

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова робота
на правах рукопису

БІЛАШ БОГДАН ГЕННАДІЙОВИЧ

УДК 664.66:664.6.047:633.11:634.711(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ
ПЛАСТІВЦІВ ІЗ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ПОРОШКУ
З ПЛОДІВ ШИПШИНИ**

Спеціальність 181 – Харчові технології
Технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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



Б.Г. Білаш

Наукові керівники:
Олійник Світлана Георгіївна,
к.т.н, професорка,

Самохвалова Ольга Володимирівна,
к.т.н, професорка

Харків – 2026

АНОТАЦІЯ

Білаш Б.Г. Удосконалення технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини. – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 Харчові технології. Державний біотехнологічний університет, Харків, 2026.

Мета дослідження – удосконалення технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини для підвищення харчової цінності та якості готових виробів. Об'єктом дослідження є технологія хліба пшеничного. Предмет дослідження: пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок із плодів шипшини, їхні хімічний склад і функціонально-технологічні властивості; мікробіологічні, біохімічні процеси дозрівання та структурно-механічні властивості тіста; органолептичні та фізико-хімічні показники якості, харчова цінність, процеси черствіння пшеничного хліба за умов додавання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше науково обґрунтовано й експериментально підтверджено доцільність сумісного використання пластівців із пророщеного зерна пшениці (ППЗП) та порошку з плодів шипшини (ППШ) у технології хліба пшеничного з підвищеним вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, поліфенольних сполук, а також покращеними органолептичними та фізико-хімічними показниками якості, подовженим терміном збереження свіжості; отримано нові наукові дані про хімічний склад пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини, а саме кількісний та якісний склад білків і вуглеводів, вміст харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів, поліфенольних сполук і антиоксидантну ємність; встановлено залежності кислото-, газоутворення та зброджування редукувальних цукрів у пшеничному тісті від дозування

пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшин, які доводять інтенсифікацію мікробіологічних процесів його дозрівання внаслідок активації бродильної мікрофлори; встановлено закономірності різноспрямованого впливу пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на структурно-механічні властивості пшеничного тіста, що полягають у послабленні структури тіста внаслідок високої ферментативної активності ППЗП та зміцненні його структури за рахунок дії аскорбінової кислоти та взаємодії поліфенольних сполук і харчових волокон порошку шипшини з білками клейковини; отримано математичну модель технологічного процесу виробництва пшеничного хліба за умови сумісного додавання пластівців з пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшин, яку використано для оптимізації вологості та тривалості дозрівання тіста, за яких забезпечуються високі органолептичні та фізико-хімічні показники якості виробів. Дістали подальшого розвитку та узагальнення: відомості про використання продуктів переробки пророщеного зерна пшениці та плодів шипшини в технології хліба підвищеної харчової цінності; уявлення про хімічний склад і вплив досліджуваної сировини на формування споживчих властивостей пшеничного хліба.

У результаті аналітичного огляду літературних джерел систематизовано підходи до підвищення харчової цінності хліба з використанням рослинної сировини. На підставі узагальнених даних щодо застосування у хлібопеченні продуктів переробки пророщених зернових культур і плодів шипшини доведено доцільність використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку із плодів шипшини для підвищення харчової та біологічної цінності хліба.

Встановлено, що пластівці із пророщеного зерна пшениці та порошок з плодів шипшини суттєво відрізняються за хімічним складом. ППЗП порівняно з пшеничним борошном містять на 19,8% більше білків із вищою порівняно з борошном і ППШ біологічною цінністю, а також у 3,3 рази більше моно- і дисахаридів, на 18,0% менше крохмалю та у 2,9 рази більше харчових волокон. ППШ, навпаки, містить у 2,6 рази менше білків, у 8,2 рази більше моно- і

дисахаридів, а вміст харчових волокон у ньому перевищує показник борошна у 25,1 рази. Мінеральні речовини ППЗП представлені переважно фосфором, магнієм, калієм, натрієм, залізом і кальцієм, а ППШ – кальцієм, калієм та магнієм. Порівняно з борошном добавки мають вищий вміст токоферолів у 3,7 і 13,4 рази відповідно, а також вітамінів групи В. ППШ містить значну кількість вітаміну С, каротиноїдів, поліфенолів і порівняно з ППЗП відзначається у 20 разів вищою антиоксидантною ємністю.

ППШ – це порошкоподібний продукт, у складі якого переважають фракції з розмірами 56...240 мкм, частка яких становить 73%. Для ППЗП характерне домінування цілих та крупних пластівців (66,0%) з розміром $\geq 5 \times 5 \times 1 \dots \leq 8 \times 10 \times 1$. ППЗП характеризуються у 5,2 рази вищою амілолітичною та у 2,8 рази вищою протеолітичною активністю порівняно з пшеничним борошном, тоді як у ППШ активність цих ферментів практично не виявлена. За температури 30°C ППЗП і ППШ мають відповідно на 41,9 і 13,0% вищу водопоглинальну здатність, ніж пшеничне борошно. Підвищення температури до 60...90°C супроводжується подальшим зростанням цього показника, що створює передумови для збільшення вологості тіста.

Встановлено, що заміна частини пшеничного борошна на 10...20% ППЗП і 2...8% ППШ сприяє інтенсифікації мікробіологічних і біохімічних процесів у тісті, що виявляється у підвищенні титрованої кислотності, кількості виділеного CO₂, прискоренні зброджування редукувальних цукрів за рахунок підвищення активності бродильної мікрофлори тіста. Внесення обох добавок призводить до інтенсифікації амілолітичних процесів у тісті, про що свідчить прискорене накопичення редукувальних цукрів та зниження максимальної в'язкості борошняної суспензії.

ППЗП та ППШ чинять протилежний вплив на клейковинний комплекс і структурно-механічні властивості тіста. Внесення 10...20% ППЗП сприяє послабленню клейковинного каркасу внаслідок дії протеолітичних ферментів пророщеного зерна, що супроводжується збільшенням розпливання тіста, зниженням його стійкості на 23,1...46,2%, питомої роботи деформації W – на

6,3...15,7%, підвищенням розрідження на 37,7...78,6% та міцності адгезії тіста, зменшенням його об'єму на 6,0...14,0%. Натомість, додавання 2...8% ППШ, завдяки наявності аскорбінової кислоти, поліфенолів і некрохмальних полісахаридів, сприяє укріпленню клейковини, що виявляється у зменшенні розпливання тіста на 7,0...16,0%, підвищенні показника його стійкості на 13,8...32,3%, питомої роботи деформації (W) – на 5,3...21,1% та зменшенні розрідження на 6,6...18,0%, адгезійної міцності та збільшення питомого об'єму тіста на 9,7...17,1%.

Визначено вплив окремого внесення пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості хліба пшеничного. Встановлено, що додавання 10...20% ППЗП спричиняє зниження питомого об'єму хліба на 5,0...16,6%, формостійкості – на 6,4...25,5% та пористості, погіршення стану м'якушки, надає виробам приємного солодового смаку та аромату. За внесення 2...6% ППШ, навпаки, питомий об'єм виробів збільшується на 8,3...18,7%, формостійкість – на 6,4...12,8%, покращуються пористість та еластичність м'якушки, формується приємний шипшиновий смак і аромат. Додавання 8% ППШ веде до зниження поліпшуючого ефекту. Для забезпечення високої якості та підвищеної харчової цінності хліба доцільним є сумісне їх використання для компенсації негативного вплив ППЗП на структуру тіста та максимальної реалізації нутрієнтного потенціалу обох добавок.

Обґрунтовано доцільність сумісного додавання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини у технології хліба підвищеної харчової цінності: для формового хліба – 20% ППЗП і 6 % ППШ, для подового – 15% ППЗП і 6% ППШ від маси борошна. Із застосуванням методів математичного моделювання та оптимізації технологічних процесів встановлено оптимальну вологість тіста та тривалість його дозрівання, які склали 46,4 і 45,0% та 150 і 160 хв відповідно. Використання цих параметрів для приготування тіста з сумісним внесенням ППЗП і ППШ сприяє скороченню тривалості його дозрівання на 16,6 і 11,1%, а вистоювання тістових заготовок – на 16,7 і 12,5%,

компенсує негативний вплив ППЗП на структурно-механічні властивості тіста завдяки зміцненню клейковинного каркаса, забезпечуючи покращення питомого об'єму, пористості та формостійкості готових виробів. Вироби за сумісного внесення добавок характеризуються оригінальними органолептичними характеристиками: коричневим кольором, приємними солодовими і шипшиновими ароматом та присмаком.

Результати досліджень покладені в основу удосконаленої технології пшеничного хліба із сумісним використанням ППЗП і ППШ, яка відрізняється від традиційної внесенням на стадії замішування тіста попередньо гідратованих пластівців, порошку з плодів шипшини, підвищенням вологості тіста та скороченням тривалості стадії дозрівання та оброблення тіста. Удосконалена технологія відповідає сучасним підходам до збагачення харчових продуктів, а саме включає використання тільки натуральної сировини, не містить синтетичних речовин і харчових добавок. За удосконаленою технологією запропоновано виробляти хліб «Сила природи» формовий з внесенням 20% ППЗП і 6% ППШ, а також хлібця «Корисний мікс» подового з додаванням 15% ППЗП і 6% ППШ.

Хліб «Сила природи» та хлібець «Корисний мікс» порівняно з контрольними зразками характеризуються у 2,8 рази вищим вмістом харчових волокон і є їх джерелом. Вироби також відзначаються підвищеним вмістом кальцію у 1,9 і 2,0, калію – у 1,5 і 1,6, магнію і фосфору – у 1,6 і 1,7, заліза – у 1,3, токоферолу – у 2,1 рази відповідно, а також тіаміну, рибофлавіну, вітаміну РР, каротиноїдів і поліфенольних сполук, характеризуються вищою біологічною цінністю білка та нижчою на 11,1 і 7,4% енергетичною цінністю. Споживання 277 г виробів забезпечує покриття добової потреби у харчових волокнах на 45,2%, токоферолі – до 47,9%, каротиноїдах – до 19,4%, поліфенолах – до 49,0%. Розроблені вироби краще зберігають свіжість протягом 72 год зберігання порівняно з контрольними зразками, а їх мікробіологічні показники якості знаходяться в межах допустимих норм. Нову продукцію можна рекомендувати для масового споживання та оздоровчого харчування.

Розроблено й затверджено рецептури та технологічні інструкції на виробництво хліба «Сила природи» (РЦ У 10.8–44234755–004:2026, ТІ У 10.8–44234755–004:2026) та хлібця «Корисний мікс» (РЦ У 10.8–44234755–003:2026, ТІ У 10.8–44234755–003:2026). Удосконалену технологію апробовано та впроваджено на хлібопекарських підприємствах м. Києва, Харкова та Харківської області, м. Пирятина, а також у освітній процес Державного біотехнологічного університету.

Впровадження удосконаленої технології забезпечує економічний ефект 1,2...1,3 тис. грн на 100 кг продукції за рахунок її реалізації за прогнозними цінами та отримання додаткового прибутку у разі її реалізації за цінами продуктів-аналогів; соціальний ефект – завдяки підвищенню харчової цінності та якості продукції, подовженню терміну збереження її свіжості, ціновій доступності й відповідності концепції «чистої етикетки»; екологічний ефект – завдяки зменшенню енергоспоживання внаслідок скорочення тривалості вистоювання тістових заготовок у вистоювальній шафі та відповідному зниженню викидів CO₂.

Ключові слова: пластівці з пророщеного зерна пшениці, порошок із плодів шипшини, хліб, тісто, якість, харчові волокна, харчова цінність, черствіння, випікання

ABSTRACT

Bilash B.H. Improvement of bread technology using sprouted wheat grain flakes and rosehip powder. – Qualifying scientific work submitted as a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 181 Food Technologies. State Biotechnological University, Kharkiv, 2026.

The aim of the research is to improve the technology of wheat bread using sprouted wheat grain flakes and rosehip powder in order to enhance the nutritional value and quality of the finished products. The object of the research is wheat bread technology. The subject of the research includes sprouted wheat grain flakes and rosehip powder, their chemical composition and functional-technological properties; the microbiological and biochemical processes during dough fermentation and the structural-mechanical properties of dough; the organoleptic and physicochemical quality characteristics, nutritional value, and staling of wheat bread containing sprouted wheat grain flakes and rosehip powder.

The scientific novelty of the obtained results lies in the fact that, for the first time, the feasibility of the combined use of sprouted wheat grain flakes (SWGF) and rosehip powder (RP) in wheat bread technology has been scientifically substantiated and experimentally confirmed, resulting in wheat bread with increased contents of dietary fiber, vitamins, minerals, and polyphenolic compounds, improved organoleptic and physicochemical quality characteristics, and extended freshness retention; new scientific data have been obtained on the chemical composition of sprouted wheat grain flakes and rosehip powder, including the qualitative and quantitative composition of proteins and carbohydrates, the contents of dietary fiber, minerals, vitamins, polyphenolic compounds, and their antioxidant capacity; the relationships between the dosage of sprouted wheat grain flakes and rosehip powder and the rates of acid formation, carbon dioxide production, and reducing sugar fermentation in wheat dough have been established, demonstrating the intensification of microbiological processes during dough fermentation due to the activation of fermentative microflora; the patterns of the contrasting effects of sprouted wheat grain flakes and rosehip powder

on the structural-mechanical properties of wheat dough have been established, demonstrating that sprouted wheat grain flakes weaken the dough structure due to their high enzymatic activity, whereas rosehip powder strengthens the gluten network through the action of ascorbic acid and the interaction of its polyphenolic compounds and dietary fiber with gluten proteins; a mathematical model of the technological process for wheat bread production with the combined use of sprouted wheat grain flakes and rosehip powder has been developed and applied to optimize dough moisture content and fermentation time, ensuring high organoleptic and physicochemical quality characteristics of the finished products. The following have been further developed and generalized: knowledge on the application of sprouted wheat grain and rosehip products in the technology of nutritionally enhanced bread, as well as understanding of the chemical composition of the studied raw materials and their effects on the formation of the consumer properties of wheat bread.

A critical review of the scientific literature enabled the systematization of approaches to enhancing the nutritional value of bread through the use of plant-based raw materials. Based on the generalized data on the application of processed sprouted cereal grains and rosehip fruits in breadmaking, the feasibility of using sprouted wheat grain flakes and rosehip powder to improve the nutritional and biological value of bread was substantiated.

