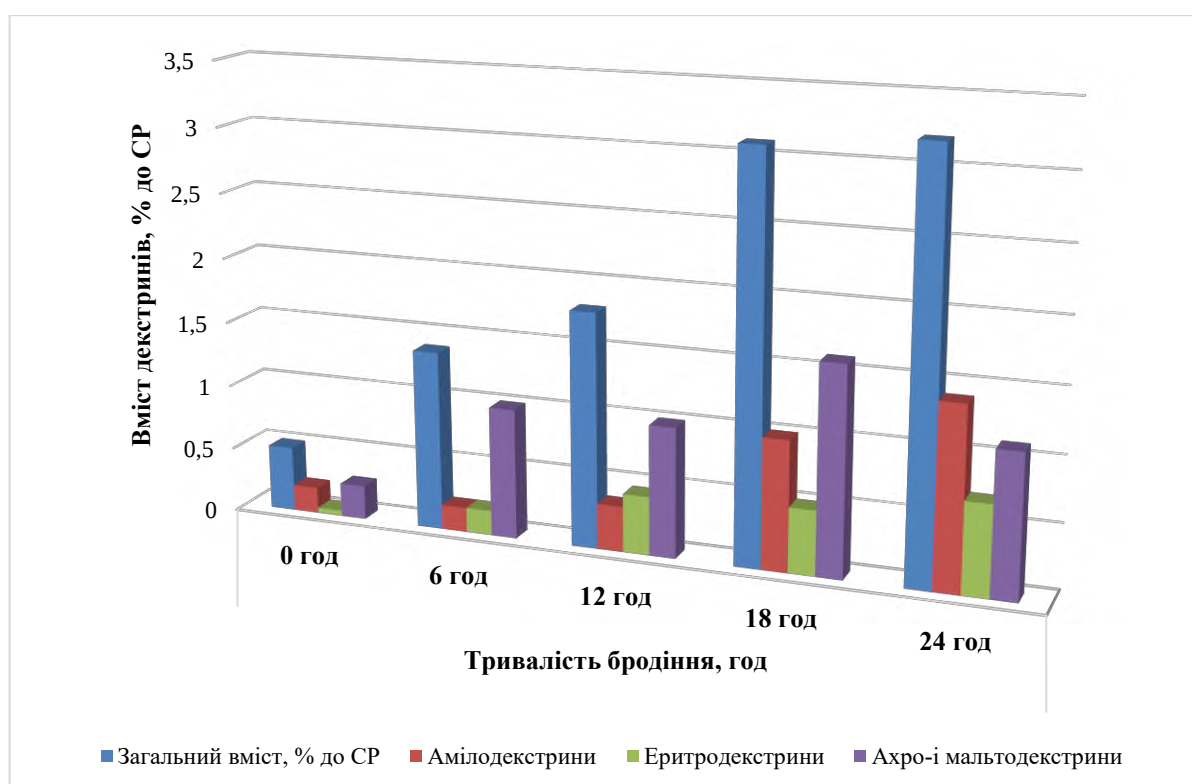


Рис. 3.5. Динаміка накопичення масової частки декстринів у спонтанній рисовій заквасці протягом 24 год бродіння

Поряд з накопиченням моно-, дисахаридів та декстринів зменшується вміст крохмалю внаслідок деполімеризації його молекул (рис. 3.6).

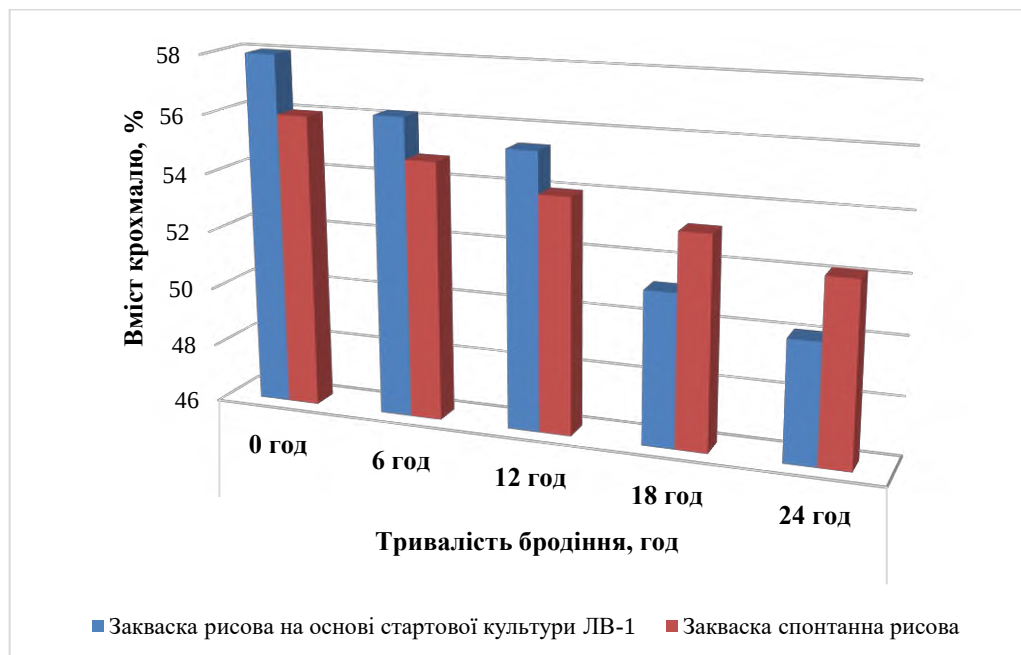


Рис. 3.6. Порівняльна динаміка змін вмісту крохмалю у рисовій заквасці спонтанної дії та з ЛВ-1 протягом 24 год бродіння

Встановлено, що вміст крохмалю в рисовій заквасці з ЛВ-1 за 24 год гідролізу зменшується на 13,6 %, тоді як у спонтанній – на 6,8 % (рис. 3.6). Це свідчить про зміни вуглеводного складу рисового борошна під дією ЛВ-1, яка, ймовірно, каталізує гідроліз α -1,4-глюкозидних зв'язків крохмалю рисового борошна з утворенням низькомолекулярних декстринів та олігоцукридів (мальтози). Можна заключити, що під впливом стартової культури ЛВ-1 гідроліз крохмалю відбувається більш інтенсивно з утворенням більшої кількості цукрів та декстринів, підвищується газо- та кислотонакопичення, що позитивно впливає на процес тістоутворення.

Здійснювали пробну випічку безглютенового хліба на заквасках зі стартовою культурою ЛВ-1 (дослід 1) та спонтанної дії (дослід 2). Тісто готували 2-х фазним способом вологістю 56 % з використанням закваски в кількості 30 % збродженого борошна рисового від загальної його маси. При замішуванні тіста вносили другу частину рисового борошна, дріжджі в кількості 1,5 %, сіль 2 %.

Тривалість бродіння визначали за часом досягнення тістовими заготовками максимального питомого об'єму. Для порівняння використано модельну систему рисового тіста без закваски.

Показники якості випеченого хліба на рисовому борошні з використанням заквасок спонтанної дії на рисовому борошні та заквасок з використанням стартової культури ЛВ-1 наведені у табл. 3.7.

Таблиця 3.7

**Фізико-хімічні та технологічні показники безглютенового хліба
на рисовому борошні з використанням заквасок**

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Хліб рисовий без закваски	Хліб на рисовій заквасці спонтанної дії	Хліб на рисовій заквасці зі стартовою культурою ЛВ-1
Тривалість бродіння тіста, хв	45	40	35
Газоутворення за час бродіння тіста, см ³ /100 г тіста	102	142	164
Питомий об'єм, см ³ /100 г тіста	129	141	158
Кислотність, град	1,8	3,3	3,7
Вологість м'якушки, %	50	50,9	50,4
Питомий об'єм хліба, см ³ /г	1,3	1,6	1,9
Пористість, %	40	43	47
Крихкуватість, %			
через 4 год	2,3	1,8	1,7
через 24 год	5,8	3,7	3,2
Загальна деформація м'якушки, од. пр.			
через 4 год	38	46	57
через 24 год	34	40	45

Отримані результати свідчать, що кількість виділеного діоксиду вуглецю підвищується в тісті із заквасками в 1,4–1,6 рази, порівняно з тістом без закваски. Це пояснюється утворенням в тісті додаткової кількості цукрів в результаті гідролізу крохмалю борошна у заквасці. Пористість рисового хліба із застосуванням заквасок спонтанного бродіння і стартової культури ЛВ-1 збільшилась відповідно на 7,5 % і 17,5 %, об'єм готового хліба зріс відповідно на

23,1 % та 46,2 %, а тривалість дозрівання тіста скоротилась на 11–22 % порівняно зі зразком без закваски (табл. 3.7). Кислотність готових виробів з використанням стартової культури ЛВ-1 в 2 рази вища за кислотність хліба без закваски, що пояснюється, передусім, більш інтенсивним продукуванням молочної та оцтової кислот, що генеруються мікробіотою закваски.

Закваску рисову зі стартовою культурою ЛВ-1 також використано в технології соргового хліба (табл. 3.8). Порівнювали дослідні зразки з модельною системою соргового тіста без закваски із вологістю 52 %.

Таблиця 3.8

**Фізико-хімічні та технологічні показники безглютенового хліба
на сорговому борошні з використанням заквасок**

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Хліб сорговий без закваски	Хліб сорговий на рисовій заквасці спонтанної дії	Хліб сорговий на рисовій заквасці зі стартовою культурою ЛВ-1
Тривалість бродіння тіста, хв	45	40	40
Газоутворення за час бродіння тіста, см ³ /100 г тіста	102	130	158
Питомий об'єм тіста, см ³ /100 г тіста	129	130	146
Кислотність, град	1,8	3,5	3,2
Вологість м'якушки, %	52	51,9	51,4
Пористість, %	40	42	45
Питомий об'єм хліба, см ³ /г	1,2	1,4	1,6
Крихкуватість, %			
через 4 год	2,3	2,0	1,7
через 24 год	5,8	5,2	4,8
Загальна деформація м'якушки, од. пр.			
через 4 год	38	56	67
через 24 год	34	48	52

Експериментально підтверджено, що процес дозрівання соргового тіста на заквасці відбувається більш інтенсивно, зокрема кількість виділеного діоксиду вуглецю підвищується в 1,3–1,5 рази порівняно з тістом без закваски (табл. 3.8). Пористість соргового хліба із застосуванням заквасок спонтанного бродіння та зі стартовою культурою ЛВ-1 зросла на 5,0 % і 12,5 % відповідно, а об'єм

готового хліба – відповідно на 16,7 % та 33,3 %, порівняно зі зразком без закваски (табл. 3.8).

Використання заквасок зі стартовою культурою дозволило покращити пористість соргового хліба на 7,1 %, а об'єм – на 14,3 % порівняно із відповідними показниками для хліба з використанням заквасок спонтанної дії.

Однією із цілей використання заквасок є поліпшення органолептичних показників безглютенового хліба, які за споживчими уподобаннями мають наближатись до характеристик традиційного хліба. Дані досліджень органолептичних показників рисового і соргового хліба на рисовій заквасці та їх порівняння з контрольним зразком безглютенового хліба, розробленого науковцями [2] і еталонним зразком споживчих переваг – відповідно пшеничним хлібом (згідно з ДСТУ 5717:2014) [10] та пшенично-житнім хлібом [11] представлено у табл. 3.9–3.10.

Встановлено, що зразки рисового і соргового хліба із додаванням заквасок мали більш приємний м'який і виражений з легкою кислинкою смак і характерний до традиційного хлібний аромат порівняно з контролем (хлібом рисовим). Зразки на заквасці з ЛВ-1 також мали кращі властивості консистенції порівняно зі зразками хліба із закваскою спонтанного бродіння, зокрема більш еластичну м'якушку і тонкостінну пористість, приємний хлібний смак і аромат, злегка кислуватий, не прісний (табл. 3.9, 3.10).

Результати експериментальних досліджень показали, що рисовий і сорговий хліб, приготовані на заквасці зі стартовою культурою ЛВ-1 мали вищі значення питомого об'єму, пористості, кислотності та газоутворення під час бродіння порівняно із виробами на заквасках спонтанної дії, що визначає технологічні переваги використання стартової культури ЛВ-1 при виробництві безглютенового хліба на заквасці.

Таблиця 3.9

**Органолептичні показники безглютенового хліба
на рисовому борошні з використанням заквасок**

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Еталонний зразок (хліб пшеничний)**	Контроль (хліб рисовий традиційний)*	Хліб на рисовій заквасці спонтанної дії	Хліб на рисовій заквасці зі стартовою культурою ЛВ-1
Стан поверхні	Гладенька або шорстка, без забруднень	Гладенька або шорстка, без забруднень	Шорстка, наявні невеликі тріщини без забруднень	
Забарвлення скоринки	Від світло-жовтого до темно-коричневого, без підгорілості	Молочний	Золотистий	
Еластичність м'якушки	Еластична	Еластичність середня	Еластичність незадовільна	Еластичність середня
Структура пористості	Розвинена, рівномірна, тонкостінна	Дрібна, рівномірна, тонкостінна, нерозвинена	Середня, нерівномірна, товстостінна	Середня, нерівномірна, тонкостінна
Смак	Властиві хлібу пшеничному, без сторонніх присмаків	Невиражений, прісний	Неприємний гіркуватий присмак	Приємний хлібний смак, злегка кислуватий, не прісний
	не пересолений			
Запах і аромат	Властиві хлібу пшеничному, без сторонніх запахів	Помірно виражений, відповідає цьому виду виробу		
		аромат нейтральний	неприємний спиртовий	аромат хлібний
			—	з легкими свіжими нотками

*Джерело [2]

** Джерело [10]

Таблиця 3.10

**Органолептичні показники безглютенового хліба
на сорговому борошні з використанням заквасок**

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Еталонний зразок (хліб пшенично-житній)**	Контроль (хліб рисовий традиційний)*	Хліб на рисовій заквасці спонтанної дії	Хліб на рисовій заквасці зі стартовою культурою ЛВ-1
Стан поверхні	Відповідає виду, допустимі невеликі тріщини та підриви	Гладенька або шорстка, без забруднень	Шорстка, наявні невеликі тріщини без забруднень	
Забарвлення скоринки	Від світло- до темно-коричневого, без підгорілості	Молочний	Коричневий	
Еластичність м'якушки	Еластична	Еластичність середня	Еластичність незадовільна	Еластичність середня
Структура пористості	Рівномірна, тонкостінна	Дрібна, рівномірна, тонкостінна	Середня, нерівномірна тонкостінна	
Смак	Властиві хлібу пшенично-житньому, без сторонніх присмаків	Невиражений, прісний	Неприємний гіркуватий присмак	Приємний м'який хлібний смак, злегка кислуватий, не прісний, властивий сорго, схожий до смаку пшенично-житнього хліба
	не пересолений			
Запах і аромат	Властиві хлібу пшенично-житньому, без сторонніх запахів	Помірно виражений, відповідає цьому виду виробу		
		аромат нейтральний	неприємний оцтовокислий	аромат хлібний, властивий сорго, схожий до аромату пшенично-житнього хліба

*Джерело [2];

**Джерело [11]

Використання стартера дозволило інтенсифікувати процес бродіння і покращити технологічні властивості тіста, знизити крихкість м'якушки та підвищити її еластичність. Проте, якість готового хліба на заквасках-стартерах, зокрема пористість і питомий об'єм, досі залишались нижче значень контролю. Це потребує додаткових корегувальних технологічних рішень, зокрема покращення технологічних властивостей закваски рисової за рахунок модифікації процесу її дозрівання (використання цукру, регулювання кислотності, параметрів і умов її виробництва), обґрунтування раціональної частки закваски у тісті, а також використання натуральних структуроутворюючих компонентів для стабілізації структури тіста під час та після випікання.

3.2.2. Обґрунтування способів модифікації виробництва рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 для покращення якості безглютенового хліба

За результатами досліджень біотехнологічних методів модифікації вуглеводного складу борошняної сировини [12] встановлено доцільність використання цукру та регулювання титрованої кислотності заквасок-стартерів. Змінюваними факторами були % цукру, титрована кислотність, час і температура дозрівання закваски. На першому етапі визначали вплив цукру на фізико-хімічні і реологічні показники рисової закваски.

Відомо, що додавання цукру в тістову систему дозволяє покращити газоутворення в тісті та підйомну силу напівфабрикатів [2, 12]. Досліджували вплив цукру в заквасці на її якісні і реологічні характеристики. Проводили цикл розведення рисових заквасок за схемою, наведеною в табл. 3.10. При цьому в кожен зразок закваски на початку циклу розведення додавали 5–15 % цукру, контролем обрано зразок закваски без внесення цукру. Результати досліджень наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Вплив цукру на фізико-хімічні та реологічні показники якості рисової закваски з ЛВ-1, $\tau=24$ год, $t=29$ °С

$n = 5, p \leq 0,05$

Показники	Дослідні зразки закваски, вміст цукру в заквасці рисовій (%)			
	0	5	10	15
Фізико-хімічні показники				
К _{титр} , град	7,4	7,8	10,6	8,4
рН, од. приладу	3,93	3,89	3,71	3,83
Активність МКБ, хв	>100	95	88	93
Підйомна сила, хв	28	26	25	22
Реологічні показники при швидкості зсуву $\gamma=27$ с ⁻¹				
Ефективна в'язкість, Па·с	59,8	73,7	87,7	71,7
Граничне напруження зсуву, Па	87,2	107,5	127,8	104,6

Експериментально підтверджено, що використання 10 % цукру до маси борошна в заквасці забезпечує кращі фізико-хімічні і реологічні показники її якості, зокрема підйомна сила закваски підвищується на 10,7 %, титрована кислотність на 43,2 %, активність молочнокислих бактерій на 12 %, а її ефективна в'язкість на 46,7 % (табл. 3.11). Ймовірно, збільшення дозування цукру більше 10 % впливає на зростання осмотичного тиску негативно діє на життєдіяльність МКБ та продукування кислотореагуючих сполук, оскільки значення кислотності та активності МКБ в зразку з 15 % цукру знизились на 20,8 % та 5,7 %, відповідно. Графіки зміни в'язкості заквасок з 5–15 % цукру наведено на рис. 3.7.

Як видно з рис. 3.7. реологічні криві всіх зразків закваски мають однакову форму, тобто характер зміни її в'язкісних характеристик для всіх зразків однаковий. Відповідно даних табл. 3.26 міцність та в'язкість дослідних зразків поступово зростали зі збільшенням дозування цукру до 10 %, значення були на

23,3–46,7 % вище, порівняно з контролем без внесення цукру. В зразку закваски з 15 % цукру реологічні показники дещо знизились. Ймовірно, надмірне зростання вмісту цукру підвищує осмотичний тиск в системі та розріджує її. Для подальших досліджень рекомендовано обирати дозування цукру в водно-борошняну суспензію рисової закваски в кількості 10 %.

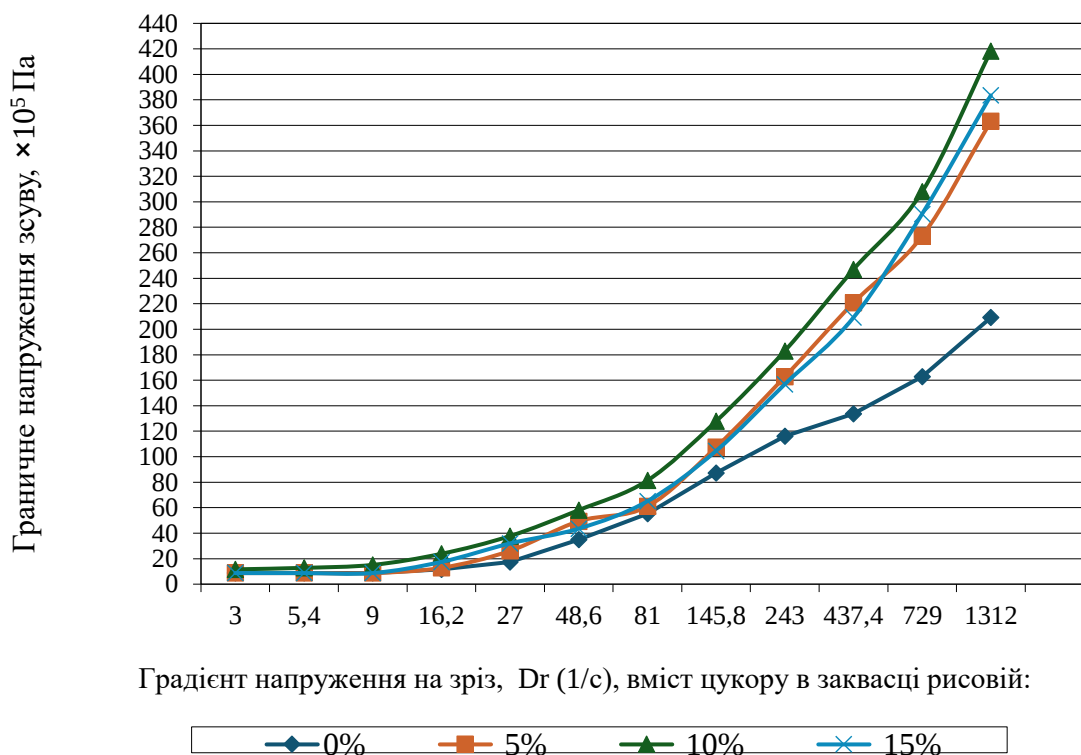


Рис. 3.7. Динаміка змін граничного напруження зсуву рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 з різним вмістом цукру

Було проведено пробні лабораторні випікання хліба соргового на рисовій заквасці з різним дозуванням цукру. Результати наведено в табл. 3.12.

Доведено, що додавання 5–15 % цукру позитивно впливає на підвищення кислотності тіста, його підйомну силу, зменшуючи на 2–5 хв тривалість вистоювання тістових напівфабрикатів та інтенсифікуючи утворення діоксиду вуглецю на 4,3–43,5 %, а питомий об'єм тіста, що характеризує утримування газу, зріс на 3,4–13,1 % (табл. 3.12). Ймовірно, внесення цукру більшою мірою активізує діяльність бродильної мікрофлори тіста.

Таблиця 3.12

**Вплив цукру у рисовій заквасці ($\tau_{\text{бродиння}} = 24$ год, $t = 29$ °C)
на параметри технологічного процесу тіста
та показники якості хліба на сорговому борошні**

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Дослідні зразки тіста із вмістом цукру в заквасці рисовій (%)			
	0 %	5 %	10 %	15 %
Параметри технологічного процесу приготування тіста				
Кислотність тіста, град				
початкова	3,0	3,2	3,4	3,2
кінцева	3,8	4,0	4,6	4,2
Тривалість вистоювання, хв	50	48	45	45
Газоутворення за період бродиння, см ³ /100 г	115	120	140	165
Питомий об'єм тіста вкінці бродиння, см ³ /г	145	150	160	164
Показники якості хліба				
Питомий об'єм, см ³ /100 г	1,4	1,8	2,2	2,2
Пористість, %	47	49	52	51
Кислотність, град	3,2	3,4	4,0	3,8
Стан м'якушки, структура пористості, розжовуваність	Малоеластична м'якушка, пористість крупна, менш розвинена, товстостінна, розжовується добре	Недостатньо еластична м'якушка, рівномірна середня пористість, тонкостінна, менш розвинена, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість розвинена тонкостінна, рівномірна, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість середня, товстостінна, менш розвинена, рівномірна, розжовується добре
Смак та запах	Невиражений, кислуватий	Яскраво виражений приємний кисло-спиртовий присмак та хлібний аромат, властивий сорго		

Отримані дані узгоджуються із результатами визначення реологічних властивостей, які зростали із збільшенням вмісту цукру в заквасці. Це може бути пов'язано зі збільшенням вологозв'язуючої здатності тіста внаслідок інтенсивнішого накопичення продуктів ферментолізу в заквасці з цукром.

Встановлено, що використання 10 % цукру в заквасці-стартері дозволяє інтенсифікувати газоутворення в тісті на 22 %. При цьому питомий об'єм і пористість готового соргового хліба збільшуються на 57 і 10,6 % відповідно (табл. 3.12).

Аналогічні закономірності змін виявлені у модельних системах рисового хліба на рисові заквасці з 10 % цукру. Вироби із закваскою з цукром відрізняються від контрольного зразка більш яскраво вираженим смаком та ароматом, інтенсивнішим коричневим кольором та більш розвиненою, рівномірною пористістю (табл. 3.12).

З метою вивчення впливу температури і часу бродіння на показники рисової закваски на стартері ЛВ-1 проведено динамічні дослідження її технологічних показників за різних умов виробництва.

Закваску витримували у термостаті за температури 27 і 29 °С, бродіння проводили протягом 24 год. Готували рисову закваску на стартовій культурі ЛВ-1 за схемою (Додаток А), з масовою часткою вологи $56 \pm 0,2$ %, кількість стартової культури – 0,4 % до маси борошна, вміст цукру в заквасці – 10 % до маси борошна.

Результати досліджень показників якості рисової закваски за різної температури та тривалості бродіння наведено в табл. 3.13.

Встановлено (табл. 3.13), що протягом перших 16–20 год бродіння закваски кислотність зростає найінтенсивніше: за 29 °С приріст на 20-ту годину становить 2,8 град (надалі – 0,6 град). Підвищена температура бродіння прискорює накопичення титрованої кислотності, проте після 20 год швидкість кислотонакопичення зменшується через дефіцит поживних речовин та суттєве зниження рН.

Найвища підйомна сила спостерігається на 20-ту годину бродіння за температури 27 °С; за 24 год вона знижується на 7,4 %, що пояснюється надмірним накопиченням кислоти та пригніченням дріжджової мікрофлори. Рациональна кінцева кислотність закваски для забезпечення кращих значень підйомної сили становить 9–10 град (27 °С) та 11–12 град (29 °С).

Таблиця 3.13

Зміна технологічних показників якості закваски у циклі розведення рисової закваски залежно від температури та часу бродіння

$n = 5, p \leq 0,05$

Показники	Температура бродіння, °С	
	27	29
Титрована кислотність, град		
<i>початкова</i>	2,6	3,2
<i>Через 16 год бродіння</i>	7,4	8,6
<i>Через 20 год бродіння</i>	9,8	11,4
<i>Через 24 год бродіння</i>	10,4	12,0
Активність кислотність, рН, од. приладу		
<i>початкова</i>	4,23	4,3
<i>Через 16 год бродіння</i>	3,89	3,77
<i>Через 20 год бродіння</i>	3,65	3,5
<i>Через 24 год бродіння</i>	3,58	3,44
Підйомна сила, хв		
<i>початкова</i>	45	37
<i>Через 16 год бродіння</i>	34	30
<i>Через 20 год бродіння</i>	25	28
<i>Через 24 год бродіння</i>	27	32

На наступному етапі досліджували вплив кислотності закваски-стартеру з вмістом 10 % цукру на показники технологічного процесу тіста і якість готового хліба. У дослідженнях використовували рисові закваски з ЛВ-1, які дозрівали за температури 29 °С протягом різного часу ($\tau = 16, 20$ і 24 год). Кислотність заквасок за цей час відповідала 8,6; 11,4 та 12 град (табл. 3.13).

Результати впливу кислотності на показники технологічного процесу і якість для модельних систем соргового і рисового тіста на рисовій заквасці з 10 % цукру наведено в табл. 3.14, 3.15.

Встановлено, що підвищення кислотності рисової закваски з 8,6 до 12 град позитивно впливає на перебіг біохімічних процесів, скорочуючи тривалість дозрівання тістових заготовок на 8–18 % порівняно з контролем.

Таблиця 3.14

Вплив титрованої кислотності рисової закваски з 10 % цукру на параметри технологічного процесу тіста та показники якості хліба на сорговому борошні

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Контроль (хліб рисовий традиційний)*	Дослідні зразки тіста, титрована кислотність закваски (град), накопичена за час бродіння (τ, год) при t=29 °C		
		8,6 (τ = 16)	11,4 (τ = 20)	12 (τ = 24)
Параметри технологічного процесу приготування тіста				
Кислотність тіста, град				
початкова	0,6	2,8	3,2	3,8
кінцева	1,2	3,8	4,6	5,0
Тривалість вистоювання, хв	50	48	44	46
Газоутворення за період бродіння, см³/100 г	180	120	160	175
Питомий об'єм тіста вкінці бродіння, см³/г	190	140	160	170
Показники якості хліба				
Питомий об'єм, см³/100 г	2,8	1,8	2,0	2,1
Пористість, %	55	46	49	48
Кислотність, град	1,2	2,8	3,4	4,2
Стан м'якушки, структура пористості, розжовуваність	Еластичність м'якушки середня, пористість дрібна, рівномірна, тонкостінна, слабо розвинена, розжовується добре	Малоеластична м'якушка, рівномірна пористість крупна, товстостінна, слабо розвинена, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре
Смак та запах	Невиражений, прісний, аромат нейтральний	Невиражений, кислуватий	Яскраво виражений приємний кисло-спиртовий присмак та хлібний аромат, властивий сорго	

*Джерело [2]

Таблиця 3.15

Вплив титрованої кислотності рисової закваски з 10 % цукру на параметри технологічного процесу тіста та показники якості хліба на рисовому борошні

n = 5, p ≤ 0,05

Показник	Контроль (хліб рисовий)*	Дослідні зразки тіста, титрована кислотність закваски (град), накопичена за час бродіння (τ, год) при t = 29 °C		
		8,6 (τ = 16)	11,4 (τ = 20)	12 (τ = 24)
Параметри технологічного процесу приготування тіста				
Кислотність тіста, град				
початкова	0,6	2,2	2,4	2,4
кінцева	1,2	3,2	3,6	3,8
Тривалість вистоювання, хв	55	50	48	45
Газоутворення за період бродіння, см ³ /100 г	180	130	150	165
Питомий об'єм тіста вкінці бродіння, см ³ /г	190	148	165	180
Показники якості хліба				
Питомий об'єм, см ³ /100 г	2,8	1,6	1,8	1,9
Пористість, %	55	43	46	47
Кислотність, град	1,2	2,5	2,8	3,0
Стан м'якушки, структура пористості, розжовуваність	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, слабо розвинена, розжовується добре	Малоеластична м'якушка, нерівномірна пористість крупна, товстостінна, менш розвинена, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре
Смак та запах	Невиражений, прісний, аромат нейтральний	Невиражений, кислуватий	Яскраво виражений кислотно-спиртовий присмак та хлібний свіжий аромат	

*Джерело [2]

Доведено, що зі зростанням титрованої кислотності відбувається інтенсифікація процесу дозрівання безглютенового тіста, яке за значень кислотності 10 град зростає в середньому на 12 %, а його кислотність у 3–3,6 рази вища, ніж відповідне значення контролю. При цьому кількість виділеного CO_2 також зростає зі збільшенням кислотності кислотності закваски на відповідно 45,8 % та 26,9 % для соргового та рисового хліба.

Подібний характер змін притаманний і показнику питомого об'єму тіста (газоутримувальної здатності).

Доведено, що за використання рисової закваски з 10 % цукру, доведеної до значень титрованої кислотності 11–12 град протягом 20–24 год, питомий об'єм і пористість зразків соргового хліба збільшуються відповідно на 36 % та 16 %, а рисового – на 29 % та 11 % відповідно (табл. 3.14, 3.15). За визначеної кислотності покращується стан м'якушки, пористість, розжовуваність, смак і аромат виробів.

Хліб без додавання закваски мав прісний невиражений смак і нейтральний аромат.

3.2.3. Оптимізація технологічних параметрів виробництва закваски рисової для безглютенового хліба

Було проведено математичне моделювання інгредієнтного складу і технологічних параметрів приготування рисової закваски в циклі розведення.

Планування експерименту виконано за ортогональним симетричним планом Бокса-Бенкина, використано повний трьофакторний експеримент.

Процес розведення закваски характеризується наступними параметрами: x_1 – кількість стартової культури, %; x_2 – тривалість бродіння закваски, τ 60²с; x_3 – температура бродіння закваски, °С. В якості функцій відклику прийнято: Y_1 – підіймальна сила, τ 60с; Y_2 – кислотність, град.

На основі попередніх досліджень, підібрано фактори експерименту на верхньому та нижньому рівнях. Умови проведення повного трьофакторного експерименту наведено в табл. 3.16. В табл. 3.17 наведена матриця планування експерименту.

Таблиця 3.16

Рівні та інтервали факторів варіювання

Рівні	Фактори		
	Кількість стартової культури (X_1), %	Тривалість бродиння закваски (X_2), $t \cdot 60^2\text{с}$	Температура бродиння закваски (X_3), °C
	x_1	x_2	x_3
Основний (x_{i0})	0,4	23	28
Інтервал варіювання (Δx_i)	0,1	5	1
Нижній ($x_{i\min}$)	0,3	18	27
Верхній ($x_{i\max}$)	0,5	28	29

Таблиця 3.17

Матриця планування експерименту

j	Значення фактора						
	натуральні			кодовані			
	кількість стартової культури (X_1), %	тривалість бродиння закваски (X_2), год	температура бродиння закваски (X_3), °C	x_0	x_1	x_2	x_3
1	0,3	18,0	27	1	-1	-1	-1
2	0,5	18,0	27	1	1	-1	-1
3	0,3	28,0	27	1	-1	1	-1
4	0,5	28,0	27	1	1	1	-1
5	0,3	18,0	29	1	-1	-1	1
6	0,5	18,0	29	1	1	-1	1
7	0,3	28,0	29	1	-1	1	1
8	0,5	28,0	29	1	1	1	1
9	0,28	23,0	28	1	-1,2153	0	0
10	0,52	23,0	28	1	1,21531	0	0
11	0,4	16,9	28	1	0	-1,21531	0
12	0,4	29,1	28	1	0	1,21531	0
13	0,4	23,0	26,8	1	0	0	-1,21531
14	0,4	23,0	29,2	1	0	0	1,21531
15	0,4	23,0	28	1	0	0	0
$\sum_{i=1}^N x_i$				15	10,954	10,954	10,954

Математична модель поверхні відклику має вигляд:

$$\bar{Y}_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1x_2 + b_5x_1x_3 + b_6x_2x_3 + b_7x_1x_2x_3 + b_8(x_1^2 - \lambda_2) + b_9(x_2^2 - \lambda_2) + b_{10}(x_3^2 - \lambda_2) \quad (3.1)$$

де $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, b_8, b_9, b_{10}$ – коефіцієнти поліному.

$$b_i = \frac{\sum_{U=1}^N x_{iU}Y_U}{\sum_{U=1}^N x_{iU}^2} \quad (3.2)$$

Відносні змінні перетворюються на натуральні за формулою:

$$\tilde{X} = \frac{X_i - x_{i0}}{\Delta x_i} \quad (3.3)$$

Для оцінки адекватності регресії використано критерій Фішера:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_e^2} \leq F_{0,95(13;3)}^{табл} \quad (3.4)$$

де S_{ad}^2 – дисперсія адекватності; S_e^2 – дисперсія повторюваності;
 $F_{0,95(7;5)}^{табл}$ – табличне значення F-розподілу, $F_{0,95(13;3)}^{табл} = 8,7286812$

Результати експерименту з визначення підйимальної сили залежно від кількості стартової культури, часу та температури бродіння представлено в табл. 3.18.

Таблиця 3.18

Результати експерименту по визначенню підйимальної сили, τ 60 с

j	Фактори			$Y_{1;1}$	$Y_{1;2}$	$Y_{1;3}$	$Y_{1;сеп}$
	x_1	x_2	x_3				
1	-1	-1	-1	16	15	16	15,7
2	1	-1	-1	17	18	18	17,7
3	-1	1	-1	16	17	16	16,3
4	1	1	-1	19	21	20	20,0
5	-1	-1	1	22	22	21	21,7
6	1	-1	1	24	23	24	23,7
7	-1	1	1	27	27	26	26,7
8	1	1	1	28	29	28	28,3
9	-1,21532	0	0	19	19	19	19,0
10	1,215319	0	0	23	24	25	24,0
11	0	-1,2153189	0	18	19	19	18,7
12	0	1,21531889	0	23	25	24	24,0
13	0	0	-1,2153189	16	16	16	16,0
14	0	0	1,2153189	26	28	27	27,0
15	0	0	0	25	24	24	24,3

Після розрахунків та перетворень в натуральних змінних поліном має вигляд:

$$Y_1 = -339,6812 - 202,2388x_1 - 8,8455x_2 + 26,9387x_3 + 14,3333x_1x_2 + 9,0000x_1x_3 + 0,3667x_2x_3 - 0,5000x_1x_2x_3 - 54,2000x_1^2 - 0,0262x_2^2 - 0,5420x_3^2 \quad (3.5)$$

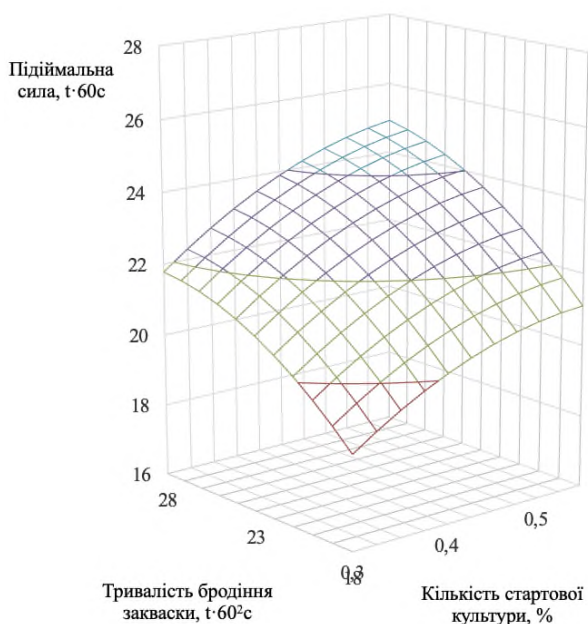


Рис. 3.8. Залежність підіймальної сили від кількості стартової культури ЛВ-1 та тривалості бродіння при температурі 28°C

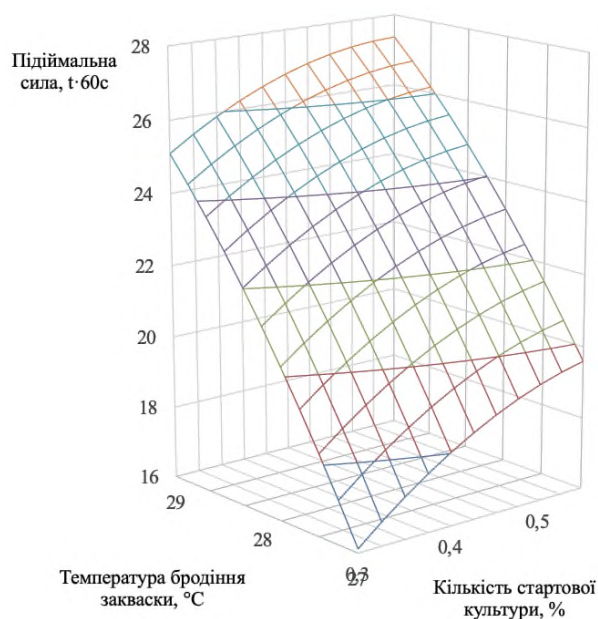


Рис. 3.9. Залежність підіймальної сили від кількості стартової культури ЛВ-1 та температури бродіння при тривалості бродіння 23·60с

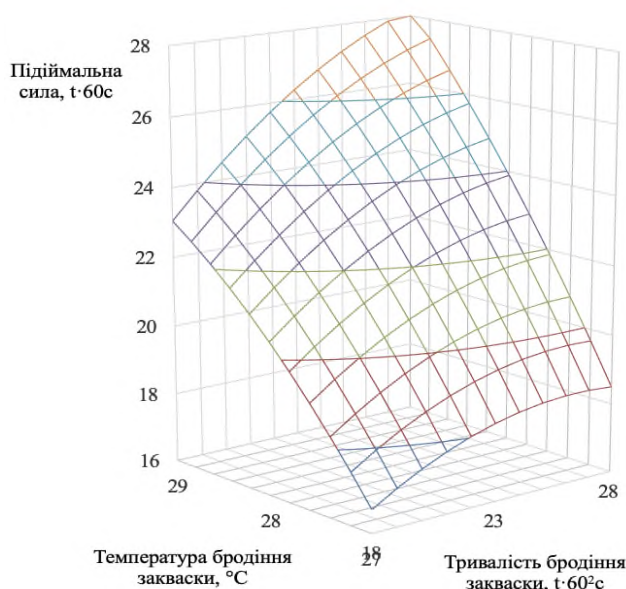


Рис. 3.10. Залежність підіймальної сили від температури та тривалості бродіння при кількості стартової культури ЛВ-1 0,4 %

Поверхні відклику підіймальної сили від кількості стартової культури ЛВ-1, тривалості та температури бродіння, наведено на рис. 3.8–3.10. Дані наведені з урахуванням похибки експерименту.

Розрахунок критерію Фішера наведено в додатку Б.

Критерій Фішера для отриманої математичної моделі $F = 0,25326 \leq 8,72868$, що свідчить про адекватність отриманої регресії.

Результати дослідження по визначенню кислотності повного ряду модельних зразків наведено в таблиці 3.19.

Таблиця 3.19

Результати експерименту по визначенню кислотності, град

j	Фактори			$Y_{2;1}$	$Y_{2;2}$	$Y_{2;3}$	$Y_{2;сеп}$
	x_1	x_2	x_3				
1	-1	-1	-1	6,9	7,3	7,5	7,2
2	1	-1	-1	10,1	9,5	9,5	9,7
3	-1	1	-1	10,2	9,4	9,6	9,7
4	1	1	-1	10,3	10,9	10	10,4
5	-1	-1	1	9,2	9	9,1	9,1
6	1	-1	1	10,3	10,8	11	10,7
7	-1	1	1	10,4	10,9	9,9	10,4
8	1	1	1	11,3	11,2	11,5	11,3
9	-1,21532	0	0	7,8	8,5	8,1	8,1
10	1,215319	0	0	10,3	9,5	9,7	9,8
11	0	-1,2153189	0	10,2	9,3	9,8	9,8
12	0	1,21531889	0	10,9	10,5	11	10,8
13	0	0	-1,2153189	9,2	9,6	10	9,6
14	0	0	1,2153189	10,2	10,3	10,3	10,3
15	0	0	0	10,7	9,8	10,4	10,3

В натуральних змінних поліном має вигляд:

$$Y_2 = -51,2692 + 269,2862x_1 + 3,8293x_2 - 0,6929x_3 - 8,5500x_1x_2 - 7,2667x_1x_3 - 0,1450x_2x_3 + 0,2833x_1x_2x_3 - 55,7212x_1^2 + 0,0129x_2^2 + 0,0859x_3^2 \quad (3.6)$$

Розрахунок критерію Фішера наведено в додатку.

Критерій Фішера для отриманої математичної моделі $F = 0,06131 \leq 8,72868$, що свідчить про адекватність отриманої регресії.

Поверхні відклику кислотності від в залежності від кількості стартової культури, часу та температури бродіння, наведено на рис. 3.11–3.13. Дані наведені з урахуванням похибки експерименту.