It was established that sprouted wheat grain flakes and rosehip powder differ significantly in their chemical composition. Compared with wheat flour, sprouted wheat grain flakes contain 19.8% more protein with higher biological value, 3.3 times more mono- and disaccharides, 18.0% less starch, and 2.9 times more dietary fiber. In contrast, rosehip fruit powder contains 2.6 times less protein, 8.2 times more mono- and disaccharides, and 25.1 times more dietary fiber than wheat flour. The mineral composition of sprouted wheat grain flakes is represented mainly by phosphorus, magnesium, potassium, sodium, iron, and calcium, whereas rosehip fruit powder is particularly rich in calcium, potassium, and magnesium. Both ingredients are valuable sources of tocopherols and B-group vitamins, with tocopherol contents being 3.7 and 13.4 times higher, respectively, than in wheat flour. Rosehip powder is also

characterized by a high content of vitamin C, carotenoids, and polyphenolic compounds, and exhibits an antioxidant capacity almost 20 times greater than that of sprouted wheat grain flakes.

RP is a finely ground product, with 73% of its particles ranging in size from 56 to 240 μm . SWGF are characterized by the predominance of whole and large flakes (66.0%) measuring from $\geq 5 \times 5 \times 1$ to $\leq 8 \times 10 \times 1$ mm. Compared with wheat flour, SWGF exhibit 5.2-fold higher amylolytic activity and 2.8-fold higher proteolytic activity, whereas these enzymatic activities are virtually absent in RP. At 30°C, the water absorption capacity of SWGF and RP is 41.9% and 13.0% higher, respectively, than that of wheat flour. Increasing the temperature to 60...90°C results in a further increase in water absorption capacity, creating prerequisites for increasing dough moisture content.

It was established that the replacement of part of wheat flour with 10...20% SWGF and 2...8% RP intensified the microbiological and biochemical processes in dough, as evidenced by increased titratable acidity, enhanced carbon dioxide production, and accelerated fermentation of reducing sugars due to the increased activity of the dough fermentative microflora. The incorporation of both ingredients also intensified amylolytic processes in the dough, as confirmed by the accelerated accumulation of reducing sugars and the reduced maximum viscosity of the flour suspension.

SWGF and RP exert opposite effects on the gluten network and the structural-mechanical properties of dough. The incorporation of 10...20% SWGF weakened the gluten network due to the proteolytic activity of sprouted grain enzymes, resulting in increased dough spread, reduced dough stability by 23.1...46.2% and deformation energy (W) by 6.3...15.7%, increased dough softening by 37.7...78.6% and adhesion strength, and a 6.0...14.0% decrease in dough specific volume. In contrast, the addition of 2...8% RP, owing to the presence of ascorbic acid, polyphenolic compounds, and non-starch polysaccharides, strengthened the gluten network, as evidenced by a 7.0...16.0% reduction in dough spread, a 13.8...32.3% increase in dough stability, a 5.3...21.1% increase in deformation energy (W), a 6.6...18.0% reduction in dough

softening, reduced adhesion strength, and a 9.7...17.1% increase in dough specific volume.

The effects of the individual incorporation of SWGF and RP on the physical-chemical and organoleptic characteristics of wheat bread were determined. The addition of 10...20% SWGF reduced the specific volume of bread by 5.0...16.6%, shape stability by 6.4...25.5%, and crumb porosity, impaired crumb texture, and imparted a pleasant malty flavour and aroma to the products. In contrast, the incorporation of 2...6% RP increased the specific volume by 8.3...18.7% and shape stability by 6.4...12.8%, improved crumb porosity and elasticity, and produced a pleasant rosehip flavour and aroma. Increasing the RP level to 8% reduced its bread-improving effect. The combined use of SWGF and RFP was shown to be advisable for producing bread with high quality and enhanced nutritional value by compensating for the adverse effects of SWGF on dough structure while maximizing the nutritional potential of both ingredients.

The feasibility of the combined incorporation of SWGF and RP into the technology of nutritionally enhanced bread was substantiated. The optimal formulations were established as 20% SWGF and 6% RP (on a flour basis) for pan bread, and 15% SWGF and 6% RP for hearth bread. Using mathematical modelling and process optimization, the optimal dough moisture content and fermentation time were determined to be 46.4% and 150 min for pan bread, and 45.0% and 160 min for hearth bread, respectively. The application of these parameters in combination with SWGF and RP reduced dough fermentation time by 16.6% and 11.1%, and proofing time by 16.7% and 12.5%, compensated for the adverse effects of SWGF on the structural-mechanical properties of dough through reinforcement of the gluten network, and improved the specific volume, porosity, and shape stability of the finished products. Bread produced with the combined addition of SWGF and RP was characterized by distinctive organoleptic properties, including a brown crust color and pleasant malty and rosehip flavor and aroma.

The research findings formed the basis for an improved technology of wheat bread using the combined application of SWGF and RP. Compared with the conventional

process, the proposed technology involves the incorporation of pre-hydrated SWGF and RP during dough mixing, increased dough moisture content, and reduced dough fermentation and proofing times. The improved technology is consistent with current approaches to food fortification, relying exclusively on natural raw materials and containing no synthetic substances or food additives. Based on the improved technology, the pan bread “Syla Pryrody”, containing 20% SWGF and 6% RP, and the hearth bread “Korysnyi Mix”, containing 15% SWGF and 6% RP, have been developed.

Compared with the control samples, the breads “Syla Pryrody” and “Korysnyi Mix” contained 2.8 times more dietary fiber and qualified as a source of dietary fiber. They were also characterized by calcium contents 1.9 and 2.0 times higher, potassium contents 1.5 and 1.6 times higher, magnesium and phosphorus contents 1.6 and 1.7 times higher, iron content 1.3 times higher, and tocopherol content 2.1 times higher, respectively, as well as increased contents of thiamine, riboflavin, niacin, carotenoids, and polyphenolic compounds, higher protein biological value, and 11.1% and 7.4% lower energy value. Consumption of 277 g of the products provides 45.2% of the recommended daily intake of dietary fiber, up to 47.9% of tocopherols, 19.4% of carotenoids, and 49.0% of polyphenols. The developed products exhibited better freshness retention than the control samples throughout 72 h of storage, while their microbiological quality indicators remained within the permissible limits. The developed breads can be recommended for general consumption and health-promoting nutrition.

Formulations and technological instructions for the production of the breads “Syla Pryrody” (RC U 10.8–44234755–004:2026; TI U 10.8–44234755–004:2026) and “Korysnyi Mix” (RC U 10.8–44234755–003:2026; TI U 10.8–44234755–003:2026) were developed and approved. The improved technology was validated and implemented at bakery enterprises in Kyiv, Kharkiv, Kharkiv Region, and Pyriatyn, as well as incorporated into the educational process at the State Biotechnological University.

Implementation of the improved technology provides an economic benefit of 1.2...1.3 thousand UAH per 100 kg of products through their sale at projected prices and the generation of additional profit from sales at prices comparable to those of similar products; a social benefit through enhanced nutritional value and product quality, extended freshness retention, affordability, and compliance with the clean-label concept; and an environmental benefit through reduced energy consumption resulting from shorter proofing time in the proofing cabinet and the corresponding reduction in CO₂ emissions.

Keywords: sprouted wheat grain flakes, rosehip powder, bread, dough, quality, dietary fiber, nutritional value, staleness, baking.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у журналах, що індексуються у наукометричних базах SCOPUS та Web of Science

1. Oliinyk S., Samokhvalova O., **Bilash B.**, Bolkhovitina O. Determination of the influence of rosehip powder on the quality of wheat dough and bread. *Technology Audit and Production Reserves*. 2026. Vol. 1(3(87)). P. 45–50. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2026.353167> (Q4, Scopus, Ukraine, Kharkiv).

Внесок здобувача: досліджено вплив порошку з плодів шипшини на процеси дозрівання тіста та якість хліба пшеничного.

2. **Bilash B.**, Samokhvalova O., Oliinyk S., Bolkhovitina O., Cherevychna N. Assessment of the effect of rosehip powder on the structural and mechanical properties of wheat dough and bread. *Technology Audit and Production Reserves*. 2026. Vol. 2(3(88)). P. 53–57. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2026.358699> (Q4, Scopus, Ukraine, Kharkiv). *Внесок здобувача: досліджено вплив порошку з плодів шипшини на структурно-механічні властивості тіста та хліба пшеничного.*

Статті у зарубіжному виданні

Oliinyk S., Samokhvalova O., **Bilash B.**, Bolkhovitina O. Impact of sprouted wheat grain flakes on the quality characteristics of dough and bread made from wheat flour. *EUREKA: Life Sciences*. 2024. Vol. 3. P. 54–60. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2024.003579>. (Estonia, Tallinn). *Внесок здобувача: досліджено вплив пластівців із пророщеного зерна пшениці на мікробіологічні процеси дозрівання та структурно-механічні властивості тіста, фізико-хімічні та органолептичні властивості хліба пшеничного.*

**Статті у наукових виданнях,
включених до переліку наукових фахових видань України**

Білаш Б. Г. Вивчення впливу сумісного внесення пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на якість і харчову цінність хліба. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі: збірник наукових праць*. 2026. Вип. 1(39). С. 35–48. DOI: <https://doi.org/10.31359/2312.3990.2026.39.1.35>. (Категорія Б, Україна, Харків). *Внесок здобувача: досліджено вплив сумісного внесення пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на показники якості та харчової цінності хліба пшеничного.*

Тези доповідей та матеріали конференцій

1. Олійник С. Г., Самохвалова О. В., Білаш Б. Г. Перспективи використання пластівців з пророщеного зерна пшениці у технології хліба пшеничного. *Наукові підсумки 2024 року: збірка наук. праць XIII наукової конф.* Харків, 2024. С. 79. *Внесок здобувача: обґрунтовано доцільність використання пластівців із пророщеного зерна пшениці у виробництві хліба пшеничного.*

2. Білаш Б. Г., Тарасова В. О. Особливості формування якості хліба з додаванням пластівців з пророщеного зерна пшениці. *Інноваційні технології розвитку харчових виробництв та ресторанної індустрії: наукові пошуки молоді: II Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих вчених*, м. Харків, 7 листопада 2024 р. / ДБТУ. Харків, 2024. С. 110. *Внесок здобувача: висвітлено зміни показників якості тіста та хліба за внесення пластівців із пророщеного зерна пшениці.*

3. Білаш Б. Г., Олійник С. Г., Самохвалова О. В., Болховітіна О. І. Вплив порошку з плодів шипшини на технологічні властивості пшеничного борошна. *Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Харків, 15 травня 2025 р. / ДБТУ. Харків,

2025. С. 73–74. *Внесок здобувача: висвітлено зміни технологічних властивостей пшеничного борошна за внесення порошку з плодів шипшини.*

4. Білаш Б. Г., Самохвалова О. В., Олійник С. Г. Вплив пластівців з пророщеного зерна пшениці на властивості пшеничного борошна та якість хліба. *Технології харчових продуктів і комбікормів: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Одеса, 23–26 вересня 2025 р. / ОНТУ. Одеса, 2025. С. 55–57. *Внесок здобувача: визначено вплив пластівців із пророщеного зерна пшениці на технологічні властивості пшеничного борошна і якість хліба.*

5. Білаш Б. Г. Вплив порошку з плодів шипшини на процеси дозрівання тіста та якість хліба з пшеничного борошна. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку індустрії гостинності і крафтових виробництв: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 95-річчю заснування Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця*, м. Харків, 20 листопада 2025 р. Харків, 2025. С. 469–472. *Внесок здобувача: визначено вплив пластівців із пророщеного зерна на технологічні властивості пшеничного борошна і якість хліба.*

6. Білаш Б. Г., Олійник С. Г., Самохвалова О. В. Вплив сумісного використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на збереження свіжості пшеничного хліба. *Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Харків, 15 травня 2026 р. / ДБТУ. Харків, 2026. С. 84–85. *Внесок здобувача: визначено ефект сумісного внесення пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини показники якості та харчової цінності хліба пшеничного на процеси, що відбуваються під час зберігання хліба.*

7. Білаш Б. Г. Хімічний склад і функціонально-технологічні властивості пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини як сировини для виробництва хліба підвищеної харчової цінності. *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем – 2026: матеріали XVI Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Чернігів, 21–22 травня 2026 р. / НУ

«Чернігівська політехніка». Чернігів, 2026. С. 26–27. *Внесок здобувача: досліджено хімічний склад і функціонально-технологічні властивості пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини.*

8. Білаш Б. Г., Олійник С. Г., Самохвалова О. В., Торяник Д. О. Обґрунтування технологічних параметрів виробництва хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини. *Інновації та сталий розвиток у сфері гостинності, харчових технологій та прикладних наук: зб. тез доп. Всеукр. наук.-практ. конф., м. Чернігів, 15 травня 2026 р. / НУЧК ім. Т. Г. Шевченка. Чернігів, 2026. С. 69–70. Внесок здобувача: висвітлено результати оптимізації технологічних параметрів виробництва хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	24
РОЗДІЛ 1. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ПЛОДІВ ШИПШИНИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ І БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБА (огляд літератури).....	31
1.1. Шляхи підвищення харчової цінності хліба з використанням рослинної сировини	31
1.2. Сучасні підходи до використання пророщених зернових культур та продуктів їх переробки у технологіях хлібобулочних виробів	43
1.3. Аналіз досвіду застосування продуктів переробки плодів шипшини у хлібопекарському виробництві	51
Висновки за розділом 1.....	59
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ПРЕДМЕТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ, СИРОВИНИ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	60
2.1. Характеристика об'єкта, предметів дослідження та сировини, використаної у роботі	60
2.2. Постановка експерименту.....	62
2.3. Методи дослідження.....	62
2.3.1. Методи дослідження сировини.....	62
2.3.2. Методи дослідження показників якості напівфабрикатів.....	70
2.3.3. Методи визначення показників якості готових виробів.....	71
2.3.4. Методи обробки експериментальних даних.....	73
Висновки за розділом 2.....	73
РОЗДІЛ 3. ХІМІЧНИЙ СКЛАД І ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛАСТИВЦІВ ІЗ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ПОРОШКУ З ПЛОДІВ ШИПШИНИ	74
3.1. Дослідження хімічного складу дослідної сировини	74

3.2. Визначення технологічних властивостей пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини	83
Висновки за розділом 3.....	88
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ПЛАСТІВЦІВ ІЗ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ПОРОШКУ З ПЛОДІВ ШИПШИНИ НА ПРОЦЕСИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ДОЗРІВАННЯ ПШЕНИЧНОГО ТІСТА.....	
4.1. Вивчення впливу дослідної збагачувальної сировини на мікробіологічні процеси дозрівання тіста	90
4.2. Дослідження перебігу біохімічних процесів у тісті за додавання дослідної збагачувальної сировини	99
4.3. Дослідження структурно-механічних властивостей тіста за додавання дослідної збагачувальної сировини	104
Висновки за розділом 4.....	115
РОЗДІЛ 5. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧОЇ ЦІННОСТІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАСТІВЦІВ ІЗ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ПОРОШКУ З ПЛОДІВ ШИПШИНИ.....	
5.1. Визначення впливу пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на якість пшеничного хліба	118
5.2. Обґрунтування технологічних параметрів та рецептурного складу хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини	124
5.3. Розробка рецептур і технологічних схем виробництва хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини.....	130
5.4. Харчова, біологічна та енергетична цінність хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини	134

5.5	Дослідження процесів, що відбуваються під час зберігання хліба з сумісним використанням дослідної збагачувальної сировини	138
5.6	Оцінка ефективності впровадження удосконаленої технології хліба.	144
	Висновки за розділом 5.....	150
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	154
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	158
	ДОДАТКИ.....	193
	Додаток А Рецептури хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини.....	194
	Додаток А.1 Рецепт на хліб «Сила природи».....	195
	Додаток А.2 Рецепт на хлібець «Корисний мікс».....	199
	Додаток Б Технологічні інструкції на виробництво хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини	204
	Додаток Б.1 Технологічна інструкція на виробництво хліба «Сила природи».....	205
	Додаток Б.2 Технологічна інструкція на виробництво хлібця «Корисний мікс».....	210
	Додаток В Акти дегустацій хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини.....	215
	Додаток В.1 Акт дегустації пшеничного хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини на ФОП Крітікова О.В. Пекарня «Пекаріфф» від 11.12.2025 р.	216
	Додаток В.2 Акт дегустації пшеничного хліба «Сила природи» та хлібця «Корисний мікс» на ДП «ЗЕЕЛАНДІЯ» від 25.09.2025 р.	219
	Додаток Г Акти промислової апробації технології хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини.....	222

Додаток Г.1 Акт промислової апробації технології хліба «Сила природи» на ТОВ «Лизогубівські ласощі» від 3.03.2026 р.	223
Додаток Г.2 Акт промислової апробації технології хлібця «Корисний мікс» на ФОП МАСЛАК О.В. від 7.04.2026 р.	226
Додаток Г.3 Акт виробничих випробувань технології хліба «Сила природи» і хлібця «Корисний мікс» на ТОВ «ВАЛКИ-ХЛІБ» від 12.03.2026 р.....	229
Додаток Д Акти впровадження науково-дослідних робіт у виробництво.....	230
Додаток Д. 1 Акт впровадження науково-дослідної роботи на ТОВ «Лизогубівські ласощі» від 3.03.2026 р.....	231
Додаток Д. 2 Акт впровадження науково-дослідної роботи на ФОП МАСЛАК О.В. від 7.04.2026 р.....	234
Додаток Д. 3 Акт впровадження науково-дослідної роботи на ТОВ «ВАЛКИ-ХЛІБ» від 12.03.2026 р.....	237
Додаток Е Акти впровадження науково-дослідних робіт у освітній процес....	238
Додаток Е. 1 Акт впровадження науково-дослідних робіт у навчально-методичний комплекс дисципліни «Інноваційні технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» від 15.04.2026 р.....	239
Додаток Е. 2 Акт впровадження науково-дослідних робіт у навчально-методичний комплекс дисципліни «Технології оздоровчих хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» від 15.04.2026 р....	241
Додаток Ж. Довідки про участь у виставках наукових досягнень.....	243
Додаток Ж. 1 Довідка про участь Державного біотехнологічного університету у виставці наукових досягнень ЗВО та наукових установ регіону з нагоди Всесвітнього дня науки в ім'я та розвитку за участі керівництва Міністерства освіти і науки України та Харківської обласної військової адміністрації, що відбулася 20 листопада 2024 року у Харківському	

національному академічному театрі опери і балету імені М.В. Лисенка ХАТОБ в м. Харкові	244
Додаток Ж. 2 Довідка про участь у виставці, яка проводилася у рамках наради щодо перспектив розвитку Державного біотехнологічного університету за участі Харківської обласної військової адміністрації, народних депутатів України 12 липня 2023 року.....	249

Перелік умовних скорочень

ППЗП – пластівці з пророщеного зерна пшениці;

ППШ – порошок з плодів шипшини;

СР – сухі речовини;

ВПЗ – водопоглинальна здатність;

АК – аскорбінова кислота;

АЄ – антиоксидантна ємність;

АА – амілолітична активність;

PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score) – амінокислотний скор білка з урахуванням його перетравлюваності;

КРАС – коефіцієнт різниці амінокислотного скору;

БЦ – біологічна цінність білка;

AAS – скор лімітуючої незамінної амінокислоти;

ЕГК – еквівалент галової кислоти;

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток харчових технологій орієнтований на створення продуктів підвищеної харчової цінності, які не лише покривають енергетичні потреби організму, а й сприяють зміцненню та збереженню здоров'я людини. Важливе місце серед таких продуктів займає хліб, який завдяки щоденному споживанню широкими верствами населення є перспективним об'єктом для збагачення есенціальними нутрієнтами. Особливої уваги потребує пшеничний хліб, який займає провідне місце у структурі споживання хлібобулочних виробів в Україні, проте, характеризується недостатньо збалансованим хімічним складом. У зв'язку з цим підвищення його харчової цінності є актуальним завданням сучасної хлібопекарської галузі. Важливою тенденцією розвитку харчової промисловості є реалізація концепції «чистої етикетки» (Clean Label), яка передбачає використання натуральної сировини, мінімізацію кількості харчових добавок і відмову від синтетичних поліпшувачів. У цьому контексті значний інтерес становить застосування багатой на корисні нутрієнти нетрадиційної рослинної сировини, яка одночасно дозволяє підвищити харчову цінність продукції та забезпечити відповідність вимогам споживачів до натуральності складу харчових продуктів.

Аналіз сучасних підходів до підвищення харчової цінності хліба свідчить про ефективність залучення з цією метою рецептурних інгредієнтів на основі пророщених зернових культур та плодово-ягідної сировини, як джерела біодоступних поживних речовин, вітамінів, антиоксидантів, мінеральних речовин. Наукові та практичні аспекти її впровадження у технологію хлібопечення висвітлено у працях багатьох вітчизняних і зарубіжних дослідників, серед яких: В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, Т.Є. Лебеденко, Г.М. Лисюк, А.О. Шевченко, В.В. Євлаш, М.М. Самілик, Т.В. Гавриш, І.В. Солоницька, N.Vartolomei, M. Iordan, A.Marti, H. Boz та інші. Проте питання підвищення харчової цінності пшеничного хліба із забезпеченням високих показників якості за умов залучення нових видів нетрадиційної сировини

потребує подальшого наукового опрацювання і не може вважатися остаточно розкритим.

Цінною збагачувальною сировиною для таких виробів є пластівці із пророщеного зерна пшениці (ППЗП) та порошок із плодів шипшини (ППШ). Пророщене зерно пшениці характеризується високим вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин. У свою чергу порошок із плодів шипшини, поряд з вказаними нутрієнтами, є джерелом поліфенольних сполук, аскорбінової та інших органічних кислот. Разом із тим наукові дані щодо їх застосування у технології хліба підвищеної харчової цінності в науковій літературі практично відсутні. Залишаються не дослідженими раціональні співвідношення цієї збагачувальної сировини, їх вплив на технологічні процеси формування структури тіста та якість готової продукції. Також потребують вивчення питання оцінки ефекту сумісного застосування дослідної сировини на хімічний склад хліба.

Таким чином, дослідження, спрямовані на наукове обґрунтування сумісного використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини у технології пшеничного хліба підвищеної харчової цінності з високими показниками якості, є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до тематичних планів наукових досліджень у рамках науково-дослідної тематики Державного біотехнологічного університету: НДР № 0123U100287 «Розроблення інноваційних технологій хлібобулочних і кондитерських виробів підвищеної харчової цінності з використанням нетрадиційної сировини», НДР № 0126U001427 «Використання нових видів рослинної сировини для покращення нутрієнтного складу та якості хлібобулочних і кондитерських виробів».

Особиста участь автора полягає у плануванні та проведенні експериментальних досліджень, розробці нормативної документації, підготовці матеріалів до публікації.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є удосконалення технології хліба пшеничного з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини для підвищення харчової цінності та якості готових виробів.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні завдання:

- на підставі узагальнення та аналізу теоретичних даних обґрунтувати доцільність використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини у технології хліба пшеничного підвищеної харчової цінності та високої якості;
- визначити хімічний склад пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини, а саме вміст у них поживних речовин, харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів, поліфенолів;
- вивчити функціонально-технологічні властивості пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини;
- дослідити перебіг основних мікробіологічних і біохімічних процесів, що протікають під час виготовлення тіста з пшеничного борошна з додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини;
- встановити вплив пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на властивості клейковини та структурно-механічні властивості пшеничного тіста;
- визначити раціональні дозування пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини відповідно до їх впливу на органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба пшеничного;
- обґрунтувати технологічні параметри виробництва хліба пшеничного за сумісного внесення пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини з використанням математичних методів планування повного факторного експерименту та оптимізації технологічних процесів;
- на основі результатів експериментальних досліджень удосконалити технологію та розробити асортимент хліба пшеничного із сумісним

використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини;

– оцінити споживчі властивості нових виробів за їх харчовою та біологічною цінністю, а також збереженість свіжості під час зберігання;

– розробити та затвердити технологічну документацію на нові вироби, здійснити промислову апробацію й впровадження удосконаленої технології у виробництво та визначити ефективність її практичного застосування.

Об’єкт дослідження – технологія хліба пшеничного.

Предмет дослідження: пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок із плодів шипшини, їхні хімічний склад і функціонально-технологічні властивості; мікробіологічні, біохімічні процеси дозрівання та структурно-механічні властивості тіста; органолептичні та фізико-хімічні показники якості, харчова цінність, процеси черствіння пшеничного хліба за умов додавання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини.

Методи дослідження: стандартні та спеціальні органолептичні, хімічні, аналітичні, фізичні, фізико-хімічні, мікробіологічні методи визначення якості вихідної сировини, напівфабрикатів та готових виробів; математичні методи планування експерименту й обробки результатів досліджень; методи оцінки ефективності впровадження технологічних рішень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що *вперше*:

– науково обґрунтовано й експериментально підтверджено доцільність сумісного використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини у технології хліба пшеничного з підвищеним вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, поліфенольних сполук, а також покращеними органолептичними та фізико-хімічними показниками якості, подовженим терміном збереження свіжості;

– отримано нові наукові дані про хімічний склад пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини, а саме: кількісний та якісний склад білків і вуглеводів, вміст харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів, поліфенольних сполук і антиоксидантну ємність;

– встановлено залежності кислото-, газоутворення та зброджування редукувальних цукрів у пшеничному тісті від дозування пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшин, які доводять інтенсифікацію мікробіологічних процесів його дозрівання внаслідок активації бродильної мікрофлори;

– встановлено закономірності різноспрямованого впливу пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на структурно-механічні властивості пшеничного тіста, що полягають у послабленні структури тіста внаслідок високої ферментативної активності ППЗП та зміцненні його структури за рахунок дії аскорбінової кислоти та взаємодії поліфенольних сполук і харчових волокон порошку шипшини з білками клейковини;

– отримано математичну модель технологічного процесу виробництва пшеничного хліба за умови сумісного додавання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини, яку використано для оптимізації вологості та тривалості дозрівання тіста, за яких забезпечуються високі органолептичні та фізико-хімічні показники якості виробів.

Дістали подальшого розвитку та узагальнення:

– відомості про використання продуктів переробки пророщеного зерна пшениці та плодів шипшини у технології хліба підвищеної харчової цінності;

– уявлення про хімічний склад і вплив досліджуваної сировини на формування споживчих властивостей пшеничного хліба.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів досліджень удосконалено технологію хліба пшеничного шляхом сумісного використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини. Розроблено й затверджено рецептури та технологічні інструкції на виробництво хліба «Сила природи» (РЦ У 10.8–44234755–004:2026, ТІ У 10.8–44234755–004:2026) та хлібця «Корисний мікс» (РЦ У 10.8–44234755–003:2026, ТІ У 10.8–44234755–003:2026).

Реалізація роботи. Нові розробки дегустувалися на ДП «Зееландія» (м. Київ, акт від 25.09.2025 р.), ФОП Крітікова Л.В. Пекарня «Пекаріфф»

(м. Харків, акт від 11.12.2025 р.). За результатами дослідження здійснено промислову апробацію та впровадження удосконаленої технології у виробництво на ТОВ «Лизогубівські ласощі» (с. Лизогубівка, Харківська обл. акт від 3.03.2026 р.), ФОП МАСЛАК О.В. (м. Пирятин, Полтавська обл., акт від 7.04.2026 р.), ТОВ «ВАЛКИ-ХЛІБ» (м. Валки, Харківська обл., акт від 12.03.2026 р.).

Результати дисертаційної роботи впроваджено в освітній процес Державного біотехнологічного університету, а саме: у навчально-методичне забезпечення дисциплін «Інноваційні технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» і «Технології оздоровчих хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю G13 «Харчові технології» (акти від 15.05.2026 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі стану проблеми, формулюванні мети та завдань для її реалізації, плануванні, організації та проведенні експериментальних досліджень у лабораторних і виробничих умовах, обробленні, аналізі та узагальненні отриманих даних, підготовці матеріалів до публікації, формулюванні висновків, проведенні заходів з апробації та впровадження результатів досліджень у виробництво та освітній процес.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на Міжнародних та Всеукраїнських науково-практичних конференціях, а саме: II Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Інноваційні технології розвитку харчових виробництв та ресторанної індустрії: наукові пошуки молоді» (м. Харків, 2024 р.), XIII Наукова конференція «Наукові підсумки 2024 року» (м. Харків, 2024 р.), II Міжнародна науково-практична конференція «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» (м. Харків, 2025 р.), Міжнародна науково-практична конференція «Технології харчових продуктів і комбікормів»

(м. Одеса, 2025 р.), I Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 95-річчю заснування Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця «Актуальні проблеми та перспективи розвитку індустрії гостинності і крафтових виробництв» (м. Харків, 2025 р.), III Міжнародна науково-практична конференція «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» (м. Харків, 2026 р.), XVI Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем–2026» (м. Чернігів, 2026 р.), Всеукраїнська науково-практична конференція «Інновації та сталий розвиток у сфері гостинності, харчових технологій та прикладних наук» (м. Чернігів, 2026 р.).