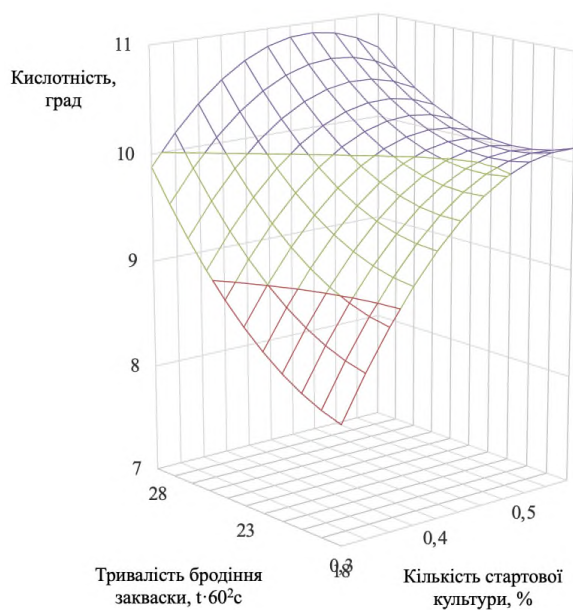


Рис. 3.11. Залежність кислотності від кількості стартової культури ЛВ-1 та тривалості бродіння при температурі 28°C

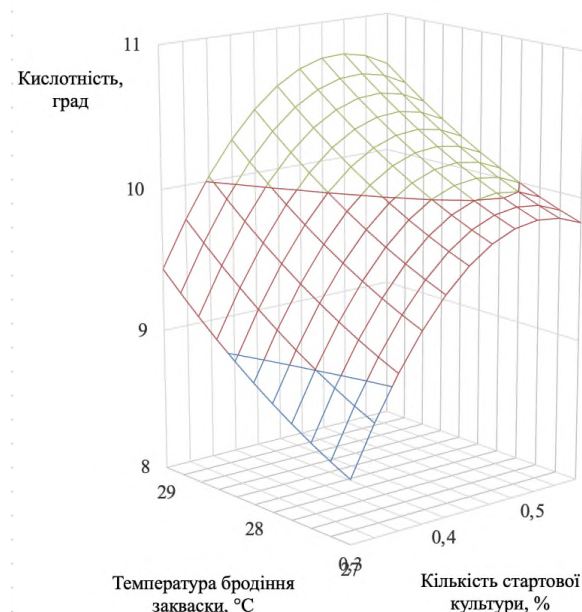


Рис. 3.12. Залежність кислотності від кількості стартової культури ЛВ-1 та температури бродіння при тривалості бродіння $23\text{--}60^2\text{c}$

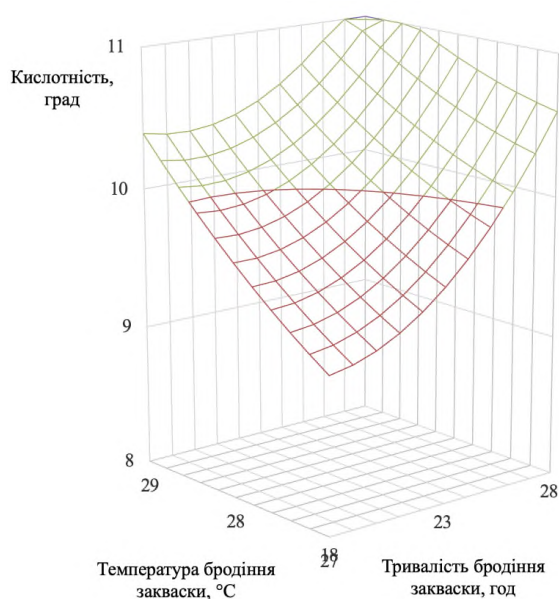


Рис. 3.13. Залежність кислотності від температури та тривалості бродіння при кількості стартової культури ЛВ-1 0,4 %

Для математичного пошуку оптимальних параметрів процесу бродіння закваски використовували спосіб рішення компромісних задач багатопараметричної оптимізації нелінійним методом узагальненого зведеного градієнта [13]. Для рішення поставленої задачі нами була використана надбудова «Пошук рішень» пакету MS Excel.

Згідно з методикою обрано цільову функцію, яку лімітовано до бажаного значення, та описі обмежень в системі рівнянь.

В якості цільової функції обрано підйомну силу, яка має прийняти значення 22 хв, яке є раціональним для забезпечення високої якості закваски та тіста з її внесенням, крім того, воно є вищим за відповідне значення рисової спонтанної закваски:

$$\lim_{X_1, X_2, X_3} Y_2 (X_1; X_2; X_3) \rightarrow 22 \quad (3.7)$$

В якості функцій, що характеризують обмеження процесу обробки, прийняті:

$Y_2(X_1, X_2, X_3)$ –кислотність має не перевищувати 12 град:

$$Y_2(X_1, X_2, X_3) \leq 11 \quad (3.8)$$

Всі значення мають бути вище 0

$$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0; X_3 \geq 0 \quad (3.9)$$

Згідно проведених досліджень, температура не повинна перевищувати 29 °С, оскільки зростання температури згубно діє на дріжджову мікрофлору закваски і знижує її підйомну силу.

При розрахунках допущено відносна погрішність $1 \cdot 10^{-6}$, допустиме відхилення 5 %.

Знайдене рішення відповідає всім вимогам.

З допустимим відхиленням 5 % процес бродіння закваски характеризується технологічними параметрами:

– кількість стартової культури ЛВ-1, %	0,38...0,40
– тривалість бродіння закваски, год	20,92...21,92
– температура бродіння закваски, °С	27,90...28,10

Для зручності прийнято кількість стартової культури ЛВ-1 0,4 %, тривалість бродіння 21·60²с, температура бродіння 28°С.

3.3. Дослідження впливу рецептурних компонентів на якість безглютенового тіста та готових хлібобулочних виробів

3.3.1. Вплив кількості рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 на якість безглютенового хліба

При створенні безглютенового тіста першочерговим завданням є імітація структуроутворювальних властивостей глютенівмісної сировини. Відсутність клейковини у рецептурі призводить до труднощів у формуванні пружно-еластичної структури та стабільній утримувальній здатності тіста щодо CO₂, що визначає об'єм і пористість готових виробів. З огляду на це, запропоноване наукове припущення щодо синергетичної покращувальної дії поєднання рисової закваски зі стартовою культурою (ЛВ-1) і картопляної клітковини у технології безглютенового хліба.

Наукові джерела [14] свідчать про ефективність молочнокислих бактерій (зокрема роду *Weissella*) у формуванні тіста без глютену завдяки утворенню екзополісахаридів, які підвищують в'язкість тістових систем [20]. Це узгоджується з результатами наших попередніх експериментів, де використання закваски забезпечувало зростання реологічних показників тіста. Водночас, за даними літературних джерел [16] висунуто припущення, що додавання картопляної клітковини сприяє додатковій стабілізації структури та покращенню вологоутримувальних властивостей тіста. Поєднання цих двох факторів, як передбачається, здатне компенсувати відсутність клейковини та забезпечити безглютеновому тісту необхідні реологічні характеристики, а готовим виробам – підвищений питомий об'єм і задовільну пористість. Відповідно до завдань дисертаційної роботи, наступні дослідження присвячено вивченню впливу окремих рецептурних компонентів (рисової закваски і клітковини картоплі) на перебіг біохімічних процесів і тісті, реологічні властивості, показники технологічного процесу тіста та якість готового хліба.

Для дослідження раціональної кількості закваски рисової у рецептурі безглютенового хліба вивчали реологічні і технологічні показники якості

безглютенового тіста і готового хліба на основі соргового і рисового борошна. Готували модельні композиції безглютенового тіста вологістю 51–53 % з використанням рисової закваски з 10 %; 20 %; 30 % та 40 % збродженого борошна в заквасці. Результати наведено в табл. 3.20, 3.21.

У табл. 3.22 наведено результати дослідження впливу кількості модифікованої рисової закваски на реологічні показники і параметри технологічного процесу тіста на сорговому борошні. Вміст закваски розраховано як % збродженого борошна у заквасці до загальної маси борошна у модельній системі тіста. Вимірювання в'язкості безглютенового тіста проводили відразу після замісу при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$ на ротаційному віскозиметрі Rheotest-2 при швидкості зсуву від 0,167 до $4,5 \text{ c}^{-1}$.

Експериментально підтверджено, що використання рисової закваски з ЛВ-1 підвищує в'язкість і граничну напругу зсуву в модельних системах соргового тіста (табл. 3.22). Модельні композиції безглютенового тіста на сорговому борошні із вмістом закваски, що відповідає 20 і 30 % збродженого рисового борошна в заквасці, мають найвищі значення в'язкості, що, ймовірно, є наслідком збільшення вологозв'язуючої здатності тіста через підвищення вмісту таких структуроутворюючих компонентів борошна сорго та закваски рисової як пентозани, розчинні білки, крохмаль і продукти ферментолізу, екзополісахариди тощо. Міцність досліджуваних модельних систем соргового тіста з 30 % рисової закваски зростає до 249.8 Па, що перевищує відповідні значення для тіста без закваски 2,1 рази відповідно. Причиною зростання міцності тіста може бути утворення міцних зв'язків між водорозчинними полімерами соргового борошна та продуктами ферментативного гідролізу – синтезу (екзополісахариди) закваски рисової, а також участь пентозанів, розчинних білків, крохмалю соргового борошна в структуроутворенні.

Встановлено, що додавання 10–40 % збродженого борошна із закваскою інтенсифікує накопичення кислот у тісті, зумовлюючи підвищення кислотності тіста порівняно з тісто без закваски (табл. 3.22). Тривалість вистоювання зразків із 10–40 % закваски скорочується на 6–14 %, порівняно зі зразком без закваски.

Таблиця 3.20

Рецептури модельних композицій безглютенового тіста

Найменування сировини	Модельні композиції з додаванням рисової закваски, % збродженого борошна в заквасці				
	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Рисове борошно	-	4,88	9,66	14,50	19,00
Стартова культура ЛВ-1	-	0,02	0,04	0,06	0,08
Цукор	-	0,50	1,00	1,40	1,90
Вода питна	-	4,60	9,30	14,04	19,02
Всього маса н/ф закваски	-	10,00	20,00	30,00	40,00
Соргове борошно	44,00	41,50	37,36	32,74	28,22
Цукор	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Вода питна	51,60	44,10	38,70	33,20	27,80
Дріжджі пресовані	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Сіль харчова	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Олія соняшникова	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Всього маса тіста	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Таблиця 3.21

Модельні композиції безглютенового тіста**на основі рисового борошна з різним вмістом рисової закваски**

Найменування сировини	Дослідні зразки рисового тіста з додаванням рисової закваски, % до маси борошняної суміші				
	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Рисове борошно		4,88	9,66	14,50	19,00
Стартова культура ЛВ-1		0,02	0,04	0,06	0,08
Цукор		0,50	1,00	1,40	1,90
Вода питна		4,60	9,30	14,04	19,02
Всього маса н/ф закваски	-	10,00	20,00	30,00	40,00
Рисове борошно	44,00	41,50	37,36	32,74	28,22
Цукор	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Вода питна	51,60	44,10	38,70	33,20	27,80
Дріжджі пресовані	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Сіль харчова	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Олія соняшникова	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Всього маса тіста	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Таблиця 3.22

Вплив кількості рисової закваски на реологічні показники і параметри технологічного процесу тіста на сорговому борошні

Показники	Дослідні зразки тіста з додаванням рисової закваски, % збродженого борошна в заквасці				
	0	10	20	30	40
Реологічні показники при швидкості зсуву $\gamma=27 \text{ c}^{-1}$					
Ефективна в'язкість, Па·с	441,1	505,7	1022,1	925,0	822,2
Граничне напруження зсуву, Па	119,1	136,5	276,0	249,8	222,0
Параметри технологічного процесу приготування тіста					
Кислотність тіста, град					
початкова	0,8	2,6	2,8	3,2	3,6
кінцева	1,6	3,4	3,8	4,4	5,0
Тривалість вистоювання, хв	50	46	45	43	40
Кількість накопиченого CO ₂ , см ³ CO ₂ / 100 г тіста					
початкова					
15 хв	50	65	70	70	80
30 хв	126	135	142	150	158
45 хв	180	190	205	225	250
60 хв	216	220	228	238	260
Об'єм тіста в циліндрі (газоутримувальна здатність), см ³					
початкова	50	50	50	50	50
15 хв	65	75	77	85	80
30 хв	85	100	100	120	95
45 хв	120	168	140	180	160
60 хв	120	160	135	180	150

Досліджували вплив різних концентрацій рисової закваски на параметри технологічного процесу та перебіг біохімічних процесів в сорговому тісті. Експериментально встановлено, що при додаванні 30 % рисової закваски обсяг виділеного CO_2 ($238 \text{ см}^3/100 \text{ г}$ тіста) перевищував показник тіста без закваски ($216 \text{ см}^3/100 \text{ г}$) на 10,2 %, а при вмісті 40 % закваски ($260 \text{ см}^3/100 \text{ г}$) – на 20,4 %. Найвища газотримувальна здатність ($180 \text{ см}^3/100 \text{ г}$) спостерігалася у зразку з 30 % закваски, що на 50,0 % більше за показник тіста без закваски ($120 \text{ см}^3/100 \text{ г}$); при 40 % закваски — $150 \text{ см}^3/100 \text{ г}$, що відповідно на 25,0 % вище. Зростання виділення та утримання газу пояснюється підвищенням активності молочнокислих бактерій і накопиченням структуроутворювальних компонентів, тоді як 40 % закваски призводять до зниження в'язкості й, відповідно, деякого зменшення газотримувальної здатності. Отримані дані узгоджуються із результатами щодо відповідного зростання міцності зразків тіста із закваскою, що ймовірно, є наслідком збільшення вологозв'язуючої здатності тіста через підвищення вмісту таких структуроутворюючих компонентів борошна сорго та закваски рисової як пентозани, розчинні білки, крохмаль і продукти ферментолізу, екзополісахариди тощо.

Аналогічні тенденції відзначались і для модельних зразків рисового тіста з 10–40 % рисової закваски (табл. 3.23). Встановлено, що додавання 10–40 % зброженого борошна в заквасці інтенсифікується кислотонакопичення в рисовому тісті, кінцева кислотність тіста зросла на 0,8–2,6 град порівняно зі зразком без закваски (табл. 3.23). Зростання кількості закваски в рецептурі до 30–40 % до маси борошняної суміші позитивно впливає на бродильну активність напівфабрикатів та прискорює тривалість вистоювання тіста. Найвище значення накопиченого CO_2 та питомого об'єму тіста були в зразку з додаванням 30–40 % закваски до маси борошняної суміші, порівняно з тістом без закваски. Інтенсивно зростала газотримувальна здатність тіста до концентрації внесеної закваски 30 % до маси борошняної суміші, при концентрації закваски 40 % утримування газу та газоутворення покращились лише на 2,6 % та 2,9 %, відповідно, порівняно зі зразком з 30 % закваски.

Таблиця 3.23

**Вплив різних концентрацій рисової закваски на параметри
технологічного процесу та перебіг біохімічних процесів в тісті
на рисовому борошні**

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Дослідні зразки додаванням рисової закваски, % борошна в заквасці				
	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
1	2	3	4	5	6
Кислотність тіста, град					
початкова	0,8	1,4	1,8	2,0	2,6
кінцева	1,6	2,4	2,8	3,0	4,2
Тривалість вистоювання, хв	50	43	40	40	38
Кількість накопиченого CO ₂ , см ³ CO ₂ / 100 г тіста					
початкова	0	0	0	0	0
15 хв	50	60	65	70	70
30 хв	116	128	140	160	178
45 хв	150	170	185	205	240
60 хв	216	235	248	278	286
Об'єм тіста в циліндрі (газоутримувальна здатність), см ³					
початкова	50	50	50	50	50
15 хв	60	70	77	80	80
30 хв	85	115	120	125	115
45 хв	130	158	160	190	195

Досліджували кількості рисової закваски на показники якості хліба на сорговому і рисовому борошні (табл. 3.24, 3.25). Дані досліджень для зразків соргового тіста із заквасками свідчать про покращення питомого об'єму тіста, порівняно з контролем, що узгоджується з даними газотримувальної здатності і реологічними показниками. Питомий об'єм соргового хліба пропорційно зростає зі збільшенням вмісту закваски і досягає найбільших значень при вмісті 30–40 % зброженого борошна в заквасці (табл. 3.23), але не досягає показників контрольного зразку. У зразку з 30 % борошна в заквасці питоми об'єм та пористість зросли на 26,3 та 4,2 % відповідно, а з 40 % – на 31,6 % та 6,3 % відповідно. Кислотність рисової закваски зумовила зростання кислотності готових виробів порівняно з контролем на 1,2–2,6 град, залежно від дозування.

Ймовірно, зростання цього показника пов'язано як з інтенсифікацією бродіння в тісті, так і з кращим набуханням гідроколоїдів борошна тіста і рисової закваски, внесених в тісто. За результатами пробних лабораторних випікань, збільшення кількості закваски до 30 % призводить до утворення м'якуша з більш розвиненою пористістю за рахунок високої вологотримувальної здатності рисового борошна. При збільшенні кількості соргового борошна у рецептурі суміші понад 30 % призводить до одержання готових виробів з крихкуватою консистенцією та наявністю незадовільного гірко-присмаку.

Аналогічні тенденції відзначались і для модельних зразків рисового хліба з 10–40 % рисової закваски (табл. 3.24). Як показали результати випікань, збільшення дозування зброженого борошна з 20 до 30 % зумовлює зростання питомого об'єму готового хліба на 15,8–21,2 %, кислотність хліба підвищується на 0,2–1,6 град, покращується стан скоринки та структура пористості м'якушки. Найкращі результати мав хліб з 30 % закваски (табл. 3.25), оскільки подальше зростання кількості зброженого борошна до 40 % в тісті суттєво впливає на кислотність хліба, що може погіршувати споживчі характеристики хліба.

Таблиця 3.24

**Вплив кількості рисової закваски на показники якості хліба
на сорговому борошні**

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Контроль (хліб рисовий)*	Дослідні зразки з додаванням рисової закваски, % зброженого борошна в заквасці				
		0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Питомий об'єм, см ³ /100 г	2,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5
Пористість, %	55	48	49	50	51	50
Кислотність, град	1,4	2,6	3,0	3,2	3,6	4,0
Крихкуватість м'якушки через 24 год, %	6,2	6,5	6,0	5,8	5,4	5,0
Вологопогли- нання, здат- ність м'якуш- ки через 24 год, % вод и	258	200	228	242	250	254
Стан м'якушки, структура пористості, розжовува- ність	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, слабо розвинена, розжовується добре	Мало- еластична м'якушка, крихкувата, нерівномірна пористість крупна, товстостінна, менш розвинена, розжовуєтьс я добре		Недостатньо еластична м'якушка, пористість крупна, товстостінна, менш розвинена, нерівно- мірна, розжову- ється добре	Недостатньо еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Недостатньо еластична м'якушка, пористість середня, крихкувата м'якушка, товстостінна, менш розвинена, рівномірна, розжовується добре
Смак та запах	Невиражений, прісний, аромат нейтральний	Невиражений, з неприємним гіркуватим присмаком		Виражений, кислуватий з дещо гіркуватим післясмаком	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак та хлібний аромат	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак та хлібний аромат

*Джерело [2]

Таблиця 3.25

**Вплив кількості рисової закваски на показники якості хліба
на рисовому борошні**

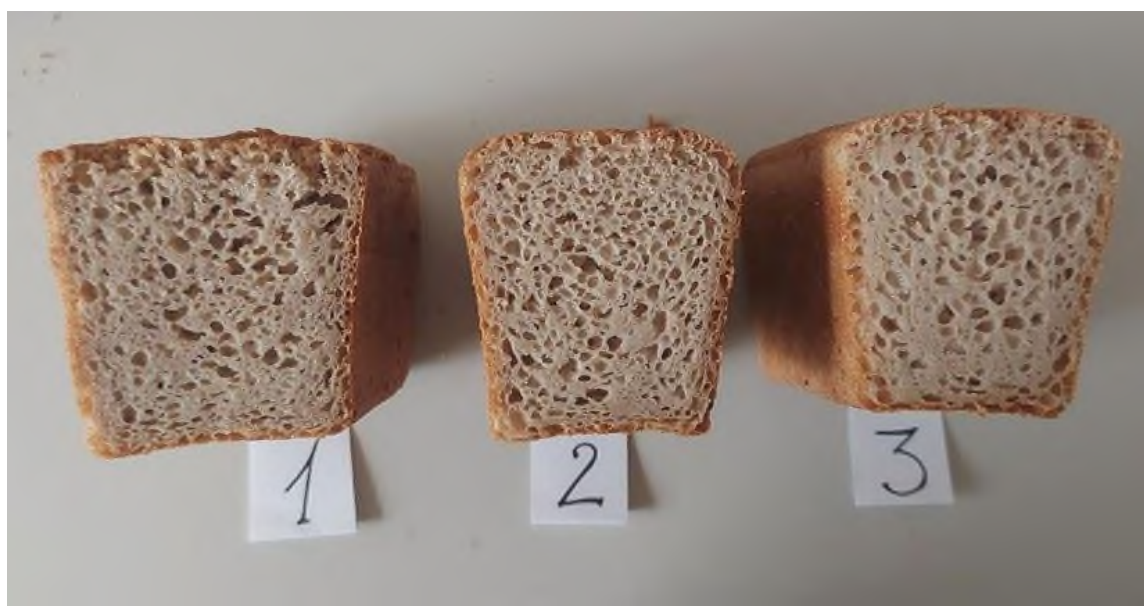
$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Контроль (хліб рисовий)*	Дослідні зразки з додаванням рисової закваски, % борошна в заквасці				
		0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Питомий об'єм, см ³ /100 г	2,8	1,9	2,2	2,2	2,3	2,4
Пористість, %	55	46	48	50	52	51
Кислотність, град	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,5
Крихкуватість м'якушки через 24 год, %	6,2	6,4	5,8	5,4	5,0	4,6
Вологопоглин. здатність м'якушки через 24 год, % води	235	200	215	224	230	231
Стан м'якушки, структура пористості, розжовуваність	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, слабо розвинена, розжовується добре	Мало- еластична м'якушка, нерівномірна пористість середня, крупна, товстостінна, не розвинена, розжовується добре		Недостатньо еластична, пористість середня, тонкостінна, менш розвинена, нерівномірна, розжовується добре	Недостатньо еластична, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Недостатньо еластична , пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре
Смак та запах	Невиражений, прісний, аромат нейтральний			Виражений, кислуватий	Яскраво виражений кислотно-спиртовий присмак та хлібний аромат	

*Джерело [2]

Використання 30 % борошна в заквасці дозволяє суттєво поліпшити органолептичні показники рисового хліба (табл. 3.25): позбутися сенсорних недоліків традиційного безглютенового хліба – світлої скоринки, нерівномірної пористості, надвисокої сухості м'якушки, невираженого прісного смаку і аромату; дозволяє сповільнювати черствіння хліба при зберіганні.

Зовнішній вигляд готового соргового хліба на рисовій заквасці зображено на рис. 3.15. Мікрофлора закваски позитивно впливає на органолептичні показники, які, у виробках із заквасками суттєво відрізняються від контрольного зразка більш яскраво вираженим смаком та ароматом, більш рівною поверхнею без тріщин, а також більш розвиненою, рівномірною пористістю (рис. 3.15). Хліб без додавання закваски мав прісний смак з вираженим неприємним гірким післясмаком і надто крихку консистенцію.



*Рис. 3.15. Хліб сорговий з рисовою закваскою:
1 – 20 % збродженого рисового борошна в заквасці;
2 – 30 % збродженого рисового борошна в заквасці;
3 – 40 % збродженого рисового борошна в заквасці*

Результати оцінки органолептичних показників свідчать про доцільність використання заквасок у рисовому та сорговому безглютеновому тісті з метою позбавлення таких загальновідомих недоліків безглютенового хліба, як бліда скоринка з тріщинами, малий об'єм хліба, занадто волога хлібна м'якушка, прісний невиражений смак.

Вивчали вплив використання різної кількості закваски рисової зі стартовою культурою ЛВ-1 на зміну структурно-механічних показників під час зберігання готових виробів. М'якість та черствіння хліба рисового хліба з вмістом 20–40 % борошна в заквасці визначали за допомогою аналізатора текстури TA.Xtplus. Результати вимірювань узагальнено на рис. 3.16.

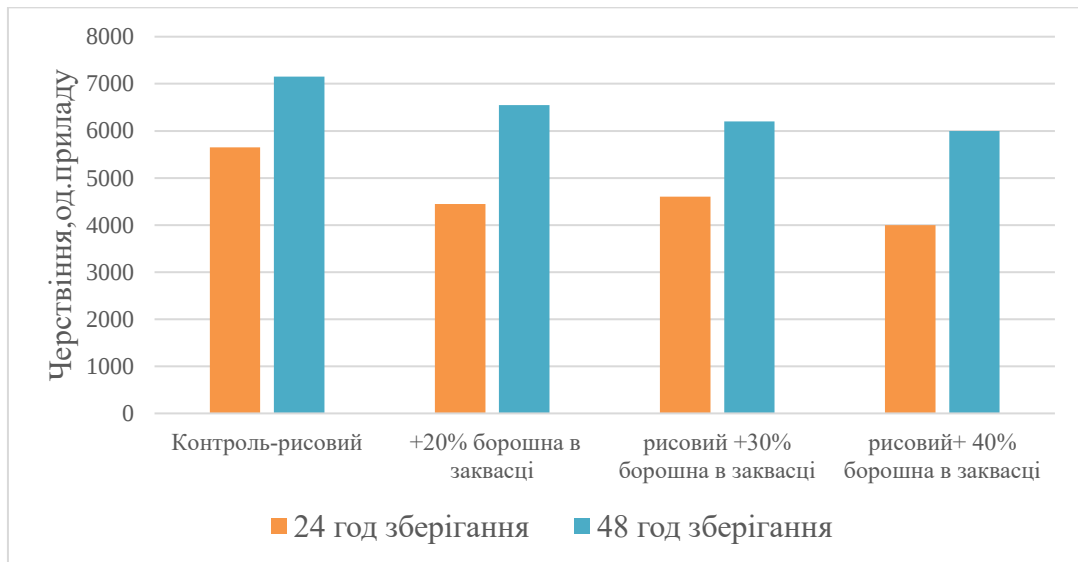


Рис. 3.16. Черствіння (стискуваність м'якушки) рисового хліба з 20–40 % збродженого борошна в заквасці при зберіганні

Аналізуючи дані рис. 3.16, можна зробити висновок, що хліб рисовий з додаванням з 30 % збродженого борошна має найменше значення приладу, яке становить 6157,1 од. Цей показник свідчить про те, що хліб рисовий з додаванням 30 % закваски є найм'якшим серед всіх зразків хліба. Доведено, що зразок рисового хліба із кількістю збродженого борошна 30 % черствішає повільніше, має вищий показник збереження свіжості на 59,6 %, порівняно з контрольним зразком без закваски, та на 35,7 % та 15,4 % ніж в дослідних зразках із вмістом збродженого борошна 20 % та 40 %.

Таким чином використання 30 % збродженого борошна в заквасці зі стартовою культурою ЛВ-1 в технології безглютенового рисового хліба є доцільним, оскільки дозволяє забезпечити прискорення технологічного процесу, отримання хліба із високими споживчими характеристиками, подовження термінів зберігання. Вироби із 30 % рисової закваски позитивно відрізняються від контролю яскраво вираженим смаком та ароматом. Рисовий хліб із вмістом

30 % зброженого борошна в заквасці має рівномірну дрібну пористість м'якушки та добру пропеченість, а сорговий хліб – виражений хлібний смак і аромат, еластичну, розвинену, середню за розмірами пористість. Проте, порівнюючи з традиційними пшеничним та пшенично-житнім видами хліба відзначено, що органолептичні властивості, структура м'якушки і пористості виробів ще потребує удосконалення, зокрема, формування більшого питомого об'єму і пористості. Для покращення структури безглютенового хліба на заквасці, зокрема в категорії продуктів «чиста етикетка» було запропоновано використання клітковини картоплі, переваги використання якої та раціональні межі застосування у тістових системах обґрунтовані у першому розділі. Наступний підрозділ роботи присвячений обґрунтуванню раціональної концентрації КК в технології БХБВ на заквасці.

3.3.2. Вплив клітковини картоплі на реологічні і технологічні властивості тіста на рисовій заквасці та якість безглютенового хліба

З метою покращення структури і харчової цінності безглютенового хліба у напрямі збільшення харчових волокон, макро- та мікронутрієнтів вивчали можливість збагачення його рецептури картопляною клітковиною (КК).

Згідно результатів інформаційно-патентного пошуку рекомендованим є дозування КК в межах 1–4 % [17]. Тому всі дослідження проводили з внесенням до рецептури рисово-сорового хліба з рисовою закваскою 2 %, 3 % та 4 % КК.

На початковому етапі досліджень було виміряно реологічні характеристики тістових систем на приладі «Реотест». Результати досліджень наведено на рис. 3.17 та в табл. 3.25.

Як видно з рис. 3.17 характер зміни в'язкісних характеристик для всіх зразків однаковий, оскільки реологічні криві мають однакову форму, найбільш близькими між собою є дослідні зразки з КК.

Отримані результати показали, що збільшення вмісту картопляної клітковини в тістовій системі призводить до зростання ефективної в'язкості та міцності через вищі ВПЗ і ВУЗ харчових волокон, здійснюючи дестабілізуючий

ефект на структурно-механічні властивості безглютенового тіста. Реологічні показники зразків з КК зросли в 2,7–7,4 рази, зі збільшенням дозування КК (табл. 3.26). За умови дозування 2–3 % КК до маси борошняної суміші відбувається підвищення в'язкості та щільності тіста, що дозволяє покращити показники якості м'якушки готових виробів після випікання.

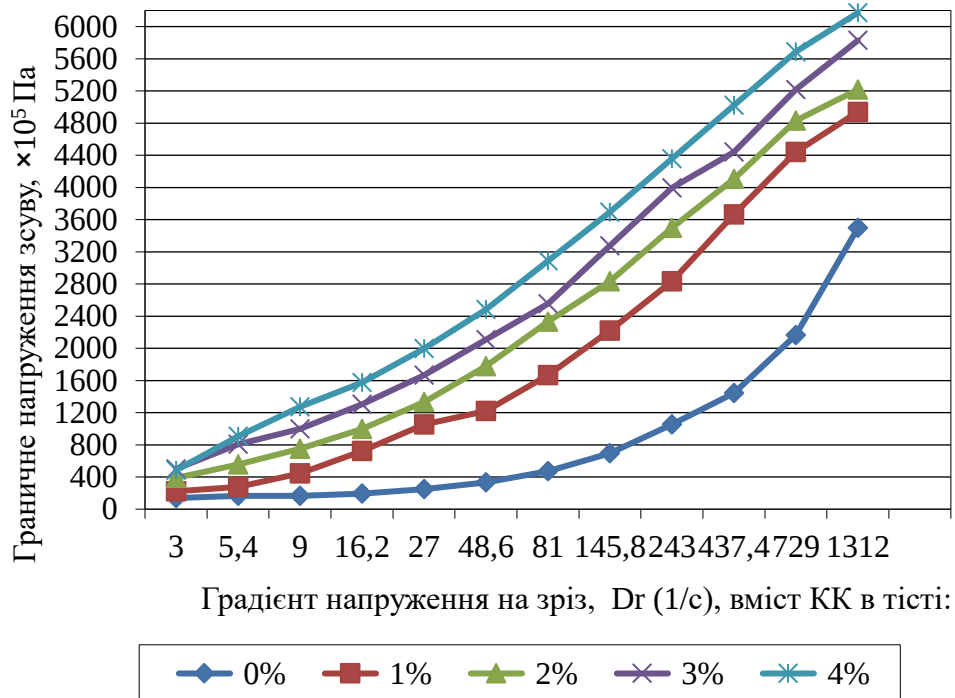


Рис. 3.17. Динаміка змін граничного напруження зсуву безглютенового соргового тіста на рисовій заквасці (30 % збродженого борошна) з різним дозуванням клітковини картоплі (КК)

Досліджували вплив заквасок на виділення CO_2 та газоутримувальну здатність тіста з додаванням 2–4 % КК. Експериментально встановлено, що кількість виділеного CO_2 зростає зі збільшенням дозування КК до 3 % на 2,4 %, але далі знижується до $335 \text{ см}^3 \text{ CO}_2/100 \text{ г}$ тіста проти $340 \text{ см}^3 \text{ CO}_2/100 \text{ г}$ тіста в зразку без КК (табл. 3.26). Відмічено також підвищення газоутримувальної здатності модельних зразків тіста на 4 % при дозуванні 2–3 % КК (табл. 3.26). Отримані дані узгоджуються із результатами реологічних характеристик зразків тіста із КК, що ймовірно, є наслідком збільшення вологозв'язуючої здатності.

Дослідження якості безглютенового соргового хліба з клітковиною картоплі залежно від дозування наведено в табл. 3.26.

Дані табл. 3.26 свідчать, що питомий об'єм соргового хліба з внесенням 2-3 % КК зростає на 9,0 – 22,7 %, а пористості – відповідно на 2,4,1 % порівняно зі зразком без КК (табл. 3.26). Збільшення кількості КК до 4 % КК призводить до зниження питомого об'єму готового хліба на 7,4 %, пористості – на 3,9 %. Ці дані узгоджуються з визначенням в'язко-пластичних характеристик тіста.

Таблиця 3.26

Вплив дозування КК на реологічні показники і параметри технологічного процесу тіста на сорговому борошні з 30 % рисової закваски

 $n = 5, p \leq 0,05$

Показники	Дослідні зразки тіста з додаванням 30 % рисової закваски та КК, % КК до маси борошна в тісті				
	0	1	2	3	4
Реологічні показники при швидкості зсуву $\gamma = 48,6 \text{ с}^{-1}$					
Ефективна в'язкість, Па·с	685,2	2512,3	3654,3	4339,5	5103,9
Граничне напруження зсуву, Па	333,0	1221,0	1776,0	2109,0	2480,5
Параметри технологічного процесу приготування тіста					
Кислотність тіста, град					
початкова	2,6	2,6	2,8	2,8	3,0
кінцева	3,6	3,6	3,8	3,6	4,0
Тривалість вистоювання, хв	45	45	45	43	47
Газоутворення за період бродіння, $\text{см}^3/100 \text{ г}$	340	342	344	348	335
Питомий об'єм тіста вкінці бродіння, $\text{см}^3/\text{г}$	178	180	180	185	176

Доведено, що при внесенні 2–3 % КК сорговий хліб мав кращу еластичність і пористість мякушки, і на відміну від зразку без КК не відчувалась крихкість м'якушу. За умови внесення 4 % КК спостерігається утворення ущільненої м'якушки з нерівномірною товстостінною пористістю (табл. 3.27).

Таблиця 3.27

**Вплив клітковини картоплі на показники якості
безглютенового соргового хліба на рисовій заквасці**

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Контроль (хліб рисовий) [2]	Дослідні зразки соргового тіста на заквасці з додаванням КК, % до маси борошняної суміші			
		0 %	2 %	3 %	4 %
Питомий об'єм, см ³ /100 г	2,9	2,2	2,4	2,7	2,5
Пористість, %	53	49	50	51	50
Масова частка вологи, %	54,0	52,6	52,8	53,3	53,8
Кислотність, град	1,4	3,0	3,2	3,0	3,2
Крихкуватість м'якушки через 24 год	6,0	5,5	5,4	5,2	5,0
Вологопоглинальна здатність м'якушки через 24 год	230	214	242	254	228
Стан м'якушки, структура пористості, розжовуваність	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, слабо розвинена, розжовується добре	Недостатньо еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, менш розвинена, рівномірна, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Менш еластична м'якушка, ущільнена, пористість середня, товсто- стінна, розвинена, нерівно- мірна, розжовується добре
Смак та запах	Невиражений, прісний, аромат нейтральний	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак, аромат притаманний хлібу	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак та хлібний аромат	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак та хлібний аромат	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак та аромат, з гіркуватим присмаком

Аналогічні тенденції відзначались і для модельних зразків рисового хліба з 30 % закваски та з використанням 2–4 % КК (табл. 3.28).

Таблиця 3.28

Вплив клітковини картоплі на параметри технологічного процесу тіста та якість хліба на рисовому борошні

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Дослідні зразки рисового тіста на заквасці з додаванням КК, % до маси борошняної суміші			
	0 %	2 %	3 %	4 %
Кислотність тіста, град				
початкова	1,2	1,4	1,6	1,6
кінцева	2,0	2,2	2,6	2,8
Тривалість вистоювання, хв	50	50	45	47
Газоутворення за період бродіння, см ³ /100 г	216	232	238	228
Питомий об'єм тіста вкінці бродіння, см ³ /г	132	140	145	140

Згідно даних табл. 3.28 в зразках з додаванням картопляної клітковини підвищується кінцева кислотність тіста на 0,2–0,4 град. При внесенні 2–3 % КК тривалість вистоювання тіста скорочується на 5–7 хв, а значенням показників газоутворення та газотримування зростають на 7,4–10,2 %, відповідно. При підвищенні вмісту КК до 4 % – знижуються на 4,2–3,4 %, відповідно (табл. 3.28).

Дані табл. 3.29 свідчать, що значення питомого об'єму та пористості рисового хліба на заквасці з внесенням 2–3 % КК підвищуються відповідно на 30 та 15,6 %. Дозування 4 % КК зумовлює утворення менш еластичної та ущільненої м'якушки, меншого об'єму хліба з нерівномірною товстостінною пористістю. У зразках рисового хліба з КК спостерігалось зниження крихкуватості м'якушки, що сприятиме подовження термінів збереження свіжості готових виробів.

Отже, експериментально доведено технологічну доцільність використання 2–3 % КК в технології безглютенового хліба на заквасці. Враховуючи сучасні рекомендації з харчування щодо збагачення раціонів харчовими волокнами, вважаємо за доцільне використання 3 % КК в технології рисового і соргового тіста на заквасці.

Таблиця 3.29

**Вплив клітковини картоплі на показники якості
безглютенового рисового хліба на заквасці**

$n = 5, p \leq 0,05$

Показник	Контроль (хліб рисовий) [2]	Дослідні зразки рисового тіста на заквасці з додаванням КК, % до маси борошняної суміші			
		0 %	2 %	3 %	4 %
Питомий об'єм, см ³ /100 г	2,4	2,0	2,4	2,6	2,4
Пористість, %	54	45	48	52	50
Масова частка вологи, %	54,2	51,6	51,5	52,0	52,0
Кислотність, град	1,2	1,6	1,6	2,0	2,2
Крихкуватість м'якушки через 24 год	6,0	5,4	5,4	5,1	4,8
Вологопогли- нальна здатність м'якушки через 24 год	230	248	250	254	258
Стан м'якушки, структура пористості, розжовуваність	Еластична м'якушка, пористість середня, тонкостінна, слабо розвинена, розжовується добре	Недостатньо еластична, пористість середня, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість дрібна, товстостінна, менш розвинена, нерівномірна, розжовується добре	Еластична м'якушка, пористість дрібна, тонкостінна, розвинена, рівномірна, розжовується добре	Менш еластична м'якушка, ущільнена, пористість крупна, товсто- стінна, розвинена, нерівно- мірна, розжо- вується добре
Смак та запах	Невиражений, прісний, аромат нейтральний	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак, аромат притаманний хлібу	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак та хлібний аромат	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак та хлібний аромат	Яскраво виражений кислотно- спиртовий присмак та аромат, з дещо «гірку- ватим» присмаком

3.4. Рецептури виробництва безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі, розвиток асортименту

Попередніми дослідженнями, що описані в даному розділі, обґрунтовано ефективність використання закваски з рисового борошна на основі стартової культури ЛВ-1 в технології безглютенового хліба в кількості 30 % зброженого борошна до маси борошняної суміші. Це підтверджено результатами досліджень щодо перебігу біохімічних та мікробіологічних властивостей, аналізом в'язко-пластичних та структурно-механічних характеристик, а також пробними лабораторними випіканнями. З практичного боку, це підтверджено актами промислової апробації технології соргового і рисового хліба на заквасці з КК у виробничих умовах закладів ресторанного господарства.

Пробними лабораторними випіканнями з'ясовано, що раціональним дозуванням картопляної клітковини в рецептуру безглютенового хліба є 3 % до маси борошняної суміші. Це дає можливість виробникам розширити асортимент безглютенової продукції, покращити харчову цінність хліба цінними харчовими волокнами та подовжити терміни збереження виробами свіжості. Було проведено моделювання нових рецептур безглютенового хліба з внесенням рисової закваски та виконано підбір рецептурних компонентів.

Рецептури та режим приготування а розроблені ХБВ на заквасці з КК в асортименті: сорговий на рисовій заквасці з клітковиною картоплі і рисовий на рисовій заквасці з клітковиною картоплі наведено у табл. 3.30 і 3.31 відповідно.

Розроблені рецептури та технологічні інструкції для хліба «Сорговий на заквасці» та «Рисовий на заквасці» було затверджено в установленому порядку Спеціалізованою дегустаційною комісією Укрхлібпрому (додаток Е).

Таблиця 3.30

Виробнича рецептура та режим приготування соргового безглютенового хліба на рисовій заквасці з клітковиною картоплі

Сировина, напівфабрикати та показники процесу	Витрати сировини та параметри приготування тіста		
	Закваска	Тісто	Разом
Сировина			
Борошно рисове, кг	30,0	–	30,0
Борошно соргове, кг	–	70,0	70,0
Стартова культура для закваски ЛВ–1*, кг	0,120	–	0,120
Клітковина картоплі, кг	–	3,0	3,0
Дріжджі пресовані, кг	–	1,5	1,5
Сіль кухонна харчова, кг	–	2,0	2,0
Цукор, кг	3,0	2,0	5,0
Олія соняшника, кг	–	4,0	4,0
Вода питна, кг	30,0	90,0	120,0
Закваска стигла, кг	–	63,120	
Всього	63,120	235,62	235,62
Вихід			639 шт 330±5
Масова частка вологи, %	52–54	53–54	
Температура початкова, °С	26–28	25–26	
Кислотність, град	11–12	3–4	
Тривалість бродіння, хв	1200–1440	–	
Тривалість вистоювання, хв	–	40–50	
<i>*Визначається до маси борошна у заквасці. Попередньо розчинити стартову культуру для закваски ЛВ1 у воді з температурою 28–30 °С, заміс закваски вести на першій швидкості 5–8 хв. Закваску залишити на бродіння при температурі 28–29 °С на 21–22 год. Стиглу закваску використовують в приготуванні тіста.</i> Мінімальний вихід хліба при вологості борошна 14,5 % – 181,6 %.			

Таблиця 3.31

Виробнича рецептура та режим приготування безглютенового рисового хліба на рисовій заквасці з клітковиною картоплі

Сировина, напівфабрикати та показники процесу	Витрати сировини та параметри приготування тіста		
Сировина	Закваска	Тісто	Разом
Борошно рисове, кг	30,0	70,0	100,0
Стартова культура для закваски ЛВ-1*, кг	0,120	–	0,120
Клітковина картоплі, кг	–	3,0	3,0
Дріжджі пресовані, кг	–	1,5	1,5
Сіль кухонна харчова, кг	–	2,0	2,0
Цукор, кг	3,0	2,0	5,0
Олія соняшника, кг	–	4,0	4,0
Вода питна, кг	30,0	80,0	110,0
Закваска стигла, кг	–	63,120	
Всього	63,120	235,62	225,62
Вихід			615 шт 330±5
Масова частка вологи, %	52–54	51–52	
Температура початкова, °C	26–28	25–26	
Кислотність, град	11–12	3–4	
Тривалість бродіння, хв	1200–1440	–	
Тривалість вистоювання, хв	–	40–50	
<i>*Визначається до маси борошна у заквасці. Попередньо розчинити стартову культуру для закваски ЛВ1 у воді з температурою 28–30 °C, заміс закваски вести на першій швидкості 5–8 хв. Закваску залишити на бродіння при температурі 28–29 °C на 21–22 год. Стиглу закваску використовують в приготуванні тіста.</i> Мінімальний вихід хліба при вологості борошна 14,5 % – 180,0 %.			

На основі розроблених рецептур безглютенового тіста рисового і соргового на рисовій заквасці з КК розроблено асортимент хлібобулочних виробів різної маси, форми, оздоблення, зокрема хлібець «Золоті зерна» (0,3 кг), окрасець «Благотворний» (0,20 кг), хлібець «Бутербродний рисовий» (0,3 кг) та окрасець «Ювілейний» (0,2 кг). Зовнішню поверхню хліба можна оздоблювати насінням льону, кунжуту, гречаними або картопляними пластівцями, кмином.

Розроблені рецептури безглютенових ХБВ наведено в табл. 3.32.

Таблиця 3.32

Рецептури безглютенових видів хліба нового асортименту

Найменування сировини, кг	Хлібець Золоті зерна, масою 0,3 кг**	Окрасець благотворний, масою 0,20 кг*	Хлібець бутербродний рисовий, масою 0,3 кг**	Окрасець ювілейний, масою 0,2 кг*
Борошно рисове	30	100	100	30
Борошно сорго	70	—	—	70
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,5	1,5	1,5	1,5
Сіль кухонна харчова	2,0	2,0	2,0	2,0
Цукор	5,0	5,0	5,0	5,0
Олія соняшникова	4,0	4,0	4,0	4,0
Клітковина картоплі	3,0	3,0	3,0	3,0
Гречані пластівці (посипка)	—	2,0	—	—
Насіння льону золотого (на розробку)	5,0	—	—	—
Картопляні пластівці (на розробку)	—	—	6,0	—
Насіння льону коричневого (посипка)	—	—	—	2,0
Всього	120,5	117,5	121,5	117,5

* окрасець квадратної форми

** – трикутної форми

3.5. Технологічні параметри і рецептури виробництва безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

Розробка технології безглютенового соргово-рисового хліба на основі рисової закваски потребує детального обґрунтування всіх етапів технологічного процесу. Важливо враховувати кожну операцію, її взаємодію з попередньою та вплив на кінцевий продукт. Відповідно до теорії системного аналізу, технологію хліба можна представити у вигляді складної системи, складовими якої є декілька підсистем, що взаємодіють одна з одною [18]. Кінцевим етапом взаємодії цих підсистем є утворення нового готового продукту. При розробці технології безглютенового соргового і рисового хліба на заквасці з КК важливим є знання природи та взаємодії різних факторів, які впливають на формування показників якості продукту на рівні кожної підсистеми. Такий підхід дозволяє отримати кінцевий продукт з необхідними функціонально–технологічними властивостями.

Систему отримання безглютенового хліба представлено у вигляді горизонтальної декомпозиції А – В (1–3) – С. Функціонування системи в цілому забезпечується функціонуванням окремих її компонентів згідно поставленої мети. Параметри технологічної системи виробництва безглютенових ХБВ на заквасці з КК в межах виділених підсистем наведені в табл. 3.33.

Як свідчать отримані дані, результатом послідовного переходу підсистеми С, в підсистеми В₃, В₂, В₁ є формування підсистеми А з отриманням безглютенового соргово-рисового та рисового хліба з рисовою закваскою і клітковиною картоплі.

Підсистема С «Підготовка рецептурних компонентів». В рамках підсистеми С здійснюється просіювання сухих рецептурних компонентів ($d = (2...3) \cdot 10^{-3}$ м; $d = (1,4...1,5) \cdot 10^{-3}$ м) з метою видалення сторонніх домішок та руйнування агломерованих часток (борошно соргове та рисове, картопляна клітковина). Рідкі компоненти (олія соняшникова) проціджуються з розміром сит $d = (0,2...0,3) \cdot 10^{-3}$ м.

Таблиця 3.33

Параметри технологічної системи виробництва БХБВ на заквасці з КК

Підсистеми	Мета функціонування	Технологічні операції	Параметри, що контролюються
1	2	3	4
С	Підготовка рецептурних компонентів	1 – просіювання рисового та соргового борошна	Сита $d = (2...3) \cdot 10^{-3}$ м
		2 – дозування борошна	–
		3 – дозування цукру для приготування цукрового розчину	–
		4 – дозування солі для приготування сольового розчину	–
		5 – проціджування олії соняшникової	Сита $d = (0,2...0,3) \cdot 10^{-3}$ м
		6 – просіювання картопляної клітковини	Сита $d = (1,4...1,5) \cdot 10^{-3}$ м
		7 – дозування картопляної клітковини	–
		8 – звільнення стартової культури від спожиткової тари, огляд	–
		9 – дозування стартової культури для приготування закваски	–
		10 – звільнення дріжджів від спожиткової тари та огляд	–
		11 – дозування дріжджів для приготування суспензії з водою	–
В ₃	Приготування напівфабрикатів	1 – приготування закваски з рисового борошна на стартовій культурі ЛВ–1	$W = 52\text{--}54\%$; $K = 11\text{--}12$ град $\tau = 21...22$ год; $t_{\text{брод}} = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{поч.закваски}} = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$
		2 – приготування дріжджової суспензії	Д:В=1:3
		3 – приготування цукрового розчину	$C = 45\%$; $\delta = 1,17\text{ г/см}^3$
		4 – приготування сольового розчину	$C = 26\%$; $\delta = 1,2\text{ г/см}^3$
		5 – проціджування розчинів	Сита $d = (0,2...0,3) \cdot 10^{-3}$ м
В ₂	Утворення тіста	1 – з'єднання рецептурних компонентів	–
		2 – замішування тіста	$\tau = 3...5$ хв, $t = 20...22\text{ }^{\circ}\text{C}$
В ₁	Виробництво БХБВ	1 – формування 2 – випікання	поділ (370 ± 5) г потребує обґрунтування
А	Утворення готових до споживання БХБВ	1 – охолодження	$t = 20...24\text{ }^{\circ}\text{C}$
		2 – пакування	–
А1	Зберігання готового продукту	1 – зберігання	Потребує обґрунтування

Підсистема В₃ «Підготовка напівфабрикатів». Готують дріжджову суспензію за співвідношення дріжджі: вода – 1:3. Її фільтрують та дозують на виробництво. Розчин солі готують 26 %-ної концентрації (густина розчину 1,2 г/см³). Розчин цукру готується концентрацією 45 % (густина розчину 1,2 г/см³). Розчини фільтруються та направляються на виробництво.

Підсистема В₂ «Утворення тіста». В рамках підсистеми здійснюється з'єднання рецептурних інгредієнтів та замішування тіста ($\tau = 3...5 \cdot xв$, $t = 20...22 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

Підсистема В₁ «Виробництво безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з КК». Завершальним етапом виробництва безглютенового хліба з формуванням органолептичних, фізико-хімічних та реологічних показників, що обумовлюють якість готових виробів, є термооброблення. Головною метою цього процесу є застосування оптимальних параметрів випікання (терміну та температури оточуючого середовища), що сприяють наданню виробам високих показників якості при найменших витратах енергоресурсів.

Перетворення тістової заготовки у готовий виріб зумовлено теплофізичними, колоїдними, біохімічними процесами, що відбуваються під час випікання, а також тепломасообмінними процесами, які супроводжуються втратою вологи. В основі всіх процесів лежить теплообмін у тістовій заготовці під час прогрівання її в пекарській камері. Відомо, що характер та швидкість процесу нагрівання продукту обумовлюють його теплофізичні властивості. Чим більше вологи у зразку, тим швидкість прогрівання менша, бо система накопичує енергію, але за рахунок такої фізико-хімічної властивості відбувається більш повільне випікання зразка порівняно з контрольним [19].

Для обґрунтування раціональних параметрів термооброблення безглютенових ХБВ на заквасці з КК було досліджено органолептичні показники та кінетику зміни температури центральних шарів м'якушки випечених виробів.

Традиційно [2] безглютеновий хліб з рисового борошна (контроль) рекомендується випікати за $t = 180...210 \text{ }^{\circ}\text{C}$, тому проводили дослідження при

цих температурах. Тривалість випікання залежить від ваги та рецептурного складу хліба і коливається в межах 20...40 хв.

Дослідження кінетики зміни температури центральних шарів м'якушки від тривалості випікання проводили за наступних умов:

- температура повітря пекарної камери – 210 °С, 200 °С, 190 °С та 180 °С;
- вага тістової заготовки – 370±5 г.

Форми з тістом ставили у пекарну камеру, яку попередньо нагрівали до заданої температури та протягом випікання підтримували. Під час випікання кінетику зміни температури центральних шарів м'якушки досліджуваних зразків визначали за допомогою автоматичного потенціометра. Закінчення процесу випікання визначали за температурою центральних шарів м'якушки, яка у випечених хлібних виробах становить 95...97 °С.

Кінетику зміни температури у центральних шарах м'якушки безглютенового соргово-рисового хліба на заквасці з КК наведено у табл. 3.34 та на рис. 3.18–3.26 представлено візуалізацію зовнішнього вигляду і кольору поверхні зразків.

Таблиця 3.34

**Кінетика зміни температури у центральних шарах м'якушки
безглютенового соргово-рисового хліба на заквасці з КК**

Тривалість випікання, хв	Температура у центральних шарах м'якушки, °С			
	$t_{\text{випік}} = 210\text{ °С}$	$t_{\text{випік}} = 200\text{ °С}$	$t_{\text{випік}} = 190\text{ °С}$	$t_{\text{випік}} = 180\text{ °С}$
15	90,1	88,1	85,5	82,3
20	93,4	92,2	90,2	86,2
25	96,5	95,7	94,8	90,4
30	98,1	96,6	96,1	93,1
35	99,6	98,3	97,8	96,0
40	99,8	99,3	99,5	98,6

При температурі випікання 190–200 °С за тривалості термооброблення 25–30 хв відповідно, температура у центральних шарах м'якушки соргово-рисового тіста на заквасці з КК досягає цільових значень – 95.0–98.1 °С, що свідчить про повну готовність виробів (табл. 3.34). Отримані вироби мають задовільні споживчі властивості (рис. 3.24, 3.25) – форма виробів цеглиною, без притисків;

поверхня трохи випукла, шорсткувата, світло–коричневого кольору, з наявністю незначних тріщин і підривів, які не змінюють товарного виду виробу. Всередині вироби добре пропечені.

При температурі випікання 180 °С за тривалості термооброблення 35 хв відповідно, температура у центральних шарах м'якушки виробів досягає цільових значень – 96.0 ± 1.4 °С (табл. 3.34). Проте, вироби мають незадовільні споживчі властивості, зокрема має надто світлий колір та нерівномірний закал, зі значною кількістю тріщин і підривів.

При температурі випікання 210°С за тривалості термооброблення 25–30 хв відповідно, температура у центральних шарах м'якушки тіста досягає цільових значень – 96,5–98,1 °С, вироби мають поверхню надто темного коричневого кольору з нерівномірним закалом, що знижувало позитивне враження під час органолептичної оцінки.

Кінетику зміни температури у центральних шарах м'якушки безглютенового рисового хліба на заквасці з КК наведено у табл. 3.35.

Таблиця 3.35

**Кінетика зміни температури у центральних шарах м'якушки
безглютенового рисового хліба на заквасці з КК**

Тривалість випікання, хв	Температура у центральних шарах м'якушки, °С			
	$t_{\text{випік}} = 210$ °С	$t_{\text{випік}} = 200$ °С	$t_{\text{випік}} = 190$ °С	$t_{\text{випік}} = 180$ °С
15	91,2	89,4	86,3	84,0
20	94,5	93,3	92,5	86,6
25	97,3	96,5	95,7	92,7
30	98,9	98,8	97,4	95,0
35	99,3	99,0	98,6	97,2
40	99,8	99,2	99,4	98,8

При температурі випікання 190–200 °С за тривалості термооброблення 25–30 хв відповідно, температура у центральних шарах м'якушки рисового тіста на заквасці з КК тіста досягає цільових значень – 95,7–98,8 °С, що свідчить про їх повну готовність (табл. 3.34). При цьому вироби мають задовільні споживчі властивості – форма виробів цеглиною, без притисків; поверхня трохи випукла, шорсткувата, світло-жовтого кольору, з наявністю незначних тріщин і підривів,

які не змінюють товарного виду виробу. Всередині вироби добре пропечені. Випікання за температури 180 і 210 °С не забезпечує бажані органолептичні характеристики виробів щодо стану і кольору поверхні.

Таким чином, за результатами проведених досліджень визначено раціональні параметри випікання безглютенових ХБВ на заквасці з КК: температура пекарної камери 190–200 °С, тривалість випікання 25–30 хв, що за означених температурних режимів відповідає рекомендованій тривалості випікання для традиційного безглютенового хліба рисового (25...30 хв). Зовнішній вигляд випечених виробів показали, що безглютенові ХБВ на заквасці з КК мають більш насичений колір порівняно із контролем (рис. 3.18).



*а) безглютеновий
сорговий хліб
на рисовій заквасці
з КК*

*б) безглютеновий
рисовий хліб
на рисовій заквасці
з КК*

*в) безглютеновий
рисовий
хліб (контроль)*

*Рис. 3.18. Зовнішній вигляд безглютенових хлібобулочних виробів
на заквасці з клітковиною картоплі*

Рисовий хліб, виготовлений на заквасці з КК, має виражений світло-жовтий колір на розрізі, тоді як соргово-рисовий характеризується насиченим коричневим відтінком, що наближує його до житньо-пшеничного хліба (рис. 3.18).



$\tau = 15 \text{ хв}$



$\tau = 20 \text{ хв}$



$\tau = 25 \text{ хв}$



$\tau = 30 \text{ хв}$



$\tau = 35 \text{ хв}$

Рис. 3.19. Зовнішній вигляд рисового хліба на заквасці з КК, що термооброблені за $t = 180^\circ\text{C}$



$\tau = 15 \text{ хв}$



$\tau = 20 \text{ хв}$



$\tau = 25 \text{ хв}$



$\tau = 30 \text{ хв}$



$\tau = 35 \text{ хв}$

Рис. 3.20. Зовнішній вигляд рисового хліба на заквасці з КК, що термооброблені за $t = 190^\circ\text{C}$



$\tau = 15$ хв



$\tau = 20$ хв



$\tau = 25$ хв



$\tau = 30$ хв



$\tau = 35$ хв

Рис. 3.21. Зовнішній вигляд рисового хліба на заквасці з КК, що термооброблені за $t = 200$ °C



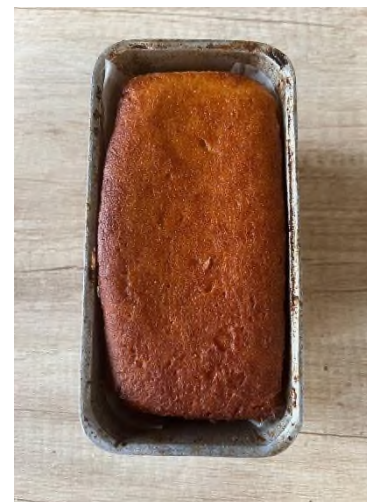
$\tau = 15$ хв



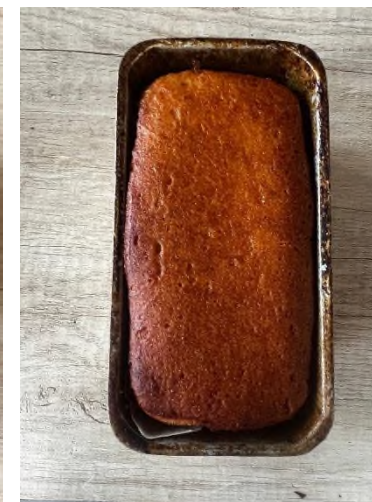
$\tau = 20$ хв



$\tau = 25$ хв



$\tau = 30$ хв



$\tau = 35$ хв

Рис. 3.22. Зовнішній вигляд рисового хліба на заквасці з КК, що термооброблені за $t = 210$ °C



$\tau = 15$ хв



$\tau = 20$ хв



$\tau = 25$ хв



$\tau = 30$ хв



$\tau = 35$ хв

Рис. 3.23. Зовнішній вигляд соргового хліба на заквасці з КК, що термооброблені за $t = 180$ °С



$\tau = 15$ хв



$\tau = 20$ хв



$\tau = 25$ хв



$\tau = 30$ хв



$\tau = 35$ хв

Рис. 3.24. Зовнішній вигляд соргового хліба на заквасці з КК, що термооброблені за $t = 190$ °С



$\tau = 15$ хв



$\tau = 20$ хв



$\tau = 25$ хв



$\tau = 30$ хв



$\tau = 35$ хв

Рис. 3.25. Зовнішній вигляд соргового хліба на заквасці з КК, що термооброблені за $t = 200$ °C



$\tau = 15$ хв



$\tau = 20$ хв



$\tau = 25$ хв



$\tau = 30$ хв



$\tau = 35$ хв

Рис. 3.26. Зовнішній вигляд соргового хліба на заквасці з КК, що термооброблені за $t = 210$ °C

Проведені у виробничих умовах ТОВ «ЧАНТА МАУНТ» дегустації показали, що зовнішній вигляд, колір, смак і аромат безглютенового соргово-рисового хліба на рисовій заквасці з КК максимально наближені до аналогічних органолептичних показників традиційних видів пшеничного і житньо-пшеничного хліба (протокол дегустації наведено у додатку Ж).

Виявлені характеристики тепломасообмінних процесів безглютенових ХБВ на заквасці з КК дають можливість регулювати параметри і режими їх випікання відповідно до потреби споживача.

Загальні технологічні режими та параметри виготовлення ХБВ на заквасці з КК, обґрунтовані за результатами проведених досліджень наведені у табл. 3.36.

Таблиця 3.36

Технологічні режими та параметри виготовлення ХБВ на заквасці з КК

Параметри процесів	Хліб сорговий на рисовій заквасці з КК		Хліб рисовий на рисовій заквасці з КК	
	Закваска	Тісто	Закваска	Тісто
Початкова температура, °C	26–28	25–26	26–28	25–26
Кінцева кислотність, град	9–11	3–4	9–11	3–3,5
Масова частка вологи, %	52–54	54–56	52–54	53–55
Маса води, г	30–35	90–100	30–35	80–90
Маса шматків тіста, г	–	0,23±0,5	–	0,23±0,5
Тривалість бродіння, хв	1200–1440	–	1200–1440	–
Тривалість вистоювання, %	–	40–50	–	40–50
Температура в шафі, °C	–	36–40	–	36–40
Відносна вологість, %	–	70–75	–	70–75
Тривалість випікання, хв	–	30±2	–	30±2
Температура випікання, °C	–	190±5	–	190±5

Відмінності в масовій частці вологи тіста та кількості води, яку треба внести в тісто при виготовленні рисового хліба пов'язані з меншою водопоглинальною здатністю борошна. Вища кислотність кінцева тіста при виготовленні соргово-рисового хліба пов'язані з вищою кислотністю закваски та борошна.

Здійснено розрахунки втрат при упікання, усиханні та укладанні готових виробів, які використано для розрахунку виходу хліба, результати розрахунків наведено в табл. 3.37.

Таблиця 3.37

Зведена таблиця виходу ХБВ на заквасці з КК

Назва виробу	Вихід тіста	Упік, %	Усихання, %*	Укладання, %*	Розрах. вихід хліба, %
Хліб сорговий на заквасці з КК	235,0	10,5	4,0	0,8	181,6
Хліб рисовий на заквасці з КК	231,4	10,0	4,0	0,8	180,0

* розрахунки проведено згідно з [2]

Підсистема А «Утворення готового до споживання продукту». Вид упаковки, маса безглютенового хліба визначені на основі досліджень ринку. Передбачено, що готові вироби виготовляють масою 0,3 кг. Готовий хліб після випікання підлягає охолодженню до температури 20...22 °С з метою їх зберігання впродовж 72 год (термін зберігання виробів визначений у п. 4.5).

Сформульовані контрольовані параметри процесу виготовлення безглютенового хліба з рисовою закваскою та КК слугують основою для діагностування систем контролю якості, визначення стабільності показників тістових напівфабрикатів і кінцевого продукту на різних стадіях виробництва та впровадження коригувальних заходів задля забезпечення їх стабільності.

Висновки за розділом 3

1. Порівняльний аналіз технологічних властивостей рисового та соргового борошна (ТМ «Ms. Tally», ТОВ «Каскад») підтвердив доцільність застосування рисового борошна в технології заквасок для безглютенового хліба. Доведено, що у рисовій заквасці активність молочнокислих бактерій зростає на 22,5 %, а їх кількість – на 7 % порівняно із сорговою. Це обумовлює перспективність її використання для подальших досліджень і впровадження у виробництво безглютенового хліба.

2. Обґрунтовано технологічні переваги рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 порівняно із заквасками спонтанного бродіння у технології

безглютенового хліба на основі рисового та соргового борошна. Застосування рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 (порівняно зі спонтанним бродінням) у 5 разів скорочує дозрівання тіста та суттєво підвищує ряд технологічних показників: активність молочнокислих бактерій (на 25 %), підйомну силу (на 33,3 %), вміст цукрів (на 12,9 %), декстринів (на 34 %) та утворення летких кислот (у 1,5 рази). Це сприяє зростанню пористості хліба на 7,1–9,3 % і питомого об'єму на 14,3–18,8 %, а також суттєвому поліпшенню смаку і запаху завдяки вираженій кисломолочній ноті.

3. Обґрунтовано технологічні підходи модифікації процесу дозрівання рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 шляхом додавання 10 % цукру від маси рисового борошна для інтенсифікації біохімічних процесів у заквасці та безглютеновому тісті. Зокрема, підйомна сила закваски збільшується на 21,4 %, титрована кислотність – на 43,2 %, активність молочнокислих бактерій – на 12 %, ефективна в'язкість соргового тіста на заквасці – на 46,7 %, а газоутворення в тісті – на 22 % відповідно. За доведеної титрованої кислотності (11–12 град) закваски з 10 % цукру протягом 20–24 год бродіння питомий об'єм і пористість хліба із соргового борошна зростають на 36 % та 16 %, а з рисового – на 29 % та 11 % відповідно порівняно зі зразками хліба без закваски. Вироби з використанням закваски–стартеру з 10 % цукру мають суттєво кращі органолептичні показники (аромат, смак, розжовуваність) і покращену структуру м'якушки.

4. Шляхом багатофакторного експерименту встановлено, що використання стартової культури масовою часткою 0,38...0,40 % за температури бродіння 27,9...28,1°C протягом 20,9...21,9 год забезпечує оптимальну кислотність і підйомну силу закваски, оптимальний питомий об'єм та пористість готових хлібобулочних виробів.

5. Встановлено вплив окремих рецептурних компонентів на біохімічні, реологічні показники тіста, показники технологічного процесу і якість безглютенового хліба. Експериментально підтверджено, що використання модифікованої закваски–стартеру в кількості 30 % зброженого борошна до

загальної маси борошна в технології безглютенових ХБВ, значно покращує органолептичні, біохімічні та реологічні показники тіста, а також якості готових виробів та уповільнює процес їх «черствіння».

6. Доведено, що використання 3 % клітковини картоплі для стабілізації структури безглютенового тіста та покращення показників якості хліба. Експериментально встановлено збільшення питомого об'єму соргового і рисового хліба на заквасці з 3 % КК – відповідно на 22,7 та 30 %, а пористості – на 4,1 і 15,6 %, порівняно зі відповідними значеннями показників для зразків без КК.

7. Обґрунтовано раціональний рецептурний склад соргового та рисового хліба на заквасці з КК, визначені напрями розвитку асортименту безглютенових ХБВ на основі розроблених видів тіста, що дозволяє розширити асортимент безглютенової продукції в категорії «чиста етикетка».

8. Визначено технологічні режими виробництва соргового та рисового хліба на заквасці з КК, зокрема тривалість бродіння безглютенового тіста з 30 % збродженого борошна в заквасці – 40–50 хв, тривалість випікання 25...30 хв при температурі пекарської камери 190...200 °С.

Список використаних джерел за розділом 3

1. Заболотець А. А., Єрмаков А. І., Литвяк В. В. Розміри та морфологічні особливості зерен нативного крохмалю різного ботанічного походження. *Наукові праці НУХТ*. 2018. Т. 24. № 1. С. 245–255. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2018-24-1-31>.

2. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навч. посіб. Київ: ПрофКнига, 2019. 580 с.

3. Elenice Maria Schons Silva, Antônio Eduardo Clark Peres et al. Sorghum starch as depressant in mineral flotation: Part 1 – extraction and characterization. *Journal of materials research and technology*. 2019. P. 8.1. P. 396–402. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2018.04.001>.

4. Дробот В. І., Приходько Ю. С., Бережна Г. О. Борошно сорго в технології безглютенового хліба. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Т. 25. № 1. С. 208–214. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-1-21>.
5. Demirkesen I., Mert B., Sumnu G., Sahin S. Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*. 2018. № 96. P. 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.08.004>.
6. Sorour M. A., Abul-Hamd M., Eman T., Rashwan Ah. Characteristics of Isolated Starch Granules of Two Sorghum Varieties. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*. 2019. №1. Pp. 56–69. <https://doi.org/10.21608/svuijas.2019.67086>.
7. Медвідь І. М. Удосконалення технології хліба спеціального дієтичного призначення: дис. ... д-ра філос.: 181 «Харчові технології» / Медвідь Ірина Миколаївна; Нац. ун-т харч. технол. Київ, 2020. 317 с.
8. Стартова культура LV-1 Livendo™. URL: <https://lesaffre.ua/products/startova-kultura-lv1-livendo/> (дата звернення 21.04.2023).
9. Михонік Л.А., Гетьман І.А., Бела Н.А., Богдан Г.С. Показники якості заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в процесі низькотемпературного консервування. *Продовольчі ресурси*. 2018. 11. С. 116–122. [https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-13 %20](https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-13%20).
10. ДСТУ 7517:2014. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. Київ: Мінекономрозвитку України. 2015. 12 с.
11. Хліб житній, житньо-пшеничний та пшенично-житній. Рецептури, технологічні інструкції. Київ: Укрхлібпром. 2008. 164 с.
12. Дослідження процесу приготування пшеничних заквасок з використанням стартової культури LV1 для поліпшення якості хліба і здобних виробів / В. Г. Юрчак, Т. І. Нощенко, С. Д., Паливода, Т. П. Голікова. *Наукові праці НУХТ*. 2018. № 24 (6). С. 220–231. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/31006>.
13. Gobbetti M., Rizzello C. G., Di Cagno R., De Angelis M. How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods. *Food Microbiology*. 2014. Vol. 37. P. 30–40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2013.04.012>.
14. Шевчук Ю. С., Якимчук І. В., Грищенко А. М. Використання картопляної дієтичної харчової клітковини в хлібопеченні. *Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті*: мат. 78–ї

міжнар. наук. конф. молодих уч., асп. і студ., 2–3 квітня 2012 р. К.: НУХТ, 2012. Ч.1. С. 79–80. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8272f4b9-9e5f-4be7-8dd2-da876cc43537/content>.

15. Breadmaking: improving quality / Book: third edition. Editor: Stanley P. Cauvain. Witney, United Kingdom: Woodhead Publishing, 2021. 766 p. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02039-6>.

16. Zannini E., Pontonio E., Waters D. M., Arendt E. K. Applications of microbial fermentations for production of gluten-free products and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2012. Vol. 93. № 2. P. 473–485. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3707-3>.

17. Грищенко А. М., Дробот В. І. Технологічні властивості безглютенових видів сировини. *Наукові праці ОНАХТ*. 2015. №1. С. 46–52. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2014_46_%281_%29__40.

18. Дорохович В. В., Ковбаса В. М. Вплив аглютинового борошна на кінетику випікання кексів. *Наукові праці ОНАХТ*. 2011. Т. 1. Вип. 40. С. 167–169. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/cb7fe240-d35e-4c52-801e-9c34c2f9620f/content>.

19. Naumenko O, Hetman I, Chyzh V, Gunko S, Bal-Prylypko L, Bilko M, Tsentylo L, Lialyk A, Ivanytska A, Liashenko S. Improving the quality of wheat bread by enriching teff flour. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 3 No. 11(123). P. 33–41. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279286>.

20. Korcz E., Varga L. Exopolysaccharides from lactic acid bacteria: Techno-functional application in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 110. Pp. 375–384. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.014>.

21. Федорова Д., Ланська В. Закваски на рисовому борошні для безглютенового хліба. *Товари і ринки*. 2023. № 2 (46). С. 108–116. [https://doi.org/10.31617/2.2023\(46\)10](https://doi.org/10.31617/2.2023(46)10).

22 Ланська В. Д., Федорова Д. В. Обґрунтування доцільності використання стартової закваски ЛВ–1 в технології безглютенового рисового хліба. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2023. Вип. 2 (47). С. 27–39. <https://oblad.donnuet.edu.ua/index.php/tehnolog/article/view/219/209>.

23. Ланська В.Д., Гетьман І.А. Вплив клітковини картоплі на реологічні показники тіста та якість соргового хліба на рисовій заквасці. *Продовольчі ресурси*. 2024. Том 12 № 23. С.104–111. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-11>.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ З КЛІТКОВИНОЮ КАРТОПЛІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ

4.1. Технологічна схема виробництва безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

На підставі серії попередніх експериментів (розділ 3) та з урахуванням відомостей, що містяться в науково-технічній літературі, було розроблено технологічну схему одержання безглютенових ХБВ на заквасці з КК. У розробленій технології передбачено використання борошна зерна сорго, борошна рису, закваски на основі борошна рису зі стартовою культурою ЛВ-1, клітковини картоплі, цукру, олії соняшникової, солі, дріжджів, яка відрізняється тим, що в якості борошна використовується суміш борошна сорго та рисового борошна, а в якості натурального структуроутворювача – клітковина картоплі. Технологічні схеми одержання безглютенових ХБВ на заквасці з КК наведені на рис. 4.1, 4.2. Технологічні режими виробництва безглютенових ХБВ на заквасці з КК, вказані в схемі, визначені на підставі проведених досліджень, обґрунтування рецептур і режимів наведено в розділі 3. Проведені дослідження дозволили розробити рецептурний склад (табл. 3.47) безглютенових ХБВ на заквасці з КК.

Рецептури і технологічні інструкції безглютенових ХБВ на заквасці з клітковиною картоплі рекомендовані до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією Укрхлібпрому з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів (додаток Е).

Виробництво нових БХБВ (рис. 4.1, 4.2) здійснюється наступним чином: для виробництва соргового хліба на заквасці використовується наступна сировина: рисове борошно, соргове борошно, клітковина картоплі, стартова культура ЛВ–1, вода питна, цукор білий кристалічний, сіль кухонна харчова, дріжджі пресовані, олія соняшникова. Якість сировини має відповідати вимогам відповідної технічної документації (додаток Е).

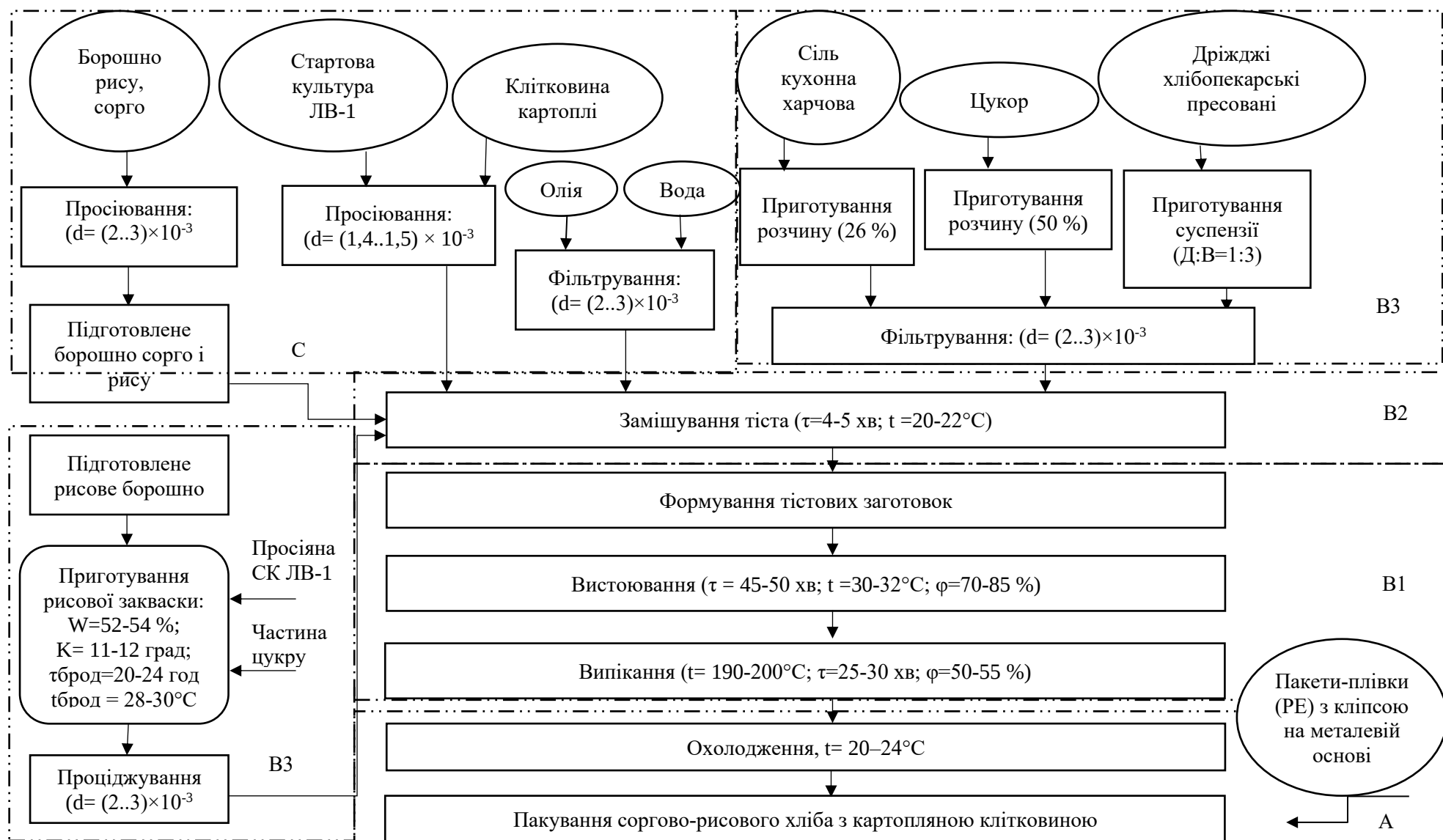


Рис. 4.1. Технологічна схема виробництва безглютенового соргового хліба на заквасці з клітковиною картоплі:

A, B₁, B₂, B₃, C – підсистеми

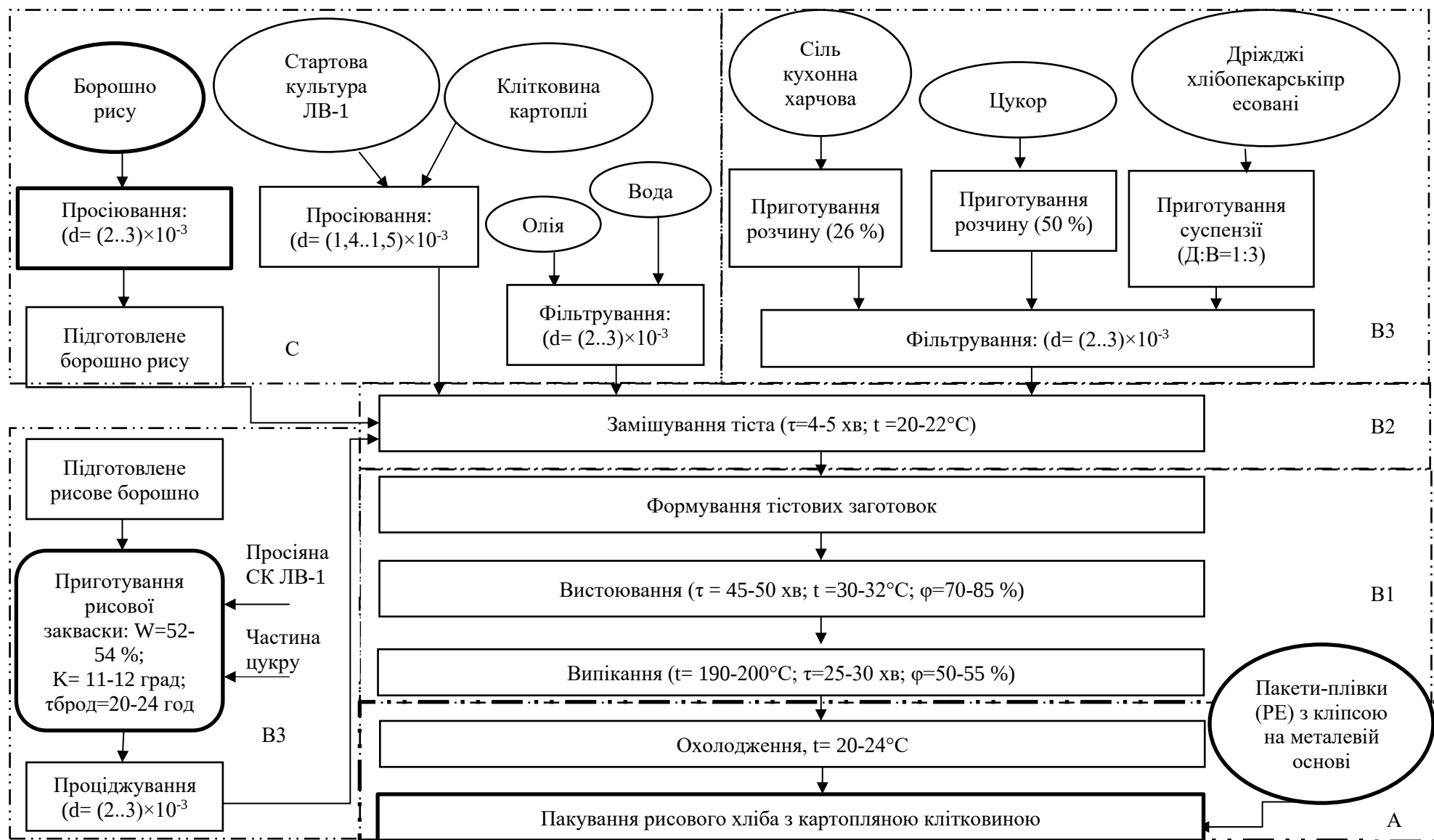


Рис. 4.2. Технологічна схема виробництва безглютенового рисового хліба на заквасці з клітковиною картоплі:

A, B₁, B₂, B₃, C – підсистеми

Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва безглютенових ХБВ на заквасці з КК (рис. 4.3). Підготовка сировини для виробництва безглютенових ХБВ на заквасці з КК проводиться згідно з відповідним розділом технологічної інструкції для безглютенових ХБВ (додаток Е). Безглютенове тісто готується у дві стадії на густій рисовій заквасці зі стартовою культурою ЛВ-1.

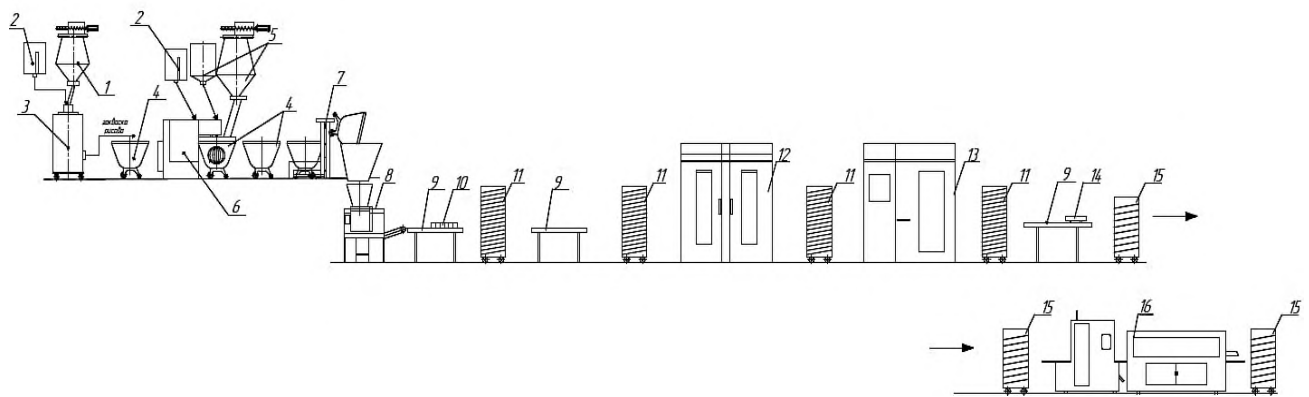


Рис. 4.3 Апаратурно-технологічна схема виробництва БХБВ на заквасці з КК:

1 – дозатор борошна; 2 – водомірний бачок; 3 – ферментатор; 4 – діжа;
5 – дозувальний комплекс; 6 – міксер (збивальна машина); 7 – діжеперекидач;
8 – відливальна машина; 9 – стіл виробничий; 10 – форми; 11 – вагонетки для
випікання та вистоювання; 12 – вистійна шафа; 13 – ротаційна піч; 14 – ваги;
15 – вагонетка для готової продукції; 16 – пакувальна машина.

Приготування закваски відбувається в ферментаторі (3), туди з водомірного бачка (2) та дозатора борошна (1) вносять воду та борошно рисове. Попередньо розчиняють стартову культуру для закваски ЛВ-1 у воді з температурою 30–36 °С, заміс закваски ведуть на першій швидкості 5–8 хв. Закваску залишають на бродіння при температурі 28–30 °С на 20–24 год. Стиглу закваску використовують в приготуванні тіста.

Приготування тіста відбувається в ємності міксера (6), до якої з діжі (4) вносять стиглу рисову закваску, з водомірного бачка (2) вносять воду, а інші компоненти дозують дозувальним комплексом (5).

При приготуванні тіста у дві стадії густу рисову закваску змішують із дріжджовою суспензією, сольовим та цукровим розчинами, потім засипають суміш соргового (рисового) борошна з картопляною клітковиною та вносять

воду з олією і продовжують заміс 3 хв на першій швидкості та 4–5 хв на другій швидкості до отримання однорідної маси.

Тісто ділять на тістові заготовки вагою (370 ± 5) г відливальною машиною (8) в металеві форми (10) змащені олією і направляють на вистоювання в шафу (12) на вагонетках (11). Тривалість вистоювання становить 45–50 хв при температурі 36–37 °С з вологістю 70–75 %. Випікання ХБВ з вагою (370 ± 5) г здійснюють в ротаційній печі (13) протягом 25–30 хв при температурі пекарної камери 190–200 °С.