Розроблена продукція демонструвалася та отримала позитивну оцінку фахівців галузі на виставках наукових розробок, які проводились у рамках наради щодо перспектив розвитку Державного біотехнологічного університету за участі Харківської обласної військової адміністрації, народних депутатів України (м. Харків, 12.07.2023 р.), а також на виставці наукових досягнень закладів вищої освіти та наукових установ регіону з нагоди Всесвітнього дня науки в ім'я миру та розвитку за участі керівництва МОН України та Харківської обласної військової адміністрації (м. Харків, 20.11.2024 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, у тому числі: 4 статті, серед яких 2 – у науковому фаховому виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus, 1 – у науковому фаховому виданні України категорії «Б», 1 – у науковому виданні іншої держави (Естонія) з напрямку, за яким підготовлено дисертацію; 8 тез доповідей та матеріалів Міжнародних і Всеукраїнських конференцій.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел літератури, що включає 294 найменування, у тому числі 144 закордонних, 7 додатків. Повний обсяг дисертації складає 135 сторінок основного тексту, містить 31 таблицю та 24 рисунки.

РОЗДІЛ 1

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНІЦІ ТА ПЛОДІВ ШИПШИНИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ І БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБА (огляд літератури)

1.1. Шляхи підвищення харчової цінності хліба з використанням рослинної сировини

Якість харчування належить до визначальних чинників, що впливають на стан здоров'я населення, працездатність, адаптаційні можливості організму та тривалість життя людини. Дефіцит есенціальних нутрієнтів, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин у раціонах харчування є однією з причин поширення аліментарно-залежних захворювань, які сьогодні становлять серйозну глобальну медико-соціальну проблему. Для населення України актуальність зазначеної проблеми зростає в умовах тривалого впливу стресових чинників, пов'язаних із воєнними діями, що спричиняють підвищене навантаження на фізіологічні та психоемоційні механізми адаптації організму. У таких умовах особливого значення набуває забезпечення раціону харчовими продуктами, здатними сприяти підвищенню стресостійкості та підтриманню фізичного і психологічного гомеостазу.

Одним із пріоритетних напрямів вирішення проблеми нутрієнтних дефіцитів є розроблення харчових продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності, здатних не лише задовольняти енергетичні потреби організму, а й забезпечувати надходження фізіологічно функціональних інгредієнтів. Такий підхід відповідає цілям сталого розвитку ООН [1] та узгоджується зі Стратегією Європейського Союзу «Від ферми до виделки» (Farm to Fork Strategy) [2], спрямованої на формування здорових, безпечних і стійких продовольчих систем шляхом покращення нутрієнтного профілю харчових продуктів та раціонального

використання сировинних ресурсів. Сучасні вимоги до створення таких виробів передбачають узгодження з принципами концепції «чистої етикетки» (Clean Label), що передбачає використання мінімально оброблених рецептурних компонентів та обмеження синтетичних інгредієнтів [3].

Особливе місце у структурі харчування населення України та багатьох інших країн світу традиційно займає хліб завдяки поєднанню високих смакових властивостей, доступності, технологічної універсальності та історично сформованих харчових традицій [4–6]. Він належить до продуктів щоденного споживання, які забезпечують значну частку добової потреби людини в енергії, проте не завжди містять достатньої кількості харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, антиоксидантів та інших біологічно активних сполук. Поєднання високого рівня споживання з недостатньою збалансованістю нутрієнтного складу обумовлює доцільність використання хліба як базового продукту для фортифікації фізіологічно функціональними інгредієнтами [7, 8]. Концептуальні основи до підвищення харчової та біологічної цінності хліба розробляються на основі міждисциплінарної співпраці фахівців у галузях нутриціології, сільського господарства та хлібопекарського виробництва.

Коригування хімічного складу хліба на сьогодні здійснюється переважно за двома основними напрямками: шляхом використання біофортифікованої чи фортифікованої сировини, а також фортифікації хлібобулочних виробів есенціальними нутрієнтами безпосередньо у процесі їх виробництва [9–11].

Біофортифікація є ефективною агрономічною стратегією, спрямованою на усунення «прихованого голоду» – поширеного дефіциту вітамінів і мінеральних речовин у раціоні населення. Сутність біофортифікації полягає у цілеспрямованому підвищенні концентрації мікронутрієнтів у їстівних частинах рослин на етапі їх вирощування за допомогою методів традиційної селекції, генетичної модифікації, агрономічних підходів [11–14]. Питаннями біофортифікації на міжнародному рівні опікуються Всесвітня організація охорони здоров'я (WHO), Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (FAO), міжнародна програма HarvestPlus та дослідницька мережа CGIAR,

які координують програми з біозбагачення пшениці, рису, кукурудзи, бобових та інших культур залізом, цинком, каротиноїдами тощо [15–17].

Використання біофортифікованої сировини дозволяє покращувати нутрієнтний профіль продуктів масового споживання без додаткового внесення збагачувальних добавок у процесі виробництва. Разом із тим, біофортифікація має і певні обмеження, серед яких тривалість створення та впровадження нових сортів, залежність ефективності накопичення нутрієнтів від ґрунтово-кліматичних умов [16].

Іншим важливим підходом до підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів є фортифікація хлібопекарської сировини, насамперед борошна. Сутність цього напрямку полягає у цілеспрямованому його збагаченні найбільш дефіцитними мінеральними речовинами та вітамінами, зокрема залізом, фолієвою кислотою, цинком та вітамінами групи В з метою профілактики мікронутрієнтної недостатності. Швидкий розвиток програм фортифікації розпочався у другій половині XX століття як відповідь на поширення дефіцитних станів та «прихованого голоду» серед населення. Сьогодні обов'язкова фортифікація пшеничного борошна законодавчо впроваджена більш ніж у 90 країнах світу, зокрема у США, Австралії, Канаді, Великій Британії, країнах Близького Сходу, Африки тощо [17, 18]. В Україні фортифікація борошна наразі не є обов'язковою на державному рівні, проте питання її впровадження активно обговорюється у контексті гармонізації національного законодавства з міжнародними рекомендаціями ВООЗ і ФАО. У 2021 році у Верховній Раді України було зареєстровано проєкт Закону №5657 «Про фортифікацію борошна» щодо обов'язкової фортифікації пшеничного борошна вищого та першого ґатунків фолієвою кислотою [19], проте остаточне рішення для внутрішнього ринку ще не ухвалене. Українські виробники випускають фортифіковане борошно переважно для експорту на ринки країн, де такі стандарти є обов'язковими.

Окрім борошна, фортифікації піддається й інша основна сировина хлібопекарського виробництва, зокрема фортифіковані дріжджі хлібопекарські є

носіями селену та йоду [20, 21]. Класичним способом подолання йодного дефіциту можна вважати використання йодованої солі у виробництві хліба [22, 23]. В Україні налагоджено виробництво харчової солі, що складається із суміші 70% хлориду натрію та 30% хлориду калію. Її використання дозволяє зменшити вміст натрію і водночас підвищити вміст калію у готових виробах [24].

Фортифікація хлібопекарської сировини забезпечує ефективну корекцію вмісту необхідних нутрієнтів у раціоні людини, проте переважно спрямована на компенсацію нестачі окремих мікро- та макронутрієнтів. Разом з тим, сучасні підходи до здорового харчування обумовлюють необхідність комплексного збагачення харчових продуктів фізіологічно функціональними інгредієнтами. Такий підхід реалізується шляхом фортифікації хлібобулочних виробів безпосередньо у процесі їх виробництва. З цією метою широко застосовується багата на есенціальні нутрієнти нетрадиційна рослинна сировина [25–27].

Серед рослинної сировини особливу увагу привертають продукти переробки зернових, зернобобових, овочевих і плодово-ягідних культур, які є перспективним джерелом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин та інших біологічно активних сполук [25, 26, 28–30].

Зернова сировина посідає важливе місце у структурі харчових ресурсів, оскільки є основною сировиною для хлібопекарської, борошномельної, круп'яної та комбікормової промисловості, а також становить основу харчування населення. Її цінність зумовлена наявністю комплексу поживних речовин, які визначають високий харчовий і функціональний потенціал зерна.

Для підвищення харчової цінності хліба використовують різну зернову сировину та продукти її переробки, саме ціле зерно, борошно з різних зернових культур, крупи, зерна, пластівці; висівки, шроти, зародки які є побічними продуктами переробки зерна, а також концентрати та ізоляти білка, препарати харчових волокон [25, 26, 29, 31, 32].

Максимальне використання комплексу біологічно цінних речовин, природно локалізованих у зерні, забезпечується за умови споживання хліба, що виготовляється з цілого зерна пшениці, спельти, полби. Технологія його

виробництва ґрунтується на замочуванні зерна з подальшим диспергуванням до тістоподібної маси, на основі якої замішується тісто. Вироби, виготовлені за даним способом, мають щільну м'якушку, недостатньо розвинутий об'єм та пористість. Для поліпшення якості такого хліба використовується попередня термічна обробка зерна, додаються цитолітичні ферментні препарати тощо [33–35].

У технологіях хліба підвищеної харчової цінності широкого застосування набули різні види нетрадиційного борошна, серед яких особливу увагу приділяють борошну із суцільнозмеленого зерна [36–72].

У роботах зарубіжних і вітчизняних науковців розглядається перспективність використання вівсяного та ячмінного борошна для підвищення у хлібі вмісту β -глюканів, мінеральних речовин, антиоксидантів тощо. Аналіз даних різних авторів свідчить про технологічну доцільність заміни пшеничного борошна на вівсяне чи ячмінне у кількості 5...15% без погіршення якості виробів [38–40], проте для суттєвого збільшення вмісту у хлібі β -глюканів розроблено рецептури з 30...70% цього борошна. Українські дослідники рекомендують застосовувати вівсяне борошно у складі композитних борошняних сумішей у кількості 10...20%, що забезпечує отримання виробів із задовільними органолептичними та структурно-механічними властивостями [41].

Рисове борошно характеризується високим вмістом легкозасвоюваного крохмалю, гіпоалергенними властивостями та гарною перетравністю, що обумовлює його широке використання у технологіях дієтичних хлібобулочних виробів. Встановлено, що для отримання хліба гарної якості для хворих із запальною хворобою кишківника доцільним є заміна 20% пшеничного борошна рисовим [42]. У роботах [43, 44] обґрунтовано можливість використання рисового борошна як основної сировини у технології безглютенового хліба.

Інтерес до використання у технології хліба амарантового борошна обумовлений високим вмістом в ньому білка, харчових волокон, сквалену,

токоферолів [45]. Авторами [46] показано, що використання до 25% амарантового борошна значно підвищує харчову цінність хліба.

Соргове борошно характеризується високим вмістом поліфенольних сполук, антиоксидантів і повільнозасвоюваного крохмалю. Внесення 10...30% соргового борошна у складі композитних сумішей дозволяє отримувати вироби з підвищеним вмістом харчових волокон та задовільними органолептичними показниками [47]. У роботі [48] підкреслюється перспективність заміни до 30% крохмалю суцільнозмеленим сорговим борошном у технології безглютенового хліба.

Гречане борошно рекомендують застосовувати у кількості 30...40%, оскільки це дозволяє підвищити біологічну цінність білка, а також вміст у хлібі харчових волокон і мінеральних речовин [49, 50]. Науковцями НУХТ обґрунтовано доцільність використання в технології хліба борошна із зеленої гречки у кількості до 20% від маси борошна, оскільки таке дозування не викликає суттєвого погіршення структурно-механічних властивостей тіста [51, 52].

Використання кукурудзяного борошна сприяє підвищенню харчової цінності виробів та формуванню характерного кольору і смаку хліба. Його рекомендують додавати у кількості до 10% під час виробництва пшеничного хліба [53] і використовувати як основу в технології безглютенових виробів із додаванням гречаного борошна [54].

Ефективним способом покращення харчової та біологічної цінності хліба є використання борошна альтернативних зернових культур спельти (*Triticum spelta*) та полби (*Triticum emmer*) – прародичів сучасної пшениці [55, 31]. Встановлено, що використання суміші пшеничного та спельтового борошна у співвідношенні 70:30 забезпечує підвищення пористості хліба на 14,5% та сприяє подовженню свіжості готових виробів [56]. Також показано, що наявність 15...20% спельтового борошна у суміші з пшеничним не викликає суттєвого погіршення якості тіста та готових виробів [57].

Для використання у виробництві хліба підвищеної харчової цінності перспективним є борошно тефу, як джерело білків, харчових волокон, заліза,

кальцію та антиоксидантів [58], а також конопляне борошно [59, 60] для збагачення хліба незамінними амінокислотами, ω -3 та ω -6 жирними кислотами, антиоксидантами.

Насіння льону є цінною сировиною для збагачення хлібобулочних виробів, оскільки характеризується високим вмістом харчових волокон, повноцінних білків, ненасичених жирних кислот, мінеральних речовин і вітамінів. Встановлено, що для отримання хліба підвищеної харчової цінності з високими показниками якості обґрунтованим є включення до його рецептури від 5 до 20% подрібненого насіння льону від маси борошна [61, 62].

Кунжутне борошно є джерелом вмісту білків, ω -6 та ω -9 – жирних кислот, харчових волокон, кальцію, магнію тощо. У хлібопеченні рекомендовано застосовувати 10% такого борошна з застосуванням способів тістоприготування на диспергованій фазі або опарного [63], також рекомендовано скорочувати тривалість дозрівання тіста за безопарного способу виробництва [64].

Для підвищення вмісту білка у хлібі та покращення його амінокислотного складу широко застосовують продукти переробки зернобобової сировини, а саме соєве [65, 66], сочевичне [67], нутове [68, 69], горохове [70] борошно, борошно з бобів [71, 72] тощо.

Для виробництва фортифікованого хліба знаходять застосування продукти круп'яного виробництва, зокрема пшоняна крупа, яку рекомендовано додавати під час виробництва хліба на сухих заквасках у кількості 20...30%, а для покращення якості виробів застосовувати ферментний препарат Пентопан 500 BG [73].

Встановлено, що внесення амарантової крупи у кількості 4...8% до маси пшеничного борошна сприяє суттєвому покращенню амінокислотного складу готових виробів завдяки високому вмісту лізину, фенілаланіну, тирозину та інших незамінних амінокислот. У результаті збагачення хліба амарантовою крупою вміст незамінних амінокислот підвищується у 1,10...1,45 раза, а біологічна цінність білка – у 2,6 раза порівняно з контрольними зразками [74].

Перспективною збагачувальною сировиною для виробництва хліба є зернові пластівці. У роботі [75] показано, що заміна 15% пшеничного або спельтового цільозернового борошна вівсяними або гречаними пластівцями сприяє покращенню його хімічного складу, проте веде до погіршення питомого об'єму та стану м'якушки виробів. Для усунення даних недоліків запропоновано застосовувати суху пшеничну клейковину і аскорбінову кислоту.