За даної технології рекомендуємо використовувати спеціальне пакування: пакети–плівки (ПЕ) з кліпсою на металевій основі. Хліб пакують на пакувальній машині (16) і відправляють в експедицію, далі – на реалізацію. Ці види пакування мають високу термостійкість і міцність на прокол. Завдяки перфорації мають підвищену пропускну здатність вологи, тому упакований хліб довше залишається свіжим і зберігає хрустку скоринку, що важливо для безглютенового хліба. У неї можна пакувати хліб, як в холодному, так і в гарячому вигляді.

Одержані вироби характеризуються гарним зовнішнім виглядом, випуклою дещо шорсткуватою поверхнею з наявністю незначних тріщин і підривів, які не змінюють товарного виду виробу, середньо–пористим пропеченим м'якушем світло–коричневого кольору для соргового хліба на заквасці з КК і світло-жовтого кольору – для рисового хліба на заквасці з КК, з достатньо еластичною текстурою, що притаманна контрольному зразку хліба безглютенового рисового.

Особливості технології, специфічність рецептурних складових та перспективи подальшого використання розроблених безглютенових ХБВ на заквасці з КК визначили необхідність дослідження їх якості.

Тому наступним етапом роботи було передбачено дослідження органолептичних, фізико-хімічних та показників безпечності розроблених безглютенових ХБВ на заквасці з КК, результати яких представлено у наступних підрозділах.

4.2. Органолептичні показники якості безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

Органолептичні показники розроблених виробів визначала дегустаційна комісія кафедри ресторанних і крафтових технологій на підставі розробленої шкали сенсорної оцінки безглютенових ХБВ на заквасці з КК. Сенсорна оцінка ХБВ розроблена за 5-ти бальною шкалою (табл. 4.1) з урахуванням основних характеристик, що підлягають оцінці.

Було декомпоновано кожний з органолептичних показників якості та визначено коефіцієнти їх вагомості (табл. 4.2, 4.3).

Визначення органолептичних показників представлено у вигляді окремих дескрипторів на кільцевих профілях (рис. 4.4, 4.5).

Дескриптори:

зовнішній вигляд: 1 – відповідність форми; 2 – випуклість поверхні; 3 – відсутність тріщин та підривів; 4 – відсутність підгорілості;

колір: 5 – відповідність виду борошну; 6 – натуральність; 7 – однорідність; 8 – відсутність підгорілості;

стан м'якушки: 9 – пропеченість; 10 – еластичність; 11 – відсутність вологи на дотик; 12 – відсутність непромісу і закалу;

структура пористості: 13 – однорідність; 14 – рівномірність; 15 – відсутність великих порожнин, крихкість; 16 – відсутність забитості, ущільненості;

запах: 17 – вираженість; 18 – чистота; 19 – натуральність; 20 – відсутність стороннього запаху; 21 – притаманний даному виробу;

смак: 22 – вираженість; 23 – збалансованість і насиченість; 24 – натуральність; 25 – відсутність стороннього присмаку; 26 – притаманний даному виробу.

Таким чином доведено, що за органолептичними показниками (табл. 4.2, 4.3) зразки розроблених ХБВ на заквасці з КК перевищують контроль, зокрема за збалансованістю і насиченістю смаку, кольору та запаху.

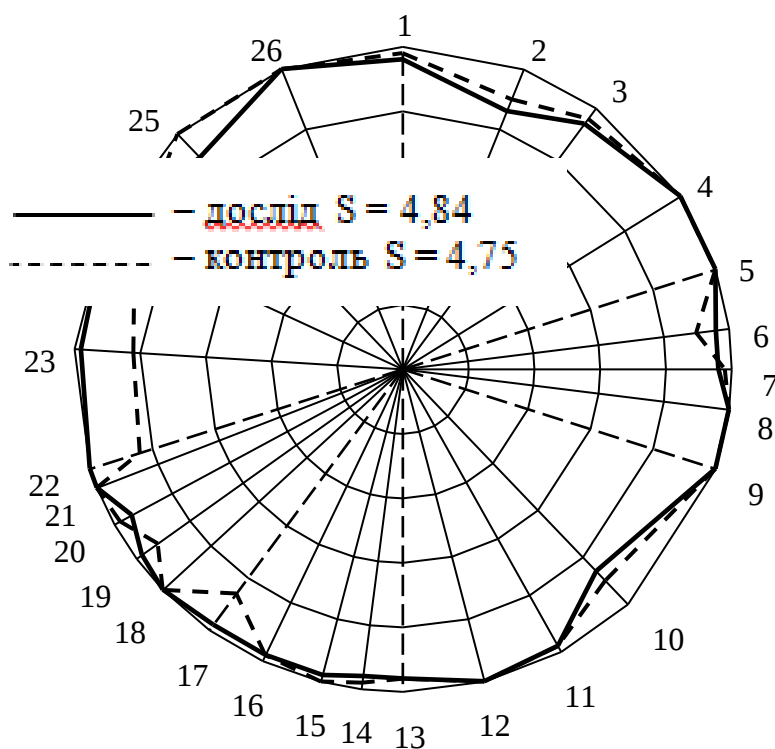


Рис. 4.4. Профілі органолептичної оцінки якості безглютенового соргового хліба на заквасці з КК

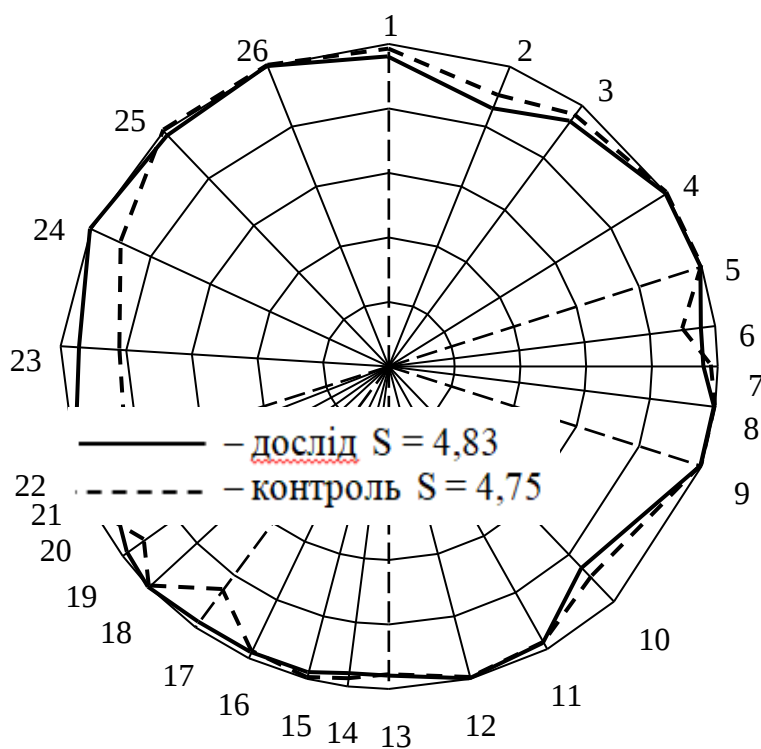


Рис. 4.5. Профілі органолептичної оцінки якості безглютенового рисового хліба на заквасці з КК

Таблиця 4.1

Шкала загальної органолептичної оцінки безглютенових ХБВ на заквасці з КК

Показники якості	Рівень якості (бал)				
	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
1	2	3	4	5	6
Зовнішній вигляд	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових впливів. Подовжено–прямокутна, без притисків, не розпливчаста. Гладка. Без великих тріщин та підривів, без забруднення та підгорілості	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових впливів. Подовжено–прямокутна, без притисків, не розпливчаста. Без великих тріщин та підривів, без забруднення. Допускаються шорсткуватість та зморшкуватість виробів, які не погіршують товарного виду виробу, без підгорілостей	Форма частково деформована; поверхня шорсткувата і дещо зморщені, із наявними тріщинами і підривами, без підгорілостей	Форма деформована, з боковими впливами, поверхня із значними тріщинами і підзривами, значно зморщена, поверхня із підгорілостями	Форма деформована, з боковими впливами, з надливом; поверхня із значними тріщинами і підривами, значно зморщена, поверхня із підгорілостями
Колір поверхні	Від світло-жовтого до коричневого залежно від виду використовуваного борошна: для соргово-рисового хліба – від світло-жовтого до коричневого; для рисового хліба – від світло-жовтого до жовтого; рівномірний, без підгорілостей	Від світло-жовтого до коричневого залежно від виду використовуваного борошна: для соргово-рисового хліба – від світло-жовтого до коричневого; для рисового хліба – від світло-жовтого до жовтого; без підгорілостей	Від світло-жовтого до коричневого залежно від виду використовуваного борошна: для соргово-рисового хліба – від світло-жовтого до коричневого; для рисового хліба – від світло-жовтого до жовтого; нерівномірний з надто світлим або надто темно–коричневим забарвленням, без підгорілостей	Від світло-жовтого до коричневого залежно від виду використовуваного борошна: для соргово-рисового хліба – від світло-жовтого до коричневого; для рисового хліба – від світло-жовтого до жовтого; поверхня із наявними підгорілостями	Невиражений, ненатуральний, підгорілий

Закінчення табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик. Без грудочок та слідів непромісу. Колір м'якуша відповідає типу використовуваного борошна	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик. Без грудочок та слідів непромісу. Колір м'якуша відповідає типу використовуваного борошна	Пропечена, недостатньо еластична, не липка, не волога на дотик, без слідів непромісу, незначна ущільненість. Колір м'якуша відповідає типу використовуваного борошна	Недостатньо пропечена; волога на дотик, із слідами закалу і непромісу, дещо крихкий м'якуш. Колір м'якуша відповідає типу використовуваного борошна	Хліб не пропечений, м'якушка тяжка, крихкий м'якуш щільна, з слідами закалу і непромісу, колір м'якуша відповідає типу використовуваного борошна
Структура пористості	Рівномірна, розвинута, без пустот, дрібна за розміром, тонкостінна.	Рівномірна, розвинута, без пустот, середня за розміром.	Нерівномірна, недостатньо розвинена, товстостінна.	Нерівномірна, нерозвинута, з великими порами, товстостінна.	Нерівномірна, нерозвинута, з пустотами, великими порами, товстостінна.
Запах	Виражений, властивий даному виду хліба, без стороннього запаху	Виражений, властивий даному виду хліба, без стороннього запаху	Невиражений, притаманний компонентами, що входять до його складу	Невиражений	Невиражений, зі стороннім запахом
Смак	Виражений хлібний, збалансований, властивий даному виду хліба, без стороннього присмаку, з легкою кислинкою	Виражений хлібний, збалансований, властивий даному виду хліба, без стороннього присмаку, з легкою кислинкою	Виражений, властивий даному виду хліба, з легкою кислинкою	Невиражений, незбалансований із гіркуватим присмаком	Неприсмний, з вираженим гірким присмаком

Таблиця 4.2

Результати сенсорного аналізу безглютенового соргового хліба на заквасці з КК

Найме- нування показника	Коефі- цієнт вагомості	Характеристика	№ дескрип- тора	Коефіцієнт вагомості	Оцінка показника	
					Дослід	Контроль
1	2	3	4	5	6	7
Зовнішній вигляд	0,2	Відповідність форми	1	0,3	4,8	4,9
		Випуклість поверхні	2	0,2	4,3	4,5
		Відсутність надломів	3	0,3	4,7	4,8
		Відсутність підгорілості	4	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,71	4,81
Колір	0,1	Відповідність виду борошну	1	0,3	5,0	5,0
		Натуральність	2	0,2	4,8	4,5
		Однорідність	3	0,2	4,8	4,9
		Відсутність підгорілості	4	0,3	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,92	4,88
Стан м'якушки	0,2	Пропеченість	5	0,4	5,0	5,0
		Еластичність	6	0,2	4,3	4,5
		Відсутність вологи на дотик	7	0,2	4,9	4,9
		Відсутність непромісу і закалу	8	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,84	4,84
Структура пористості	0,1	Однорідність	9	0,2	4,8	4,8
		Рівномірність	10	0,2	4,8	4,9
		Відсутність великих порожнин, крихкість	11	0,3	4,9	5,0
		Відсутність забитості, ущільненості	12	0,3	4,9	4,9
Середня оцінка за дескрипторами					4,86	4,91
Запах	0,1	Вираженість	13	0,3	4,9	4,3
		Чистота	14	0,2	5,0	5,0
		Натуральність	15	0,2	4,9	4,6
		Відсутність стороннього запаху	16	0,2	4,7	4,9
		Притаманний даному виробу	17	0,1	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,89	4,69

Закінчення табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Смак	0,3	Вираженість	18	0,2	5,0	4,2
		Збалансованість і насиченість	19	0,2	4,9	4,1
		Натуральність	20	0,2	5,0	4,5
		Відсутність стороннього присмаку	21	0,2	4,5	5,0
		Притаманний даному виробу	22	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,88	4,56
Комплексна оцінка сенсорного аналізу					4,84	4,75

Таблиця 4.3

Результати сенсорного аналізу безглютенового рисового хліба на заквасці з КК

Найме- нування показника	Коефі- цієнт вагомості	Характеристика	№ дескрип- тора	Коефіцієнт вагомості	Оцінка показника	
					Дослід	Контроль
1	2	3	4	5	6	7
Зовнішній вигляд	0,2	Відповідність форми	1	0,3	4,8	4,9
		Випуклість поверхні	2	0,2	4,3	4,5
		Відсутність надломів	3	0,3	4,7	4,8
		Відсутність підгорілості	4	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,70	4,81
Колір	0,1	Відповідність виду борошну	1	0,3	5,0	5,0
		Натуральність	2	0,2	4,8	4,5
		Однорідність	3	0,2	4,8	4,9
		Відсутність підгорілості	4	0,3	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,90	4,88
Стан м'якушки	0,2	Пропеченість	5	0,4	5,0	5,0
		Еластичність	6	0,2	4,3	4,5
		Відсутність вологи на дотик	7	0,2	4,9	4,9
		Відсутність непромісу і закалу	8	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,84	4,84

Закінчення табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7
Структура пористості	0,1	Однорідність	9	0,2	4,8	4,8
		Рівномірність	10	0,2	4,8	4,9
		Відсутність великих порожнин, крихкість	11	0,3	4,9	5,0
		Відсутність забитості, ущільненості	12	0,3	4,9	4,9
Середня оцінка за дескрипторами					4,85	4,91
Запах	0,1	Вираженість	13	0,3	4,9	4,3
		Чистота	14	0,2	5,0	5,0
		Натуральність	15	0,2	4,9	4,6
		Відсутність стороннього запаху	16	0,2	4,7	4,9
		Притаманний даному виробу	17	0,1	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,89	4,69
Смак	0,3	Вираженість	18	0,2	5,0	4,2
		Збалансованість і насиченість	19	0,2	4,7	4,1
		Натуральність	20	0,2	5,0	4,5
		Відсутність стороннього присмаку	21	0,2	4,9	5,0
		Притаманний даному виробу	22	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,86	4,56
Комплексна оцінка сенсорного аналізу					4,83	4,75

Результати дегустаційної оцінки органолептичних показників свідчать про доцільність використання заквасок у рисовому та сорговому безглютеновому тісті з метою позбавлення таких загальновідомих недоліків безглютенового хліба, як бліда скоринка з тріщинами, малий об'єм хліба, занадто волога хлібна м'якушка, прісний невиражений смак. Скоринка рисового хліба має світло-коричневе забарвлення, рівномірну дрібну пористість м'якушки та добру пропеченість, а сорговий хліб – виражений хлібний смак і аромат з легким приємним присмаком зерна сорго, еластичну, розвинену, середню за розмірами пористість. Дегустаційною комісією відзначено, що органолептичні властивості розроблених видів безглютенового хліба на заквасці наближені до показників традиційних видів пшеничного і житньо-пшеничного хліба.

4.3. Фізико-хімічні показники якості, харчова та біологічна цінність безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

Проведені дослідження (табл 4.4) доводять, що за такими фізико-хімічними показниками як масова частка загального цукру (за сахарозою), масова частка жиру, масова частка вологи розроблені безглютенові ХБВ на заквасці з КК відповідають вимогам ДСТУ 4588:2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного призначення».

Значення кислотності за більшістю фізико-хімічних показників відповідає нормативним вимогам ДСТУ 4588:2006. Розроблені нами ХБВ готують на заквасці, яку раніше не використовували в технології безглютенового хліба, що визначило підвищення кислотності виробів порівняно з контролем у 3 рази (табл. 4.4). В результаті експериментальних досліджень отримали якісні безглютенові вироби із кислотністю 2,8–3,5 град., що покладено в основу розроблення нормативної документації на БХБВ на заквасці з клітковиною картоплі (додаток Е).

Таблиця 4.4

Фізико-хімічні показники безглютенових ХБВ на заквасці з КК $n = 5, P \leq 0,05$

Назва показника	ДСТУ 4588:2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного призначення»	Хліб безглюте- новий з рисовим борошном [1] (контроль)	Хліб безглютеновий на заквасці з КК	
			Сорговий	Рисовий
Масова частка загального цукру (за сахарозою) в перерахунку на суху речовину, %	(3,0–7,0)±1,0	3,8±1	4,3±1	5,5±1
Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину, %	(3,0–5,0)±0,5	4,0±0,5	6,4±0,5	4,7±0,5
Масова частка вологи, %	40–50	55,0	53,0±0,2	51,0±0,2
Кислотність м'якушки, град., не більше	4,0–6,0	1,0	2,8±0,2	3,5±0,2
Пористість м'якушки, %	50	–	51,0±0,2	52,0±0,2
Упік, %	–	11,0	10,5±0,5	10,0±0,5
Питомий об'єм, см ³ /г	–	2,9	2,7±0,5	2,8±0,5

Проведені дослідження показали, що використання у рецептурі безглютенових ХБВ соргового борошна і КК сприяє зниженню упіку на 4,5 %, а рисового з КК – на 9,0 %. Більш значне зменшення показника «упік» соргового хліба з КК, очевидно, пов'язано із підвищеним вмістом у сорговому хлібі (порівняно з контролем) харчових волокон, які здатні поглинати і міцно зв'язувати воду. Отже, за рахунок використання соргового борошна і КК помітно уповільнюється процес вологовіддачі, що забезпечує зменшення показника «упік» соргового хліба з КК.

Вологість готових хлібобулочних виробів зростає на 5–7 % порівняно з контролем. Зростання вологості пояснюється різницею в механізмі утримування вологи системою контрольного безглютенового хліба «суміш крохмалів – борошно рисове – гідроколоїди (камеді гуару і ксантану)» і новими системами безглютенового хліба: «соргове борошно – рисова закваска – КК» та «рисове борошно – рисова закваска – КК». Ймовірно, нові харчові системи на заквасці з

КК мають здатність до міцнішого утримування вологи, видалення якої потребує вищої енергії. Проте, це потребує додаткового експериментального обґрунтування, що передбачається у подальших дослідженнях. Як наслідок, питомий об'єм безглютенових ХБВ на заквасці з КК має нижчі значення порівняно із контролем на 3,4–6,9 %.

Вміст основних харчових речовин у безглютенових хлібобулочних виробах на рисовій заквасці з КК та у контрольному зразку, а також їх енергетичну цінність наведено у табл. 4.5 (підтверджено протоколом лабораторних випробувань – Додаток В).

Таблиця 4.5

**Харчова та енергетична цінність безглютенових ХБВ
на заквасці з КК (у 100 г)**

$n = 5, P \leq 0,05$

Показник	Безглютеновий хліб з рисовим борошном [1] (контроль)	Безглютеновий хліб на заквасці з КК	
		Сорговий	Рисовий
Білки, г	0,65	3,46±0,04	2,18±0,05
Жири, г	1,8	3,0±0,02	2,3±0,03
Вуглеводи, г, у т.ч.:	41,97	39,37±1,2	43,6±0,7
– моно–, дисахариди, г	1,7	2,0±0,01	2,7±0,05
– крохмаль, г	39,8	34,7±1,4	38,7±0,9
– клітковина, г	0,47	2,67±0,1	2,2±0,06
Енергетична цінність, ккал	178,92	199,82±5	203,82±4,5
Мінеральні речовини			
Калій, мг	20,3	86,2±2,3	33,0±1,5
Кальцій, мг	24,9	35,6±1,4	25,2±1,1
Магній, мг	2,6	42,5±2,0	16,0±0,6
Фосфор, мг	45,3	108,4±2,6	42,0±0,8
Ферум, мг	0,08	1,36±0,1	0,17±0,03
Селен, мкг	–	6,3±0,1	–
Вітаміни, мг			
Е (токоферол)	0,20	0,67±0,05	0,43±0,02
В ₁ (тіамін)	0,06	0,12±0,01	0,08±0,02
В ₃ (ніацин)	0,95	2,40±0,19	2,22±0,01

Дані табл. 4.5 свідчать, що за вмістом більшості нутрієнтів розроблені безглютенові хлібобулочні вироби на заквасці з КК значно перевищують

контрольний зразок. У сорговому хлібі вміст білка у 5,3 рази вищий порівняно з контролем, а у рисовому – відповідно у 3,4 рази, що пояснюється більшим вмістом борошна у рецептурах розроблених виробів порівняно з контролем та вищим вмістом білків у борошні сорго порівняно із рисовим (табл. 4.5).

Збільшення вмісту борошна у рецептурах безглютенових ХБВ у порівнянні з контролем та використання борошна сорго сприяло збільшенню вмісту жирів на 27,8–66,7 % (табл. 4.5). Вміст жирів у сорговому хлібі збільшився на 66,7 % порівняно з контролем, що пояснюється, передусім, майже вдвічі вищим вмістом жирів у борошні сорго порівняно із рисовим (табл. 4.5).

Вміст клітковини у розроблених ХБВ збільшився з 0,47 г/100 г у контролі до 2,2–2,67 г/100 г, що пояснюється, крім збільшення частки борошна, додатковим використанням клітковини картоплі у складі розроблених виробів. Споживання денної норми 200–250 г ХБВ на заквасці з КК дозволить забезпечити від 8,8 до 10,7 % добової потреби у клітковині, що визначає такі вироби як джерела харчових волокон в раціоні. В цілому, такі зміни у вуглеводному складі мають позитивне значення для формування додаткових дієтичних переваг нових продуктів, оскільки вилучення очищеного крохмалю як основної складової рецептури та збільшення вмісту складних вуглеводів у виробах сприятиме зниженню їх глікемічного індексу. Крім того, для категорії осіб із непереносимістю глютену розроблені вироби з підвищеним вмістом клітковини матимуть додаткові споживчі переваги.

Аналіз мінерального складу безглютенових ХБВ на заквасці з КК (табл. 4.5) показав, що за вмістом мінеральних елементів розроблені безглютенові хлібобулочні вироби на заквасці з КК перевищують контроль. Сорговий хліб має більш суттєві переваги у мінеральному складі, зокрема за вмістом калію, магнію, фосфору та феруму він перевищує контроль відповідно у 4,2; 16,3; 2,4 та у 17 разів. Він характеризується вмістом $6,3 \pm 0,1$ г/100 г селену, який відомий високими антиоксидантними властивостями. Споживання денної норми 200–250 г соргового хліба дозволить забезпечити 22,9–28,5 % добової норми селену.

Результати вивчення вітамінного складу безглютенових ХБВ (табл. 4.5) показують, що у розроблених виробих у порівнянні з контролем підвищився вміст вітамінів (В₁, В₃, токоферолу) та мінеральних елементів, зокрема, калію, магнію, фосфору, феруму і селену у сорговому хлібі. Сорговий хліб на заквасці з клітковиною картоплі має вищу поживну цінність порівняно із рисовим як за вмістом білків, харчових волокон, так і мінерально-вітамінним складом. Відсутність глютену у складі розроблених виробів та високий вміст харчових волокон дозволяє рекомендувати такі ХБВ як для спеціального дієтичного харчування осіб із глютензалежними захворюваннями, так і для оздоровчого харчування різних груп населення.

За допомогою довідкових даних щодо глікемічного індексу (ГІ) окремих інгредієнтів, розраховано ГІ розроблених ХБВ на заквасці з КК (рис. 4.6). У наших розрахунках використано умовну регресійну модель [7], яка дає орієнтовну оцінку ГІ на основі вмісту вуглеводів, клітковини, жирів та білків за таблицями наведеними у довіднику [8].

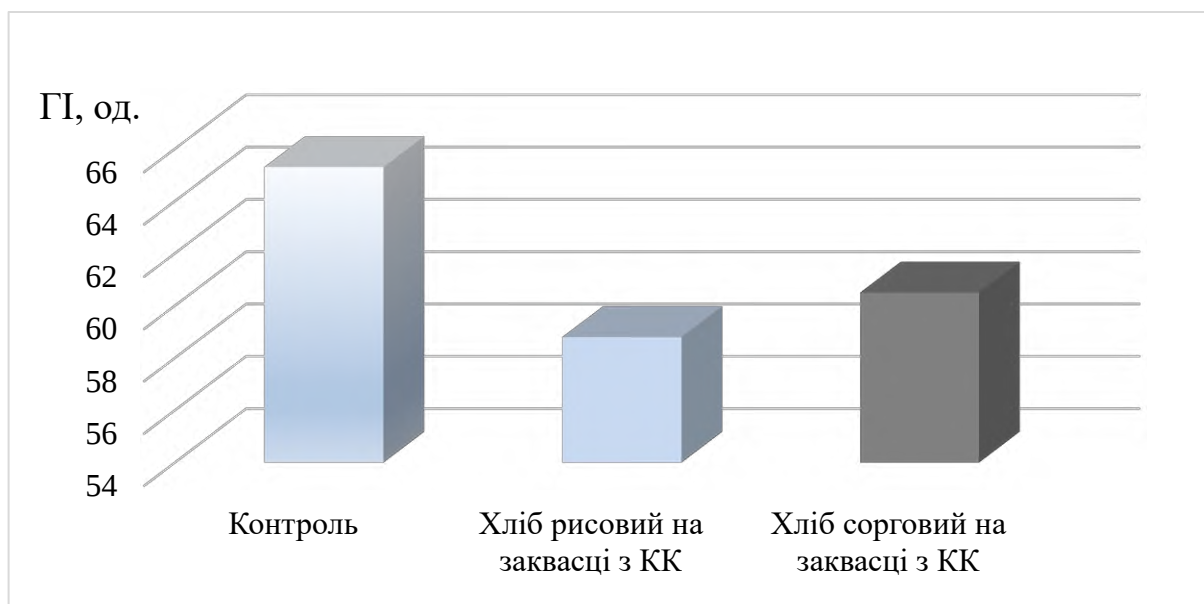


Рис. 4.6. Глікемічні індекси БХБВ на заквасці з КК

За результатами проведених розрахунків підтверджено, що ГІ розроблених ХБВ на заквасці з КК менші, ніж у контролі на 7–10 % (рис. 4.6).

У межах дослідження хімічного складу визначено амінокислотний склад та біологічну цінність розроблених ХБВ на заквасці з КК (табл.4.6, 4.7).

Таблиця 4.6

Амінокислотний склад білків ХБВ на рисовій заквасці з КК

$n = 5, P \leq 0,05$

Амінокислоти	Безглютеновий хліб з рисовим борошном* (контроль) [1]	Безглютеновий сорговий хліб з КК	Безглютеновий рисовий хліб з КК
	мг/100 г		
<i>Незамінні, у т.ч.</i>	190,3	1131,5	693,9
Валін	19,5	127,9	76,1
Ізолейцин	14,3	101,3	49,1
Лейцин	36,3	295,9	167,3
Лізин	60,7	192,2	138,4
Метіонін	5,5	46,4	10,9
Треонін	21,4	149,2	100,7
Триптофан	6,0	57,0	30,0
Фенілаланін	26,6	161,6	121,4
<i>Замінні, у т.ч.</i>	322,0	2328,8	1516,1
Аланін	29,1	275,6	149,8
Аргінін	44,2	199,0	171,2
Аспарагінова кислота	54,5	286,1	227,4
Гістидін	10,5	113,2	52,5
Гліцин	24,8	182,2	119,6
Глутамінова кислота	63,0	537,9	380,1
Пролін	35,4	243,8	115,0
Серин	28,2	191,2	127,6
Тирозин	26,7	204,8	131,6
Цистин	5,6	95,0	41,3
<i>Загальна кількість АК</i>	512,2	3460,3	2210,1

Аналіз якісного складу білків (табл. 4.6) доводить, що в розроблених виробках ідентифіковано та кількісно визначено 18 амінокислот, в тому числі всі незамінні. Питома вага незамінних амінокислот від загальної суми амінокислот в білках розробленого соргового хліба на заквасці з КК складає 34,6 %, у білках рисового хліба на заквасці з КК відповідно – 31,4 %.

Переважаючими серед незамінних амінокислот є лейцин (24,1–30,4 % загальної суми незамінних амінокислот) та лізин (відповідно 17,5–19,9 %), фенілаланін (відповідно 16,8–17,5 %).

Для визначення біологічної цінності продукту розраховували його амінокислотний скор і порівнювали його зі амінокислотним скором «ідеального» білка (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Біологічна цінність білків ХБВ на рисовій заквасці з КК

Амінокислота	Рекомендований вміст ФАО/ВООЗ, мг/1г білка	Безглютеновий хліб з рисовим борошном (контроль) [1]		Безглютеновий сорговий хліб з КК		Безглютеновий рисовий хліб з КК	
		мг/ 1г білка	% до стандарту	мг/1 г білка	% до стандарту	мг/1 г білка	% до стандарту
Ізолейцин	40	22,0	55,00	29,3	73,19	22,5	56,31
Лейцин	70	55,8	79,78	85,5	122,17	76,7	109,63
Метіонін + цистин	35	17,1	48,79	40,9	116,76	23,9	68,41
Лізин	55	93,4	169,79	55,5	101,00	63,5	115,43
Фенілаланін+ тирозин	60	82,0	136,67	105,9	176,49	116,1	193,43
Треонін	40	32,9	82,31	43,1	107,80	46,2	115,48
Триптофан	10	9,2	92,31	16,5	164,74	13,8	137,61
Валін	50	30,0	60,00	37,0	73,93	34,9	69,82

Аналіз даних табл. 4.7 свідчить, що амінокислотний склад розроблених хлібобулочних більш збалансований і наближений до стандарту ФАО/ВООЗ [4]. В складі білків соргового хліба лімітуючими амінокислотами є ізолейцин та валін, рівні яких у складі складають відповідно 73,19 та 73,93 % (табл. 4.7). Лімітуючою амінокислотою рисового хліба є ізолейцин – 56,31 %; вміст метіонін+цистину – 68,41 % та валіну – 69,82 %, що в цілому є характерним для даних видів продуктів, які зазвичай використовуються у складі змішаного раціону харчування з іншими білковими продуктами, що дозволяє покращувати засвоюваність білків хліба. Водночас за вмістом білків та сумою незамінних амінокислот розроблені ХБВ на заквасці з КК мають переваги над контролем. Так, при споживанні норми хліба 200–250 г на добу, людина може отримувати у 3,9–4,4 рази більше цінних незамінних амінокислот при споживанні розроблених ХБВ порівняно з контролем.

4.4. Безпечність та зміна показників якості безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі під час зберігання

Безглютенові ХБВ на заквасці з КК є продуктами спеціального дієтичного призначення для осіб із глютензалежними захворюваннями. Відсутність глютену у харчових продуктах є гарантією безпечності споживання розроблених виробів для даної цільової аудиторії споживачів відповідно до міжнародного безглютенового стандарту АОЕCS. На кожен партію продукції з позначенням «без глютену» повинен бути наданий відповідний сертифікат про вміст глютену нижче 20 мг/кг.

Результати лабораторних досліджень, проведені з використанням імуноферментного аналізу методом R5 Мендеса (ДСТУ–Н CODEX STAN 118:2014), доводять, що вміст глютену у дослідній партії безглютенових ХБВ на заквасці з клітковиною картоплі відповідає чинним нормам безпечності і складає 15,4 мкг/ кг – в рисовому хлібі і 10,7 мкг/кг – в сорговому хлібі, що відповідає вимогам стандарту АОЕCS для виробів «без глютену» (табл. 4.8, підтверджено протоколом лабораторних випробувань – Додаток Г).

Вміст хімічних ксенобіотиків і радіонуклідів та мікробіологічні показники у харчовій продукції не повинні перевищувати допустимі значення, передбачені наказами МОЗ України: №368 від 13.05.2013 про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», № 1238 від 22.05.2020 «Про внесення змін до Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», №548 від 19.07.2012 р. «Мікробіологічні критерії для встановлення показників безпечності харчових продуктів» (підтверджено протоколом лабораторних випробувань вмісту мікотоксинів, радіонуклідів у безглютенових ХБВ на заквасці з КК – Додаток Г). Дані результатів (табл. 4.8) свідчать, що обидва види безглютенових ХБВ на заквасці з КК за вмістом радіонуклідів та і мікотоксинів не перевищують встановлених допустимих рівнів нормативної документації й відповідають

чинним нормам безпечності, а відсутність глютену є гарантією безпечності споживання розроблених виробів цільовою аудиторією споживачів.

Таблиця 4.8

Вміст глютену і забруднювачів хімічної природи ХБВ на заквасці з КК

$n = 5, P \leq 0,05$

Показники	Вимоги НД	Сорговий ХБВ на заквасці з КК	Рисовий ХБВ на заквасці з КК
Масова частка глютену, мг/кг (для харчових продуктів, що не містять глютену)	не більше 20,0	10,7±0,12	15,4±0,18
Мікотоксини			
Масова частка афлатоксини В ₁ , мкг/кг	не більше 0,005	не виявлено (<0,005)	не виявлено (<0,005)
Масова частка зеараленону, мкг/кг	не більше 1,0	не виявлено (<1,0)	не виявлено (<1,0)
Масова частка дезоксиниваленолу, мкг/кг	не більше 0,5	не виявлено (<0,5)	не виявлено (<0,5)
Радіонукліди			
Питома активність цезію-137, Бк/кг	не більше 20,0	3,89±0,15	3,51±0,1
Питома активність стронцію-90, Бк/кг	не більше 5,0	1,67±0,5	1,31±0,5

Вивчення мікробіологічної безпечності поєднували з гігієнічним обґрунтуванням терміну зберігання виробів (табл. 4.9, 4.10). Безглютенові ХБВ на заквасці з КК зберігали в пакетах–плівках (PE) з кліпсою на металевій основі за температури 18 ± 3 °C та відносної вологості повітря 70...75 % протягом 4 діб (96 год). Органолептичну оцінку якості безглютенових ХБВ на заквасці з КК під час зберігання проводили за п'ятибальною шкалою (табл. 4.6) за такими показниками як: зовнішній вигляд, колір, стан м'якушки, структура пористості, смак, запах (табл. 4.9, 4.10). Аналіз даних табл. 4.9–4.10 свідчать, що під час зберігання розроблених виробів протягом 72 год мікробіологічні показники знаходяться в межах норми і не перевищують нормативні показники щодо безпечності безглютенових ХБВ (підтверджено протоколом лабораторних випробовувань мікробіологічних показників безглютенових ХБВ на заквасці з КК – Додаток Д).

Таблиця 4.9

Зміни показників якості соргового хліба на заквасці з КК під час зберігання
 $n = 5, P \leq 0,05$

Показники	ДСТУ 4588:2006	Фактичний вміст за тривалості зберігання			
	Хліб рисовий	24 год	48 год	72 год	96 год
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г не більше ніж	5×10 ²	1×10 ²	1,2×10 ²	2,6×10 ²	5,3×10 ²
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г	не дозволено	не виявлено			
<i>E.coli</i> , в 1,0 г	не дозволено	не виявлено			
<i>B.cereus</i> , КУО/г	не дозволено	не виявлено			
Плісєневі гриби, КУО/г	не дозволено	не виявлено			
Дріжджі, КУО/г	не дозволено	не виявлено			
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	не дозволено	не виявлено			
Органолептичні показники					
Зовнішній вигляд		4,71	4,66	4,6	4,4
Колір		4,92	4,9	4,8	4,6
Стан м'якушки		4,84	4,8	4,7	4,3
Структура пористості		4,86	4,8	4,7	4,5
Запах		4,89	4,8	4,7	4,4
Смак		4,88	4,8	4,7	4,4

Таблиця 4.10

Зміни показників якості рисового хліба на заквасці з КК під час зберігання
 $n = 5, P \leq 0,05$

Показники	ДСТУ 4588:2006	Фактичний вміст за тривалості зберігання			
	Хліб рисовий	24 год	48 год	72 год	96 год
Кількість мезофільних аеробних та факультативно–анаеробних мікроорганізмів, КУО/г не більше ніж	5x10 ²	1x10 ²	1x10 ²	2.7×10 ²	6x10 ²
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г	не дозволено	не виявлено			
<i>E.coli</i> , в 1,0 г	не дозволено	не виявлено			
<i>B.cereus</i> , КУО/г	не дозволено	не виявлено			
Плісєневі гриби, КУО/г	не дозволено	не виявлено			
Дріжджі, КУО/г	не дозволено	не виявлено			
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	не дозволено	не виявлено			
Органолептичні показники					
Зовнішній вигляд		4,70	4,6	4,56	4,4
Колір		4,90	4,84	4,78	4,6
Стан м'якушки		4,84	4,76	4,7	4,3
Структура пористості		4,85	4,8	4,7	4,5
Запах		4,89	4,8	4,7	4,4
Смак		4,86	4,8	4,7	4,4

Таким чином, для дотримання мікробіологічної безпечності безглютенових ХБВ на заквасці з КК з одночасним збереженням їх органолептичних показників обґрунтовано режими та терміни зберігання: температура $18\pm3^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря 70...75 %, термін зберігання – 48 год.

Черствіння хліба є результатом складних фізико-хімічних. колоїдних і біохімічних процесів, змін в крохмальній та білковій структурах, втрати вологи та летких сполук. Процес черствіння найчастіше пов'язують з ущільненням структури та об'єму крохмальних зерен, що відбувається в результаті його ретроградації. Такі зміни призводять до погіршення структурно-механічних властивостей м'якушки хліба – вона набуває жорсткості та крихкуватості, втрачає пружність, еластичність, смак та аромат здатність поглинати воду [5, 6]. Досліджено, як змінюються структурно-механічні властивості в зразках хліба за розробленими рецептурами, та порівняно з контролем [1]. Зміну структурно-механічних властивостей розроблених видів безглютенового хліба на заквасці з КК за даними вимірювання твердості їх м'якушки (за ступенем сили супротиву деформації) відзначали за показником стискуваності м'якушки виробів в процесі зберігання хліба з 24 до 74 год після випікання (рис. 4.7).

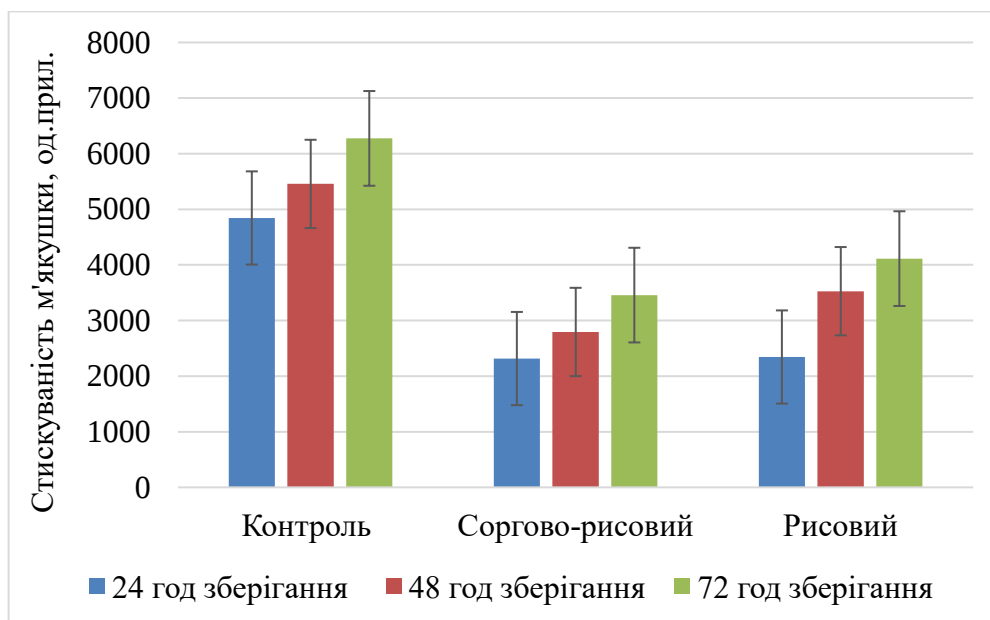


Рис. 4.7. Стискуваність м'якушки (твердість) безглютенового хліба на заквасці з КК при зберіганні

Дані рис. 4.7 свідчать, що в розроблених видах хліба спостерігалась менша ступінь черствіння порівняно із контролем, тобто показники твердості розроблених виробів менші протягом всього періоду зберігання. Так, внесення рисової закваски та картопляної клітковини дозволили зменшити твердість в рисовому хлібі на 35,4 % через 48 год і на 34,5 % через 72 год зберігання (порівняно з контролем). Використання соргового борошна разом із рисовою закваскою і КК сприяли зменшенню черствіння соргового хліба через 48 год зберігання на 48,8 % порівняно з контролем, а через 72 год – відповідно на 44,9 % (рис. 4.7).

Менша схильність до черствіння розроблених виробів, крім позитивного впливу закваски, може бути пов'язана зі структурою крохмалю соргового борошна, який здатний уповільнювати процес «старіння», високою ВПЗ та водоутримувальною здатністю борошна сорго та клітковини картоплі. Порівняння показників збереження свіжості зразків хліба протягом 72 год зберігання показали, що розроблені види безглютенового хліба краще зберігають свіжість і черствіють значно повільніше порівняно із контролем (рис. 4.8). Так, за рекомендовані 48 год зберігання сорговий хліб зберігає 41,45 % свіжості, а рисовий – відповідно 39,18 % порівняно з 33,7 % для контрольного зразка (рис. 4.8).

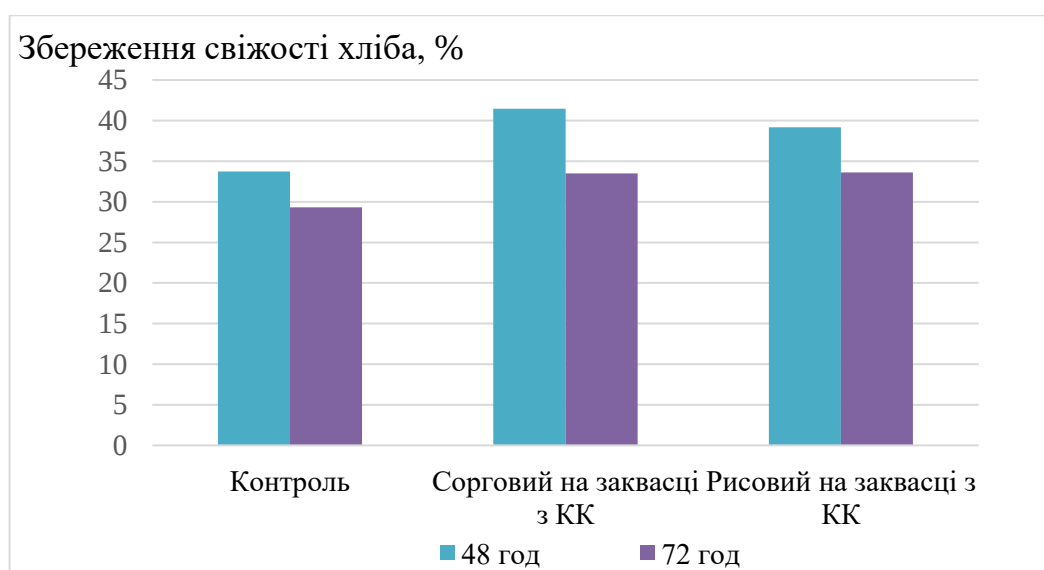


Рис. 4.8. Збереження свіжості безглютенового хліба на заквасці з КК при зберіганні

Таким чином, результати експериментальних досліджень доводять, що використання в технології безглютенових хлібобулочних виробів закваски на основі рисового борошна зі стартовою культурою мікроорганізмів ЛВ1, як основної борошняної сировини – соргового і рисового борошна, КК у визначеній кількості, надає можливість не тільки покращити харчову та біологічну цінність виробів, але й забезпечити безпечність та якість розроблених БХБВ впродовж визначеного терміну зберігання – не більше 48 годин за температури 18 ± 3 °C та відносної вологості повітря 70...75 %.