Встановлено вплив 5...20% вівсяного борошна, вівсяних висівок або вівсяних пластівців на якість тістової системи та хліба. Показано, що пшенично-вівсяне тісто та готові вироби з вмістом 5 і 10% вівсяних продуктів характеризувалися достатньо високими показниками якості, причому вівсяні пластівці та висівки більш позитивно впливали на якість виробів порівняно з вівсяним борошном [76]. Згідно з наведеними у роботі [77] даними, раціональним є внесення в тісто ячмінних пластівців у кількості 15% від маси борошна. Показано, що регулярне споживання 300 г такого хліба дозволяє суттєво збільшити надходження в організм людини харчових волокон, цинку та селену. Вівсяні та ячмінні пластівці є складовими зернових сумішей, зокрема суміші «11 зернових» ТМ Inventis (Лесафр груп) [78].

Внесення в тісто пластівців зернових культур має свої переваги порівняно з борошном, оскільки вони містять практично всі складові зернівки. Крім того, пластівці не піддаються подрібненню, отже їх питома поверхня порівняно менша і більшість нутрієнтів знаходяться у внутрішніх шарах пластівців, що оберігає їх від негативного впливу повітря та світла. Отже, спектр зернових пластівців для підвищення харчової цінності хліба доцільно розширювати.

Ефективним способом підвищення у хлібі вмісту харчових волокон, повноцінного білка, вітамінів, мінеральних речовин є використання вторинної рослинної сировини, зокрема побічних продуктів борошномельного, круп'яного та олійного виробництва. З цією метою застосовуються пшеничні [79], житні [80], вівсяні [81] висівки, гречана лузга [82]. Покращення нутрієнтного складу хліба забезпечує додавання побічних продуктів олійного виробництва, зокрема

шроту зародків пшениці [83], шроту зародків вівса та кукурудзяної макухи [84], шроту насіння льону [85].

Серед найбільш застосовуваних видів збагачувальної сировини важливу роль у виробництві хліба привертають продукти переробки овочевої та плодово-ягідної сировини як цінні джерела харчових волокон, органічних кислот, вітамінів і мінеральних речовин, антиоксидантів. Вони гарно поєднуються з рецептурними компонентами тіста і сприяють поліпшенню його структурно-механічних властивостей, позитивно впливають на якість готового хліба.

У роботі [86] показано, що каротиновмісні гарбузовий та соєво-морквяний порошки є джерелом білків, харчових волокон, пектинових речовин, мінеральних елементів і β -каротину, а їх внесення у кількості 3...7% сприяє інтенсифікації газоутворення, збільшенню питомого об'єму хліба, покращенню пористості та формуванню привабливого жовто-помаранчевого забарвлення виробів. У дослідженні [87] рекомендовано використання овочево-фруктових порошків із моркви, гарбуза та яблука для підвищення харчової цінності крафтових хлібобулочних виробів. Автори роботи [88] встановили, що заміна 10...30% пшеничного борошна порошками з моркви та гарбуза сприяє підвищенню у хлібі вмісту мінеральних речовин, поліфенольних і флавоноїдних сполук.

Запропоновано технологію хліба оздоровчої дії з додаванням 3 і 5% пектиновмісних яблучного і бурякового порошків [89], яблучного та бурякового концентратів харчових волокон [90].

За внесення до рецептури хліба із заморожених напівфабрикатів 5...10% порошків томатів, броколі та асаї в ньому підвищується вміст білка та мінеральних речовин, зменшується частка засвоюваних вуглеводів. Додавання цих порошків дозволяє уповільнити погіршення якості хліба під час низькотемпературного зберігання [91].

Доведено доцільність використання 2% порошків із чорних і зелених оливок, апельсинової та лимонної шкірки, томатів, буряка, моркви, цибулі,

артишоку, шпинату, мангольду для підвищення вмісту мінеральних речовин і харчових волокон у виробах, у тому числі і безглютенових [92, 93].

Додавання 10% порошку з капусти разом із 3% насіння кунжуту та 1% насіння льону сприяє інтенсифікації газоутворення, скороченню тривалості вистоювання тіста, підвищенню показників пористості та формостійкості, уповільненню процесів черствіння, підвищенню харчової цінності хліба та зниженню в ньому вмісту цукру і жиру [94].

Запропоновано технологію хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності з використанням 2,5...4,5% порошку топінамбура, що є джерелом інуліну, К, Са, Р, Mg, Cu, Zn, Fe, вітамінів групи В, С, β -каротину [95].

У роботі [96] показано позитивну роль 2...6% сухого подрібненого болгарського перцю на підвищення вітамінної, мінеральної цінності та інтенсифікації технологічних процесів під час приготування хліба.

Доведено перспективність використання порошоків із різних фракцій виноградних вичавків для підвищення вмісту у хлібі вітамінів, поліфенолів, мінеральних речовин. Встановлено інтенсифікацію процесів дозрівання тіста, підвищення органолептичних та фізико-хімічних показників якості, уповільнення черствіння хліба за їх додавання [97].

Цукровмісні сиропи вишні, полуниці, малини та чорної смородини рекомендовано застосовувати у технології булочних виробів з метою покращення їх якості, підвищення в них вмісту вітамінів та мінеральних речовин [98].

Калина є цінним джерелом біологічно активних речовин. Її плоди містять вітаміни А, С, Е, К, Р, мінеральні елементи (калій, залізо, мідь, цинк, марганець), а також флавоноїди, органічні кислоти, ефірні олії, β -каротин і дубильні речовини. Показано, що внесення 5% порошку з калини в рецептуру здобної булочки сприяє покращенню структурно-механічних властивості тіста за рахунок вмісту в порошоків білково-полісахаридних комплексів, прискоренню технологічного процесу, уповільненню процесу черствіння виробів та надає їм приємного аромату та смаку [99].

Порошок з вичавків ягід калини рекомендовано вносити у кількості 2...4%, що дозволяє прискорити тривалість дозрівання тіста на 25% та покращити питомий об'єм хліба за рахунок активізації дріжджових клітин [100].

Авторами досліджень [101, 102] доведено перспективність використання порошку з плодів горобини звичайної (*Sorbus aucuparia*) для підвищення біологічної цінності та подовження терміну зберігання хліба завдяки пригніченню розвитку плісняви, а також скорочення тривалості технологічного процесу. Порошок містить 17 амінокислот (7,43 г/100 г), серед яких переважає глютамінова кислота (1,57 г/100 г), а також аскорбінову кислоту та харчові волокна. Встановлено, що додавання 10 % порошку сприяє підвищенню харчової цінності пшеничного і житнього хліба та позитивно впливає на органолептичні показники виробів.

Плоди чорноплідної горобини мають цінний хімічний склад і високу біологічну активність за рахунок значного вмісту пектинових речовин, фенольних сполук, органічних кислот, сорбіту, аскорбінової кислоти. Внесення пюре з чорноплідної горобини у кількості 3, 6 і 9% до маси борошна сприяло зміцненню структури тіста, підвищенню питомого об'єму, пористості, формостійкості і кислотності хліба [103].

За умов додавання порошку з вичавків чорноплідної горобини хліб збагачується харчовими волокнами, мінеральними речовинами, а також має високу антиоксидантну активність. Загальний вміст фенольних сполук у зразку з 3% добавки був приблизно утричі вищим порівняно з контрольним зразком [104].

Сироп із чорноплідної горобини входить до складу мультифункціональної пасти «ЛЕКВАР Чорна Перлина», що виробляється ДП «Зееландія» (Україна) для виробництва оригінальних хлібобулочних виробів із підвищеною харчовою цінністю. До складу пасти входить заварка, сироп із чорноплідної горобини, чорна патока, закваска [105].

Обліпіха є цінним джерелом вітаміну С, поліфенольних сполук, каротиноїдів, токоферолів і харчових волокон, що зумовлює її високі

антиоксидантні та функціонально-оздоровчі властивості й визначає перспективність використання у харчових технологіях. Додавання сушених та подрібнених вичавків обліпихи (відходи у технології соку) у кількості 6...10% покращує харчовий профіль та антиоксидантну активність пшеничного хліба [106]. Для встановлення раціонального дозування обліпихового шроту автори [107] досліджували зразки хліба з внесенням 3, 5 і 7% добавки. За результатами органолептичних і фізико-хімічних досліджень оптимальним визначено дозування 5% до маси борошна, при цьому вміст харчових волокон зростає на 20,5%.

Як збагачувальна сировина для виробництва хліба високої якості з покращеним нутрієнтним складом серед лікарських рослин привертає увагу шипшина. Плоди шипшини здавна використовуються у медицині і харчуванні завдяки високому вмісту вітаміну С, флавоноїдів, каротиноїдів і жирних кислот [108]. Характеристика нутрієнтного складу плодів шипшини та аналіз шляхів використання продуктів їх переробки у технології хліба будуть розглянуті нижче.

Аналіз узагальнених у даному розділі наукових підходів до підвищення харчової цінності хліба з використанням рослинних інгредієнтів свідчить, що вони базуються або на біофортificaції та фортificaції основної хлібопекарської сировини, або на внесенні натуральних збагачувальних компонентів безпосередньо у технологічному процесі виробництва хліба. На наш погляд, перспективним, з технологічної та економічної точки зору, є використання сировини, отриманої шляхом поєднання зазначених підходів. Крім того, важливим є забезпечення збагачення хліба комплексом есенціальних нутрієнтів.

Перспективним технологічним підходом у цьому зв'язку є використання під час виробництва хліба продуктів переробки пророщених зернових культур. Пророщування є процесом біоактивації зерна, унаслідок якого відбувається природне комплексне підвищення харчової та біологічної цінності зернової сировини без застосування синтетичних збагачувачів [109–112]. Порівняно з

агрономічною та селекційною біофортифікацією пророщування зерна характеризується технологічною простотою, відносно короткою тривалістю процесу та можливістю реалізації безпосередньо на харчових підприємствах без зміни сортового складу зерна.

У зв'язку з цим доцільним є детальний розгляд фізіолого-біохімічних процесів, що відбуваються у зерні під час пророщування, а також аналіз сучасних підходів до використання продуктів переробки пророщеного зерна у технології хліба.

1.2. Сучасні підходи до використання пророщених зернових культур та продуктів їх переробки у технологіях хлібобулочних виробів

Останнім часом все більшої популярності набуває використання пророщених зернових культур у технологіях харчових продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності. Це обумовлене покращенням харчового та сенсорного профілю зерна у результаті комплексних фізико-хімічних та біохімічних змін, що відбуваються в ньому під час пророщування [109–114].

Біотехнологічний процес пророщування (біоактивації) ґрунтується на створенні оптимальних умов для розвитку зернівки – відповідного температурного режиму, вологості та аерації. Пророщування зерна – це перехід від стану спокою до активного росту, під час якого запускається скоординована система процесів, спрямованих на забезпечення виживання і розвитку паростка. Зміни у зернівці в цей період визначаються балансом двох взаємопов'язаних процесів – інтенсивного гідролізу запасних речовин і біосинтезу нових сполук, необхідних для розвитку зародка. За умов досягнення достатнього рівня вологості у зерні починають вивільнятися та синтезуватися фітогормони, зокрема, абсцизова та гіберелінова кислоти. Їх дія, в свою чергу, стимулює синтез гідролаз – амілаз, ліпаз, протеаз, цитолітичних ферментів, що каталізують гідроліз відповідних субстратів [110, 112, 115]. У результаті активного гідролізу

накопичуються амінокислоти, редукуючі цукри, водорозчинні харчові волокна, покращується засвоюваність білків та крохмалю, знижується вміст антинутрієнтів. Внаслідок активації ферменту фітази в зерні руйнуються фітатні комплекси із вивільненням зв'язаних мінеральних елементів кальцію, магнію, калію, заліза, фосфору, що сприяє підвищенню їх біодоступності [116, 117].

Біоактивація зерна веде до збільшення в ньому вмісту фолатів, вітамінів групи В, токоферолів, вітамінів Е, С, каротиноїдів [110, 111, 118, 119]. Також стимулюється накопичення γ -аміномасляної кислоти, яка відіграє вирішальну роль у таких фізіологічних функціях, як нейротрансмісія та регуляція артеріального тиску [120]. У зерні синтезуються біологічно активні сполуки захисної дії, зокрема поліфеноли, що зумовлюють підвищення його антиоксидантної активності [121, 122].

Слід зазначити, що під час пророщування, поряд із позитивними змінами у харчовому профілі зерна, відбуваються трансформація його технологічних властивостей, що має суттєве значення для хлібопекарського виробництва. Так, унаслідок протеолізу відбувається частковий гідроліз клейковинних білків пшеничного зерна, що послаблює клейковинний каркас і погіршує газоутримувальну здатність тіста [123]. У результаті активних амілолітичних процесів у зернових частково гідролізується крохмаль, що супроводжується зміною морфології крохмальних гранул, деградацією амілози та амілопектину [115, 110]. Активність α -амілази протягом пророщування зростає значно інтенсивніше, ніж β -амілази та протеолітичних ферментів, отже саме їй належить ключова роль у зміні технологічних властивостей зерна [124, 125].

Біохімічні зміни під час пророщування залежать від низки чинників, серед яких вид зерна, тривалість, відносна вологість та температура пророщування. Їх можливо контролювати шляхом регулювання параметрів біоактивації [125].

У технології хліба підвищеної харчової цінності знаходять застосування продукти переробки різних зернових культур. Аналіз літературних джерел показує, що внесення борошна з пророщеного зерна суттєво впливає на перебіг процесів його дозрівання та показники якості готової продукції.

Авторами [126] досліджено зміну харчової цінності зерна вівса протягом 24...120 год пророщування і вплив його додавання у кількості 20% взамін пшеничного борошна на якість хліба. Встановлено, що вміст поліфенолів та γ -аміномасляної кислоти в хлібі зростає за мірою подовження терміну пророщування зерна. Разом із тим, для отримання хліба з близькими до контрольних питомим об'ємом та станом пористості пророщувати вівсяне зерно більше, ніж 72 год не доцільно.

Встановлено, що в тісті з суміші пшеничного борошна з 5...20% борошна з пророщеного протягом 4 діб ячмінного зерна за мірою збільшення його дозування підвищуються водопоглинальна здатність, тривалість утворення та стійкість тіста. У дослідних зразках хліба порівняно з контрольним зразком суттєво підвищується вміст білка, жирів, β -глюкану, а також зольність, тоді як вміст вуглеводів зменшується. Дослідники рекомендують використовувати до 15% пророщеного ячмінного зерна для виробництва хліба, оскільки більше дозування призводить до погіршення його об'єму, текстурних та органолептичних характеристик [127].

У дослідженнях [128] показано, що внесення 10...30% борошна з пророщеної за контрольованих параметрів кукурудзи впливає на реологічні властивості тіста. Зі збільшенням дозування добавки погіршувалися показники стабільності та пружності тіста, знижувалися його розтяжність і водопоглинальна здатність, водночас підвищувався ступінь розрідження. Це пов'язано з порушенням безперервності клейковинного каркаса та зміною структури крохмальних зерен.

Розроблено технологію виробів підвищеної харчової цінності та подовженого терміну зберігання, а саме хліба пшеничного, булочних виробів із додаванням 15% та здобних із додаванням 50% суміші з пророщених зерен пшениці, ячменю, вівса та кукурудзи, отриманої шляхом тривалого пророщування. Її додавання призводить до погіршення структурно-механічних властивостей тіста, тож для їх кореляції запропоновано багатокomпонентні поліпшувачі, що містять суху пшеничну клейковину, пектинові, сироватку,

аскорбінову та молочну кислоту тощо [129].

Досліджено можливість використання вівсяного, ячмінного та пшеничного солоду в технології хліба. Показано, що їх додавання у кількості 0,5...5,0% сприяє збільшенню питомого об'єму пшеничного хліба. Ячмінний і пшеничний солод, на відміну від вівсяного, у кількості більше 2,5% призводить до погіршення стану м'якушки хліба [130]. Вивчаючи зміни стану гідроколоїдів ячменю під час пророщення встановлено активізацію процесів гідролізу крохмалю та білкових речовин, що супроводжується зростанням вмісту декстринів, розчинних вуглеводів і небілкового азоту внаслідок інтенсивної ферментативної дії [115].

Пшенично-житній хліб з додаванням 25% до маси борошна пророщеного насіння льону характеризується підвищеним вмістом вітамінів Е групи В, калію, кальцію, селену та інших біологічно активних речовин [131].

Слід зазначити, що значна кількість наукових досліджень присвячена використанню у виробництві хліба саме пророщеного зерна пшениці та продуктів його переробки.

У роботі розглядаються питання щодо покращення структурно-механічних властивостей зернового тіста та хліба, отриманого з пророщеного та диспергованого зерна пшениці. Запропоновано з цією метою під час замішування додавати мікробний полісахарид ксантан у кількості 0,3% до маси, що веде до зниження його розпливання та адгезійної міцності, а також до покращення пружно-еластичних та в'язко-пластичних характеристик. Зерновий хліб з додаванням ксантану має кращі показники стискуваності м'якушки та питомого об'єму [132].

Технологію хліба на основі диспергової маси з пророщеного протягом 26...28 годин зерна пшениці (до довжини ростка 1...1,5 мм) запропоновано авторами [133]. Для підвищення антиоксидантної активності такого хліба рекомендовано додавати під час замішування тіста екстракт чебрецю, а для покращення харчової цінності – соняшникове і гарбузове насіння.

З метою забезпечення високих фізико-хімічних та структурно-механічних

властивостей хліба з диспергованого пророщеного протягом 24 годин пшеничного зерна автори [134] рекомендують виготовляти вироби на густій зерновій заквасці для зниження активності α -амілази пророщеного зерна.

У тісті з рафінованого та цільнозернового борошна з пророщеного зерна пшениці ($\tau=48$ год, $t=20^{\circ}\text{C}$) послаблюється клейковина, підвищується розтяжність тіста, знижується його водопоглинальна здатність, тривалість утворення та стабільність. Разом із тим, забезпечується покращення питомого об'єму формових виробів та суттєво збільшується м'якість їх м'якушки після 24 годин зберігання [135].

Зниження вмісту клейковини та числа падіння, а також погіршення реологічних властивостей тіста під час пророщування зерна м'якої пшениці підтверджено у роботі [136]. Авторами встановлено, що вплив пророщеного зерна на якість хліба є неоднозначним і залежить від тривалості пророщування та його дозування у суміші з пшеничним борошном. На основі математичного моделювання визначено оптимальні параметри: вміст клейковини – 29,8%, тривалість пророщування – 24 год та внесення пророщеного зерна – 8,2%, що забезпечує отримання борошна з оптимальними технологічними властивостями. Проте, у виробничих умовах забезпечення стабільного вмісту клейковини в пшеничному борошні є ускладненим.

З метою максимального підвищення вмісту мінеральних речовин у пророщеному зерні пшениці цей процес запропоновано здійснювати у розчині морської харчової солі. Борошно «Здоров'я» з пророщеного у такий спосіб зерна характеризується високим вмістом мінеральних речовин, вітамінів, харчових волокон, незамінних амінокислот і поліненасичених жирних кислот. Показано також, що використання сольового розчину під час пророщування дозволяє регулювати інтенсивність процесу пророщування зерна [137]. Встановлено, що заміна 30% пшеничного борошна борошном «Здоров'я» зумовлює зниження вмісту клейковини, послаблення структури тіста, що проявляється у зменшенні водопоглинальної здатності, часу утворення та стійкості тіста. Також знижується максимальна в'язкість і температура клейстеризації крохмалю [138].

Підвищення водопоглинальної здатності, стабільності та тривалості утворення тіста з борошна, отриманого з пророщеного протягом 48 і 72 год зерна доведено в роботі [125]. Разом із тим, суттєво знижується число падіння борошна, що свідчить про його високу амілолітичну активність. Порівняно з цільнозерновим борошном із непророщеного зерна дослідне борошно мало вищий вміст білка та розчинних харчових волокон, нижчу кількість жирів та вуглеводів, вищу зольність. Крім того, у міру подовження тривалості пророщування зерна у борошні знижується вміст таких нутрієнтів як танін та фітати, покращується засвоюваність білка.

Досліджено вплив додавання рафінованого борошна, отриманого з пророщеного за різної тривалості зерна пшениці на формування якості хліба [139, 140]. У роботі [139] досліджувався вплив заміни 15...100% пшеничного борошна на рафіноване борошно з пророщеного зерна пшениці протягом (48 год, $t=20^{\circ}\text{C}$). Показано, що його додавання спричиняє зниження водопоглинальної здатності, часу утворення та стабільності тіста. Також спостерігається інтенсифікація газоутворення і покращення розвитку тіста. Відмічено, що білки клейковини, хоча вражені дією протеолітичних ферментів, не втрачають здатність агрегуватися і утворювати мережу, здатну утримувати вуглекислий газ. Науковці рекомендують для отримання хліба з високими показниками пористості та питомого об'єму застосовувати не більше 50% такого борошна. Рафіноване борошно з зерна, пророщеного протягом тривалішого часу (72...90 год, $t=20^{\circ}\text{C}$), рекомендовано застосовувати у невеликій кількості (1,5%) як альтернативу хлібопекарським поліпшувачам [140]. Використання у вказаних дослідженнях саме рафінованого борошна з пророщеного зерна пшениці не дозволяє повною мірою робити висновок про поведінку в технологічному процесі виробництва хліба інших продуктів переробки пророщеного зерна.

Авторами [141] показано, що за наявності 2...10% борошна з пророщеного протягом чотирьох діб зерна пшениці знижуються показники числа падіння пшеничного борошна, в'язкості та стабільності тіста, а також питомого об'єму і формостійкості парового хліба. Рекомендованим дозуванням є 4% такого

борошна.

Хліб пшеничний, з додаванням до 5% борошна зі спельтового пророщеного та ферментованого зерна є перспективним для подальших досліджень завдяки підвищеній харчовій цінності за одночасного збереження прийнятних технологічних і сенсорних характеристик [142].

У роботі [143] запропоновано застосовувати до 15% біоактивованого зерна пшениці для забезпечення підвищеної харчової цінності, найкращих фізичних та сенсорних властивостей хліба. Разом із тим, його вплив на технологічні властивості пшеничного борошна не досліджувався.

Підвищення жирутримувальної здатності та індексу розчинності, зниження числа падіння спостерігалось у цільнозернового борошна з пророщеного зерна протягом трьох діб. Рекомендовано замінювати на таке борошно до 50% цільнозернового з непророщеного зерна [144]. Проте, дана рекомендація надана на підставі лише сенсорної оцінки якості хліба.

Підвищення антиоксидантної ємності, вмісту поліфенольних речовин, кальцію, заліза, калію, магнію, натрію встановлено у борошні з пророщеного зерна пшениці протягом 3....7 діб. Доведено, що його внесення у невеликій кількості (3...9% від маси борошна) веде до зниження ВПЗ тіста та підвищення часу його утворення. Із збільшенням його дозування в тісті покращується показник питомого об'єму, текстурні та органолептичні властивості хліба [145].

Проведений літературний аналіз використання пророщених зернових продуктів свідчить, що саме висока ферментативна активність є обмежувальним чинником їх рецептурного дозування, а для регулювання перебігу процесів формування якості тіста та хліба за їх використання необхідним є застосування різних технологічних заходів, що знижують інтенсивність ферментолізу.

Отже, використання продуктів переробки пророщеного пшеничного зерна для підвищення харчової цінності хліба є перспективним напрямком удосконалення технології його виробництва, тому розширення переліку такої збагачувальної сировини є важливим завданням. З огляду на це викликають інтерес пластівці з пророщеного зерна пшениці.

Науковцями [146] запропоновано технологію суміші пшеничних, вівсяних та тритикалевих пластівців, отриманих із біоактивованого зерна. Автори пропонують замінити традиційні, для виробництва зернових пластівців, режими холодного кондиціонування (4...8 чи 16...24 год залежно від типу зерна) за температури 30...40°C застосовувати інші режими, що дозволять активувати ферменти комплекси і механізм синтезу вітамінів та вітаміноподібних речовин. Параметри біоактивації зерна включають холодне кондиціонування за температури 12...18°C в три цикли по 4 год загальною тривалістю 24...30 год, кожен з яких включає інтенсивне зволоження зерна з наступним відволожуванням по 4...6 год. Також виключені етапи пропарювання і темперування зерна. За вказаного оброблення пластівців мають вищий порівняно з нативним зерном вміст вітамінів Р, Е, С, групи В, мінеральних речовин.

Запропоновано технологію виробництва пластівців із пророщеного зерна пшениці, що передбачає попередню низькотемпературну обробку зерна (охолодження до -15 ± 2 °C протягом 2 хв з подальшим нагріванням до $+16 \pm 1$ °C та відлежуванням упродовж 2 діб), потім пророщування, пропарювання, сушіння (40...50 хв за 80...100°C) та досушування пластівців (12...14 хв за 80°C). Доведено, що поєднання такої обробки із застосуванням біопрепарату «Байкал ЕМ-1» на стадії замочування зерна під час пророщування сприяє підвищенню у пластівцях вмісту вітамінів Р і С на 65 і 50% порівняно з необробленим пророщеним зерном. Розроблено технології пластівців із пророщеного зерна «Паросток», «Еко-Скарб» та «Бадьорість», що відрізняються від традиційних підвищеним вмістом біологічно активних речовин, вищою біологічною цінністю білка та кращою перетравлюваністю [147].

На підприємстві ФП «Заросся» (Україна) реалізовано технологію пластівців із пророщеного зерна пшениці. Параметри технологічного процесу забезпечують накопичення в зерні біологічно активних речовин і мінімізацію їх втрат. Технологією передбачено промивання зерна артезіанською водою, керований процес зволоження і подальшого пророщування зерна пшениці протягом 24...36 год за температури 18...20°C до довжини ростка 1...1,5 мм,

плющення пророщеної зернової маси та сушіння пластівців за щадної температури (50°C) [148]. Кероване пророщування зерна пшениці забезпечує контрольовані біохімічні зміни, стабільну якість та харчову цінності продукту.

Перевагою пластівців із пророщеного зерна пшениці, окрім підвищеного вмісту есенціальних харчових нутрієнтів, зокрема білків, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів, які накопичуються під час пророщування та потрапляють у продукт із частинками оболонок цілого зерна, є зручність і легкість використання. Проте, до теперішнього часу їх практично не використовували у технології хлібобулочних виробів. Відомостей щодо їх впливу на технологічні процеси виробництва, якості та харчову цінність пшеничного хліба у літературних джерелах нами не знайдено, що підтверджує актуальність досліджень у цьому напрямку.

1.3. Аналіз досвіду застосування продуктів переробки плодів шипшини у хлібопекарському виробництві

Шипшина (лат. *Rosa L.*) – дикоросла багаторічна рослина роду *Rosa* родини *Rosaceae*, яка поширена на багатьох територіях Європи, Азії, Північної Америки, Північної частини Африки тощо [149]. В Україні на значних ділянках лісостепових і гірських територій зростають, як у дикорослому, так і культурному вигляді, близько 50 видів цієї рослини, серед яких найпоширенішими є шипшина яблучна (*R. villosa L.*), собача (*R. canina L.*), корична (*R. cinnamomea L.*), повстиста (*R. tomentosa*), травнева (*R. majalis*) та інші [150]. Шипшина – невибагливий багаторічний чагарник, стійкий до морозу й посухи. Її плоди є червоними або червоно-помаранчевими псевдоягодами, м'ясиста частина яких (гіпатій) утворена розрослим квітколожем, тоді як справжніми плодами є сім'янки з насінням [151, 152]. Через наявність дрібних подразнювальних волосків споживання сирих плодів не рекомендоване, тому їх переважно використовують після відповідної технологічної обробки. Плоди шипшини масою 3,15...4,8 г характеризуються високим вмістом м'якоті

(гіпатію), частка якої становить 60...70 %, тоді як насіння займає 30...40 % маси плода [153].

Відомо, що плоди шипшини містять значну кількість корисних нутрієнтів, серед яких моносахариди (глюкоза, фруктоза), харчові волокна (целюлоза, геміцелюлози, пектинові речовини, лігнін), есенціальні жирні кислоти, поліфенольні сполуки, вітаміни тощо [154–156]. Слід зазначити, що хімічний склад плодів шипшини суттєво залежить від цілого комплексу чинників, серед яких сорт, генотип, територіальне походження, сезон збирання, кліматичні умови вирощування тощо [157, 158].

Плоди шипшини містять приблизно 4,0% харчових волокон і є багатим джерелом мінеральних елементів, насамперед, кальцію та калію, а також міді, магнію, марганцю, фосфору, заліза, цинку та інших мікроелементів [159, 160].

Шипшина є важливим джерелом біологічно цінних ліпідів. У ліпідному комплексі її плодів домінують есенціальні поліненасичені ω -6 та ω -3 кислоти – лінолева (36...55%) і ліноленова (17...27%), а також мононенасичена олеїнова кислота (15...22%). Важливою складовою шипшинової олії є стерини, серед яких переважає β -ситостерол [153, 161, 162].

Лікувально-профілактичні властивості плодів шипшини значною мірою зумовлені високим вмістом антиоксидантних сполук, серед яких провідна роль належить аскорбіновій кислоті. Її вміст у плодах шипшини суттєво перевищує показники цитрусових і залежно від сорту та умов вирощування становить у середньому 400...820 мг/100 г, а в окремих випадках може досягати 1400...1700 мг/100 г [155, 163, 164–167]. Аскорбінова кислота бере участь у захисті клітин від оксидативного стресу, регуляції процесів росту та розвитку організму [168].