4.5. Комплексна оцінка якості готових безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі

Під час визначення комплексного показника якості готових виробів використовували теоретичну базу кваліметрії [9]. Для достовірної оцінки якості готових безглютенових хлібобулочних виробів з КК розроблено трьохрівневу ієрархічну структуру показників якості (рис. 4.9).

На першому рівні якість готових безглютенових хлібобулочних виробів з КК представлена двома групами, які стосуються етапу виробництва та зберігання. На етапі виробництва якість готових безглютенових ХБВ з КК визначається харчовою цінністю, органолептичними властивостями, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, а на етапі зберігання – органолептичними та структурно-механічними властивостями, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Третій рівень представлено показниками якості кожної окремої групи властивостей, абсолютні значення яких одержані безпосередньо вимірюванням відповідними методами. Визначено можливий інтервал зміни показників якості готових БХБВ з КК.

Значення еталонних P_{ij}^{et} (найкращі з відомих у світовій практиці значення серед подібних об'єктів), допустимих $P_{ij}^{доп}$ (мінімальні за вимогами нормативної документації) та бракувальних показників $P_{ij}^{бр}$ (за межами яких вже не можливо перевести продукцію в стан, допустимий нормативною документацією) наведено в табл. 4.11. З урахуванням даних табл. 4.11 розроблено шкалу вузлових значень абсолютних показників якості безглютенових хлібобулочних виробів з КК (табл. 4.12).

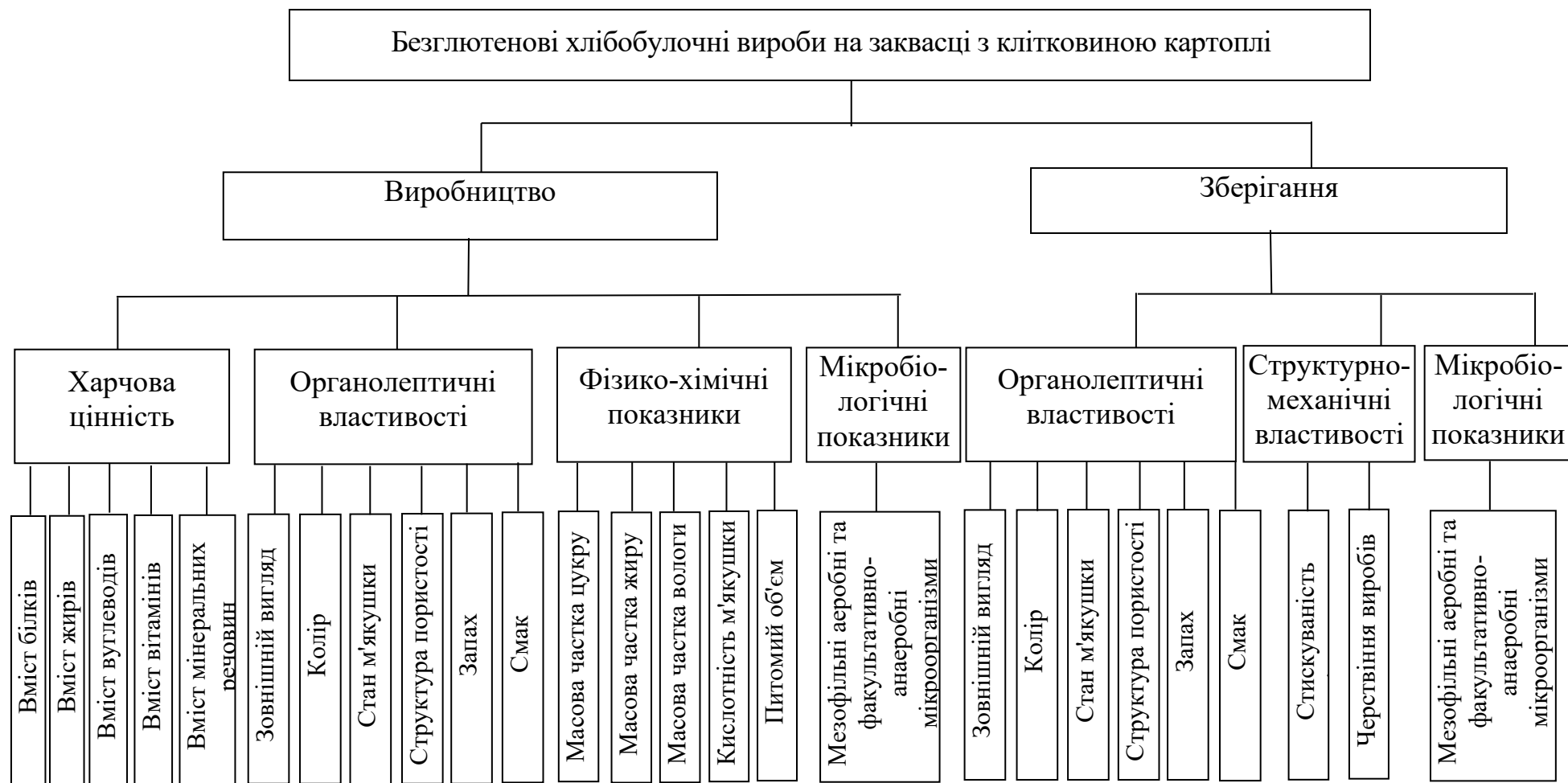


Рис. 4.9. Ієрархічна структура показників якості безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

Таблиця 4.11

**Критичні межі показників якості безглютенових хлібобулочних виробів
на заквасці з клітковиною картоплі**

Показник	Одиниці виміру	Значення показника		
		еталонне $P_{ij}^{ет}$	допустиме $P_{ij}^{доп}$	бракувальне $P_{ij}^{бр}$
Харчова цінність				
Вміст білків	%	7	1	0,5
Вміст жирів	%	0	6	8
Вміст вуглеводів	%	50	20	10
Вміст вітамінів	%	0,0035	0,0005	0,00025
Вміст мінеральних речовин	%	0,300	0,050	0,025
Органолептичні показники				
Зовнішній вигляд	бал	5,0	3,0	2,0
Колір	бал	5,0	3,0	2,0
Стан м'якушки	бал	5,0	3,0	2,0
Структура пористості	бал	5,0	3,0	2,0
Запах	бал	5,0	3,0	2,0
Смак	бал	5,0	3,0	2,0
Фізико-хімічні показники				
Масова частка загального цукру	%	2,5	7,0	8,5
Масова частка жиру	%	2	6,5	8
Масова частка вологи	%	50	59	62
Кислотність м'якушки	град.	1,0	6,1	7,8
Питомий об'єм	см³/г	3,6	2,2	1,8
Структурно-механічні показники				
Стискуваність м'якушки	од. приладу	1700	6800	8300
Черствіння виробів	%	50	80	90
Мікробіологічні показники				
Кількість МАФАМ	КУО/г	5×10	5×10²	7,5×10²

Таблиця 4.12

Шкала вузлових значень показників якості безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

Назва показника	Одиниця виміру	Оцінка, Кі					
		1,00	0,80	0,63	0,37	0,20	0,00
		Кодоване значення У					
		3,00	1,50	0,85	0,00	−0,50	−3,00
Харчова цінність							
Вміст білків	%	7	5	3	1	0,5	0
Вміст жирів	%	0	2	4	6	8	10
Вміст вуглеводів	%	50	40	30	20	10	0
Вміст вітамінів	%	0,0035	0,0025	0,0015	0,0005	0,00025	0
Вміст мінеральних речовин	%	0,300	0,200	0,100	0,050	0,025	0
Органолептичні показники							
Зовнішній вигляд	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Колір	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Стан м'якушки	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Структура пористості	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Запах	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Смак	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Фізико-хімічні показники							
Масова частка загального цукру	%	2,5	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0
Масова частка жиру	%	2	3,5	5	6,5	8	9,5
Масова частка вологи	%	50	53	56	59	62	65
Кислотність м'якушки	град.	1,0	2,7	4,4	6,1	7,8	9,5
Питомий об'єм	см³/г	3,6	3,2	2,8	2,2	1,8	1,4
Структурно-механічні показники							
Стискуваність м'якушки	од. приладу	1700	3400	5100	6800	8300	9800
Черствіння виробів	%	50	60	70	80	90	100
Мікробіологічні показники							
Кількість МАФАМ	КУО/г	5×10	10²	2,5×10²	5×10²	7,5×10²	10³

Переведення абсолютних значень показників якості (P_{ij}) у відносні безрозмірні величини (K_{ij}) здійснювали графічним методом з використанням функції бажаності Харрингтона (рис. 2.2) та з урахуванням вузлових значень абсолютних показників якості (табл. 4.12).

Комплексну оцінку показників якості окремої групи (K_j) визначали з урахуванням оцінок одиничних показників якості (K_{ij}) та коефіцієнтів вагомості відповідного показника (m_{ij}). Комплексну оцінку показників якості окремого етапу ($K_{ет}$) визначали з урахуванням комплексної оцінки показників якості окремих груп (K_j) та міжгрупових коефіцієнтів вагомості (M_j).

Міжгрупові (M_j) та внутрішньогрупові (m_{ij}) коефіцієнти вагомості кожного показника якості визначено експертною групою співробітників кафедри ресторанних і крафтових технологій ДТЕУ. Результати визначення коефіцієнтів вагомості наведено у табл. 4.13.

Коефіцієнти вагомості між групами властивостей показників було вибрано з практичних і логічних міркувань про важливість тих чи інших показників для дослідної продукції. Коефіцієнти вагомості на етапі виробництва: харчова цінність – 0,3, органолептичні властивості – 0,35, фізико-хімічні показники – 0,25, мікробіологічні показники – 0,1; на етапі зберігання: органолептичні властивості – 0,35, структурно-механічні показники – 0,4, мікробіологічні показники – 0,25. Коефіцієнти вагомості для етапу ($M_{ет}$) «виробництва» прийнято – 0,6, для етапу «зберігання» – 0,4.

Комплексна оцінка показників якості безглютенових хлібобулочних виробів з КК надана в табл. 4.14.

Таблиця 4.13

Вагомість показників (за даними експертної групи)

Експерт	Коефіцієнт вагомості																										
	Виробництво																Зберігання										
	Харчова цінність					Органолептичні властивості						Фізико-хімічні показники					Мікробіологічні показники	Органолептичні властивості						Структурно-механічні властивості		Мікробіологічні показники	
Вміст білків	Вміст жирів	Вміст вуглеводів	Вміст вітамінів	Вміст мінеральних речовин	Зовнішній вигляд	Колір	Стан м'якоти	Структура пористості	Запах	Смак	Масова частка цукру	Масова частка жиру	Масова частка вологи	Кислотність м'якоти	Питомий об'єм	Мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми	Зовнішній вигляд	Колір	Стан м'якоти	Структура пористості	Запах	Смак	Стискуваність м'якоти	Черствіння виробів	Мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми		
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
2	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	
3	4	3	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	
4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	3	3	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	
6	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	
7	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
m_{ijcp}	4,86	4,00	4,57	4,71	4,71	5,00	4,57	5,00	5,00	4,57	5,00	4,14	3,86	4,43	4,14	4,86	4,29	5,00	4,57	5,00	5,00	4,57	4,86	4,71	4,86	4,71	
m_{ij}	0,213	0,175	0,200	0,206	0,206	0,172	0,157	0,172	0,172	0,157	0,172	0,193	0,180	0,207	0,193	0,227	1,000	0,172	0,158	0,172	0,172	0,158	0,167	0,493	0,507	1,000	

Таблиця 4.14

Комплексна оцінка показників якості безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

Показник	m_{ij}	$P_{ij}^{ет}$	$P_{ij}^{бр}$	Хліб безглютеновий з рисовим борошном (контроль)		Безглютеновий хліб на заквасці з КК			
				P_{ij}	K_{ij}	Соргово-рисовий		Рисовий	
						P_{ij}	K_{ij}	P_{ij}	K_{ij}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Виробництво ($M_{ет} = 0,6$)									
<i>Харчова цінність ($M_j = 0,3$)</i>									
Вміст білків	0,213	7	0,5	0,65	0,25	3,46	0,67	2,18	0,52
Вміст жирів	0,175	0	8	1,8	0,82	3,0	0,71	2,3	0,77
Вміст вуглеводів	0,200	50	10	41,97	0,84	39,37	0,79	43,60	0,88
Вміст вітамінів	0,206	0,0035	0,00025	0,0012	0,56	0,0032	0,93	0,0027	0,84
Вміст мінеральних речовин	0,206	0,300	0,025	0,0932	0,59	0,2741	0,95	0,1164	0,66
Разом по групі					0,180		0,244		0,219
<i>Органолептичні показники ($M_j = 0,35$)</i>									
Зовнішній вигляд	0,172	5,0	2,0	4,81	0,92	4,71	0,88	4,70	0,88
Колір	0,157	5,0	2,0	4,88	0,95	4,92	0,96	4,90	0,96
Стан м'якушки	0,172	5,0	2,0	4,84	0,94	4,84	0,94	4,84	0,94
Структура пористості	0,172	5,0	2,0	4,91	0,96	4,86	0,94	4,85	0,94
Запах	0,157	5,0	2,0	4,69	0,88	4,89	0,95	4,89	0,95
Смак	0,172	5,0	2,0	4,56	0,82	4,88	0,95	4,86	0,94
Разом по групі					0,320		0,328		0,328
<i>Фізико-хімічні показники ($M_j = 0,25$)</i>									
Масова частка загального цукру	0,193	2,5	8,5	3,8	0,83	4,3	0,77	5,5	0,63
Масова частка жиру	0,180	2	8	4,0	0,74	6,4	0,39	4,7	0,66
Масова частка вологи	0,207	50	62	55	0,68	53	0,80	51	0,93
Кислотність м'якушки	0,193	1,0	7,8	1,0	1,00	2,8	0,79	3,5	0,72
Питомий об'єм	0,227	3,6	1,8	2,9	0,67	2,7	0,59	2,8	0,63
Разом по групі					0,195		0,168		0,179

Закінчення табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Мікробіологічні показники ($M_j = 0,1$)</i>									
Кількість МАФАМ	1,000	5×10	7,5×10 ²	1,2×10 ²	0,78	1×10 ²	0,80	1×10 ²	0,80
Разом по групі					0,078		0,080		0,080
Комплексний показник етапу ($K_{ет}$)					0,464		0,492		0,483
Зберігання ($M_{ет} = 0,4$)									
<i>Органолептичні показники ($M_j = 0,35$)</i>									
Зовнішній вигляд	0,172	5,0	2,0	4,75	0,90	4,66	0,86	4,6	0,84
Колір	0,158	5,0	2,0	4,7	0,88	4,9	0,96	4,84	0,94
Стан м'якушки	0,172	5,0	2,0	4,1	0,66	4,8	0,92	4,76	0,9
Структура пористості	0,172	5,0	2,0	4,7	0,88	4,8	0,92	4,8	0,92
Запах	0,158	5,0	2,0	4,5	0,80	4,8	0,92	4,8	0,92
Смак	0,167	5,0	2,0	4,2	0,70	4,8	0,92	4,8	0,92
Разом по групі					0,281		0,320		0,317
<i>Структурно-механічні показники ($M_j = 0,4$)</i>									
Стискуваність м'якушки	0,493	1700	8300	5456	0,58	2794	0,87	3457	0,80
Черствіння виробів	0,507	50	90	66,28	0,69	58,55	0,83	60,82	0,79
Разом по групі					0,254		0,340		0,318
<i>Мікробіологічні показники ($M_j = 0,25$)</i>									
Кількість МАФАМ	1,000	5×10	7,5×10 ²	3,4×10 ²	0,54	1,2×10 ²	0,78	1×10 ²	0,80
Разом по групі					0,135		0,195		0,200
Комплексний показник етапу ($K_{ет}$)					0,268		0,342		0,334
Комплексний показник якості ($K_о$)					0,732		0,834		0,817

Аналіз даних табл. 4.14 свідчить, що комплексний показник якості соргово-рисового хліба та рисового хліба перевищує показник якості контролю на 13,94 % та 11,67 % відповідно, що пояснюється вищими показниками якості дослідних зразків як на етапі «виробництва», так і на етапі «зберігання».

Отримані результати свідчать, що комплексний показник якості безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі позиціонуються в інтервалі «відмінної якості» (0,80...1,0 од.), що підтверджує високий рівень якості розроблених зразків хліба і доцільність їх використання у харчуванні населення.

Висновки за розділом 4

1. Розроблено рецептури та технологію безглютенових хлібобулочних виробів з використанням закваски рисової зі стартовою культурою ЛВ-1 та клітковиною картоплі. Запропоновано схеми технологічного процесу та змодельовано апаратурно-технологічну схему виробництва ХБВ із зазначенням експериментально обґрунтованих етапів, умов виробництва та технологічних параметрів.

2. Результати сенсорної оцінки нових видів безглютенового хліба на заквасці з КК за розробленою шкалою показників дозволили визначити їх переваги порівняно із контролем, зокрема, за збалансованістю і насиченістю смаку, кольору та запаху, що наближені до характеристик традиційних видів хліба.

3. Доведено, що розроблені ХБВ з клітковиною картоплі відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм. Вміст глютену у дослідній партії складає 10,7–15,4 мкг/кг, що відповідає чинним нормам безпечності безглютенової продукції. Обґрунтовано режим і термін зберігання безглютенових ХБВ з КК: за температури $18\pm 30^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75 % – не більше 72 год.

4. Експериментально встановлено підвищення харчової цінності розроблених виробів. Підтверджено, що вміст білка у безглютеновому сорговому хлібі на заквасці з КК більше, ніж у контролі, у 5,3 рази, а у рисовому – у 3,4 рази, вміст клітковини – відповідно у 5,4 рази та 4,4 рази. Споживання денної норми 200–250 г ХБВ на заквасці з КК дозволить забезпечити від 8,8 до 10,7 % добової потреби у клітковині, що визначає такі вироби як джерела харчових волокон в раціоні. Підтверджено, що ГІ розроблених ХБВ на заквасці з КК менші за ГІ контролю на 7–10 %. Експериментально встановлено, що у розроблених виробах вищий порівняно з контролем вміст вітамінів (B_1 , B_3 , токоферолу) та мінеральних елементів: зокрема, у сорговому хлібі вміст калію, магнію, фосфору та феруму перевищує контроль відповідно у 4,2; 16,3; 2,4 та у 17 разів, а вміст селену складає $6,3\pm 0,1\text{ г}/100\text{ г}$, що дозволить забезпечити 22,9–28,5 % добової норми селену при споживання денної норми 200–250 г.

5. Дослідження безпечності виробів показали, що під час їх зберігання протягом 72 год мікробіологічні показники знаходяться в межах норми і не перевищують нормативні показники. Результати лабораторних досліджень, проведені з використанням імуноферментного аналізу методом R5 Мендеса (ДСТУ–Н CODEX STAN 118:2014), доводять, що вміст глютену у дослідній партії безглютенових ХБВ на заквасці з клітковиною картоплі відповідає чинним нормам безпечності і складає 15,4 мкг/ кг у рисовому хлібі і 10,7 мкг/г у сорговому хлібі.

6. Експериментально доведено, що розроблені безглютенові ХБВ на заквасці з КК характеризуються значно повільнішим процесом черствіння та кращим збереженням свіжості порівняно із контролем. Зокрема, після 48 год зберігання сорговий та рисовий хліб зберігають 41,45 % та 39,18 % свіжості відповідно, що перевищує значення контрольного зразка відповідно на 23 % та 16,2 %, а показники їх твердості нижчі за контроль на 35,4–48,8 % через 48 год і на 34,5–44,9 % через 72 год. Встановлено, що комплексний показник якості БХБВ на заквасці з КК знаходиться в інтервалі «відмінної якості» (0,80...1,0 од.), що підтверджує високий рівень якості розроблених зразків хліба і доцільність їх використання у харчуванні населення.

Список використаних джерел за розділом 4

1. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навч. посіб. Київ: ПрофКнига, 2019. 580 с.
2. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф., Федоренко Ю. О. Вплив борошняних безглютенових композицій на якість хлібобулочних виробів для хворих на целиацію. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. 2021. № 1. С. 122–136.
3. Грищенко А. М., Дробот В. І. Технологічні властивості безглютенових видів сировини. *Наукові праці ОНАХТ*. 2015. №1. С. 46–52.
4. Лобачова Н. Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів: монографія. Суми: Сумський нац. аграрний ун-т, 2015. 214 с.

5. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. Effect of structure-forming agents and spontaneously fermented buckwheat sourdough on the quality of gluten-free bread. *Food science and technology*. 2022. Vol. 16. No. 2. P. 32–39. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i2.2373>.
6. Михонік Л. А., Гетьман І. А. Технологія безглютенового хліба з використанням заквасок спонтанного бродіння. *Товари і ринки*. 2019. № 1(29). С. 95–103. [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(29\)09](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(29)09)
7. Wolever T. M., Jenkins D. J. The use of the glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2006. №43 (1). P. 167–172. <https://doi.org/10.1093/ajcn/43.1.167>.
8. Atkinson F., Foster-Powell K., Brand-Miller J. C. International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values. *Diabetes Care*. 2008. №31 (12). P. 2281–2283. <https://doi.org/10.2337/dc08-1239>.
9. Кузьмін О. В., Ільчук Н. В., Салтан Б. А., Сасник С. С. Комплексна оцінка якості харчування. *Інтернаука*. 2018. № 11 (51). Т. 1. С. 69–76.
10. Кузьмін О. В., Комарницький Р. В., Губеня В. О., Дочинець І. В. Розробка методу комплексної кількісної оцінки якості бісквітних напівфабрикатів. *Наукові праці НУХТ*. 2017. Т. 23. №2. С. 191–199.
11. Kuzmin O., Levkun K., Riznyk A. Qualimetric assessment of diets. *Ukrainian Food Journal*. 2017. Vol. 6. Iss.1. Pp. 46–60.
12. Dietrich I., Kuzmin O., Mikhailenko V. Comprehensive evaluation of the hot sweet souffle dessert quality. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2017. Vol. 5. Iss. 1. P. 92–102.
13. Федорова Д., Ланська В. Технологія безглютенового хліба на заквасці з клітковиною картоплі. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №5. С. 246–257. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.5.28>.

РОЗДІЛ 5

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

5.1. Заходи із практичного впровадження результатів дослідження

Дисертаційну роботу виконано згідно з тематичними планами наукових досліджень кафедри ресторанних і крафтових технологій Державного торговельно-економічного університету: науково-дослідна робота «Інноваційні технології харчової продукції оздоровчого та спеціального дієтичного призначення» (2023–2026 рр., № 0124U000160).

У період виконання теоретичних і експериментальних досліджень за дисертацією паралельно проведено роботу із впровадження їх результатів у практику. На основі результатів досліджень розроблено рецептури та технологічні інструкції на нові види безглютенового хліба: «Рисовий на заквасці» – РЦУ 00389676.74.7521:2025 від 23.01.2025 і ТІУ 00389676.74.7521:2025 від 23.01.2025 та хліб «Сорговий на заквасці» РЦУ 00389676.74.7520:2025 від 23.01.2025 і ТІУ 00389676.74.7520:2025 від 23.01.2025. Дані види виробів були представлені на дегустацію та затверджені в установленому порядку Спеціалізованою дегустаційною комісією Укрхлібпрому з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів (додаток Е).

Безглютенові хлібобулочні вироби на заквасці з клітковиною картоплі неодноразово були представлені на дегустаціях за участю наукових і практичних працівників ресторанного господарства, харчової промисловості, де отримали високу оцінку спеціалістів і були рекомендовані до впровадження (додаток Ж). Впровадження науково-технічних розробок шляхом випуску промислових партій нових виробів здійснено у виробничих умовах пекарського цеху комбінату заморожених напівфабрикатів ТОВ «ЧАНТА» (акт від 17.12.2024 р.), пекарського цеху ТОВ «КПІ ПРО» (акт від 23.12.2024 р.), ТОВ «Сучасні кулінарні технології» (акт від 17.01.2025) (Додаток К). Реалізація виготовлених

виробів здійснена у мережі кафе–кав'ярень «Бо хліб» та торговельній мережі з продажу хлібобулочних виробів «Цар хліб» (м. Київ). Розроблені вироби дозволяють розширити асортимент безглютенових хлібобулочних виробів в категорії «чиста етикетка» з натуральним складом сировини, у технології яких не використано харчових добавок. Вироби відзначаються високими органолептичними властивостями, покращеним смаком і характерним «хлібним» ароматом, притаманним традиційним хлібобулочним виробам, мають покращений нутрієнтний склад, користуються попитом споживачів.

5.2. Розрахунок ефективності наукової розробки

Позитивне значення результатів дослідження полягає в економічній та соціальній ефективності розробок. Основний ефект від впровадження нової продукції – соціальний, який полягає у збереженні і захисті здоров'я людини та більш повному використанні рисового та соргового борошна, а також у розширенні асортименту хлібобулочних виробів спеціального дієтичного призначення підвищеної харчової цінності зі збільшеною кількістю поживних речовин, таких як вітаміни групи В, мінерали (кальцій, залізо) та харчові волокна. Хліб, виготовлений з рисового та соргового борошна, більш привабливий для споживачів, які шукають здорові альтернативи традиційним хлібобулочним виробам з глютенем.

Визначення економічної ефективності від впровадження нових технологій передбачає попереднє виявлення розміру змін поточних і капітальних витрат виробництва, що, у свою чергу, потребує тісного взаємозв'язку джерел ефекту від їх застосування. Такими джерелами при впровадженні нових технологій виробництва хліба з рисового та соргового борошна можуть бути трудові, матеріальні, фінансові ресурси тощо.

Економічний ефект від впровадження нових розробок виявляється в одержанні прибутку за рахунок забезпечення їх реалізації. Досягнення необхідного обсягу реалізації та оптимального прибутку залежить від правильності обрання цінової політики.

Так, розрахунок собівартості «Хліба рисового на заквасці» та «Хліба соргового на заквасці» здійснювався на підставі нормативних актів, прийнятих і затверджених для виробництва відповідного суб'єкта господарської діяльності, Методичних рекомендацій з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості [1].

Кількісна оцінка економічної ефективності проводилася на підставі розрахунку вартості хліба безглютенового «Рисовий на заквасці» та хліба «Сорговий на заквасці» та співставленням їх конкурентоспроможності з роздрібною ціною безглютенових виробів.

У табл. 5.1 наведено розрахунок вартості сировини для виробництва та реалізації 100 кг розробленої продукції.

Таблиця 5.1

**Розрахунок вартості сировини для виробництва хліба
з рисового та соргового борошна**

Найменування сировини та в матеріалів	Хліб «Рисовий на заквасці»			Хліб «Сорговий на заквасці»		
	Кількість сировини, кг	Вартість 1 кг (л), грн	Вартість сировини, грн	Кількість сировини, кг	Вартість 1 кг (л), грн	Вартість сировини, грн
Борошно рисове, кг	100,0	85	8500	30,0	85	2550
Борошно соргове, кг			0	70,0	115	8050
Стартова культура для закваски LB-1*, кг	0,120	8740	1048,8	0,120	8740	1048,8
Клітковина картоплі, кг	3,0	160	480	3,0	160	480
Дріжджі пресовані, кг	1,5	50	75	1,5	50	75
Сіль кухонна харчова, кг	2,0	16	32	2,0	16	32
Цукор білий кристалічний, кг	5,0	30	150	5,0	30	150
Олія соняшника, кг	4,0	80	320	4,0	80	320
Вода питна, кг	110,0	—		120,0	—	
Разом	225,62		10605,8	235,62		12705,8
Витрати на пакування	—	—	63,63	—	—	76,23
Транспортно-виробничі витрати	—	—	424,23	—	—	508,23
Всього	—	—	11093,67	—	—	13290,27

Розрахунок вартості сировини і матеріалів здійснювали визначенням загальної ціни інгредієнтів, що необхідні для виробництва 100 кг хліба з

рисового та соргового борошна. Розрахунки проведено відповідно до Методичних рекомендацій з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості. До типової номенклатури статей калькуляції внесені зміни з урахуванням зміни технології. Калькуляцію собівартості 100 кг хліба з рисового та соргового борошна наведено у цінах на 01.02.25.

До статті «Сировина та матеріали» відносимо витрати на пакування, транспортно–виробничі заходи та обладнання, необхідне для виготовлення хліба з рисового та соргового борошна. Витрати на пакування приймали у розмірі 0,6 % від вартості сировини, на транспортно–виробничі заходи – у розмірі 4 %.

Кількісна величина фінансової (комерційної) ефективності визначається відношенням суми одержаного прибутку від потенційно можливого обсягу і вартості капіталовкладень. У свою чергу, сума одержаного прибутку – різниця між ціною продажу і собівартістю випуску з урахуванням обсягу продажу.

Отже, загальна сума коштів, за всіма статтями складає для собівартості 100 кг хліба з рисового борошна – 11093,67 грн та для собівартості хліба з соргового та рисового борошна – 13290,27 грн.

Собівартість реалізованої продукції (робіт, послуг) складається з виробничої собівартості продукції (робіт, послуг), яка була реалізована протягом звітного періоду, перерозподілених загальновиробничих витрат та наднормативних виробничих витрат.

У виробничу собівартість продукції (робіт, послуг) включаються: прямі матеріальні витрати, прямі витрати на оплату праці; інші прямі витрати; загальновиробничі витрати [2].

До складу прямих матеріальних витрат включається: вартість сировини та основних матеріалів, які утворюють основу продукції, що виробляється, напівфабрикатів, комплектуючих виробів та інших матеріалів, які можуть бути безпосередньо віднесені до конкретного об'єкта витрат.

До складу прямих витрат на оплату праці включається: заробітна плата та інші виплати працівникам, зайнятим у виробництві продукції, які можуть бути безпосередньо віднесені до конкретного об'єкта.

До складу загальновиробничих витрат включаються: витрати на управління виробництвом, амортизація основних засобів і нематеріальних активів; витрати на утримання, експлуатацію та ремонт, страхування, операційну оренду основних засобів; витрати на вдосконалення технології та організації виробництва; витрати на опалення, освітлення, водопостачання та інше утримання виробничих приміщень; витрати на обслуговування виробничого процесу; витрати на охорону праці; інші витрати.

Для цілей ціноутворення собівартість калькулюється за статтями калькуляції, що представлена у табл. 5.2.

Таблиця 5.2

**Розрахунок собівартості і відпускної ціни хліба
з рисового та соргового борошна**

Найменування статей витрат	Витрати на 100 кг, грн	
	хліб «Рисовий на заквасці»	хліб «Сорговий на заквасці»
Сировина та матеріали	11093,67	13290,27
Зворотні відходи (вираховуються)	5,55	6,65
Паливо і електроенергія на технологічні цілі	57,89	57,89
Основна і додаткова заробітна плата	29,56	29,56
Відрахування на соц. страхування	6,50	6,50
Витрати на утримання і експлуатацію устаткування (амортизація)	14,8	14,8
Загальновиробничі витрати (ремонт)	2,96	2,96
Виробнича собівартість	11211	13409
Адміністративні витрати	1008,98	1206,77
Витрати на збут	2242,18	2681,72
Повна собівартість	14462,07	17297,10
Прибуток підприємства	4338,62	5189,13
Оптова ціна підприємства	18800,69	22486,23
Податок на додану вартість	3760,14	4497,25
Відпускна ціна 10 кг	22560,83	26983,48
Відпускна ціна 1 кг	225,61	269,83

Заробітна плата робітників, які зайняті безпосередньо у виробництві, входить до собівартості продукції. Основна заробітна плата при виробництві 100 кг хліба з рисового та соргового борошна складає 26,87 грн. Додаткова заробітна плата включає надбавки, доплати, які передбачені чинним законодавством та премії. За досягнення кількісних і якісних результатів праці встановлено премію, розмір якої становить 10 % від основної заробітної плати, що складає 2,69 грн для хліба рисового та соргового.

Отже, витрати на оплату праці (основну і додаткову) на виготовлення 100 кг хліба рисового і соргового складають 29,56 грн.

Оскільки відповідно до змін до Податкового кодексу України єдиний соціальний внесок становить 22 %, то відрахування на соціальні заходи прийнято у розмірі 22 % від витрат на оплату праці, що складає 6,5 грн.

Витрати на утримання та експлуатацію устаткування сформовано шляхом сумування наступних відрахувань: амортизаційних – відрахування від вартості будівель, устаткування; на модернізацію, ремонт і заміну основних засобів, що належать підприємству; суми витрат орендатора за користування наданими в оперативну та фінансову оренду основними засобами; витрати на проведення поточного ремонту, технічного обслуговування обладнання та інших витрат, пов'язаних з утриманням і експлуатацією обладнання. Загальновиробничі витрати становлять 10 % від витрат на оплату праці і дорівнюють 2,96 грн.

Для нормального функціонування підприємства прибуток повинен складати не менше 30 % до собівартості; він дорівнює для хліба рисового на заквасці 4338,62 грн, а для хліба соргового на заквасці – 5189,13 грн.

Податок на додану вартість – 20 % від оптової ціни підприємства.

Відпускна ціна розробленого хліба рисового на заквасці на 16,39 % нижча за ціну хліба соргового на заквасці. Отже, відпускна ціна розробленого хліба рисового на заквасці становитиме 225,61 за кг, для хліба соргового на заквасці – 269,83 грн, що нижче за ціни на ринку. Для оцінки конкурентоздатності хліба

рисового на заквасці та хліба соргового на заквасці було здійснено порівняння з цінами на аналогічну продукцію на ринку (рис. 5.1).

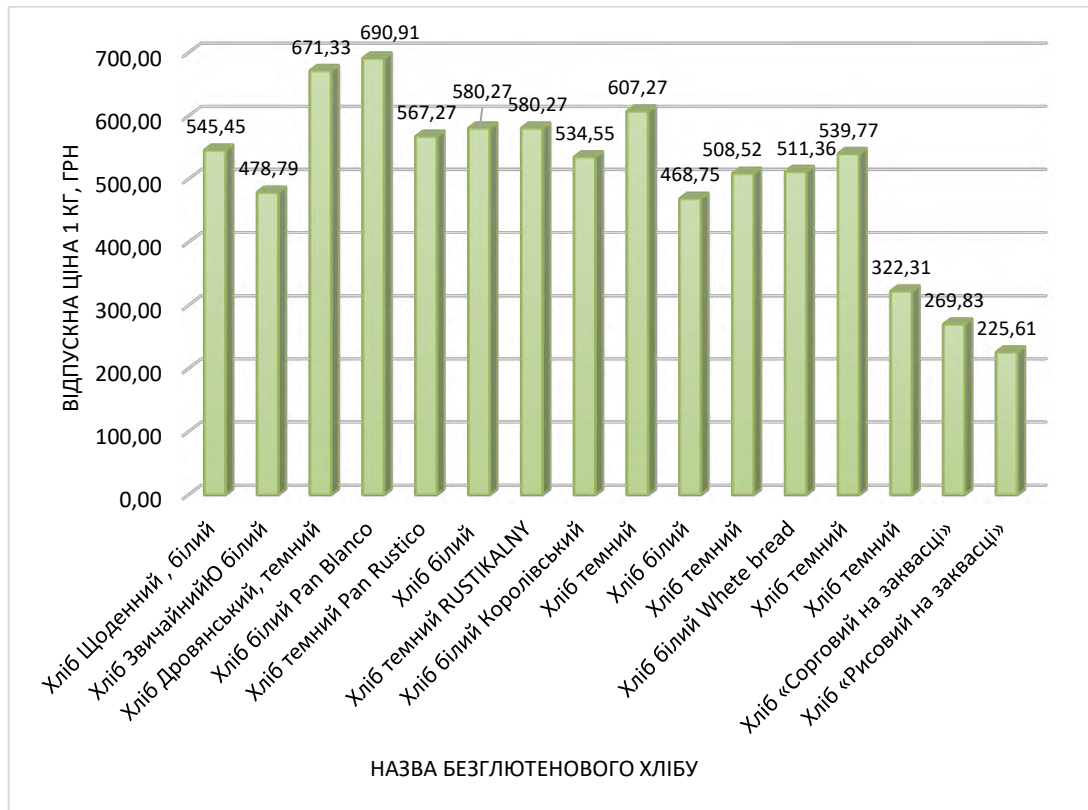


Рис. 5.1. Порівняння відпускних цін на безглютеновий хліб, що реалізується на ринку, грн/кг (станом на 01.02.2025)

Середня відпускна ціна на безглютеновий хліб імпортного виробництва, що реалізується на ринку, становить 560,35 грн/кг, а українських виробників – 322,31, що, в свою чергу, в порівнянні з цінами на ринку хліб рисового та соргового на заквасці дешевші на 40 % і на 16 % відповідно.

Порівняння відпускних середньоринкових цін на розроблені види безглютенові види хліба на заквасці з КК з імпортними та вітчизняними аналогами показав переваги наших розробок. Зокрема, відпускна ціна на хліб рисовий на заквасці у 2,1 рази нижча за середньоринкові ціни на імпортні аналоги, а ціна на сорговий хліб на заквасці – відповідно у 2,5 рази (рис. 5.2). Порівняно із вітчизняними аналогами відпускна ціна на хліб рисовий на заквасці на 30 % нижча за середньоринкові, а ціна на сорговий хліб заквасці – відповідно на 16,3 % (рис. 5.2).

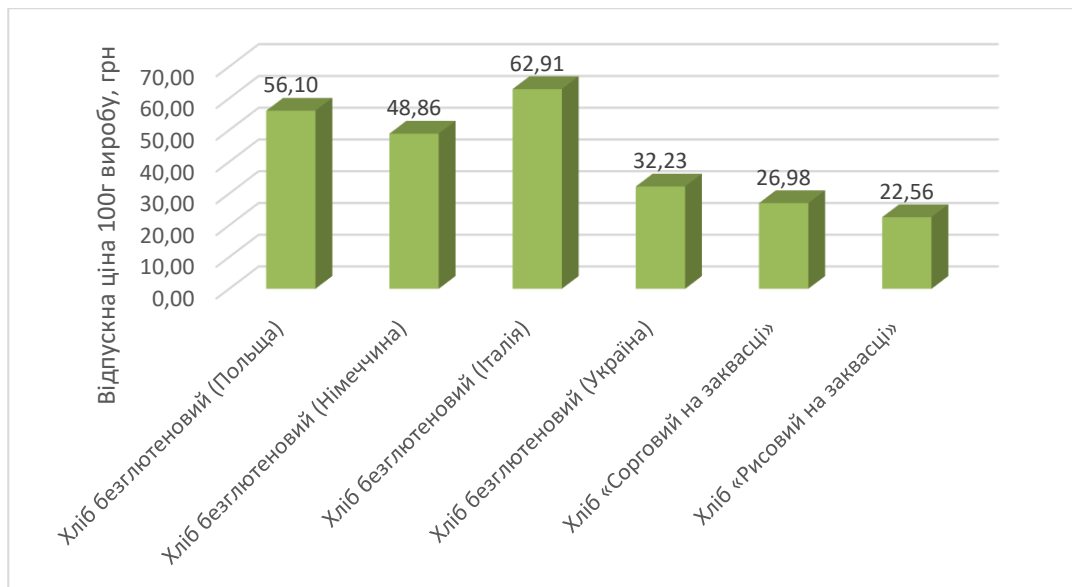


Рис. 5.2. Порівняння відпускних цін на безглютеновий хліб, що реалізується на ринку, грн/ 100 г (станом на 01.02.2025)

Таким чином, впровадження у виробництво нових технологій безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з використанням рисового та соргового борошна і клітковини картоплі є економічно ефективним. Виробництво та реалізація безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі дозволить забезпечити споживачів доступною продукцією спеціального дієтичного призначення вітчизняного виробництва. Важливими конкурентними перевагами розроблених безглютенових хлібобулочних виробів є покращені споживчі властивості, відсутність у складі харчових добавок (продукт в категорії «чиста етикетка») та нижча ринкова ціна порівняно із закордонними та вітчизняними аналогами.

Висновки за розділом 5

1. Проведено комплекс організаційно–технологічних заходів щодо впровадження розробленої технології у підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства м. Києва та Київської області.

2. Здійснено оцінку ефективності розробленої технології безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі. Показано, що розроблена технологія забезпечує виробництво продукції на основі вітчизняної ресурсної

бази, зокрема, дозволяє залучити мало використовуване у хлібопекарському виробництві українське соргове борошно. Це створює сприятливі умови збільшення обсягів перероблення зерна сорго на харчові цілі і формування додаткової вартості виробництва харчової продукції з локальної зернової сировини. Проведено розрахунок собівартості і відпускної ціни безглютенових ХБВ на заквасці з КК. Встановлено, що відпускна ціна розроблених виробів у 2,1–2,5 рази нижча середньо–ринкової ціни за імпортні аналоги ХБВ та відповідно – на 16,3–30 % нижча за вітчизняні аналоги безглютенового хліба, що є значним резервом зростання прибутковості та джерелом конкурентної переваги.

3. Соціальний ефект наданої розробки полягає у більш повному використанні харчового потенціалу вітчизняної зернової сировини (зерна сорго), а також у розширенні асортименту та забезпечені споживачів доступною вітчизняною продукцією спеціального дієтичного призначення, підвищеної харчової цінності з поліпшеними споживчими властивостями, в категорії «чиста етикетка» без додаткового використання структуроутворюючих харчових добавок.

Список використаних джерел за розділом 5

1. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості (наказ Міністерства промислової політики України № 373 від 09.07.2007). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/>.
2. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 «Витрати». URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/>.
3. Белоусова І., Чумаченко М. Дискусійні проблеми обліку витрат і калькулювання собівартості продукції. *Економічний аналіз*. 2012. № 10. С. 3–7.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу та узагальнення теоретичних, експериментальних даних та виробничих випробувань обґрунтовано перспективність використання рисового і вітчизняного соргового борошна, закваски та картопляної клітковини в технології безглютенових хлібобулочних виробів, що забезпечить підвищення їх технологічної стабільності, харчової та біологічної цінності, уможливить розширення асортименту хлібобулочних виробів з прогнозованими показниками якості для осіб з «непереносимістю» глютену, зокрема в категорії «чиста етикетка» без використання харчових добавок.

2. Визначено функціональні властивості безглютенових видів борошна (рисового, соргового) та обґрунтовано технологічну доцільність застосування рисового борошна в технології заквасок для безглютенового хліба. Доведено, що внаслідок меншої стійкості крохмалю рисового борошна до ферментативного гідролізу у рисовій заквасці на 22,5 % підвищується активність молочнокислих бактерій, на 7 % порівняно із сорговою збільшується їх кількість.

3. Доведено технологічні переваги застосування рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1 порівняно із заквасками спонтанного бродіння у технології безглютенового хліба, а саме прискорення процесу дозрівання закваски у 5 разів, підвищення активності МКБ – на 25 %, підйомної сили – на 33,3 %, вмісту цукрів – на 12,9 %, декстринів – на 34 %, летких кислот – у 1,5 рази. Це сприяло зростанню у зразках хліба на основі рисового та соргового борошна пористості м'якуші на 7,1–9,3 %, питомого об'єму – на 14,3–18,8 % відповідно.

4. Визначено технологічні підходи модифікації процесу дозрівання рисової закваски зі стартовою культурою ЛВ-1. Експериментально підтверджено, що додавання 10 % цукру від маси рисового борошна підвищує підйомну силу закваски на 21,4 %, титровану кислотність – на 43,2 %, активність молочнокислих бактерій – на 12 %, показники ефективної в'язкості соргового тіста на заквасці – на 46,7 %, газоутворення – на 22 %. Хлібобулочні вироби з соргового і рисового борошна за умов використання закваски з титрованою кислотністю 11–12 град та терміном бродіння 20–24 год мають кращі

органолептичні показники (аромат, смак, розжовуваність, структуру м'якушки), вищі значення питомого об'єму (на 36 % та 16 % відповідно) та пористості (на 29 % та 11 % відповідно) порівняно зі зразками хліба без закваски.

5. Шляхом багатофакторного експерименту оптимізовано технологічні параметри виробництва закваски рисової за стартовою культурою мікроорганізмів: масова частка стартової культури 0,38...0,40 % за температури бродіння 27,9...28,1 °C протягом 20,9...21,9 год забезпечує оптимальну кислотність і підйомну силу закваски, оптимальний питомий об'єм та пористість готових хлібобулочних виробів.

6. Встановлено вплив окремих рецептурних компонентів на біохімічні, реологічні показники тіста, показники технологічного процесу і якість безглютенового хліба. Експериментально підтверджено, що використання модифікованої закваски-стартеру в кількості 30 % збродженого борошна до загальної маси борошна в технології безглютенових ХБВ, значно покращує органолептичні, біохімічні та реологічні показники тіста, а також якості готових виробів та уповільнює процес їх «черствіння». Доведено, що використання 3 % клітковини картоплі підвищує волого- і газоутримувальну здатність тіста та стабілізує структуру безглютенових хлібобулочних виробів.

7. Обґрунтовано технологічні режими виробництва соргового та рисового хліба на заквасці з КК, зокрема тривалість бродіння безглютенового тіста з 30 % збродженого борошна в заквасці – 40–50 хв, тривалість випікання 25...30 хв при температурі пекарської камери 190...200°C. Змодельовано апаратурно-технологічну схему їх виробництва.

8. Розроблено технологію безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі, отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів, доведено їх покращену харчову цінність. Визначено, що за вмістом білкових речовин, безглютенові ХБВ перевищують контроль у 3,4–5,3 рази, клітковини у 4,4–5,4 рази. Експериментально встановлено, що у розроблених виробах вищий порівняно з контролем вміст вітамінів (В1, В3, токоферолу) та мінеральних елементів. Встановлено, що комплексний показник

якості безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі позиціонуються в інтервалі «відмінної якості» (0,80...1,0 од.) і перевищує показник якості контролю на 13,94 % та 11,67 % відповідно.

9. Доведено, що показники безпечності безглютенових ХБВ з КК відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм; вміст глютену у дослідній партії відповідає чинним вимогам безпечності. Експериментально доведено, що розроблені види безглютенових ХБВ характеризуються значно повільнішим процесом черствіння та кращим збереженням свіжості порівняно із контролем. Обґрунтовано режим і термін зберігання безглютенових ХБВ з КК: за температури 18 ± 3 °С та відносної вологості повітря 70...75 % – не більше 72 год.

10. Розроблено та погоджено з «УКРХЛІБПРОМ» в установленому порядку нормативну документацію на нові види безглютенового хліба: «Сорговий на заквасці» РЦУ, ТІУ 00389676.74.7520:2025; «Рисовий на заквасці» РЦУ, ТІУ 00389676.74.7521:2025. Проведено комплекс заходів щодо впровадження розробленої технології у підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства м. Києва та Київської області. Підтверджено економічну ефективність реалізації розробленої технології безглютенових ХБВ з КК, відпускна ціна яких у 2,1–2,5 рази нижча середньоринкової за імпортні аналоги та відповідно – на 16,3–30 % нижча за вітчизняні аналоги безглютенового хліба, що є значним резервом зростання прибутковості та джерелом конкурентної переваги. Соціальний ефект наданої розробки полягає у більш повному використанні харчового потенціалу вітчизняної зернової сировини (сорго) розширенні асортименту та забезпечені споживачів доступною продукцією спеціального дієтичного призначення, підвищеної харчової цінності з поліпшеними споживчими властивостями.

**Додаток А. Протоколи лабораторних випробувань
якості борошна ТОВ «Каскад», Україна (визначення
алергенів)**



**Випробувальна лабораторія
ТОВ «АКАДЕМТЕСТ», Україна,
61023, м.Харків, вул. Весіліна, 6.5
Адреса місця розташування: Україна, 50000,
м. Кривий Ріг, вул. Староярмаркова, 35**

201045
Випробування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник начальника
випробувальної лабораторії
ТОВ «АКАДЕМТЕСТ»

Тетяна ЄРМАКОВА

18 лютого 2025 р.



ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 2025.142.КР.Х
від 18 лютого 2025 р.

Борошно сорго, розмір партії 200 т
(найменування продукції, її марка)

ТОВ «Каскад», вул.Полтавський Шлях, 34, Полтавської області, м.Карлівка, 39500
(заповнює)

Кривий Ріг 2025

Протокол контролю № 2025.142.КР.Х від 18 лютого 2025 р.
сторінка 1 з якого сторінок 3
Протокол є цілісним документом і може передруковуватися тільки в повному обсязі за згодою лабораторії.
Копії протоколу ділячі тільки після їхнього закріплення лабораторією.

eCY 7.8-01-2021

Продовження додатку А.1

1 ОБ'ЄКТ ВИПРОБУВАНЬ:

1.1 Назва продукції: Борошно сорго, розмір партії 200 т, дата виготовлення: 2024 р.

1.2 Виробник: ТОВ «Каскад», вул.Полтавський Шлях, 34, Полтавської області, м.Карлівка, 39500

1.3 Підстава проведення випробувань:

Акт відбору зразків № 1 від 14.02.2025

Комісія у складі: заст.директора Дурманенко І.В., зав. виробництвом Асмолов Я.І., в присутності директора Капланського А.Ю.

Місце зберігання продукції: ТОВ «Каскад», вул.Полтавський Шлях, 34, Полтавської області, м.Карлівка

Зразок продукції наданий до лабораторії 14.02.2025

Примітка пп 1.1-1.3 заповнені згідно супровідних документів.

2 МЕТА ВИПРОБУВАНЬ:

На відповідність вимогам ТУ У 10.6-31680679.003-2013 Борошно із зернових і олійних культур.

Технічні умови.

ДСанПіІН 8.8.1.2.3.4-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті».

Наказ МОЗ України № 971 від 09.11.2010 "Про затвердження Переліку харчових продуктів, щодо яких здійснюється контроль вмісту генетично модифікованих організмів".

ГН 6.6.1.1-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs-137; Sr-90 у продуктах харчування та питній воді».

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТА СТАН ЗРАЗКІВ ПРОДУКЦІЇ:

3.1 Стан зразку задовільний

4 ДАТА ТА МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ:

початок 14.02.2025

закінчення 18.02.2025

5 КЛІМАТИЧНІ УМОВИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА: відповідають вимогам ПД

Протокол випробувань № 2025.142.КР.Х від 18 лютого 2025 р.

сторінка 2 з восьми сторінок 5

Протокол є цілісним документом і може передруковуватися тільки в повному обсязі за згодою лабораторії

Копії протоколу дійсні тільки після їхнього завірення лабораторією.

ФСУ 7.8-01-2021

6 ВИПРОБУВАЛЬНЕ УСТАТКОВАННЯ:

Найменування	Тип	Заводський (інвентарний) номер	Розширена невизначеність вимірювання, % Докази простежуваності
Ваги електронні	TBE 1-0,01	Зав. № 18093	№ свідоцтво про калібрування СК-5667/22 від 03.12.2022р.; діапазон вимірювань від 0,2г до 1000 г, d=0,01; U= 7,0 мг
Гігрометр психрометричний зав.	ВИТ-2	Зав. № Г1513	№ свідоцтво про калібрування СК-6722/22 від 19.12.2022р. вимірювання температури повітря діапазон від 15°C до 40°C, U=0,137°C відносної вологості від 20% до 90%
Опромінювач хроматографічний	УФС 254/365	зав. № 531	-речовини, що флюоресціюють на довжині хвилі 365 нм, видно як кольорові плями на темному тлі; -речовини, що поглинають УФ-світло на довжині хвилі 254 нм, видно як темні плями на пластині ТШХ, що містить УФ-індикатор
Аналізатор вольтамперометричний	АВА-2	зав. № 318	№ свідоцтво про калібрування СК-6621/22 від 12.12.2022 р.; діапазон вимірювань від 5мкл/л до 500 мкл/л U = ± 15 %
Спектрометр енергій бета-випромінювання і гама-випромінювання і сцинтиляційний	«ПРОГРЕС-БГ»	зав. № 423	№ свідоцтво про калібрування № UA 01-2349 від 15.12.2021р.; розширена невизначеність вимірювання 6,0 % (k=2, P=0,95) № сертифіката калібрування №UA 01-2350 від 15.12.2021р. розширена невизначеність вимірювання 6,0 % (k=2, P=0,95)
Ампліфікатор детектування з програмним забезпеченням Windows, кількість каналів вимірювання флуоресценції 2	ДТ-322	зав. № А4U704	№ свідоцтво про калібрування СК-6601/22 від 09.12.2022 р.; діапазон температур термоблоку – 4-99°C

6 РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ:

Назва показників (характеристик), означення вимірювань	Значення показників (характеристик) за НД	Фактичне значення	Невизначеність	НД на методи випробувань
1	2	3	4	5
Вміст токсичних елементів:				
Свинець, мг/кг	не більше 0,5	<0,005	10%	МВВ 37188889.001:2022 ДСТУ ГОСТ 31262:2009
Кадмій, мг/кг	не більше 0,1	<0,005	10%	МВВ 37188889.001:2022 ДСТУ ГОСТ 31262:2009
Мінімум, мг/кг	не більше 0,2	<0,007	20%	МВВ 37188889.010:2022
Ртуть, мг/кг	не більше 0,02	<0,01	21%	МВВ 37188889.010:2022
Цинк, мг/кг	не більше 50,0	0,247	10%	МВВ 37188889.001:2022 ДСТУ ГОСТ 31262:2009
Вміст мікотоксинів:				
Афлатоксин В ₁ , мг/кг	не більше 0,005	Не виявлено	—	МУ № 2273-80
Зеараленон, мг/кг	не більше 1,0	Не виявлено	—	МУ № 5177-90
Дезоксініваленон, мг/кг	не більше 0,5	Не виявлено	—	МУ № 5177-90 ДСТУ 8168:2015
Т-2 токсин, мг/кг	не більше 0,1	Не виявлено	—	МУ № 3184-84
Вміст пестицидів:				
ДДГ, мг/кг	-	Не виявлено	—	МУ № 2142-80
ГХЦГ (гамма-ізомер), мг/кг	-	Не виявлено	—	МУ № 2142-80

Найменування показника	Нормуючі значення (характеристик) за НД	Фактичне значення	Розширена невизначеність (к = 2, р 0,95)	Назва НД на метод випробувань
Питома активність радіонуклідів цезію-137, Бк/кг	30,0	8,1	9,58 %	Методика вимірювання активності радіонуклідів з використанням сцинтиляційного бета-спектрометра з програмним забезпеченням «Прогрес-БГ»
Питома активність радіонуклідів стронцію-90, Бк/кг	10,0	2,5	10,09 %	Методика вимірювання активності радіонуклідів з використанням сцинтиляційного гамма-спектрометра з програмним забезпеченням «Прогрес-БГ»

Протокол випробувань № 2025/142.КР.Х від 14 лютого 2025 р.
сторінка 4 з восьми сторінок 5

Протокол є цілісним документом і може ґрунтуватися тільки в повному обсязі за згодою забораморіт.
Копії протоколу дійсні тільки після даного завірчення лабораторією.

ФСУ 7.8-01-2021

Продовження додатку А.1

Назва НД, назва показників (характеристик), одиниця вимірювання	Значення показників (характеристик) згідно НД	Фактичне значення	Невизначеність	НД на методи випробувань
1	2	3	4	5
Якісне визначення вмісту генетично модифікованих організмів	Виявлені/не виявлені	Не виявлені цілої послідовності промотора 35S/термінатора NOS	-	ДСТУ ISO 21569:2008

Відповідальний за оформлення протоколу:

інженер-лаборант
(підпис)

Олена ВОРОНЦОВА
(підпис та ініціали)

Примітки:

1. Протокол є цілісним документом і може передруковуватися тільки в повному обсязі за згодою лабораторії.
2. Копії протоколу дійсні тільки після їхнього завірення лабораторією.
3. Результати випробувань дійсні тільки для випробуваних зразків.
4. Інформація про зразки зазначена відповідно до супровідної документації.

Протокол випробувань № 2025.142.КР.Х від 18 липня 2025 р.
сторінки 5 всього сторінок 5
Протокол є цілісним документом і може передруковуватися тільки в повному обсязі за згодою лабораторії.
Копії протоколу дійсні тільки після їхнього завірення лабораторією.

ФСУ 7.8-01-2021



Випробувальна лабораторія
ТОВ «АКАДЕМТЕСТ», Україна,
61023, м. Харків, вул. Весніна, б.5
Адреса місця розташування: Україна, 50000,
м. Кривий Ріг, вул. Староєрмакова, 35



АкадемТЕСТ

201045
Випробування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник начальника
випробувальної лабораторії
ТОВ «АКАДЕМТЕСТ»



Тетяна ЄРМАКОВА
18 лютого 2025 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 2025.144.КР.Х
від 18 лютого 2025 р.

Борошно рисове, розмір партії 200 т
(шляхмисувальна продукція, II марка)

ТОВ «Каскад», вул.Полтавський Шлях, 34, Полтавської області, м.Карлівка, 395(Ю)
(зв'язники)

Кривий Ріг 2025

Протокол випробувань № 2025.144.КР.Х від 18 лютого 2025 р.
сторінка 1 з 5
Протокол є цілісним документом і може передруковуватися тільки в повному обсязі за згодою лабораторії.
Копії притримують тільки після закінчення випробувань лабораторією.

ФСУ 7.8-01-2021

Продовження додатку А.2

1 ОБ'ЄКТ ВИПРОБУВАНЬ:

1.1 Назва продукції: Борошно рисове, розмір партії 200 т, дата виготовлення: 2024 р.

1.2 Виробник: ТОВ «Каскад», вул.Полтавський Шлях, 34, Полтавської області, м.Карлівка, 39500

1.3 Підстава проведення випробувань:

Акт відбору зразків № 1 від 14.02.2025

Комісія у складі: заст.директора Дурманенко І.В., на виробництвом Асислов Я.І., в присутності директора Канзиського А.Ю.

Місце зберігання продукції: ТОВ «Каскад», вул.Полтавський Шлях, 34, Полтавської області, м.Карлівка

Зразок продукції наданий до лабораторії 14.02.2025

Примітка пп 1.1-1.3 заповнено згідно супровідних документів

2 МЕТА ВИПРОБУВАНЬ:

На відповідність вимогам ТУ У 15.6-31680679.001-2002 Борошно рисове. Технічні умови.

ДСанПіІН 8.8.1.2.3.4-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді, ґрунті».

Наказ МОЗ України № 971 від 09.11.2010 "Про затвердження Переліку харчових продуктів, щодо яких здійснюється контроль вмісту генетично модифікованих організмів".

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТА СТАН ЗРАЗКІВ ПРОДУКЦІЇ:

3.1 Стан зразку задовільний

4 ДАТА ТА МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ:

початок 14.02.2025

закінчення 18.02.2025

5 КЛІМАТИЧНІ УМОВИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА: відповідають вимогам НД

Протокол випробувань № 2025.144.КР.Х від 18 лютого 2025 р.

сторінка 2 зсього сторінок 5

Протокол є цілісним документом і може передрукуватися тільки в повному обсязі за згодою забораторії

Копії протоколу ділені тільки після фінального затвердження лабораторією

ФСУ 2.8-01-2021

Продовження додатку А.2

6 ВИПРОБУВАЛЬНЕ УСТАТКОВАННЯ:

Найменування	Тип	Заводський (інвентарний) номер	Розширена невизначеність вимірювання, % Докази простежуваності
Ваги електронні	TBE 1-0,01	Зав. № 18093	№ свідоцтво про калібрування СК-5667/22 від 03.12.2022р.; діапазон вимірювань: від 0,2г до 1000 г, d=0,01; U= 7,0 мг
Гігрометр психрометричний	ВНТ-2	Зав. № 1513	№ свідоцтво про калібрування СК-6722/22 від 19.12.2022р. вимірювання температури повітря діапазон від 15°C до 40°C, U=0,137°C відносної вологості від 20% до 90%
Опромінювач хроматографічний	УФС 254/365	зав. № 531	-речовини, що флуоресцюють на довжині хвилі 365 нм, видно як кольорові плями на темному тлі; -речовини, що поглинають УФ-світло на довжині хвилі 254 нм, видно як темні плями на пластині ТШХ, що містить УФ-індикатор
Аналізатор вольтамперметричний	АВА-2	зав. № 318	№ свідоцтво про калібрування СК-6621/22 від 12.12.2022 р.; діапазон вимірювань від 5мкл/л до 500 мкл/л U = ± 15 %
Спектрометр енергій бета-випромінювання і гамма-випромінювання сцинтиляційний	«ПРОГРЕС-БГ»	зав. № 423	№ свідоцтво про калібрування № UA 01-2349 від 15.12.2021р.; розширена невизначеність вимірювання 6,0 % (k=2, P=0,95) № сертифіката калібрування №UA 01-2350 від 15.12.2021р. розширена невизначеність вимірювання 6,0 % (k=2, P=0,95)
Ампліфікатор детектування з програмним забезпеченням Windows, кількість каналів вимірювання флуоресценції 2	ЛТ-322	зав. № А4U704	№ свідоцтво про калібрування СК-6601/22 від 09.12.2022 р.; діапазон температур термоблоку – 4-99°C

Протокол випробувань № 2025.144 КР.Х від 18 жовтня 2025 р.
сторинка 3 з 3 сторінок 3

Протокол є цілісним документом і може передруковуватися тільки в повному обсязі за згодою лабораторії.
Копії протоколу дійсні тільки після їхнього завершення лаборантом.

ФСУ 7.8-01-2021

Продовження додатку А.2

6 РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ:

Назва показників (характеристик), одиниці вимірювань	Значення показників (характеристик) за НД	Фактичне значення	Невизначеність	НД на методи випробувань
1	2	3	4	5
Вміст токсичних елементів:				
Самець, мг/кг	не більше 0,5	<0,005	10%	МВВ 37188889.001:2022 ДСТУ ГОСТ 31262:2009
Кадмій, мг/кг	не більше 0,1	<0,005	10%	МВВ 37188889.001:2022 ДСТУ ГОСТ 31262:2009
Міш'як, мг/кг	не більше 0,2	<0,007	20%	МВВ 37188889.010:2022
Ртуть, мг/кг	не більше 0,02	<0,01	21%	МВВ 37188889.010:2022
Цинк, мг/кг	не більше 50,0	0,305	10%	МВВ 37188889.001:2022 ДСТУ ГОСТ 31262:2009
Вміст мікотоксинів:				
Афлатоксин В ₁ , мг/кг	не більше 0,005	Не виявлено	—	МУ № 2273-80
Зераденон, мг/кг	не більше 1,0	Не виявлено	—	МУ № 5177-90
Дезоксинівазенон, мг/кг	не більше 0,5	Не виявлено	—	МУ № 5177-90 ДСТУ 8168:2015
Т-2 токсин, мг/кг	не більше 0,1	Не виявлено	—	МУ № 3184-84
Вміст пестицидів:				
ДДТ, мг/кг	не більше 0,01	Не виявлено	—	МУ № 2142-80
ГХШ (гамма-ізомер), мг/кг	не більше 0,01	Не виявлено	—	МУ № 2142-80

Найменування показника	Нормуючі значення (характеристик) за НД	Фактичне значення	Розширена невизначеність (к = 2, р 0,95)	Назва НД на метод випробувань
Питома активність радіонуклідів цезію-137, Бк/кг	20,0	5,5	9,58 %	Методика вимірювання активності радіонуклідів з використанням сцинтиляційного бета-спектрометра з програмним забезпеченням «Прогрес-БГ»
Питома активність радіонуклідів стронцію-90, Бк/кг	5,0	1,3	10,09 %	Методика вимірювання активності радіонуклідів з використанням сцинтиляційного гамма-спектрометра з програмним забезпеченням «Прогрес-БГ»

Протокол випробувань № 2025.144 КР.Х від 18.листопада 2025 р.

сторінка 4 з 5 сторінок 5

Протокол є цілісним документом і може передруковуватися тільки в повному обсязі за згодою лабораторії.

Копії протоколу дійсні тільки після його затвердження лабораторією.

ФСУ 7.8-01-2021

Продовження додатку А.2

Назва НД, назва показників (характеристик), одиниця вимірювань	Значення показників (характеристик) згідно НД	Фактичне значення	Невизна- ченість	НД на методи випробувань
1	2	3	4	5
Якісне визначення вмісту генетично модифікованих організмів	Виявлені/не виявлені	Не виявлені цільові послідовності промотора 35S/ термінатора NOS	-	ДСТУ ISO 21569:2008

Відповідальний за оформлення протоколу:

інженер-лаборант
(підпис)

Олена ВОРОНЦОВА
(протискає та ініціали)

Примітки:

1. Протокол є чинним документом і може передаватися тільки в повному обсязі за згодою лабораторії.
2. Копії протоколу дійсні тільки після їхнього завірення лабораторією.
3. Результати випробувань дійсні тільки для випробуваних зразків.
4. Інформація про зразки зазначена відповідно до супровідної документації.

Протокол випробувань № 2023.144 КР.Х від 18 лютого 2023 р.
сторінка 5 всього сторінок 5

Протокол є чинним документом і може передаватися тільки в повному обсязі за згодою лабораторії.
Копії протоколу дійсні тільки після їхнього завірення лабораторією.

ФСУ 7.8-01-2021

ФСУ-ВЛ 7.8/01 (rev.04) від 01.11.23 р.
Сторінка 1 Сторінок 2

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «КИЇВСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР
СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ»
(ДП «КИЇВОБЛАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ»)

ВИПРОБУВАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ



20151
Випробування

Адреса: вул. Січневого прориву, 84,
м. Біла Церква, Київська обл.,
Україна, 09113
тел./факс: (04563) 4-70-62
e-mail: lab1@centr.bcdst.kiev.ua



ЗАТВЕРДЖУЮ
Почальник ВЛ

Тетяна КШАНОВСЬКА

«12» березня 2024 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБОВУВАНЬ № 0373 ПР
від 12 березня 2024 р.

1. Реєстраційний номер, об'єкт(и) випробовування:

№ 0571. Борошно рисове. Партия 1000 т. Виготовлене 2023 р.

2. НД на об'єкт(и) випробовування: ТУ У 15.8-31680679.002-2007; ДСанПін 8.8.1.2.3.4-000-2001

ГН 6.6.1.1-130-2006; Наказ МОЗ України 13 травня 2013 року № 368 (у редакції наказу
Міністерства охорони здоров'я України від 22 травня 2020 року № 1238) Державні санітарні
правила і норми «Максимально допустимі рівні окремих забруднюючих речовин у харчових
продуктах».

3. Замовник, адреса: ТОВ «Каскад», м. Карлівка, Полтавська обл., вул. Полтавський шлях, 34.

4. Виробник, адреса: ТОВ «Каскад», м. Карлівка, Полтавська обл., вул. Полтавський шлях, 34.

5. Супровідні документи: Акт відбору № 1 від 29.02.2024 р.

6. Дата одержання об'єкту(ів) випробовування: 04.03.2024 р.

7. Дата(и) проведення випробовування: 04-12.03.2024 р.

Продовження додатку А.3

ФСУ-Д.7 7.8.01 (rev.04) від 01.11.23 р.
Сторінка 2 Сторінок 2

Продовження протоколу № 0373 ПР від 12.03.2024 р.

8. Результати випробовувань: № 0571. Борошно рисове.

Токсичні елементи:

№ п/п	Найменування показника, одиниця вимірювання	НД на методи випробовувань	Допустимі рівні, не більше	Результат випробовувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Відмітка про відповідність
1	Свинць, мг/кг	МВВ 7.2.107	0,2	<0,001*	не визначається	відповідає
2	Кадмій, мг/кг	МВВ 7.2.107	0,1	<0,0001*	не визначається	відповідає
3	Мідь, мг/кг	МВВ 7.2.107	0,2	<0,0001*	не визначається	відповідає
4	Ртуть, мг/кг	МВВ 7.2.107	0,02	<0,0001*	не визначається	відповідає
5	Цинк, мг/кг	МВВ 7.2.107	-	6,84	± 3,1 %	-

Пестициди:

№ п/п	Найменування показника, одиниця вимірювання	НД на методи випробовувань	Допустимі рівні, не більше	Результат випробовувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Відмітка про відповідність
1	ГХШ (γ-ізомер), мг/кг	МВ № 2142-80	0,01	<0,0001*	не визначається	відповідає
2	ДДТ та його метаболіти, мг/кг	МВ № 2142-80	0,01	<0,0001*	не визначається	відповідає

Мікотоксини:

№ п/п	Найменування показника, одиниця вимірювання	НД на методи випробовувань	Допустимі рівні, не більше	Результат випробовувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Відмітка про відповідність
1	Афлатоксин В ₁ , мг/кг	МВВ 7.2.101	0,002	< 0,002**	не визначається	відповідає
2	Зearаленон F ₁ , мг/кг	МВВ 7.2.101	0,075	< 0,025**	не визначається	відповідає
3	T ₂ – токсин, мг/кг	МВВ 7.2.101	-	< 0,02**	не визначається	-
4	Дезоксиніваленол (ДОН), мг/кг	МВВ 7.2.101	0,75	< 0,25**	не визначається	відповідає

Вміст радіонуклідів Cs-137; Sr-90:

№ п/п	Найменування показника, одиниця вимірювання	НД на методи випробовувань	Допустимі рівні, та умови за нормативами	Результат випробовувань та розрахунків	Відмітка про відповідність
1	Питома активність радіонуклідів цезій-137, Бк/кг	МВН МН 1181-2011	30,0	6,32 ± 2,04	відповідає
2	Питома активність радіонуклідів стронцій-90, Бк/кг			5,08 ± 1,08	відповідає
3	Показник відповідності, цезій-137	ГН 6.6.1.1-130-2006	B+0,6A≤1,0	0,61 < 1,0	відповідає
4	Показник відповідності, стронцій-90			0,47 < 1,0	відповідає

Мікробіологічні показники:

№ п/п	Найменування показника, одиниця вимірювання	НД на методи випробовувань	Допустимі рівні	Результат випробовувань	Невизначеність, U, log.	Відмітка про відповідність
1	Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, не більше	ДСТУ 8446:2015	5,0×10 ⁴	3,5×10 ¹	± 0,15	відповідає
2	Бактерії групи кишкових паличок (колиформ), в 1,0 г	ГОСТ 30518-97	не допускається	не виявлено	не визначається	відповідає
3	Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Salmonella, в 25 г	ДСТУ EN 12824:2004	не допускається	не виявлено	не визначається	відповідає
4	St. aureus, в 1,0 г	ДСТУ ISO 6888-1:2003	не допускається	не виявлено	не визначається	відповідає
5	Дріжджі, КУО/г, не більше	ДСТУ 8447:2015	100	1,0×10 ¹	± 0,13	відповідає
6	Плесневі гриби, КУО/г, не більше	ДСТУ 8447:2015	200	4,0×10 ⁰	± 0,19	відповідає

Примітка:

*межа чутливості приладу

**межа чутливості методу

Відповідальні виконавці:

Нач. сектору Тетяна ПОЛІВ'ЯНА
Нач. сектору Світлана ШЕЛЕСТ
Провідний хімік Світлана ІВАНОВА
Провідний інженер Неля БАБЕНКО
Хімік I категорії Яна МАРУСКЕВИЧ

Відповідальний за оформлення протоколу випробовування: Карина КОНДРАШЕНКО

Даний протокол стосується тільки зразків, які пройшли випробування, протокол випробовувань не може бути повністю чи частково скопійований або офіційно застосований без дозволу керівника випробувальної лабораторії

Таблиця А.1

Послідовність виведення заквасок

Розвідний цикл заквасок		Біохімічні показники	
Дослід 1	Дослід 2	Дослід 2	Дослід 1
1	2	3	4
Замішування закваски на стартової культури ЛВ-1: Рисове борошно, г – 500; вода, г – 500; стартова культура ЛВ-1, г – 2. Загальна маса – 1000 г	Замішування спонтанної закваски: Рисове борошно, г – 50; вода, г – 50; мед, г – 5; родзинки, г – 5. Загальна маса – 110 г	Замішування спонтанної закваски: Початкова кислотність, град – 2,8; температура початкова, °С 29+/-1 вологість, %- 58	Замішування закваски на стартової культури ЛВ-1: Початкова кислотність, град – 2,8 температура початкова 29+/- 1 вологість- 56%
Стадія I на ЛВ 1 (24 год) Тривалість бродіння, год-24	Стадія I (24 год) Тривалість бродіння, год-24 Годування додаємо: рисове борошно – 50г; вода – 50 г, Загальна маса: 210 г	Стадія I (24 год) Тривалість бродіння, год-24 кислотність, град – 3,8; температура початкова, °С 29+/-1 вологість, %- 58	Стадія I -ЛВ 1(24 год) Тривалість бродіння, год -24 кислотність, град – 8,0 температура початкова 29+/- 1 вологість- 56%
	Стадія II (48 год) Тривалість бродіння, год-24 Годування додаємо: рисове борошно, г – 100 вода, г – 100 Загальна маса: 410 г	Стадія II (48 год) Тривалість бродіння, год-24 кислотність град – 4,6; температура початкова, °С 29+/-1 вологість, %-58	
	Стадія III (72 год) Тривалість бродіння, год-24 Годування додаємо: рисове борошно, г – 200 вода, г – 200 Загальна маса: 810 г	Стадія III (72 год) Тривалість бродіння, год-24 кислотність, град – 5,8 температура початкова, °С 29+/-1 вологість, %-58	

Продовження додатку А.4

Продовження табл. А.1

1	2	3	4
	Стадія IV (96 год) Тривалість бродіння, год-24. Годування додаємо: рисове борошно,г – 400 вода,г – 400 вбрід. 1%-10 г Загальна маса: 1600 г	Стадія IV (96 год) Тривалість бродіння, год-24 кислотність, град – 7,0 температура початкова, °С 29+/-1 вологість, %-58	
	Стадія V (120 год) Тривалість бродіння, год-24 Годування додаємо: рисове борошно,г – 800 вода,г – 800 Загальна маса: 3200 г	Стадія V (120) Тривалість бродіння, год-24 кислотність, град – 8,0 температура початкова, °С 29+/-1 вологість, %-58	

**Додаток Б. Оптимізація рецептурних компонентів
безглютенового хліба**

Додаток Б.1

Розрахунок критерію Фішера для поліному по визначенню кислотності

j	x ₁	x ₂	x ₃	Y _{2:сер}	$\bar{Y}_2$	S ² _{ad}	S ² _e	S ² _{y₁}	S ² _{y₂}	S ² _{y₃}
1	-1	-1	-1	7,2	7,3	0,0	0,0	0,0555556	0,0022222	0,0355556
2	1	-1	-1	9,7	9,8	0,0	0,0	0,08	0,02	0,02
3	-1	1	-1	9,7	9,7	0,0	0,1	0,1088889	0,0555556	0,0088889
4	1	1	-1	10,4	10,4	0,0	0,1	0,005	0,125	0,08
5	-1	-1	1	9,1	9,0	0,0	0,0	0,005	0,005	0
6	1	-1	1	10,7	10,6	0,0	0,0	0,08	0,005	0,045
7	-1	1	1	10,4	10,2	0,0	0,1	0	0,125	0,125
8	1	1	1	11,3	11,2	0,0	0,0	0,0005556	0,0088889	0,0138889
9	-1,2153189	0	0	8,1	8,2	0,0	0,0	0,0555556	0,0672222	0,0005556
10	1,2153189	0	0	9,8	10,0	0,0	0,1	0,1088889	0,0555556	0,0088889
11	0	-1,2153189	0	9,8	9,7	0,0	0,1	0,0938889	0,1088889	0,0005556
12	0	1,2153189	0	10,8	11,1	0,1	0,0	0,005	0,045	0,02
13	0	0	-1,2153189	9,6	9,5	0,0	0,1	0,08	0	0,08
14	0	0	1,2153189	10,3	10,6	0,1	0,0	0,0022222	0,0005556	0,0005556
15	0	0	0	10,3	9,9	0,1	0,1	0,08	0,125	0,005
						0,0	0,7			
					F=	0,06131	8,72868			

Додаток Б.2

Розрахунок критерію Фішера для поліному по визначенню підйимальної сили

j	x ₁	x ₂	x ₃	Y _{1,сер}	Y ₁	S ² ad	S ² e	S ² y ₁	S ² y ₂	S ² y ₃
1	-1	-1	-1	15,7	14,9	0,6	0,1	0,0555556	0,2222222	0,0555556
2	1	-1	-1	17,7	17,4	0,1	0,1	0,2222222	0,0555556	0,0555556
3	-1	1	-1	16,3	15,9	0,2	0,1	0,0555556	0,2222222	0,0555556
4	1	1	-1	20,0	20,0	0,0	0,3	0,5	0,5	0
5	-1	-1	1	21,7	21,3	0,2	0,1	0,0555556	0,0555556	0,2222222
6	1	-1	1	23,7	23,7	0,0	0,1	0,0555556	0,2222222	0,0555556
7	-1	1	1	26,7	26,6	0,0	0,1	0,0555556	0,0555556	0,2222222
8	1	1	1	28,3	28,7	0,2	0,1	0,0555556	0,2222222	0,0555556
9	-1,2153189	0	0	19,0	20,3	1,7	0,0	0	0	0
10	1,2153189	0	0	24,0	23,7	0,1	0,3	0,5	0	0,5
11	0	-1,2153189	0	18,7	19,7	1,1	0,1	0,2222222	0,0555556	0,0555556
12	0	1,2153189	0	24,0	24,0	0,0	0,3	0,5	0,5	0
13	0	0	-1,2153189	16,0	17,1	1,2	0,0	0	0	0
14	0	0	1,2153189	27,0	26,9	0,0	0,3	0,5	0,5	0
15	0	0	0	24,3	22,8	2,3	0,1	0,2222222	0,0555556	0,0555556
						0,6	2,3			
					F=	0,25326	≤ 8,72868			

Додаток В. Протоколи дослідження хімічного складу



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ
ВІДДІЛ АНАЛІТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

вул. С. Сверстюка, 4а, м. Київ, Україна, 02002, тел. + 38 (044) 517-17-37, факс: + 38 (044) 517-02-28
e-mail: ipr_2019@ukr.net Код ЄДРПОУ 00419880

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступниця директора з наукової роботи

ІПР НААН України



Ірина РОМАНЧУК Ірина РОМАНЧУК

2024 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

Всього аркушів 3



20119
ДСТУ ISO/IEC 17025

Відділ аналітичних досліджень та якості харчової продукції акредитований
Національним агентством з акредитації України на компетентність відповідно до вимог
ДСТУ ISO/IEC 17025:2019

Атестат акредитації № 201199 від 19 липня 2023 р.

Київ-2024

Продовження додатку В.1

Протокол випробувань Аркуш 2, всього аркушів 3	
Дата випробувань	Визначення органолептичних, фізико-хімічних показників
Об'єкти випробувань	Зразок № 1 – хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці»
	Зразок № 2 – хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці»
Дата надходження зразків	19.08.2024р.
Дата проведення випробувань	19.08.2024р. + 22.08.2024р.
Обладнання	Термостат електричний сухоповітряний TCM - 80 М2, ваг лабораторні електронні " OHAUS Pioneer PA 214"
Результати випробувань	Результати надано у таблицях 1-2

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ
Зразок №1 хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці»

Таблиця 1			
Показник, од. вимірювання	Результати випробувань	Непідтвердженість, U (k=2, P=0,95)	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4
Органолептичні показники:			
Зовнішній вигляд, форма, повехня	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових випливів, без забруднень	-	ДСТУ 8536:2015
Колір	Світло-жовтий	-	ДСТУ 8536:2015
Стан м'якушки	Відповідає виду виробу. Пропечена, еластична, не волога на дотик, без слідів непромісу	-	ДСТУ 8536:2015
Смак	Власний даному виду виробів, без стороннього присмаку	-	ДСТУ 8536:2015
Фізико-хімічні показники:			
Масова частка води, %	53,0	-	ДСТУ 7045:2009
Масова частка цукру в перерахунку на с.р., %	4,2	-	ДСТУ 7045:2009
Масова частка жиру в перерахунку на с.р., %	6,1	-	ДСТУ 7045:2009
Пористість м'якушки, %	51,0	-	ДСТУ 7045:2009
Кислотність, град.	3,0	-	ДСТУ 7045:2009

Результати випробувань стосуються тільки зразків, які піддавались випробуванню. Цей протокол не може бути використаний для тиражування та поширення як офіційний документ без дозволу відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції

Продовження додатку В.1

Протокол випробувань
Аркуш 3, всього аркушів 3

Зразок №2

хліб безглютенівий «Рисовий на заквасці»

Таблиця 2

Показник, од. вимірювання	Результати випробувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4
Органолептичні показники:			
Зовнішній вигляд, форма, товщина	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових впливів, без забруднень	-	ДСТУ 8536:2015
Колір	Світло-жовтий	-	ДСТУ 8536:2015
Стан м'якушки	Відповідає виду виробу. Пропечена, еластична, не волога на дотик, без слідів непромісу	-	ДСТУ 8536:2015
Смак	Власний даному виду виробів, без стороннього присмаку	-	ДСТУ 8536:2015
Фізико-хімічні показники:			
Масова частка води, %	53,0	-	ДСТУ 7045:2009
Масова частка цукру в перерахунку на с.р., %	4,2	-	ДСТУ 7045:2009
Масова частка жиру в перерахунку на с.р., %	6,1	-	ДСТУ 7045:2009
Пористість м'якушки, %	51,0	-	ДСТУ 7045:2009
Кислотність, град.	3,0	-	ДСТУ 7045:2009

Протокол оформив:

Богдан Г.С.

22.08.2024р.

ПІБ

дата

підпис

Відповідальний за проведення випробувань:

Гетьман І.А.

22.08.2024р.

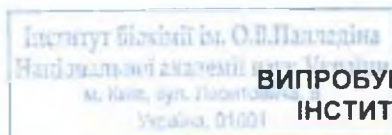
ПІБ

дата

підпис

Результати випробувань стосуються тільки зразків, які піддавались випробуванням. Цей протокол не можна відтворювати, тиражувати та поширювати як офіційний документ без дозволу відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції

7.8.01/ВАД редакція 2 зміна 0 від 07.07.2022



ВИПРОБУВАЛЬНО-БІОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР ІНСТИТУТУ БІОХІМІЇ НАН УКРАЇНИ

Вміст вітамінів у зразках

№ п/п	Назва показника	Зразок №1 Хліб Безглютеновий з рисовим борошном (Контроль) мг / 100г	Зразок №2 Хліб Безглютеновий Соргово-рисовий на заквасці мг / 100г	Зразок №3 Хліб Безглютеновий Рисовий на заквасці мг / 100г
1	Вітамін В ₁	0,112 ± 0,002	0,123 ± 0,001	0,083 ± 0,003
2	Вітамін В ₂	0,033 ± 0,001	0,035 ± 0,001	0,030 ± 0,002
3	Вітамін В ₃ (ніацин)	0,95 ± 0,14	2,40 ± 0,19	2,22 ± 0,01

Відповідальні виконавці:

наук. співр.

м.н.с.

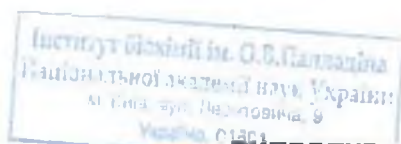
м.н.с.