Важливими антиоксидантами шипшини є також токофероли, серед яких переважають α - та γ -токофероли, що забезпечують захист клітинних мембран від перекисного окиснення ліпідів та дії вільних радикалів [169, 170].

Плоди шипшини також містять значну кількість поліфенолів, які у самій рослині виконують захисну роль [171], а в організмі людини проявляють

антиоксидантні, антимікробні, імуномодуючі, гепатопротекторні, протизапальні та інші фізіологічні функції [108, 172].

Плоди шипшини характеризуються високим вмістом фенольних сполук, загальна кількість яких становить 11,9...102,0 мг/г сухої речовини (у галовому еквіваленті), причому найбільша їх концентрація зосереджена у шкірці плодів [173]. Поліфенольний комплекс шипшини представлений фенольними кислотами (галова, протокатехова, елагова, ферулова, р-кумарова, хлорогенова, гідроксибензойна, ванілінова, кавова, синапова), флавоноїдами (кемпферол, кверцетин, катехіни, епікатехін, рутин та ін.) і антоціанами, серед яких переважає ціанідин-3-глюкозид [153, 171, 174, 175]. Антоціани широко застосовуються у харчовій промисловості як натуральні барвники [176]. Встановлено, що антиоксидантний потенціал плодів шипшини значною мірою визначається вмістом антоціанів, фенольних кислот і похідних катехіну [177].

Червоне забарвлення плодів шипшини зумовлено наявністю значної кількості каротиноїдів, представлених переважно β -каротином, разом із тим, у їхньому складі наявні лютеїн, лікопін (*cis*- і *trans*-форми), зеаксантин [178, 179].

Завдяки приємному смаку і багатому хімічному складу ягоди шипшини знаходять широке застосування у виробництві різних продуктів харчування, таких як желе, джем, мармелад, пюре [152, 180, 181]. Ці вироби мають приємні споживчі характеристики, а також високу харчову і біологічну властивості.

У висушеному вигляді цілі плоди або їх м'якоть застосовують для приготування лікувальних відварів і настоїв [175], крім того вони часто входять до складу чайних зборів та кавових напоїв, що вирізняються високою вітамінною цінністю та значною антиоксидантною активністю [182, 183].

Цінним продуктом переробки плодів шипшини є олія, що містить есенціальні жирні кислоти, токофероли та каротиноїди [184–188], яку отримують із насіння, відокремленого від м'якоті, або з жому після виробництва концентратів і сиропів. За даними [187], вміст олії у середньому становить 5...10% та залежить від виду та сорту шипшини).

Найповніше реалізувати природний потенціал плодів дозволяє їх комплексна переробка з використанням маловідходних та енергоощадних технологій, що дає змогу отримувати низку біологічно цінних продуктів (аскорбінову кислоту, концентрати вітамінів С і Р, каротиноїдні препарати, олію) [189, 190].

Оскільки плоди шипшини є природним джерелом біологічно активних речовин, їх широко застосовують у виробництві фармацевтичних і дієтичних харчових продуктів. З цієї сировини отримують сиропи, порошки, а також водні, водно-спиртові та олійні екстракти, сухі й рідкі концентрати та інші препарати з максимальним збереженням вмісту аскорбінової кислоти, вітамінів Р, Е, каротиноїдів тощо [173, 189, 191].

Екстракти шипшини використовують у технології безалкогольних напоїв, морсів, фізів, питних йогуртів для покращення органолептичних властивостей, збагачення вітаміном С, каротиноїдами тощо [192–194]. Сік шипшини запропоновано використовувати у технології кефіру для збільшення вмісту поліфенольних сполук і надання напою функціональних властивостей [195].

Слід зазначити, що у виробництві харчових продуктів значного застосування знаходять порошкоподібні продукти з шипшини, такі як порошки з цілих плодів і їх м'якоті, знежирені залишки після отримання олії (шроти і макухи) тощо [105, 196–198]. Їх використовують для виробництва безалкогольних напоїв [196], мармеладних виробів [199], цукерок [200] та борошняних кондитерських [201, 203] та макаронних [204] виробів.

Аналізуючи наведені технології харчової продукції з залученням продуктів переробки плодів шипшини, можна зазначити, що останні виконують наступні функціонально-технологічні функції:

- підвищують харчову цінність, як джерела харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, антиоксидантів, есенціальних жирних кислот тощо;
- регулюють сенсорні, смакові, забарвлюючі й текстурні та технологічні властивості продуктів;
- запобігають або гальмують мікробіологічне псування;

- сповільнюють окиснення ліпідів і білків.

Завдяки високій харчовій цінності та функціонально-технологічним властивостям продукти переробки шипшини становлять значний інтерес як інгредієнти для виробництва хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності. Їх внесення до тістових систем впливає не лише на нутрієнтний склад готової продукції, а й на перебіг технологічних процесів, що обумовлює необхідність комплексного вивчення їх впливу на якість хліба.

Високий вміст аскорбінової кислоти в плодах шипшини [165, 204] підкреслює перспективність використання продуктів їх переробки як природну альтернативу синтетичній аскорбіновій кислоті. Як відомо, аскорбінова кислота належить до найбільш потужних поліпшувачів окисної дії. Перетворюючись в тісті під дією ферменту аскорбінаоксидази у дегідроаскорбінову, вона окиснює тіолові групи (-SH-) клейковинних білків із утворенням дисульфідних містків (-S=S-), що зумовлює укріплення клейковинного каркасу та посилення структури тіста [25].

У дослідженнях [149, 166] показано доцільність застосування порошку з висушеної м'якоті шипшини з вмістом вітаміну С на рівні 420 мг/100 г як натурального джерела аскорбінової кислоти під час виробництва пшеничного хліба. Із застосуванням фаринографічних, екстенсографічних та реоферментографічних методів дослідження встановлено, що внесення 0,5...2,5% порошку з м'якоті плодів шипшини сприяє підвищенню водопоглинальної здатності тіста, збільшенню його стабільності та зниженню розтяжності. Автори пов'язують це з комплексним ефектом, викликаним дією аскорбінової кислоти та харчових волокон порошку. Для покращення об'єму та пористості хліба автори рекомендують використовувати у процесі тістоприготування у кількості 1,5...2,0%.

Дослідження [205] також підтвердили позитивний вплив порошку з м'якоті плодів шипшини на реологічні властивості тіста з пшеничного цільнозернового борошна. Встановлено, що за умов внесення 2,5% порошку, який містить 850 мг/100 г аскорбінової кислоти, значно зменшується адгезія та

розтяжність тіста. Автори також рекомендують використовувати порошок шипшини як природний окиснювач замість синтетичної аскорбінової кислоти.

У дослідженні [206] проаналізовано антиоксидантні властивості пшеничного хліба, збагаченого 5,0...15,0% борошна з каштана, гарбуза або знежиреного шипшинового борошна. Показано, що саме додавання шипшинового борошна забезпечує найвищий рівень фенольних сполук і максимальну антиоксидантну активність хліба, причому найбільш виражений ефект спостерігається у разі додавання 15,0% цієї добавки. Загальна кількість фенольних сполук у таких виробах становила 2,86, тоді як у контрольного зразка – 0,55 мг/г СВ (у перерахунку на галову кислоту) відповідно. У подальшій роботі цих же авторів [207] встановлено, що часткова заміна пшеничного борошна на 5,0...15,0% знежиреного шипшинового борошна позитивно позначається на реологічних властивостях тіста та якості готового хліба, зокрема покращується колір скоринки, смак і аромат порівняно з контролем. Автори зазначають, що внесення понад 5,0% шипшинового борошна спричиняє зниження вмісту клейковини та збільшення частки харчових волокон, що зумовлює погіршення фізичних характеристик тіста та питомого об'єму хліба.

Експериментально доведено доцільність використання водного та сироваткового екстрактів шипшини для регулювання структури тіста, підвищення якості пшеничного хліба та покращення його нутрієнтного профілю. Доведено, що внесення цих екстрактів у кількостях 30,0% та 15,0% відповідно сприяє поліпшенню фізичних характеристик тіста та фізико-хімічних показників готового хліба. Такий ефект зумовлений укріпленням клейковинного каркаса під дією пектинових речовин, поліфенолів і органічних кислот, що містяться у фітоекстрактах [208].

У дослідженні [209] вивчався вплив шроту плодів шипшини – побічного продукту виробництва шипшинової олії – на процеси дозрівання житньо-пшеничного тіста та формування якості хліба. Показано, що внесення 2...4% шроту від маси борошна стимулює молочнокисле та спиртове бродіння, сприяє зміцненню структури тіста за рахунок укріплення клейковини пшеничного

борошна та активізації бродильної мікрофлори. Оптимальним дозуванням шроту плодів шипшини для поліпшення органолептичних та фізико-хімічних характеристик хліба визначено 4%. В іншій роботі [209] автори доводять доцільність сумісного застосування шроту плодів шипшини зі шротами зародків вівса або зародків пшениці, що дозволяє отримати вироби високої якості з поліпшеним нутрієнтним складом. У позитивному впливі сумісного внесення цих добавок на якість хліба важливу роль відіграє саме наявність аскорбінової кислоти у шроті плодів шипшини.

Доведено, що додавання до 5,0% олії плодів шипшини сприяє покращенню пористості, питомого об'єму та формостійкості житньо-пшеничного хліба. Поліпшувальний ефект пояснюється зміцненням клейковини пшеничного борошна та активізацією молочнокислого і спиртового бродіння, що відбувається завдяки впливу біологічно активних сполук, що містяться в шипшиновій олії, на молочнокислі бактерії та дріжджі [211].

Вивчалася можливість використання 5,0...10,0% борошна з насіння шипшини для збагачення хліба біологічно активними речовинами [212]. Встановлено доцільність застосовування з цією метою 5,0% такого борошна, що забезпечує високі сенсорні характеристики виробів та сприяє підвищенню у хлібі вмісту поліненасичених жирних кислот, фенольних сполук і мінеральних речовин. Подальше збільшення його дозування призводить до погіршення форми, кольору та жувальних властивостей, підвищення твердості м'якушки виробів. Іншими дослідниками [213] з метою поліпшення реологічних властивостей тіста та хімічного складу хліба запропоновано включати у рецептуру більшу кількість порошку з насіння шипшини (10%).

Слід зазначити, що найбільш повно хімічний склад плодів шипшини зберігається у ціЛЬНОЗМЕЛЕНИХ шипшинових продуктах. З огляду на це привертають увагу шипшинові порошки, отримані шляхом подрібнення цілих плодів шипшини. Зустрічаються окремі відомості щодо їх використання у технологіях хліба. Так, авторами [214] рекомендовано застосовувати 2,0% порошку з плодів шипшини у суміші з 15% каштанового борошна для

забезпечення якості пшеничного хліба та підвищення харчової цінності та функціональних властивостей хліба. Встановлено, що додавання 0,5...2,0% шипшинового порошку до цієї суміші підвищує вміст флавоноїдів і антиоксидантну активність у хлібі без суттєвого погіршення реологічних властивостей тіста та показників якості продукту.

Встановлено, що порошок шипшини може розглядатися як природний функціональний інгредієнт для створення хліба з підвищеним біоактивним потенціалом. У роботі [215] шляхом математичного моделювання визначено оптимальний склад композитної суміші для покращення питомого об'єму та пористості цільнозернового хліба, що включає 2,86% шипшинового порошку разом з 7,13% насіння чіа та 6,9% насіння кунжуту.

Вченими проаналізовано вплив 1,0...4,0 % порошку з квітів шипшини на фізико-хімічні властивості пшеничного борошна, реологічні характеристики тіста та якість китайських парових булочок [216]. Доведено, що додавання цього порошку змінює характеристики пшеничного крохмалю під час нагрівання у воді, процесу клейстеризації та охолодження клейстеру, а також підвищує водопоглинання, модулі пружності й в'язкості тіста. Встановлено, що оптимальний рівень внесення добавки становить 1,0...2,0 %, що дозволяє підвищити харчову цінність та органолептичні характеристики парових булочок.

Відходи виробництва фільтрованого чаю з плодів шипшини (*Rosa canina* L.) розглядаються як перспективний функціональний інгредієнт для хлібопечення. Встановлено, що їх внесення у кількості 5–10% забезпечує належні реологічні властивості тіста та сприяє підвищенню харчової цінності хліба [217].

Отже, продукти переробки плодів шипшини, зокрема порошки з м'якоті, насіння, цілих плодів, знежиреного борошна або шротів є перспективними інгредієнтами для створення хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності. Вони можуть використовуватися як фортифіканти, а також виконувати функції регуляторів технологічного процесу та показників якості готових хлібобулочних виробів. Незважаючи на значну кількість досліджень,

присвячених використанню продуктів переробки шипшини у хлібопекарських технологіях, систематизовані відомості щодо впливу порошку з її плодів, особливо з цільнормелених, на формування якості хліба є обмеженими. Недостатньо також даних щодо його сумісного використання з іншими рослинними інгредієнтами та їх комплексного впливу на технологічні процеси виробництва хлібобулочних виробів, показники їх якості та харчової цінності. Тому дослідження, спрямовані на вирішення даних наукових завдань, мають науковий і практичний інтерес.

Висновки за розділом 1

1. У результаті аналізу і систематизації наукових даних щодо підвищення харчової цінності пшеничного хліба визначено біофортificaцію та фортificaцію, як ключові наукові підходи до корекції його нутрієнтного профілю. Серед них найбільш поширеним є фортificaція хліба шляхом внесення збагачувальної зернової, зернобобової, овочевої та плодово-ягідної сировини під час технологічного процесу його виробництва.

2. З технологічної та економічної точок зору доцільним є використання у виробництві хліба продуктів переробки пророщеного зерна. Проте їх внесення у фізіологічно значущих дозуваннях потребує застосування відповідних технологічних заходів для регулювання інтенсивності ферментолізу та забезпечення належної якості готових виробів.

3. На підставі аналізу літературних джерел щодо характеристики хімічного складу плодів шипшини та використання продуктів її переробки в технологіях хлібобулочних виробів обґрунтовано доцільність використання порошку з плодів шипшини як джерела поліфенолів, вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон для регулювання харчового профілю, перебігу технологічних процесів виробництва та поліпшення якості хліба.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ПРЕДМЕТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ, СИРОВИНИ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика об'єкта, предметів дослідження та сировини, використаної у роботі

Об'єктом дослідження була технологія хліба пшеничного.

Предмет дослідження: пластівці із пророщеного зерна пшениці та порошок плодів шипшини, їх хімічний склад і функціонально-технологічні властивості, фізико-хімічні та біохімічні процеси, показники якості напівфабрикатів і готових виробів, харчова цінність, процеси черствіння хліба за додавання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини.