О.О. Меженська

С.П. Степаненко

Л.І. Чехівська





**ВИПРОБУВАЛЬНО-БІОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР
ІНСТИТУТУ БІОХІМІЇ НАН УКРАЇНИ**

Амінокислотний аналіз

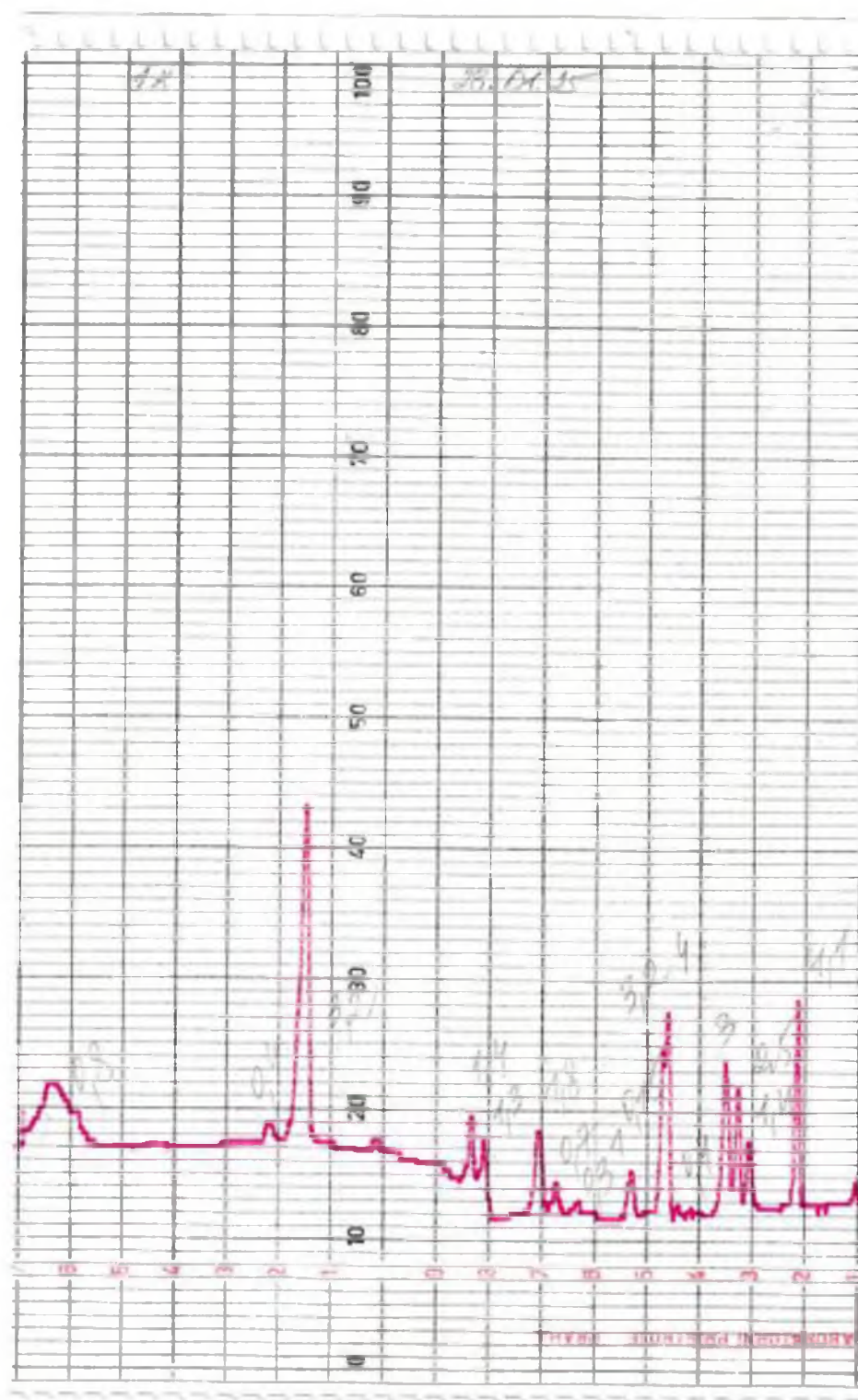
Зразок №1 Хліб безглютеновий з рисовим борошном (контроль)

Амінокисл.	Кількість мк/моль	Кількість мг	% по мк/моль	% по мг
Лізін	0,416	0,0607	10,56	11,99
Гістидін	0,068	0,0105	1,72	2,08
Аргінін	0,254	0,0442	6,46	8,73
Асп. Кисл.	0,410	0,0545	10,42	10,77
Треонін	0,179	0,0214	4,56	4,22
Серін	0,269	0,0282	6,83	5,58
Глут. Кисл.	0,429	0,0630	10,89	12,45
Пролін	0,308	0,0354	7,82	6,99
Гліцин	0,331	0,0248	8,40	4,90
Аланін	0,327	0,0291	8,30	5,74
Цистін	0,047	0,0056	1,19	1,11
Валін	0,167	0,0195	4,24	3,85
Метіонін	0,037	0,0055	0,93	1,08
Ізолейцин	0,109	0,0143	2,78	2,83
Лейцин	0,277	0,0363	7,04	7,17
Тіросін	0,148	0,0267	3,76	5,28
Фенілаланін	0,161	0,0266	4,09	5,25
Сума	3,934	0,5062	100,00	100,00

Відповідальний виконавець:
гол.інж.дослідник

М.П.М'ясникова





**ВИПРОБУВАЛЬНО-БІОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР
ІНСТИТУТУ БІОХІМІЇ НАН УКРАЇНИ**

Інститут біохімії ім. О.В.Параджика
Національної академії наук України
м. Київ, вул. Песиківська, 9
Україна, 01001

Амінокислотний аналіз

Зразок №2 Хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці»

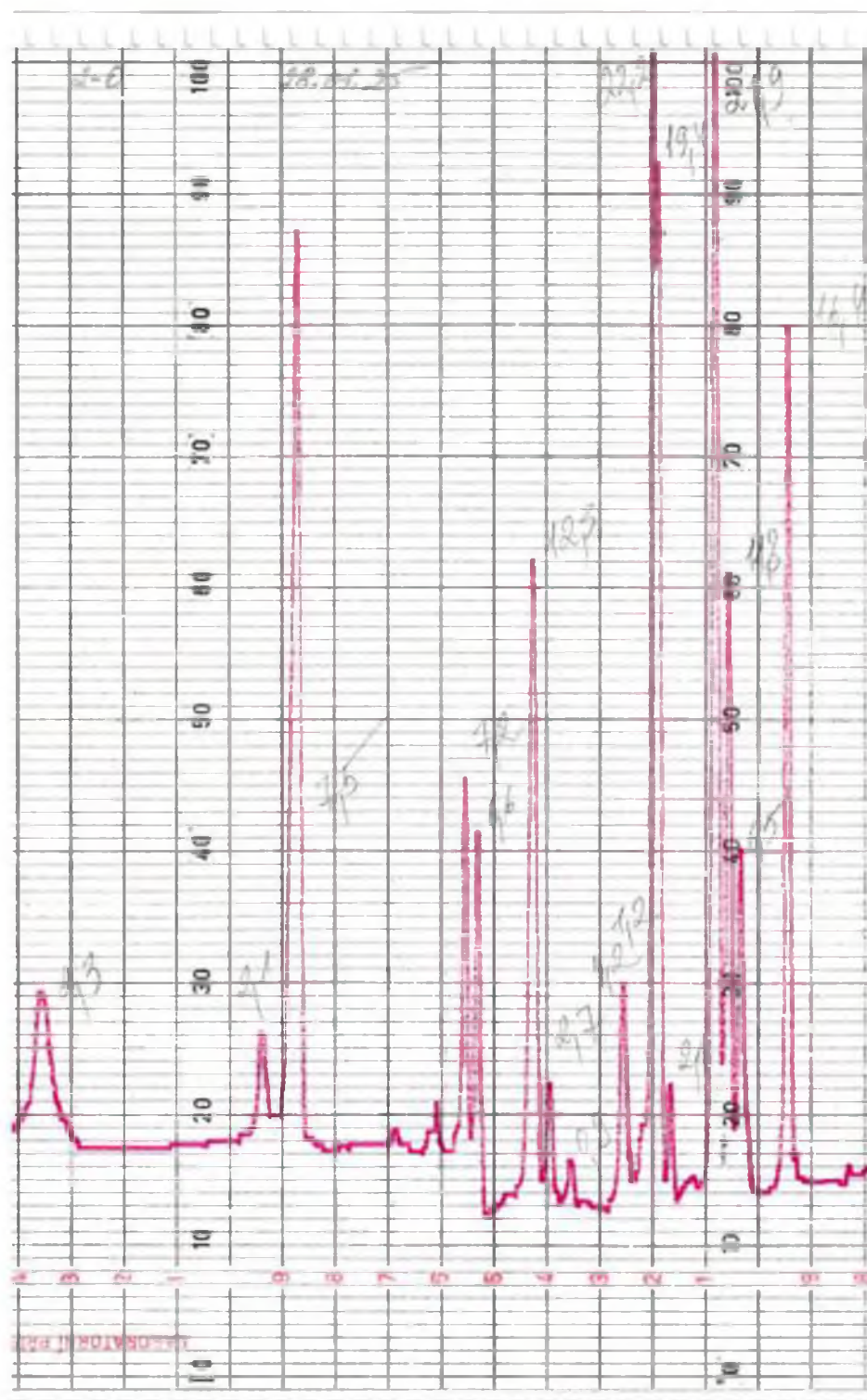
Аминокисл.	Кількість мк/моль	Кількість мг	% по мк/моль	% по мг
Лізін	0,974	0,1422	5,00	5,78
Гістидін	0,356	0,0552	1,83	2,24
Аргінін	0,730	0,1270	3,75	5,16
Асп. Кисл.	1,640	0,2181	8,41	8,86
Треонін	0,833	0,0992	4,28	4,03
Серін	1,269	0,1332	6,51	5,41
Глут. Кисл.	3,129	0,4599	16,05	18,69
Пролін	1,615	0,1858	8,29	7,55
Гліцин	1,603	0,1202	8,23	4,89
Аланін	2,265	0,2016	11,62	8,19
Цистін	0,375	0,0450	1,92	1,83
Валін	0,700	0,0819	3,59	3,33
Метіонін	0,110	0,0164	0,56	0,66
Ізолейцин	0,422	0,0553	2,16	2,25
Лейцин	1,892	0,2479	9,71	10,07
Тіросін	0,750	0,1358	3,85	5,52
Фенілаланін	0,828	0,1366	4,25	5,55
Сума	19,491	2,4612	100,00	100,00

Відповідальний виконавець:
гол.інж.дослідник

М.П.М"ясникова

Підпис *М.П.М'ясникова*
Засвідчую
Інституту біохімії ім. О.В.Параджика
національної академії наук України
" 20 " 0 2020







ВИПРОБУВАЛЬНО-БІОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР ІНСТИТУТУ БІОХІМІЇ НАН УКРАЇНИ

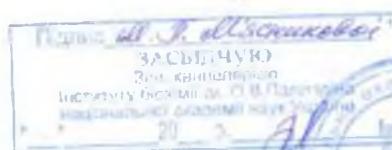
Амінокислотний аналіз

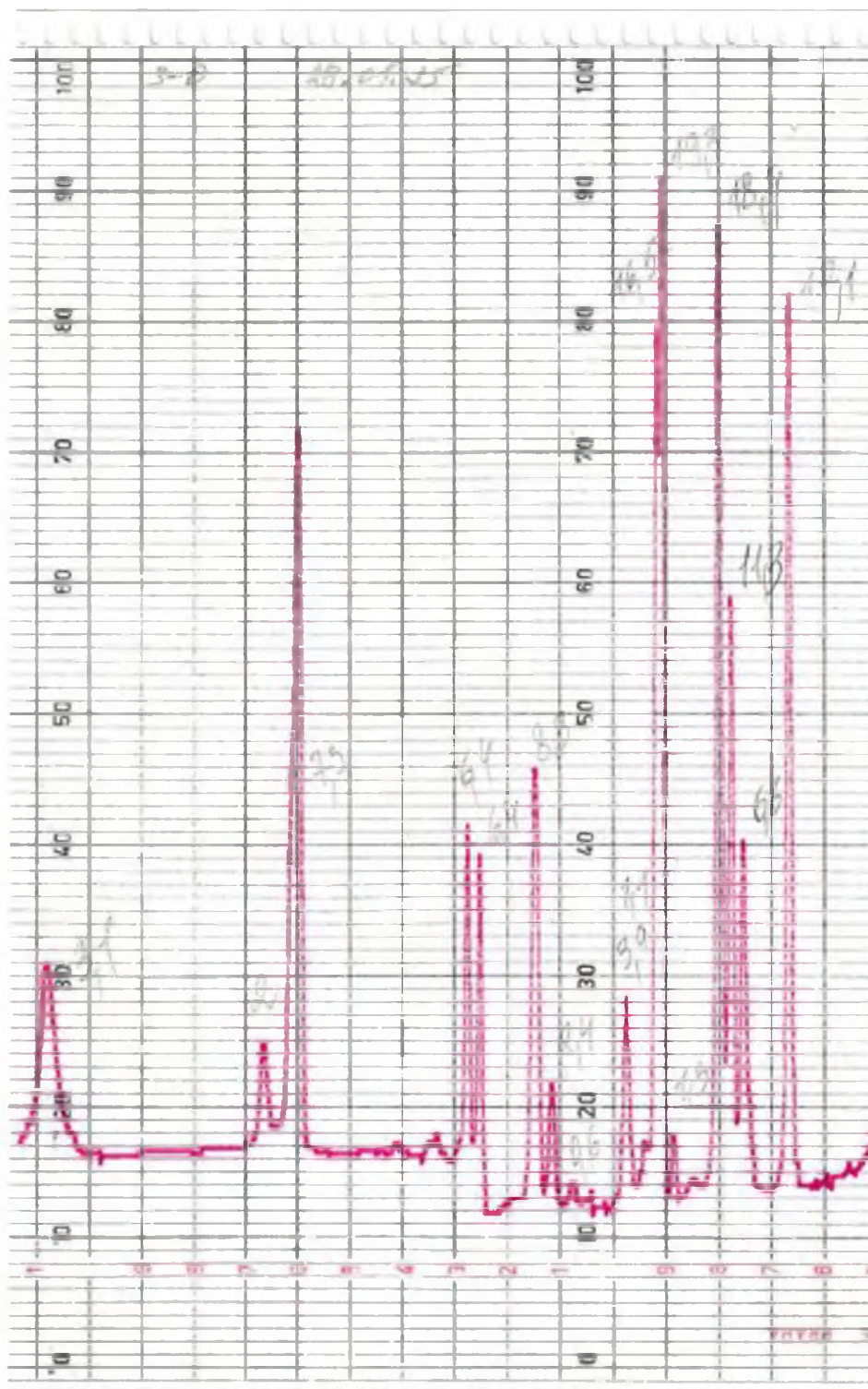
Зразок №3 Хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці»

Амінокисл.	Кількість мк/моль	Кількість мг	% по мк/моль	% по мг
Лізін	0,948	0,1384	5,55	6,35
Гістидин	0,339	0,0525	1,98	2,41
Аргінін	0,984	0,1712	5,76	7,85
Асп. Кисл.	1,710	0,2274	10,01	10,43
Треонін	0,846	0,1007	4,95	4,62
Серін	1,215	0,1276	7,11	5,85
Глут. Кисл.	2,586	0,3801	15,13	17,44
Пролін	1,000	0,1150	5,85	5,28
Гліцин	1,595	0,1196	9,33	5,49
Аланін	1,684	0,1498	9,85	6,87
Цистин	0,344	0,0413	2,01	1,89
Валін	0,650	0,0761	3,80	3,49
Метіонін	0,073	0,0109	0,43	0,50
Ізолейцин	0,375	0,0491	2,19	2,25
Лейцин	1,277	0,1673	7,47	7,67
Тіросін	0,727	0,1316	4,26	6,04
Фенілаланін	0,736	0,1214	4,30	5,57
Сума	17,089	2,1801	100,00	100,00

Відповідальний виконавець:
гол.інж.дослідник

М.П.М"ясникова





**Додаток Г. Протоколи лабораторних випробувань якості
безглютенового хліба (визначення алергенів)**

UALAB



Food protection

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«ЮАЛАБ»Адреса: 02002, Україна, м. Київ, вул. Євгена Сверстюка, 4-А, офіс 206
Телефон: 066-270-37-43; 068-957-07-82, E-mail: lmikh@ukr.net

LLC «UALAB»

Post adres: Office 200, 4-A Str. Evgeny Sverstiuka, Kyiv, 02002, Ukraine
Mob: 066-270-37-43, 068-957-07-82, E-mail: lmikh@ukr.net

Випробувальна лабораторія

Сертифікат про відповідність ДСТУ/ISO 10012:2005 № 08-0029/2022 від 17.05.2022р.

Протокол № 0082-025

«19» лютого 2025 р.

Заявник: Приватна особа Ланська Віта Дмитрівна, аспірант ДТЕУ

Об'єкт випробувань: Безглютеновий хліб № 0082-025/1 – зразок «Соргово-рисовий на заквасці»

Дата виготовлення: 13.02.2025р. о 15:00. Об'єм партії: 10кг (Акт впровадження ТОВ «Чанта Маунт»)

Відібрано: Замовником, Акт відбору проб № 1 від 13.02.2025р.

Вага зразка: 1000 г

Мета дослідження: Перевірка зразка безглютенового хліба «Соргово-рисовий на заквасці» за показниками глютен, мікотоксини, радіонукліди на відповідність ТТУ00389676.74, 7520:2025

Дата надходження зразка: 13.02.2025р.

Термін проведення випробувань: 14.02.2025р.* 19.02.2025р.

Результати випробувань

Вміст глютену:

Безглютеновий хліб № 0082 - 025 /1 – зразок «Соргово-рисовий на заквасці»

Найменування показників	Вимоги НД	Результати випробувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4	5
Масова частка глютену, мг/кг (для харчових продуктів, що не містять глютену)	Не більше 20,0	10,7	±0,12	МВВ 17 59-12 МВ № R-7001 РІ* – 35-01/01

Мікотоксини

Безглютеновий хліб № 0082 -025 /2 – зразок «Соргово -рисовий на заквасці»

1	2	3	4	5
Масова частка афлатоксину В ₁ , мкг/кг	не більше 0,005	не виявлено (<0,005)		МВВ 081/12-0189-05
Масова частка зearаленону, мкг/кг	не більше 1,0	не виявлено (<1,0)		МВВ 081/12-0256-05
Масова частка дезоксиниваленолу, мкг/кг	не більше 0,5	не виявлено (<0,5)		МВВ 081/12-0255-05

Радіонукліди

Безглютеновий хліб № 0082 -025 /3 – зразок «Соргово-рисовий на заквасці»

1	2	3	4	5
Питома активність цезію-137, Бк/кг	не більше 20,0	3,89	±0,15	МВВ 07-119:2011

Продовження додатку Г.1

1	2	3	4	5
Питома активність стронцію-90, Бк/кг	не більше 5,0	1,67	± 0,5	МВВ від 10.08.98

[1] – [15-1] [16] – робочі інструкції на метод випробувань

Методи, що використовувались для визначення потужності: Визначення вмісту глікогену проводились методом імуно-ферментного аналізу (ІФА) з використанням тест-наборів виробництва фірми «Г. Вірхагт», Німеччина

Використані обладнання: Центрифуга MW-251, Ваги аналітичні OHAUS P4 214С, Салттери Thermoscientific, Мікрокалориметричний фотометр Multiscan FC

визначення масової частки глікогену за ДСТУ -Н CODEX STAN 118 2014 «Харчові продукти спеціального дієтичного споживання для осіб з непереносимістю глікогену. Загальні умови»

визначення потужності активності радіонуклідів проводилось сумісним спектрометричним методом на бета-гамма спектрометричному комплексі СЕГ-СББ-01 (НВП «Атом Калібр» Приват», м. Київ, Україна).

визначення микотоксинів проводилось з використанням тест-наборів виробництва фірми «Г. Вірхагт», Німеччина

Висновки НД покладені ґрунтовно з матеріалу МОЗ України від 13.05.2013 № 368 про затвердження Державних гігієнічних нормативів і модифікації

«Результати мас-спектрального аналізу окремих забруднювачів у харчових продуктах»

Примітки: 1. Протокол стосується продукції, що підлягала випробуванню

2. Лабораторія несе відповідальність лише за ірзюк, що надійшов на випробування.

Директор



Людмила МІХІЄНKOBA

UALAB



Food protection

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«ЮАЛАБ»Адреса: 02002, Україна, м. Київ, вул. Євгена Свєрстиука, 4 -А, офіс 206
Телефон: 066-270-37-43; 068-957-07-82, E-mail: lmikha@ukr.net

LLC «UALAB»

Post adres: Office 200, 4-A Str. Evgeny Sverstiuka, Kyiv, 02002, Ukraine
Mob: 066-270-37-43, 068-957-07-82, E-mail: lmikha@ukr.net

Випробувальна лабораторія

Свідоцтво про відповідність ДСТУ/ISO 10012:2005 № 08-0029/2022 від 17.05.2022р.

Протокол № 0081-025

«19» лютого 2025 р.

Заявник: Приватна особа Ланська Віта Дмитрівна, аспірант ДТЕУ

Об'єкт випробувань: Безглютеновий хліб № 0081-025/1 – зразок «Рисовий на заквасці»

Дата виготовлення: 13.02.2025р. о 14:00. Об'єм партії: 10кг (Акт впровадження ТОВ «Чанта Маунт»)

Відібрано: Замовником, Акт відбору проб № 1 від 13.02.2025р.

Вага зразка: 1000 г

Мета дослідження: Перевірка зразка безглютенового хліба «Рисовий на заквасці» за показниками глютен, мікотоксини, радіонукліди на відповідність ТТУ00389676.74, 7521:2025

Дата надходження зразка: 13.02.2025р.

Термін проведення випробувань: 14.02.2025р. + 19.02.2025р.

Результати випробувань

Вміст глютену:

Безглютеновий хліб № 0081 - 025 /1 – зразок «Рисовий на заквасці»

Найменування показників	Вимоги НД	Результати випробувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4	5
Масова частка глютену, мг/кг (для харчових продуктів, що не містять глютену)	Не більше 20,0	15,4	±0,18	МВВ 17 59-12 МВ № R-7001 PI* – 35-01/01

Мікотоксини

Безглютеновий № 0081 -025 /2 – зразок «Рисовий на заквасці»

1	2	3	4	5
Масова частка афлатоксину В ₁ , мкг/кг	не більше 0,005	не виявлено (<0,005)		МВВ 081/12-0189-05
Масова частка зеараленону, мкг/кг	не більше 1,0	не виявлено (<1,0)		МВВ 081/12-0256-05
Масова частка дезоксиниваленолу, мкг/кг	не більше 0,5	не виявлено (<0,5)		МВВ 081/12-0255-05

Радіонукліди

Безглютеновий № 0081 -025 /3 – зразок «Рисовий на заквасці»

1	2	3	4	5
Питома активність цезію-137, Бк/кг	не більше 20,0	3,51	±0,1	МВВ 07-119:2011

Продовження додатку Г.2

1	2	3	4	5
Питома активність стронцію-90, Бк/кг	не більше 5,0	1,31	$\pm 0,5$	МВВ від 10.08.98

РІ* – 35-01/01 – робоча інструкція на метод випробувань.

Методи, що використовуються для визначення показників: Визначення активності гліюгену проводиться методом імуноферментного аналізу (ІФА) з використанням тест-наборів виробництва фірми «e-Vitrodiagnost», Німеччина.

Використані обладнання: Цифровий МРВ-251, Ваги аналітичні OHAUS PA 214C, Салімери ThermoScientific, Микротитриметричний флуориметр Multiscan FC.

-визначення чистоти гліюгену за ДСТУ -Н CODEX STAN 118:2014 «Харчові продукти спеціального дієтичного споживання для осіб з непереносимістю гліюгену. Загальні умови».

-визначення питомої активності радіонуклідів проводиться спеціальними спектрометричними методами на бета-гамма спектрометричному комплексі СЕГ-СБ-01 (НВП "Атом Комплекс Прилад" м. Київ, Україна).

-визначення мікроелементів проводиться з використанням тест-наборів виробництва фірми «e-Vitrodiagnost», Німеччина.

Випуск НД наведено згідно з наказом МОЗ України від 13.05.2013 № 364 про затвердження Державних записників прямих і непрямих радіаційних наслідків ризику окремих захворювань, речовин у харчових продуктах.

Примітки: 1. Протокол стосується продукції, що підлягала випробуванню.

2. Лабораторія несе відповідальність лише за трезок, що надійшли на випробування.

Директор



Людмила МІХІЄНKOBA

**Додаток Д. Протоколи лабораторних випробувань
якості безглютенового хліба при зберіганні**



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ
ВІДДІЛ АНАЛІТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

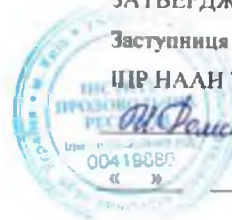
вул. Є. Сверстюка, 4а, м. Київ, Україна, 02002, тел. + 38 (044) 517-17-37, факс: + 38 (044) 517-02-28
e-mail: ipr_2018@ukr.net Код ЄДРПОУ 00419880

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступниця директора з наукової роботи

ІПР НААН України

Ірина РОМАНЧУК



2024 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

Всього аркушів 5



20119
ДСТУ ISO/IEC 17025

Відділ аналітичних досліджень та якості харчової продукції акредитований
Національним агентством з акредитації України на компетентність відповідно до вимог
ДСТУ ISO/IEC 17025:2019

Атестат акредитації № 201199 від 19 липня 2023 р.

Київ-2024

Продовження додатку Д.1

Протокол випробувань
Аркуш 2, всього аркушів 5

Дата випробувань	Визначення мікробіологічних показників
Об'єкти випробувань	Зразок № 1 – хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці», 24 год після випікання
	Зразок № 2 – хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці», 48 год після випікання
	Зразок № 3 – хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці», 72 год після випікання
	Зразок № 4 – хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці», 2 год після випікання
	Зразок № 5 – хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці», 4 год після випікання
	Зразок № 6 – хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці», 7 год після випікання
Дата надходження зразків	01.09.2024р.
Дата проведення випробувань	01.09.2024р. – 16.09.2024р.
Обладнання	Термостат електричний сухоповітряний TCM - 80 M2, в лабораторії електронні "OHAUS Pioneer PA 214"
Результати випробувань	Результати надано у таблицях 1-6

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Зразок №1 хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці», 24 год після випікання

Табл.

Показник, од. вимірювання	Результати випробувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8446:2015
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г	відсутні	-	ГОСТ 30518-97
<i>Escherichia coli</i> , в 1,0 г	відсутні	-	ДСТУ ГОСТ 30726-2002
<i>Bacillus cereus</i> , КУО/г	відсутні	-	ДСТУ ISO 7932:2007
Пісіневі гриби, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Дріжджі, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	відсутні	-	ДСТУ EN 12824:2004

Результати випробувань стосуються тільки зразків, які підлягали випробуванню. Цей протокол не можна відтворювати, тиражувати та поширювати як офіційний документ без дозволу відділу аналітичних випробувань та якості харчової продукції

7.8.01/ВАД редакція 2 зміна 0 від 07.07.2022

Продовження додатку Д.1

Протокол випробувань
Аркуш 3, всього аркушів 5

Зразок №2

хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці», 48 год після
випікання

Табл.

Показник, од. вимірювання	Результати випробувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8446:2015
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г	відсутні	-	ГОСТ 30518-97
<i>Escherichia coli</i> , в 1,0 г	відсутні	-	ДСТУ ГОСТ 30726-2002
<i>Bacillus cereus</i> , КУО/г	відсутні	-	ДСТУ ISO 7932:2007
Плісневі гриби, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Дріжджі, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	відсутні	-	ДСТУ EN 12824:2004

Зразок №3

хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці», 72 год після
випікання

Табл.

Показник, од. вимірювання	Результати випробувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8446:2015
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г	відсутні	-	ГОСТ 30518-97
<i>Escherichia coli</i> , в 1,0 г	відсутні	-	ДСТУ ГОСТ 30726-2002
<i>Bacillus cereus</i> , КУО/г	відсутні	-	ДСТУ ISO 7932:2007
Плісневі гриби, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Дріжджі, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	відсутні	-	ДСТУ EN 12824:2004

Результати випробувань стосуються тільки зразків, які піддавались випробуванню. Цей протокол не має
мати відтворений, тиражований та поширення як офіційний документ без дозволу відділу аналітичних
випробувань та якості харчової продукції

№ 7.8.01/ВАД редакція 2 змін 0 від 07.07.2022

Продовження додатку Д.1

Протокол випробувань
Аркуш 4, всього аркушів 5

Зразок №4

хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці», 24 год після випікання

Таб.

Показник, од. вимірювання	Результати випробувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8446:2015
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г	відсутні	-	ГОСТ 30518-97
<i>Escherichia coli</i> , в 1,0 г	відсутні	-	ДСТУ ГОСТ 30726-2002
<i>Bacillus cereus</i> , КУО/г	відсутні	-	ДСТУ ISO 7932:2007
Плісневі гриби, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Дріжджі, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	відсутні	-	ДСТУ EN 12824:2004

Зразок №5

хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці», 24 год після випікання

Таб.

Показник, од. вимірювання	Результати випробувань	Невизначеність, U (k=2, P=0,95)	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8446:2015
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г	відсутні	-	ГОСТ 30518-97
<i>Escherichia coli</i> , в 1,0 г	відсутні	-	ДСТУ ГОСТ 30726-2002
<i>Bacillus cereus</i> , КУО/г	відсутні	-	ДСТУ ISO 7932:2007
Плісневі гриби, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Дріжджі, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	відсутні	-	ДСТУ EN 12824:2004

Результати випробувань стосуються тільки зразків, які піддавались випробуванню. Цей протокол не може бути відтворений, тиражований та поширений як офіційний документ без дозволу відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції

№ 7.8.01/ВАД редакція 2 зміна 0 від 07.07.2022

Продовження додатку Д.1

Протокол випробувань
Аркуш 5, всього аркушів 5

Зразок №6

хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці», 24 год після випікання

Таб.

Показник, од. вимірювання	Результати випробувань	Невизначеність, $U(k=2, P=0,95)$	Позначення НД на методи випробувань
1	2	3	4
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8446:2015
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г	відсутні	-	ГОСТ 30518-97
<i>Escherichia coli</i> , в 1,0 г	відсутні	-	ДСТУ ГОСТ 30726-2002
<i>Bacillus cereus</i> , КУО/г	відсутні	-	ДСТУ ISO 7932:2007
Плісневі гриби, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Дріжджі, КУО/г	<1,0	-	ДСТУ 8447:2015
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	відсутні	-	ДСТУ EN 12824:2004

Протокол оформив:

Богдан Г.С.

16.09.2024р.

ПІБ

дата

підпис

Відповідальний за проведення випробувань:

Королюк К.С.

16.09.2024р.

ПІБ

дата

підпис

Результати випробувань стосуються тільки зразків, які підлягали випробуванню. Цей протокол не може бути відтворений, тиражований та поширений як офіційний документ без дозволу відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції

~ 7.8.01/ВАД редакція 2 зміна 0 від 07.07.2022

Зміни показників якості безглютенового рисового хліба (контроль*)
під час зберігання

n=5, P≤0,05

Показники	Хліб рисовий свіжовиготов лений	Фактичний вміст за тривалості зберігання			
		24 год	48 год	72 год	96 год
Мікробіологічні показники					
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г не більше ніж	0,5x10 ¹	1,2x10 ²	3,4x10 ²	5,0x10 ²	6,7x10 ²
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г	не виявлено	не виявлено			
<i>E.coli</i> , в 1,0 г	не виявлено	не виявлено			
<i>B.cereus</i> , КУО/г	не виявлено	не виявлено			
Плісеневі гриби, КУО/г	не виявлено	не виявлено			
Дріжджі, КУО/г	не виявлено	не виявлено			
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	не виявлено	не виявлено			
Органолептичні показники					
Зовнішній вигляд	4,81	4,80	4,75	4,5	4,4
Колір	4,88	4,85	4,7	4,6	4,4
Стан м'якушки	4,84	4,60	4,1	3,3	3,0
Структура пористості	4,91	4,85	4,7	4,6	4,4
Запах	4,69	4,6	4,5	4,5	4,2
Смак	4,56	4,5	4,2	3,6	3,2

*Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навч. посіб. Київ: ПрофКнига, 2019. 580 с.

Додаток Е. Нормативна документація

ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ «УКРХЛІБПРОМ»

ДКПП 10.71.11

УКНД 67.060

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-технологічної лабораторії (ЦВТЛ) Укрхлібпрому



Л. А. Гуленко
2025 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова Ради – генеральний директор Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром»

«23» січня 2025 року



О. М. Васильченко
2025 року

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

на виробництво

безглютенового хліба «Рисовий на заквасці»

ТІУ 00389676.74.7521:2025

Чинна від 23 січня 2025 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів

Акт № 1

від 23 січня 2025 року

РОЗРОБЛЕНО:

д.т.н., проф.

Д. В. Федорова
« 6 » січня 2025 р.

аспірант

В. Д. Ланська
« 6 » січня 2025 р.

ТІУ 00389676.74.7521:2025

1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво безглютенових дієтичних хлібобулочних виробів – хліба безглютенового «Рисовий на заквасці», який виготовляється з борошна рисового, дріжджів хлібопекарських пресованих, цукру, солі кухонної, олії соняшникової, клітковини картоплі. Частина рисового борошна вноситься із закваскою на основі стартової культури ЛВ-1.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість хліба безглютенового «Рисовий на заквасці» повинна відповідати вимогам ДСТУ 4588:2006, ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014 та РЦУ.

Хліб виробляється формовим, масою 0,3 - 0,4 кг.

3. ПЕРЕЛІК СИРОВИНИ

Для виробництва хліба використовується така сировина:

Борошно рисове – згідно з ТУ У 82.9-31641954-003:2013;

Сіль кухонна харчова – згідно з ДСТУ 3583:2015;

Дріжджі хлібопекарські пресовані – згідно з ДСТУ 4812:2007;

Цукор – згідно з ДСТУ 4623:2023;

Олія соняшникова – згідно з ДСТУ 4492:2005;

Клітковина картоплі – згідно зі специфікацією і сертифікатом відповідності виробника;

Вода питна – згідно з ДСТУ 7525:2014;

Стартова культура ЛВ-1 для виготовлення рисової закваски – згідно зі специфікацією і сертифікатом відповідності виробника.

Допускається використання іншої взаємозамінної сировини з показниками якості не нижче, ніж вказані в наведеній вище нормативній документації на відповідний вид сировини.

Якість сировини повинна відповідати вимогам діючої на неї нормативно-технічної документації та ДГПіН №368 «Регламент

ТІУ 00389676.74.7521:2025

1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво безглютенових дієтичних хлібобулочних виробів – хліба безглютенового «Рисовий на заквасці», який виготовляється з борошна рисового, дріжджів хлібопекарських пресованих, цукру, солі кухонної, олії соняшникової, клітковини картоплі. Частина рисового борошна вноситься із закваскою на основі стартової культури ЛВ-1.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість хліба безглютенового «Рисовий на заквасці» повинна відповідати вимогам ДСТУ 4588:2006, ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014 та РЦУ.

Хліб виробляється формовим, масою 0,3 - 0,4 кг.

3. ПЕРЕЛІК СИРОВИНИ

Для виробництва хліба використовується така сировина:

Борошно рисове – згідно з ТУ У 82.9-31641954-003:2013;

Сіль кухонна харчова – згідно з ДСТУ 3583:2015;

Дріжджі хлібопекарські пресовані – згідно з ДСТУ 4812:2007;

Цукор – згідно з ДСТУ 4623:2023;

Олія соняшникова – згідно з ДСТУ 4492:2005;

Клітковина картоплі – згідно зі специфікацією і сертифікатом відповідності виробника;

Вода питна – згідно з ДСТУ 7525:2014;

Стартова культура ЛВ-1 для виготовлення рисової закваски – згідно зі специфікацією і сертифікатом відповідності виробника.

Допускається використання іншої взаємозамінної сировини з показниками якості не нижче, ніж вказані в наведеній вище нормативній документації на відповідний вид сировини.

Якість сировини повинна відповідати вимогам діючої на неї нормативно-технічної документації та ДІПІН №368 «Регламент

Продовження додатку Е.1

ТІУ 00389676.74.7521:2025

Дозування рисової закваски в рецептуру хліба безлютенового «Рисовий на заквасці» становить 60 %, таким чином із закваскою вноситься 30 % «збродженого» рисового борошна.

Показники якості готової закваски, а також рецептура та режими приготування тіста для хліба безлютенового «Рисовий на заквасці» наведені в табл.1.

Таблиця 1

Сировина, напівфабрикати та показники процесу	Витрати сировини та параметри приготування тіста		
	Закваска	Тісто	Разом
Борошно рисове, кг	30,0	70,0	100,0
Стартова культура для закваски ЛВ-1*, кг	0,120	-	0,120
Клітковина картоплі, кг	-	3,0	3,0
Дріжджі пресовані, кг	-	1,5	1,5
Сіль кухонна харчова, кг	-	2,0	2,0
Цукор, кг	3,0	2,0	5,0
Олія соняшника, кг	-	4,0	4,0
Вода питна, кг	30,0	80,0	110,0
Закваска стигла, кг	-	63,120	
Всього	63,120	235,62	225,62
Вихід	-	-	615 шт. 330±5
Масова частка води, %	52-54	50-51	-
Температура початкова, °C	26-28	25-26	-
Кислотність, град	11-12	3-4	-
Тривалість бродіння, хв	1200-1440	-	-
Тривалість вистоювання, хв	-	40-50	-

*Визначається до маси борошна у заквасці. Попередньо розчинити стартову культуру для закваски ЛВ-1 у воді з температурою 30-36 °C, заміс закваски вести на першій швидкості 5-8 хв. Закваску залишити на бродіння при температурі 28-30 °C на 20-24 год. Стиглу закваску використовують в приготуванні тіста.

ТІУ 00389676.74.7521:2025

В тістомісильну машину дозують: попередньо змішані сухі компоненти (70% борошна рисового та клітковину картопляну), рисову закваску, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію. Замішують тісто у тістомісильних машинах періодичної дії до утворення однорідної маси протягом 5-7 хв залежно від типу машини.

4.3. Обробка тіста. Вистоювання тістових заготовок. Випікання

Готове тісто ділять на тістові заготовки в форми відливальною машиною. Масу тістової заготовки визначають за встановленою масою готових виробів з урахуванням величин упікання та усихання продукції на підприємстві. Процес бродіння в технології безглютенових виробів відсутній, тому тістові заготовки відразу направляють на вистоювання.

Вистоювання тістових заготовок проводять у шафі остаточного вистоювання при температурі 35-38 °С і відносній вологості 75-80 %. Тривалість вистоювання становить 40-50 хв залежно від умов вистоювання, якості сировини та маси тістової заготовки.

Вистояні тістові заготовки випікають у зволоженій хлібопекарській камері при температурі 190-200 °С протягом 25-30 хв.

Температурний режим, тривалість вистоювання та випікання хліба можуть змінюватися, залежно від типу і конструкції обладнання, умови його експлуатації та якості сировини.

5. ПАКУВАННЯ. МАРКУВАННЯ. ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ. ВИМОГИ ЩОДО ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ. ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ

Пакування, маркування, вимоги щодо безпеки та охорони довкілля, правила приймання та методи контролювання, а також правила транспортування та зберігання проводять відповідно до вимог ДСТУ 4588:2006, ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014. Хліб упаковують в пакети-плівку (PE) з кліпсою на металевій основі або іншу упаковку, дозволена для

ТІУ 00389676.74.7521:2025

використання з харчовими продуктами, яка забезпечує збереження споживчих властивостей і подовжує термін зберігання.

6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ. МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Метрологічне забезпечення виробництва хліба безглютенового «Рисовий на заквасці» здійснюється відповідно до «Рекомендацій щодо метрологічного забезпечення виробництва хліба і хлібобулочних виробів» Р-158.00389697.005:2007. Кількісне визначення глютену в хлібі має бути засновано на імуноферментному або іншому методі, що забезпечує ідентичну чутливість і специфічність.

ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ «УКРХЛІБПРОМ»

ДКПП 10.71.11

УКНД 67.060

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-
технологічної лабораторії (ЦВТЛ)
Укрхлібпрому



П. А. Гуленко
2025 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова Ради – генеральний директор
Об'єднання підприємств
хлібопекарської промисловості
«Укрхлібпром»

О. М. Васильченко
«23» січня 2025 року



РЕЦЕПТУРА

Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного призначення

Хліб безглутеновий «Рисовий на заквасці»

РЦУ 00389676.74.7521:2025

згідно з ДСТУ 4588:2006, ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014

Виробляється за технологічною інструкцією ТІУ 00389676.74.7521:2025

Чинна від 23 січня 2025 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією
Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних
кондитерських та макаронних виробів

Акт № 1

від 23 січня 2025 року

РОЗРОБЛЕНО:

д.т.н., проф.

Д. В. Федорова
«6» січня 2025 р.

аспірант

В. Д. Ланська
«6» січня 2025 р.

РЦУ 00389676.74.7521:2025

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБУ:

Хліб безглютеновий з борошна рисового на рисовій заквасці відноситься до групи дієтичних хлібобулочних виробів, що не містять глютену. Тобто, це вироби, виготовлені з одного або більше інгредієнтів, які не містять пшениці, жита, ячменю, вівса або їх гібридів, в яких глютен не перевищує 20 мг/кг в заг. масі, придатний для вживання людьми із глютензалежними захворюваннями. Частина рисового борошна вноситься із закваскою на основі стартової культури ЛВ-1.

Виготовляється формовим масою 0,3-0,4 кг.

Реалізується хліб в упакованому вигляді. Пакувальні матеріали, які використовуються, повинні бути дозволені до використання МОЗ України, з поміткою «не містить глютену» в безпосередній близькості до назви продукту.

1. 1. Органолептичні показники якості**Таблиця 1 - Органолептичні показники якості хліба**

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
форма	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових впливів. Подовжено-прямокутна, без притисків, не розпливчаста.
поверхня	Гладенька. Без великих тріщин та підривів, без забруднення. Допускаються шорсткість та зморшкуватість упакованих виробів.
колір	Від світло-жовтого до жовтого
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик. Без грудочок та слідів непромісу. Рівномірна, розвинута, без пустот, дрібна за розміром, тонкостінна
Смак і аромат	Властивий даному виробу

Продовження додатку Е.2

РЦУ 00389676.74.7521:2025

1.2. Фізико-хімічні показники якості хліба згідно з таблицею 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники якості

Назва показника	Норма для хліба «Рисовий на заквасці»
Вологість м'якушки, %, не більше	51,0
Кислотність м'якушки, град., не більше	3,5
Пористість м'якушки, %, не менше	52,0
Масова частка цукру на СР, %	5,5±1,0
Масова частка жиру на СР, %	4,7±0,5
Масова частка глютену на СР, не більше ніж мг/кг	20

2. Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Таблиця 3 – Співвідношення частин сировини

по масі на 100 кг борошна

Назва сировини	Витрати сировини, кг, при приготуванні тіста
Борошно рисове ¹	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані ²	1,5
Сіль кухонна харчова	2,0
Цукор	5,0
Олія соняшникова	4,0
Клітковина картоплі	3,0
Разом	115,5

¹ – 30% борошна вноситься із закваскою на основі стартової культури JIB-1

² – Витрати пресованих дріжджів можуть змінюватися залежно від їх підіймальності, якості борошна та способу приготування тіста

3. Мінімальний вихід хліба при вологості борошна 14,5 % – 180,0 %.

4. Термін реалізації виробів – упакований в пакети-плівку (PE) з кліпсою на металевій основі не більше 48 год.

5. Інформаційні дані про енергетичну цінність, вміст білка, жиру та вуглеводів, інших нутрієнтів у 100 г виробу подано в додатку А.

Продовження додатку Е.2

РЦУ 00389676.74.7521:2025

Додаток А (обов'язковий)

Інформаційні дані про поживну (харчову) та енергетичну цінність (калорійність) 100 г безглютенового хліба «Рисовий на заквасці»

Назва показника	Кількість
Білки, г	2,18
Жири, г, з них:	2,3
насичені жирні кислоти, г	0,8
Вуглеводи, г, з них:	43,6
крохмаль, г	38,8
цукри, г	2,7
харчові волокна, г	2,2
Інші нутрієнти:	
фосфор, мг	42,0
залізо, мг	0,2
Е (токоферол), мг	0,4
РР (ніацин), мг	1,1
Енергетична цінність 100 г продукту, ккал/кДж	203,8/852,7

ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ «УКРХЛІБПРОМ»

ДКПП 10.71.11

УКНД 67.060

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-
технологічної лабораторії (ЦВТЛ)
Укрхлібпрому



Д. А. Гуленко
2025 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова Ради – генеральний директор
Об'єднання підприємств
хлібопекарської промисловості
«Укрхлібпром»



О. М. Васильченко
2025 року

РЕЦЕПТУРА

Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного призначення

Хліб безглютеновий «Сорговий на заквасці»

РЦУ 00389676.74.7520:2025

згідно з ДСТУ 4588:2006, ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014

Виробляється за технологічною інструкцією ТІУ 00389676.74.7520:2025

Чинна від 23 січня 2025 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією
Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних
кондитерських та макаронних виробів

Акт № 1

від « 23 » січня 2025 р.

РОЗРОБЛЕНО:

д.т.н., проф.

Д. В. Федорова
« 6 » січня 2025 р.

аспірант

В. Д. Ланська
« 6 » січня 2025 р.

РЦУ 00389676.74.7520:2025

1. Характеристика виробу

Хліб безглютеновий з суміші борошна з сорго та рисового на рисовій заквасці відноситься до групи дістичних хлібобулочних виробів, що не містять глютену. Тобто, це вироби, виготовлені з одного або більше інгредієнтів, які не містять пшениці, жита, ячменю, вівса або їх гібридів, в яких глютен не перевищує 20 мг/кг в заг. масі, придатний для вживання людьми із глютензалежними захворюваннями. Рисове борошно вноситься із закваскою на основі стартової культури ЛВ-1.

Виготовляється формовим масою 0,3-0,4 кг.

Реалізується хліб в упакованому вигляді. Пакувальні матеріали, які використовуються, повинні бути дозволені до використання МОЗ України, з поміткою «не містить глютену» в безпосередній близькості до назви продукту.

1.1. Органолептичні показники якості**Таблиця 1 – Органолептичні показники якості хліба**

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
форма	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових впливів. Подовжено-прямокутна, без притисків, не розпливчаста.
поверхня	Гладенька. Без великих тріщин та підривів, без забруднення. Допускаються шорсткуватість та зморшкуватість упакованих виробів.
колір	Від світло-жовтого до коричневого
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик. Без грудочок та слідів непромісу. Рівномірна, розвинута, без пустот, середня за розміром, тонкостінна.
Смак і аромат	Власний даному виробу, відчувається присмак і аромат борошна сорго з деякою кислинкою

РЦУ 00389676.74.7520:2025

1.2. Фізико-хімічні показники якості хліба згідно з таблицею 2.**Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники якості**

Назва показника	Норма для хліба «Сорговий на заквасці»
Вологість м'якушки, %, не більше	53,0
Кислотність м'якушки, град., не більше	3,0
Пористість м'якушки, %, не менше	51,0
Масова частка цукру на СР, %	4,3±1,0
Масова частка жиру на СР, %	6,4±0,5
Масова частка глютену на СР, не більше ніж мг/кг	20

2. Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна**Таблиця 3 – Рисове борошно вноситься із закваскою на основі стартової культури ЛВ-1**

Назва сировини	Витрати сировини, кг, при приготуванні тіста
Борошно з сорго	70,0
Борошно рисове ¹	30,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані ²	1,5
Сіль кухонна харчова	2,0
Цукор білий кристалічний	5,0
Олія соняшникова	4,0
Клітковина картоплі	3,0
Разом	115,5

¹ – вся кількість борошна вноситься із закваскою на основі стартової культури ЛВ-1² – Витрати пресованих дріжджів можуть змінюватися залежно від їх підіймальної сили, якості борошна та способу приготування тіста**3. Мінімальний вихід хліба при вологості борошна 14,5 % 181,6 %.****4. Термін реалізації виробів – упакований в пакети-плівку (PE) з кліпсою на металевій основі не більше 48 год.****5. Інформаційні дані про енергетичну цінність, вміст білка, жиру та вуглеводів, інших нутрієнтів у 100 г виробу подано в додатку А.**

Продовження додатку Е.3

РЦУ 00389676.74.7520:2025

Додаток А (обов'язковий)

**Інформаційні дані
про поживну (харчову) та енергетичну цінність (калорійність) 100 г
безглютенового хліба «Сорговий на заквасці»**

Назва показника	Кількість
Білки, г	3,5
Жири, г, з них:	3,0
насичені жирні кислоти, г	0,8
Вуглеводи, г, з них:	39,3
крохмаль, г	34,1
цукри, г	2,0
харчові волокна, г	2,7
Інші нутрієнти:	
фосфор, мг	108,4
залізо, мг	1,8
Е (токоферол), мг	0,6
РР (ніацин), мг	3,7
Енергетична цінність 100 г продукту, ккал/кДж	199,8/836

ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ «УКРХЛІБПРОМ»

ДКПП 10.71.11

УКНД 67.060

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-технологічної лабораторії (ЦВТЛ)
Укрхлібпрому

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова Ради – генеральний директор
Об'єднання підприємств
хлібопекарської промисловості
«Укрхлібпром»



Д. А. Гуленко
2025 року



О. М. Васильченко
2025 року

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
на виробництво
безглютенового хліба «Сорговий на заквасці»
ТІУ 00389676.74.7520:2025

Чинна від 23 січня 2025 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією
Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних
кондитерських та макаронних виробів

Акт № 1

від 23 січня 2025 року

РОЗРОБЛЕНО:

Д.Т.Н. проф.

Д. В. Федорова
« 6 » січня 2025 р.

аспірант

В. Д. Ланська
« 6 » січня 2025 р.

ТІУ 00389676.74.7520:2025

1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво безглютенових дієтичних хлібобулочних виробів – хліба безглютенового «Сорговий на заквасці», який виготовляється з борошна сорго та рисового, дріжджів хлібопекарських пресованих, цукру білого кристалічного, солі кухонної, олії соняшникової, клітковини картоплі. Рисове борошно вноситься із закваскою на основі стартової культури ЛВ-1.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість хліба безглютенового «Сорговий на заквасці» повинна відповідати вимогам ДСТУ 4588:2006, ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014 та РЦУ.

Хліб виробляється формовим, масою 0,3 - 0,4 кг.

3. ПЕРЕЛІК СИРОВИНИ

Для виробництва хліба використовується така сировина:

Борошно з сорго – згідно з ТУ У 10.6-40031180-001:2016;

Борошно рисове – згідно з ТУ У 82.9-31641954-003:2013;

Сіль кухонна харчова – згідно з ДСТУ 3583:2015;

Дріжджі хлібопекарські пресовані – згідно з ДСТУ 4812:2007;

Цукор – згідно з ДСТУ 4623:2023;

Олія соняшникова – згідно з ДСТУ 4492:2005;

Клітковина картоплі – згідно зі специфікацією і сертифікатом відповідності виробника;

Вода питна – згідно з ДСТУ 7525:2014;

Стартова культура ЛВ-1 для виготовлення рисової закваски – згідно зі специфікацією і сертифікатом відповідності виробника.

Допускається використання іншої взаємозамінної сировини з показниками якості не нижче, ніж вказані в наведеній вище нормативній документації на відповідний вид сировини.

ТІУ 00389676.74.7520:2025

Якість сировини повинна відповідати вимогам діючої на неї нормативно-технічної документації та ДГПІН №368 «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», затверджені МОЗ України від 13.05.2013 р. №368 за показниками безпеки.

4. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4.1. Підготовка сировини до виробництва

Підготовка сировини до виробництва хліба проводиться згідно з «Правилами організації і ведення технологічного процесу на хлібопродукти підприємства», затвердженими наказом об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» від 19.07. 2000 за № 37.

Дріжджі, сіль, цукор перед замісом тіста розчиняються в мінімальній кількості води. Кількість води розраховують, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста. При використанні сухих дріжджів іноземного виробництва підготовка та заміна здійснюється у відповідності з рекомендаціями фірми виробника.

Сухі компоненти – борошно сорго та клітковина картоплі змішуються перед використанням. Попередньо готується закваска з рисового борошна.

4.2. Приготування тіста

Тісто для хліба безглютенового «Сорговий на заквасці» готується на густій рисовій заквасці в дві стадії (закваска - тісто) безопарним способом (табл.1).

4.2.1. Приготування закваски з рисового борошна на основі стартової культури ЛВ-1

Попередньо розчинити стартову культуру для закваски ЛВ-1 у воді з температурою 30-36 °С, заміс закваски проводити в ферментаторі на першій швидкості 5-8 хв. Для приготування закваски, змішують борошно рисове з водою (співвідношення 1:1). Закваску залишити на бродіння при температурі 28-30 °С на 20-24 год. Стиглу закваску використовують в приготуванні тіста.

Продовження додатку Е.4

ТІУ 00389676.74.7520:2025

Дозування рисової закваски в рецептуру хліба безглютенового «Сорговий на заквасці» становить 60 %, таким чином із закваскою вноситься 30 % «збродженого» рисового борошна.

Показники якості готової закваски, а також рецептура та режими приготування тіста для хліба безглютенового «Сорговий на заквасці» наведені в табл.1.

Таблиця 1

Сировина, напівфабрикати та показники процесу	Витрати сировини та параметри приготування тіста		
	Закваска	Тісто	Разом
Сировина			
Борошно рисове, кг	30,0	-	30,0
Борошно з сорго, кг	-	70,0	70,0
Стартова культура для закваски ЛВ-1*, кг	0,120	-	0,120
Клітковина картоплі, кг	-	3,0	3,0
Дріжджі пресовані, кг	-	1,5	1,5
Сіль кухонна харчова, кг	-	2,0	2,0
Цукор, кг	3,0	2,0	5,0
Олія соняшника, кг	-	4,0	4,0
Вода питна, кг	30,0	90,0	120,0
Закваска стигла, кг	-	63,120	
Всього	63,120	235,62	235,62
Вихід			369 шт 330±5
Масова частка вологи, %	52-54	52-53	
Температура початкова, °С	26-28	25-26	
Кислотність, град	11-12	3-4	
Тривалість бродіння, хв	1200-1440	-	
Тривалість вистоювання, хв	-	40-50	
*Визначається до маси борошна у заквасці. Попередньо розчинити стартову культуру для закваски ЛВ1 у воді з температурою 30-36 °С, заміс закваски вести на першій швидкості 5-8 хв. Закваску залишити на бродіння при температурі 28-30 °С на 20-24 год. Стиглу закваску використовують в приготуванні тіста.			
Примітка: Параметри технологічного процесу можуть змінюватись залежно від типу і конструктивних особливостей обладнання, умов виробництва та якості сировини.			

ТІУ 00389676.74.7520:2025

В тістомісильну машину дозують: попередньо змішані сухі компоненти (борошно з сорго та клітковину картопляну), рисову закваску, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію. Замішують тісто у тістомісильних машинах періодичної дії до утворення однорідної маси протягом 5-7 хв залежно від типу машини.

4.3. Обробка тіста. Вистоювання тістових заготовок. Випікання.

Готове тісто ділять на тістові заготовки в форми відливальною машиною. Масу тістової заготовки визначають за встановленою масою готових виробів з урахуванням величин упікання та усихання продукції на підприємстві. Процес бродіння в технології безглютенових виробів відсутній, тому тістові заготовки відразу направляють на вистоювання.

Вистоювання тістових заготовок проводять у шафі кінцевого вистоювання при температурі 35-38 °С і відносній вологості 75-80 %. Тривалість вистоювання становить 40-50 хв залежно від умов вистоювання, якості сировини та маси тістової заготовки.

Вистояні тістові заготовки випікають у зволоженій хлібопекарській камері при температурі 190-200 °С протягом 25-30 хв.

Температурний режим, тривалість вистоювання та випікання хліба можуть змінюватися, залежно від типу і конструкції обладнання, умови його експлуатації та якості сировини.

5. ПАКУВАННЯ. МАРКУВАННЯ. ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ.

ВИМОГИ ЩОДО ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ. ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ.

ПРАВИЛА ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ

Пакування, маркування, вимоги щодо безпеки та охорони довкілля, правила приймання та методи контролювання, а також правила транспортування та зберігання проводять відповідно до вимог ДСТУ 4588:2006, ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014. Хліб упаковують в пакети-плівку (PE) з кліпсою на металевій основі або іншу упаковку, дозволена для

ТІУ 00389676.74.7520:2025

використання з харчовими продуктами, яка забезпечує збереження споживчих властивостей і подовжує термін зберігання.

6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ. МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПІЧЕННЯ

Метрологічне забезпечення виробництва хліба безглютенового «Сорговий на заквасці» здійснюється відповідно до «Рекомендацій щодо метрологічного забезпечення виробництва хліба і хлібобулочних виробів» Р-158.00389697.005:2007. Кількісне визначення глютену в хлібі має бути засновано на імуноферментному або іншому методі, що забезпечує ідентичну чутливість і специфічність.

Додаток Ж. Протоколи та акти дегустації.

ЗАТВЕРДЖУЮ



Акт

**дегустації безглютенового хліба на заквасці
на кафедрі технології та організації ресторанного господарства**

Учасники дегустації:

члени кафедри ресторанних і крафтових технологій: проф. Федорова Д.В., проф. Гніцевич В.А., проф. Грабовська О.В., проф. Юдіна Т.І., доц. Антонюк І.Ю., доц. Вітряк О.П., доц. Марцин Т.О., доц. Медведева А.О., доц. Перепелиця М.П., асист. Серенко А.А., асист. Гриценко О.Ю., аспірант Ланська В.Д.

Об'єкт дегустаційної оцінки:

- безглютеновий хліб рисовий на рисовій заквасці, виготовлений на рисовому борошні з використанням рисової закваски і комплексного структуроутворювача (0,5% камедь ксантану + 3% клітковини картоплі);
- безглютеновий хліб соргово-рисовий (70:30) на рисовій заквасці, виготовлений на сорговому борошні з використанням рисової закваски і комплексного структуроутворювача (0,5% камедь ксантану+3% клітковини картоплі);
- безглютеновий хліб соргово-рисовий (70:30) на рисовій заквасці, виготовлений на сорговому борошні з використанням рисової закваски і камеді ксантану (0,5%);
- безглютеновий хліб пшоняно-рисовий (70:30) на рисовій заквасці, виготовлений на сорговому борошні з використанням рисової закваски і камеді ксантану (0,5%).

Дата виготовлення: 27 червня 2024 р.

Розробники:

- Д.т.н., професор, завідувач кафедри ресторанних і крафтових технологій, Федорова Д.В.
- Аспірант кафедри ресторанних і крафтових технологій, Ланська В.Д.

Методи: описовий метод, метод балової оцінки.

Методика:

- надано описову характеристику виробам та контрольному зразку в таблиці 1.
- за розробленою 5-ти бальною шкалою оцінювали органолептичні показники виробів та контрольного зразків: зовнішній вигляд, колір (скоринки і м'якуша), смак, запах, та консистенція м'якуша. Встановлені залежності між якісною оцінкою показника і відповідною оцінкою в балах представлено у вигляді таблиці 2.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика органолептичних властивостей безглютенових видів хліба на заквасці та контрольного зразків

Показники	Контроль Хліб пшеничний цільнозерновий (ДСТУ 7517:2014)	Дослідні зразки безглютенового хліба на заквасці			
		Рисовий з КК	Соргово- рисовий з КК	Соргово- рисовий	Пшоняно- рисовий
Зовнішній вигляд, стан поверхні	Хліб має рівну, гладку поверхню без значних тріщин і вм'ятин. Форма хліба правильна і симетрична	Без вм'ятин, без тріщин, форма правильна	Без вм'ятин, з тріщинами , форма правильна	Без вм'ятин, з тріщинами , форма правильна	Без вм'ятин, ледве с тріщини, форма правильна
Забарвлення скоринки	Колір скоринки рівномірний, характерний для цільнозернового хліба - від світло-коричневого до темно-коричневого.	Колір скоринки темно- жовтий	Колір скоринки коричневий	Колір скоринки коричневий	Колір скоринки світло- коричневий
Колір м'якуша	Колір м'якуша відповідає типу використовуваного борошна - від кремового до світло-коричневого	Колір м'якуша білий з жовтим відтінком	Колір м'якуша світло- коричневий	Колір м'якуша світло- коричневий	Колір м'якуша світло- жовтий з жовтим відтінком
Консистенція м'якуша	М'якуш еластичний, пружний, добре пропечений, без ознак сирості або липкості	Пропечений, більш вологий, липкий	Еластичний, пропечений, не липкий, не вологий	Еластичний, пропечений, вологий	Крихкий, пропечений, Не липкий, вологий
Структура пористості	Пористість рівномірна, без великих порожнин.	Середня пористість	Однорідна пористість	Дрібно пористий	Середня пористість
Смак	Присмачений, властивий хлібобулочним виробам з цільнозернового пшеничного борошна.	Ледь помітний кислуватий й присмак	Більш виражений кислуватий й присмак	Помітний кислуватий й присмак	Ледь помітний кислуватий й присмак
Запах	Запах повинен бути присмачений, без сторонніх запахів і присмаків.	Ледь помітний фруктовий	Більш виражений фруктовий	Помітний фруктовий запах	Ледь помітний фруктовий

*КК – клітковина картоплі

Таблиця 2

**Дегустаційна оцінка безглютенових видів хліба на заквасці та
контрольного зразків**

Найменування дегустаційних зразків безглюте-нового хліба	Органолептичні показники						Середньо зважена балова оцінка балів
	Зовніш- ній вигляд	Колір скоринки	Колір м'якуша	Смак і Запах	Консис- тенція м'якуша	Порис- тість	
	Коефіцієнт вагомості, од						
	0,15	0,1	0,1	0,25	0,2	0,2	
Рисовий з КК	4,1	4,2	4,3	3,9	4,0	4,2	4,1
Соргово- рисовий з КК	4,5	4,6	4,3	4,4	4,4	4,6	4,5
Соргово- рисовий	4,5	4,6	4,4	4,3	4,2	4,4	4,4
Пшоняно- рисовий	4,8	4,9	5,0	3,7	4,3	4,2	4,3
Контроль- Хліб пшеничний цільозерновий (ДСТУ 7517:2014	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8	5	4,96

*КК – клітковина картоплі

Результати:

- Виготовлений асортимент безглютенових видів хліба на заквасці відрізняється привабливим зовнішнім виглядом, приємним смаком і запахом, прийнятними характеристиками пористості і консистенції м'якуша що відповідають характеристикам контрольного зразка – хліба з борошна пшеничного цільозернового, вид у розрізі без дефектів.
- Середньозважена балова оцінка нового асортименту хлібних виробів становить 4,74,8 бали.

Висновок дегустаційної комісії: дегустаційною комісією рекомендовано використання технології безглютенових видів хліба в закладах ресторанного господарства та підприємствах хлібопекарської промисловості з метою розширення асортименту хлібобулочних виробів спеціального дієтичного призначення, а саме для осіб хворих на целиацію.

Продовження додатку Ж.1

Постановили:

- Ухвалити технологію безглютенових видів хліба;
- Удосконалене технологічне рішення не потребує додаткового технологічного оснащення, що не ускладнює загальний технологічний процес;
- Рекомендувати технологію безглютенових видів хліба до впровадження у в закладах ресторанного господарства та підприємствах хлібопекарської промисловості.

Завідувач кафедри ресторанних і крафтових технологій



Діна ФЕДОРОВА

27.06.2024

Секретар



Ірина АНТОНІЮК

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «СУЧАСНІ
КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Артур Протченко

«9» грудня 2024 р.

АКТ ДЕГУСТАЦІЇ № 29

від 9 12.2024.

засідання дегустаційної комісії

Даний акт складений представниками ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»: Протченко А. С. – директором ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ», Апелькіна О.В. – шеф-кухарем, та представниками Розробника нових безглютенових хлібобулочних виробів (Державний торговельно-економічний університет): Федоровою Д. В. – д.т.н., професором, завідувачою кафедри ресторанних і крафтових технологій, Ланська В. Д. – аспірантка кафедри ресторанних і крафтових технологій в тому, що в період листопад - грудень 2024 р. у виробничих умовах ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ» було проведено випробування нових видів безглютенових хлібобулочних виробів, зокрема хліб «Сорговий на заквасці» та «Рисовий на заквасці», було здійснено його дегустацію.

Розроблено рецептури та технологію безглютенових хлібобулочних виробів з використанням закваски рисової зі стартовою культурою та клітковини картоплі.

Розроблена технологія безглютенових хлібобулочних виробів з використання заквасок зі стартовими культурами на основі рисового борошна та борошна з сорго; відрізняється тим, що визначено позитивний вплив 10% доданого цукру на біохімічні і реологічні показники рисової закваски, показники технологічного процесу і якість безглютенових виробів.

Дегустаційною комісією проведено органолептичну оцінку безглютенових хлібобулочних виробів. Оцінювання здійснювали за 5-ти бальною шкалою, представленою Розробником, у наступній послідовності: зовнішній вигляд, колір, смак і запах, консистенція (табл. 1).

Таблиця 1

**Результати органолептичної оцінки безглютенових видів хліба на
Заквасці**

Назва зразка		Органолептичні показники якості, бали					Середня оцінка якості, балів	
	Зовніш ній вигляд	Колір скори нки	Колір м'яку ша	Смак і запа х	Конс исте нція м'яку ша	Пористіс ть		
		Коефіцієнт вагомості						
	0,15	0,1	0,1	0,25	0,2	0,2		
Хліб безглютеновий з рисовим борошном (контроль)	4,8	4,5	4,7	3,0	4,5	4,4	4,17	
Хліб безглютеновий Рисовий на заквасці	4,8	4,8	4,7	4,8	4,7	4,7	4,75	
Хліб безглютеновий Сорговий заквасці	4,9	4,9	4,8	4,9	4,9	4,8	4,87	

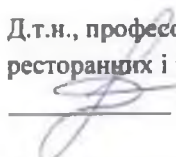
За органолептичними показниками безглютенових видів хліба на заквасці характеризується привабливим зовнішнім виглядом, присмним смаком і запахом, прийнятими характеристиками пористості і консистенції м'якуша, що відповідають характеристикам контрольного зразка, вид в розрізі без дефектів.

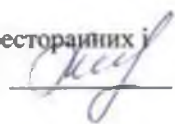
Технічним результатом розробки є створення нових видів безглютенових хлібобулочних виробів з використанням закваски рисової зі стартовою культурою та клітковини картоплі із підвищеною харчовою цінністю, що дозволить розширити асортимент безглютенових виробів, зокрема для харчування осіб, які страждають на непереносимість глютену.

ПОСТАНОВИЛИ:

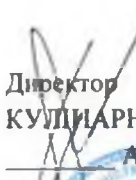
1. Ухвалити технологію виробництва безглютенових хлібобулочних виробів
2. Технологічне рішення не ускладнює загальний виробничий процес та не потребує додаткового технічного оснащення.
3. Сенсорні та реологічні характеристики розроблених безглютенових хлібобулочних виробів з використанням закваски рисової зі стартовою культурою та клітковини картоплі відповідають напрямкам технологічного призначення.
4. Рекомендувати технологію безглютенових хлібобулочних виробів до промислового впровадження та реалізації у закладі ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ».

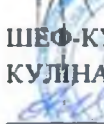
Від Розробника:

Д.т.н., професор, завідувач кафедри
ресторанних і крафтових технологій
 Діна ФЕДОРОВА

Аспірантка кафедри ресторанних і
крафтових технологій 
Віта ЛАНСЬКА

Від Підприємства:

Директор ТОВ «СУЧАСНІ
КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»
 Артур ПРОТЧЕНКО

ШЕФ-КУХАР ТОВ «СУЧАСНІ
КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»
 Олена АПЬОНКІНА



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «КПІ ПРО»

Ярослав ФІЛАТОВ

« 16 » грудня 2024 р.

АКТ ДЕГУСТАЦІЇ № 29

від 16.12.2024.

засідання дегустаційної комісії

Даний акт складений представниками ТОВ «КПІ ПРО»: Філатовим Я.В. – директором ТОВ «КПІ ПРО», Загородній С.В. – інженером-технологом, та представниками Розробника нових безглютенових хлібобулочних виробів (Державний торговельно-економічний університет): Федоровою Д. В. – д.т.н., професором, завідучої кафедри ресторанних і крафтових технологій, Ланська В.Д. – аспірантка кафедри ресторанних і крафтових технологій в тому, що в період листопад - грудень 2024 р. у виробничих умовах ТОВ «КПІ ПРО» було проведено випробування нових видів безглютенових хлібобулочних виробів, зокрема хліб Соргово-рисовий на рисовій заквасці та Рисовий на рисовій заквасці та здійснено його дегустацію.

Розроблено рецептури та технологію безглютенових хлібобулочних виробів з використанням закваски рисової зі стартовою культурою та клітковини картоплі.

Розроблена технологія безглютенових хлібобулочних виробів з використання заквасок зі стартовими культурами на основі рисового і соргового борошна; відрізняється тим, що визначено позитивний вплив 10% доданого цукру на біохімічні і реологічні показники рисової закваски, показники технологічного процесу і якість безглютенових виробів.

Дегустаційною комісією проведено органолептичну оцінку безглютенових хлібобулочних виробів. Оцінювання здійснювали за 5-ти бальною шкалою, представленою Розробником, у наступній послідовності: зовнішній вигляд, колір, смак і запах, консистенція (табл. 1).

Таблиця 1

**Результати органолептичної оцінки безглютенових видів хліба на
Заквасці**

Назва зразка		Органолептичні показники якості, бали					Середня оцінка якості, балів	
	Зовнішній вигляд	Колір скоринки	Колір м'якуша	Смак і запах	Консистенція м'якуша	Пористість		
		Коефіцієнт вагомості						
	0,15	0,1	0,1	0,25	0,2	0,2		
Хліб безглютеновий з рисовим борошном (контроль)	4,8	4,7	4,7	4,0	4,6	4,2	4,42	
Хліб безглютеновий Рисовий на заквасці	4,8	4,8	4,7	4,8	4,7	4,6	4,73	
Хліб безглютеновий Соргово-рисовий на заквасці	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,83	

За органолептичними показниками безглютенових видів хліба на заквасці характеризується привабливим зовнішнім виглядом, приємним смаком і запахом, прийнятими характеристиками пористості і консистенції м'якуша, що відповідають характеристикам контрольного зразка, вид в розрізі без дефектів.

Технічним результатом розробки є створення нових видів безглютенових хлібобулочних виробів з використанням закваски рисової зі стартовою культурою та клітковини картоплі із підвищеною харчовою цінністю, що дозволить розширити асортимент безглютенових виробів, зокрема для харчування осіб, які страждають на непереносимість глютену.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Ухвалити технологію виробництва безглютенових хлібобулочних виробів
2. Технологічне рішення не ускладнює загальний виробничий процес та не потребує додаткового технічного оснащення.
3. Сенсорні та реологічні характеристики розроблених безглютенових хлібобулочних виробів з використанням закваски рисової зі стартовою культурою та клітковини картоплі відповідають напрямкам технологічного призначення.
4. Рекомендувати технологію безглютенових хлібобулочних виробів до промислового впровадження та реалізації у закладах ТОВ «КПІ ПРО».

Від ДТЕУ:

Д.т.н., професор, завідувач кафедри
ресторанних і крафтових технологій
_____ Діна ФЕДОРОВА

Аспірантка кафедри ресторанних і
крафтових технологій _____
Віта ЛАНСЬКА

Від Підприємства:

Директор ТОВ «КПІ ПРО»
_____ Ярослав ФІЛАТОВ
_____ р.

Інженер - технолог ТОВ «КПІ ПРО»
_____ Сергій ЗАГОРОДНІЙ

Додаток К. Акти впровадження

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ
ТЕХНОЛОГІЇ»

Протченко А. С.

03.03.2025 р.



**Акт виготовлення дослідної партії безглютенових хлібобулочних виробів
на заквасці з клітковиною картоплі.**

Представники Підприємства: директор ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ
ТЕХНОЛОГІЇ» (кулінарна студія-кафе Гастролофт) Протченко А. С., шеф-кухар
ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ» Апьонкіна О. В.

Представники Розробника (Державний торговельно-економічний університет):
Федорова Д.В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри ресторанних і крафтових
технологій, Ланська В. Д. – аспірант кафедри ресторанних і крафтових технологій.

Адреса потужностей : 04116, м. Київ, проспект Берестейський б. 37/26

Асортимент продукції:

1. Хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці»
2. Хліб безглютеновий «Сорговий на заквасці»

Обсяг дослідних партій: всього 12 кг (30 шт по 400 г), по 6 кг кожного виду хліба (15
шт по 400 г).

Дата виготовлення партії: 3 березня 2025 р.

Від Розробника

Д.т.н., професор, завідувач кафедри
ресторанних і крафтових технологій

Діна ФЕДОРОВА

Аспірант кафедри ресторанних і крафтових
технологій

Віта ЛАНСЬКА

Від Підприємства

Директор ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ
ТЕХНОЛОГІЇ»

Артур Протченко

Шеф-кухар ТОВ «СУЧАСНІ
КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Олена Апьонкіна



ЗАТВЕРДЖУЮ:
Директор ТОВ «КПІ ПРО»
 **Ярослав ФІЛАТОВ**
«23» грудня 2024 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Цим актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи аспірантки Ланської В.Д. «Технологія безглютенових хлібобулочних виробів», що виконана на кафедрі ресторанних і крафтових технологій Державного торговельно-економічного університету впроваджено у ТОВ «КПІ ПРО».

Вид впровадження результатів: нова технологія безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

У виробничих умовах ТОВ «КПІ ПРО» в період листопад-грудень 2024р. було виготовлено 15 кг хліба безглютенового рисового на заквасці з клітковиною картоплі та 15 кг хліба безглютенового соргового на заквасці з клітковиною картоплі . Реалізація виготовлених виробів здійснена у закладах ТОВ «КПІ ПРО».

Одержаний результат: розроблені вироби дозволяють розширити асортимент безглютенових хлібобулочних виробів в категорії «чиста етикетка» з натуральним складом сировини, у технології яких не використано харчових добавок. Вироби відзначаються високими органолептичними властивостями, покращеним смаком і характерним «хлібним ароматом» притаманним традиційним хлібобулочним виробам. За фізико-хімічними властивостями вироби відповідають діючій нормативній документації, мають покращений нутрієнтний склад, користуються попитом споживачів. Виробництво та реалізація безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі дозволило забезпечити споживачів продукцією спеціального дієтичного призначення.

Від Розробника:

Д.т.н., професор, завідувач кафедри
ресторанних і крафтових технологій
_____ Діна ФЕДОРОВА

Аспірант кафедри ресторанних і
крафтових технологій
_____ Віта ЛАНСЬКА

Від Підприємства:

Директор ТОВ «КПІ ПРО»
_____ Ярослав ФІЛАТОВ

Інженер технолог ТОВ «КПІ ПРО»
_____ Сергій ЗАГОРОДНІЙ



**Акт виготовлення дослідної партії безглютенових хлібобулочних виробів
на заквасці з клітковиною картоплі.**

Представники Підприємства: директор ТОВ «КПІ ПРО» (пекарня) Філатов Я.В.,
інженер-технолог ТОВ «КПІ ПРО» Загородній С.В.

Представники Розробника (Державний торговельно-економічний університет):
Федорова Д.В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри ресторанних і крафтових
технологій, Ланська В.Д. – аспірант кафедри ресторанних і крафтових технологій.

Адреса потужностей : 01013, м. Київ, вул. Будинку Астрії, б. 6

Асортимент продукції:

1. Хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці»
2. Хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці»

Обсяг дослідних партій: всього 20 кг (50 шт по 400 г), по 10 кг кожного виду хліба
(25 шт по 400 г).

Дата виготовлення партії: 11 лютого 2025 р.

Від Розробника

Д.т.н., професор, завідувач кафедри
ресторанних і крафтових технологій

_____ Діна ФЕДОРОВА

Аспірант кафедри ресторанних і крафтових
технологій

_____ Віта ЛАНСЬКА

Від Підприємства

Директор ТОВ «КПІ ПРО»

_____ Ярослав ФІЛАТОВ

Інженер-технолог ТОВ «КПІ ПРО»

_____ Сергій ЗАГОРОДНІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор ТОВ «СУЧАСНІ
КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

«16» грудня 2024 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Цим актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи аспірантки Ланської В. Д. «Технологія безглютенових хлібобулочних виробів», що виконана на кафедрі ресторанних і крафтових технологій Державного торговельно-економічного університету впроваджено у ТОВ «КІШ ПРО».

Вид впровадження результатів: нова технологія безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

У виробничих умовах ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ» в період листопад-грудень 2024 р. було виготовлено 12 кг хліба безглютенового Рисового на заквасці з клітковиною картоплі та 12 кг хліба безглютенового Соргового на заквасці з клітковиною картоплі.

Реалізація виготовлених виробів здійснена у закладі ТОВ «СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ».

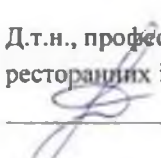
Одержаний результат: розроблені вироби дозволяють розширити асортимент безглютенових хлібобулочних виробів в категорії «чиста

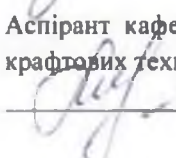
етикетка» з натуральним складом сировини, у технології яких не використано харчових добавок.

Вироби відзначаються високими органолептичними властивостями, покращеним смаком і характерним «хлібним ароматом» притаманним традиційним хлібобулочним виробам. За фізико-хімічними властивостями вироби відповідають діючій нормативній документації, мають покращений нутрієнтний склад, користуються попитом споживачів.

Виробництво та реалізація безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі дозволило забезпечити споживачів продукцією спеціального дієтичного призначення.

Від Розробника:

Д.т.н., професор, завідувач кафедри
ресторанних і крафтових технологій
 Діна ФЕДОРОВА

Аспірант кафедри ресторанних і
крафтових технологій
 Віта ЛАНСЬКА

Від Підприємства:

Директор ТОВ «СУЧАСНІ
КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»
 Артур ПРОТЧЕНКО

Інженер - технолог ТОВ «СУЧАСНІ
КУЛІНАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»
 Олена АПЬОНКІНА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «ЧАНТА МАУНТ»

Тараненко О.П.



Акт виготовлення дослідної партії безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі

Представники Підприємства: ТОВ «ЧАНТА МАУНТ» хлібозавод (виробництво заморожених хлібобулочних виробів), Директор ТОВ «ЧАНТА МАУНТ» Тараненко О.П., головний технолог ТОВ «ЧАНТА МАУНТ» Онищенко І.М.

Представники Розробника (Державний торговельно-економічний університет): Федорова Д.В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри ресторанних і крафтових технологій, Ланська В.Д. – аспірант кафедри ресторанних і крафтових технологій.

Адреса потужностей: 07354, Київська обл., Вишгородський район, с. Нові петрівці, вул. 1-го Травня, 71.

Асортимент продукції:

1. Хліб безглютеновий «Рисовий на заквасці»
2. Хліб безглютеновий «Соргово-рисовий на заквасці»

Обсяг дослідних партій: всього 20 кг (50 шт по 400 г), по 10 кг кожного виду хліба (25 шт по 400 г).

Дата виготовлення партії: 17 грудня 2024 р.

Від Розробника

Від Підприємства

Д.т.н., професор, завідувач кафедри ресторанних і крафтових технологій Директор ТОВ «ЧАНТА МАУНТ»

Діна ФЕДОРОВА

Олена ТАРАНЕНКО

Аспірант кафедри ресторанних і крафтових технологій Головний технолог ТОВ «ЧАНТА МАУНТ»

Віта ЛАНСЬКА

Ірина ОНИЩЕНКО



ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «ЧАНТА МАУНТ»

 Олена ТАРАНЕНКО
24.12.2024 р.
АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Цим актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи аспірантки Ланської В.Д. «Технологія безглютенових хлібобулочних виробів з клітковиною картоплі», що виконані на кафедрі ресторанних і крафтових технологій Державного торговельно-економічного університету впроваджені у ТОВ «ЧАНТА МАУНТ» (пекарський цех).

Вид впровадження результатів: нова технологія безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі.

У виробничих умовах пекарського цеху з виробництва хлібобулочних виробів ТОВ «ЧАНТА МАУНТ» в період листопад–грудень 2024 р. було виготовлено 10 кг хліба безглютенового рисового на заквасці з клітковиною картоплі та 10 кг хліба безглютенового соргового на заквасці з клітковиною картоплі. Реалізація виготовлених виробів здійснена у мережі кафе-кав'ярень «Бо хліб» та торговельній мережі з продажу хлібобулочних виробів «Цар хліб» (м. Київ).

Одержаний результат: розроблені вироби дозволяють розширити асортимент безглютенових хлібобулочних виробів в категорії «чиста етикетка» з натуральним складом сировини, у технології яких не використано харчових добавок.

Продовження додатку К.6

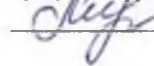
Вироби відзначаються високими органолептичними властивостями, покращеним смаком і характерним «хлібним» ароматом, притаманним традиційним хлібобулочним виробам. За фізико-хімічними властивостями вироби відповідають діючій нормативній документації, мають покращений нутрієнтний склад, користуються попитом споживачів. Виробництво та реалізація безглютенових хлібобулочних виробів на заквасці з клітковиною картоплі дозволило забезпечити споживачів продукцією спеціального дієтичного призначення.

Від Розробника

Д.т.н., професор, завідувач кафедри
ресторанних і крафтових технологій

 Діна ФЕДОРОВА

Аспірант кафедри ресторанних і
крафтових технологій

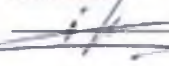
 Віта ЛАНСЬКА

Від Підприємства

Директор ТОВ «ЧАНТА МАУНТ»

 Олена ТАРАНЕНКО

Головний технолог ТОВ «ЧАНТА
МАУНТ»

 Ірина ОНИЩЕНКО

**Додаток Л. Список опублікованих праць за темою
дисертації.**

**Наукові праці, в яких опубліковано
основні наукові результати дисертації:**

1. Lanska V., Fedorova D., Slashcheva A. Problems and prospects of the production of gluten-free bakery products in Ukraine. *SWorldJournal*. 2022. № 1 (15-01). Pp. 8–13. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-15-01-018>.
2. Федорова Д., Ланська В. Закваски на рисовому борошні для безглютенового хліба. *Товари і ринки*. 2023. № 2 (46). С. 108–116. [https://doi.org/10.31617/2.2023\(46\)10](https://doi.org/10.31617/2.2023(46)10).
3. Ланська В. Д., Федорова Д. В. Обґрунтування доцільності використання стартової закваски ЛВ-1 в технології безглютенового рисового хліба. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2023. № 2 (47). С. 27–39. URL: <https://oblad.donnuei.edu.ua/index.php/technolog/article/view/219/209>.
4. Федорова Д. В., Слащева А. В., Ланська В. Д. Технологічні аспекти виробництва безглютенового хліба на заквасках. *Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business: Scientific monograph*. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2023. p. 247-289. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-12>.
5. Ланська В. Д., Гетьман І. А. Вплив клітковини картоплі на реологічні показники тіста та якість соргового хліба на рисовій заквасці. *Продовольчі ресурси*. 2024. № 12 (23). С. 104–111. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-12>.
6. Федорова Д. В., Ланська В. Д. Технологія безглютенового хліба на заквасці з клітковиною картоплі. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. № 5. С. 246-257. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.5.28>.
7. Федорова Д., Ланська В. Якість безглютенового хліба на заквасці зі стартовою культурою LV-1. *Товари і ринки*. 2024. № 3 (51). С. 116–132. [https://doi.org/10.31617/2.2024\(51\)08](https://doi.org/10.31617/2.2024(51)08).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

Тези доповідей та матеріали конференцій

8. Lanska V., Fedorova D., Slashcheva A. Scientific and theoretical aspects of using rice flour-based spontaneous fermentation sourders in gluten-free bread technology. *Science and technology: problems, prospects and innovations: proc. of the 1st Int. sci. and pract. conf.* CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2022. Pp. 49-53. URL: <https://sci-conf.com.ua/i-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-science-and-technology-problems-prospects-and-innovations-19-21-10-2022-osaka-yaponiya-arhiv/>
9. Lanska V., Fedorova D., Slashcheva A., Waldo D. Prospects of surfactants usage in gluten-free bread. *Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні: мат. II Міжнар. наук.-практ. конф., 25 жовтня 2023.* К.: НУХТ, 2023. С. 19-20. URL: <https://dspace.nuht.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c498d322-bcc8-44b6-bb3c-02cd8ad8e79e/content>.
10. Федорова Д., Ланська В. Використання заквасок та пюре калини в технології безглютенових хлібобулочних виробів. *Туризм XXI століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності: тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 23 травня 2023 р.).* Київ: ДТЕУ, 2023. С. 224-227. URL: <https://knute.edu.ua/file/MzEyMQ=/9134382f6de141c4773d700c17df2cc4.pdf>.
11. Ланська В. Обґрунтування вибору борошняної сировини для виробництва безглютенового хліба. *Туризм XXI століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності: тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 23 травня 2023 р.).* Київ: ДТЕУ, 2023. С.197-199. URL: <https://knute.edu.ua/file/MzEyMQ=/9134382f6de141c4773d700c17df2cc4.pdf>.
12. Fedorova Dina, Lanska Vita, Slashcheva Alina, Deroo Waldo. Hydrocolloids in gluten-free bread. *Харчові добавки. Харчування здорової та*

хворої людини: мат. X Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Прага: Oktan Print s.r.o., 2023. С. 8-9. URL.: <https://doi.org/10.46489/FAHM-23-25>.

13. Fedorova D., Lanska V. Prospects for the sourdough usage in the production of gluten-free bread. *Здорове харчування від дитинства до довголіття: комплексний підхід, стан та перспективи*: мат. III Міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 жовтня 2023 р. Київ: НУХТ, 2023. С. 66-67. URL.: <https://drive.google.com/file/d/12pn6C-ZdOSesneDBBQv9skm35sNIGXoS/view>.

14. Ланська В. Д., Федорова Д. В. Технологія безглютенового хліба з борошна сорго на рисовій заквасці зі стартовою культурою LV-1 Livendo™. *«Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві», «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*: мат. Міжнар. наук.-практ. конф., 17-18 вересня 2024 р. Київ: НУХТ, 2024. С. 34–38. URL.: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5ece5522-7731-4c3c-b23e-88a1d45e7c18/content>

**Додаток М. Сертифікати участі у науково-практичних
конференціях**



СЕРТИФІКАТ

ВИДАНИЙ

Віті Ланській

який засвідчує участь у роботі
VIII Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції
«Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві»
17 вересня 2024 р.

Заступник голови оргкомітету
Завідувач кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських
виробів ННПХТ НУХТ

В.Ковбаса





СЕРТИФІКАТ

учасника конференції



Цей сертифікат підтверджує, що

Віта Ланська

взяв(ла) участь у III Міжнародній науково-практичній конференції
"Здорове харчування від дитинства до довголіття: комплексний підхід,
стан та перспективи"

Голова організаційного комітету
Ректор Національного університету
харчових технологій

Олександр ШЕВЧЕНКО

Україна, м. Київ

27 жовтня 2023 р.



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ДРУГА МІЖНАРОДНА ОСІННЯ ШКОЛА ЖАНА МОНЕ

**«РЕГУЛЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК:
ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ПІДХОДІВ»**
ТА

ДРУГА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
**«ПРОБЛЕМИ І ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ
ВИРОБНИЦТВА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВИХ
ДОБАВОК В КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ТА В УКРАЇНІ»**

СЕРТИФІКАТ УЧАСНИКА # 100

Віта Ланська

Тренінг (30 академ. год.) у рамках проєкту програми ЄС ЕРАЗМУС+ Жан Моне Модуль
(#620521-EPP-1-2022-1-EPPJMO-MODULE)

24-25 жовтня, 2023
Національний університет харчових технологій
м.Київ



Олександр ШЕВЧЕНКО
Директор НУХТ