Пластівці із пророщеного зерна пшениці, що використовували у дослідженнях, вироблені на ФП «Заросся» (Україна) за ТУ У 15.6-21512404-001-2003 [148]. Порошок з плодів шипшини виготовлений Компанією «Му Есо» (Україна) за ТУ У 10.3-2824409292-001:2019 [218]. Показники їх якості наведені у табл. 2.1, а зовнішній вид представлено на рис. 2.1.

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні та органолептичні показники якості пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини

Показник	Значення показника за роками виробництва					
	Пластівці із пророщеного зерна пшениці			Порошок з плодів шипшини		
	1	2	3	1	2	3
Кислотність, град	4,8	4,7	5,0	17,0	17,5	17,0
Масова частка вологи, %	11,0	10,5	10,0	9,0	9,2	8,7
Зовнішній вигляд	Плющені зерна пластоподібної форми, цілі або частково дефрагментовані			Порошкоподібний продукт		
Колір	Світло-кремовий			Буро-червоний		
Смак	Солодкуватий, пшеничний, солодовий			Кислий, властивий плодам шипшини		
Запах	Пшеничний			Властивий плодам шипшини		

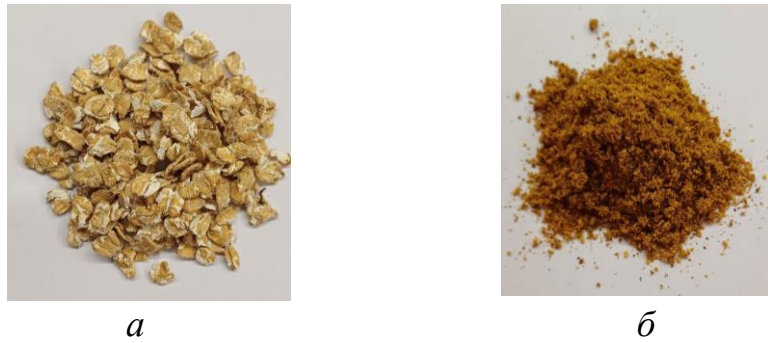


Рис. 2.1. Зовнішній вигляд пластівців із пророщеного зерна пшениці (а) і порошку з плодів шипшини (б)

Під час проведення експериментальних досліджень та виробничих випробувань була використана наступна сировина:

- борошно пшеничне хлібопекарське першого гатунку за ГСТУ 46.004-99, хлібопекарські властивості якого наведені в табл. 2.2.
- дріжджі хлібопекарські пресовані за ДСТУ 4812:2007;
- сіль кухонна за ДСТУ 3583-2015;
- цукор за ДСТУ 4623:2023;
- олія соняшникова рафінована дезодорована за ДСТУ 4492:2017;
- вода питна за СанПіН 2.2.4-171-10 та ДСТУ 7525-2014.

Таблиця 2.2

Характеристика використаних у дослідженнях партій пшеничного борошна першого гатунку

Показник	Партія борошна				
	1	2	3	4	5
Масова частка вологи, %	13,5	13,0	14,0	13,5	14,5
Кислотність, град	3,0	3,2	3,1	3,0	2,9
Вміст сирої клейковини, %	26,7	25,9	26,2	26,0	27,2
Пружність на приладі ІДК, од.приладу	83	80	76	78	77
Розтяжність, см	18	17	16	17	16
Число падіння, с	321	318	320	330	322

2.2. Постановка експерименту

Схема основних напрямків та етапів аналітичних і експериментальних досліджень наведена на рис. 2.2.

Експериментальні дослідження проводилися на базі лабораторій кафедр технології хлібопродуктів і кондитерських виробництв та хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування Державного біотехнологічного університету, а також у лабораторії вхідного контролю сировини та готової продукції ДП «Зееландія» (м. Київ), лабораторіях Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України (м. Харків), Українського інституту експертизи сортів рослин (м. Київ), ДП «Харківстандартметрологія» (м. Харків), НТК «Інститут монокристалів НАНУ (м. Харків).

Виробничі випробування та дегустації проведені на ДП «Зееландія» (м. Київ), ФОП Крітікова О.В. Пекарня «Пекаріфф» (м. Харків), на хлібопекарських підприємствах ФОП Маслак О.В. (м. Пирятин, Полтавська обл.), ТОВ «Лизогубівські ласощі» (с. Лизогубівка, Харківська обл.), ТОВ «ВАЛКИ-ХЛІБ» (м. Валки, Харківська обл.).

2.3. Методи дослідження

2.3.1. Методи дослідження сировини

Борошно пшеничне першого гатунку аналізували за загальноприйнятими методиками. Відбір проб борошна, визначення масової частку вологи у ньому, показника титрованої кислотності, числа падіння, кількість та якість клейковини здійснювали за методиками, наведеними у [219, 220].

Титровану кислотність дослідної сировини визначали за водною витяжкою: до 10 г пластівців із пророщеного зерна пшениці доливали 100 см³ дистильованої води, ретельно перемішували та настоювали 2 хв, потім фільтрували.



Рис. 2.2. План теоретичних і експериментальних робіт

До 25 см³ фільтрату додавали три краплі 3%-го спиртового розчину фенолфталеїну та титрували розчином гідроксиду натрію до появи стійкого рожевого забарвлення.

Для визначення кислотності порошку з плодів шипшини аналогічно проводили дослід, але як індикатор використовували тимолфталеїн (оскільки витяжка має інтенсивне буре забарвлення) та титрували розчином гідроксиду натрію з концентрацією 0,1 моль/дм³ до появи стійкого синього забарвлення. Кислотність X в обох випадках розраховували за формулою:

$$X = \frac{V_1 \cdot K \cdot C \cdot 100}{V_2 \cdot m}, \quad (2.1)$$

де V_1 – об'єм розчину гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³, що пішов на титрування;

K – коефіцієнт поправки до титру лугу;

C – об'єм води, взятої для приготування водної суспензії, см³;

V_2 – об'єм фільтрату, взятого на титрування, см³;

m – маса наважки продукту, г.

Масову частку вологи в добавках встановлювали методом прискореного висушування в сушильній шафі СЕШ-3 [220].

Визначення вмісту вітаміну С в дослідній сировині здійснювали індофенольним методом [221]. Для цього наважку зразка заливали 20 см³ 1%-го розчину соляної кислоти та розтирали до отримання однорідної маси. Отриманий екстракт переносили у мірну колбу на 100 см³. Ємність, у якій проводили подрібнення зразка, кілька разів промивали 1%-вим розчином щавлевої кислоти, після чого промивні води також переливали до тієї ж колби. Об'єм розчину доводили до мітки 1%-вим розчином щавлевої кислоти, після чого колбу закривали, інтенсивно струшували та витримували 5 хв у спокої. Після відстоювання екстракт фільтрували й переходили до визначення аскорбінової кислоти. Для цього 10...20 см³ відфільтрованого екстракту титрували 0,001 моль-екв/дм³ розчином 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію

до появи стійкого рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 0,5...1,0 хв. Паралельно виконували контрольне титрування, у якому замість екстракту використовували аналогічний об'єм суміші 1%-вої соляної та 1%-вої щавлевої кислот у співвідношенні 1:5.

Вміст аскорбінової кислоти (АК), мг/100г продукту, розраховували за формулою:

$$AK = \frac{(A-B) \times 0,088 \times V \times 100}{V_1 \times m}, \quad (2.2)$$

де А – кількість розчину індофеляту, що витратили на титрування екстракту, см³;

В – кількість розчину 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію, що витратили на титрування суміші кислот, см³;

0,088 – кількість аскорбінової кислоти, що відповідає 1 см³ 0,001 моль-екв/дм³ розчину 2,6-дихлорфеноліндофеляту натрію;

V – об'єм мірної колби, в якій містилася наважка (100 см³);

V₁ – кількість екстракту, яку використовували для титрування, см³;

m – маса продукту, яку взяли для екстракції аскорбінової кислоти, г.

Вміст білка в дослідних добавках визначали модифікованим методом К'ельдаля [222], а вміст окремих амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії на автоматичному амінокислотному аналізаторі Т 339 (Mikrotechna, Чехія) [223]. Для розрахунку скору амінокислот використовували еталон білка згідно з рекомендаціями ФАО/ВООЗ за настановою [224].

Вміст жиру в дослідній сировині визначали методом екстракції [225].

Вміст крохмалю досліджували поляриметричним методом Еверса [226]. Загальну кількість вуглеводів, а також вміст моно- і дисахаридів визначали методами, наведеними у [227, 228].

Загальний вміст некрохмальних полісахаридів досліджували ферментативним методом, вміст целюлози – методом Кюршнера і геміцелюлози ферментативно у складі харчових волокон. Визначення вмісту лігніну

здійснювали за методом Вільштеттера-Цехмейстера, а вміст пектинових речовин вивчали кальцій-пектатним методом [229].

Визначення мінеральних речовин здійснювали методом озолення (визначення зольності) та атомно-абсорбційної спектроскопії.

Кількість вітаміну В₁ (тіаміну) та вітаміну В₂ (рибофлавіну) вивчали за інтенсивністю природної флуоресценції флуориметричним (тіохромним) методом, вміст вітаміну РР (ніацину) визначали колориметричним (спектрофотометричним) методом після кислотного гідролізу відповідно до методик, наведених у практикуму [230].

Визначення вітаміну Е проводили спектрофотометричним методом [231].

Вивчення вмісту каротиноїдів здійснювали за вдосконаленою методикою спектрофотометричним методом, що викладена у настанові [232].

Вміст поліфенольних сполук визначали спектрофотометричним методом з використанням реактиву Фоліна-Чокальтеу в перерахунку на галову кислоту в мг/г [233, 234]. Для цього готували водно-спиртові екстракти відповідно до методики [235]. Наважку пластівців або шипшинового порошку масою 5,0 г змішували з 50,0 мл водно-спиртового розчинника з вмістом етанолу 50% мас та перемішували на магнітній мішалці за 200 об/хв протягом 1 год за температури 60°C. Після екстрагування тверді частинки відокремлювали центрифугуванням за 6000 об/хв упродовж 20 хв. Отримані супернатанти мали виражену мутність, зумовлену високим вмістом білків і крохмалю. Для їхнього осадження застосовували висолювання концентрованим водним розчином сульфату цинку: до 10,0 мл екстракту додавали близько 3,0 мл реагенту та витримували суміш протягом 24 год. Після утворення осаду проводили повторне центрифугування за 6000 об/хв протягом 20 хв. Одержаний очищений супернатант використовували для подальшого визначення загального вмісту поліфенольних сполук з використанням реактиву Фоліна-Чокальтеу спектрофотометричним методом, а також антиоксидантної активності. Попередньо розведені (1:10) екстракти змішували зі стандартним реагентом, інкубували за кімнатної температури, після чого додавали 20%-вий розчин

натрій карбонату та доводили об'єм дистильованою водою до 10 мл. Реакційну суміш витримували за температури $45 \pm 0,2^\circ\text{C}$ упродовж 30 хв, після формування характерного синього забарвлення вимірювали оптичну густину при 765 нм на спектрофотометрі СФ-46. Розрахунок загального вмісту поліфенолів проводили у перерахунку на галову кислоту з використанням калібрувальної залежності (slope 0,001036; intercept 0,00262) [233].

Визначення антиоксидантної ємності (АЄ) здійснювали шляхом кулонометричного титрування зразків досліджуваних екстрактів електрогенерованим бромом згідно методики [236]. За результатами кулонометричного титрування розраховували величини АЄ (мл/г у перерахунку на 100 г сухих речовин зразка) за формулою:

$$АЄ = \frac{100 \times I \times t \times m_e}{m_a \times m} \quad (2.3)$$

де m – маса зразка, що взято для аналізу, г;

m_e – маса розчину або екстракту, г;

m_a – маса аліквоти, яку використовувалась для аналізу, г.

Величину АЄ перераховували у величини загальної антиоксидантної ємності в еквіваленті маси референтної речовини – галової кислоти (мг ЕГК/г зразка).

Гранулометричний розмір борошна першого ґатунку та ППШ визначали за допомогою ситового аналізу [237].

Водопоглинальну здатність дослідної сировини визначали за методикою, описаною в [238]. Для цього 3 г досліджуваного зразка змішували з 15 мл води та гомогенізували в лабораторному змішувачі протягом 1 хв за частоти обертання робочого органу 50 об/хв. Отриману суспензію витримували в термостаті за температури 30, 60 і 90°C упродовж 20 хв. Після термостатування зразки центрифугували при 4000 об/60 с протягом 5 хв, після чого відокремлювали фугат. Далі визначали масу фугату (Ф) та вміст у ньому сухих речовин.

Водопоглинальну здатність визначали за формулою:

$$\text{ВПЗ} = \frac{B - (\Phi - m)}{\frac{M \cdot (100 - W)}{100} - m} \cdot 100, \quad (2.4)$$

де B – кількість води, яку додавали до центрифугувальної пробірки, мл;

M – наважка продукту, яку вносили до центрифугувальної пробірки, г;

Φ – маса фугату, г;

W – масова частка вологи у дослідному зразку, %;

m – масова частка сухих речовин в фугаті, г ($m = \Phi \cdot \frac{CP^\phi}{100}$);

CP^ϕ – суха речовина в наважці, що взята для дослідження, г.

Активність α - та β -амілази визначали за ступенем гідролізу крохмалю, що відбувався під дією ферментів, екстрагованих із дослідних добавок, на 2%-вий розчин крохмалю відповідно до методики [239]. Для цього 20 мл 1,0%-го розчину крохмалю вносили в конічну колбу та витримували в термостаті протягом 10 хв при температурі 30°C. Після цього до крохмального розчину додавали 10 мл дослідного розчину при постійному перемішуванні, фіксуючи час початку реакції за допомогою секундоміра. Надалі щохвилини відбирали краплю реакційної суміші та на порцеляновій пластинці змішували її з робочим розчином йоду для контролю перебігу гідролізу. Розрахунок амілолітичної активності здійснювали за відповідною формулою:

$$AA = \frac{0,2 \times 60 \times 1}{a \cdot t}, \quad (2.5)$$

де 0,2 – кількість крохмалю в реакційній суміші, г ;

60 – коефіцієнт перерахунку на 1 год;

a – кількість ферментного препарату доданого в реакційну суміш, г;

t – час, за який пройшло розщеплення крохмалю, хв;

1 – перерахунок на 1 г повітряно-сухого препарату або розчину.

Протеолітичну активність оцінювали за вмістом амінного азоту, що утворювався внаслідок дії ферментів, екстрагованих із рослинної сировини, на 10%-й водний розчин сухого яєчного білка [240].

Амінокислотний скор (%) визначали як відношення вмісту кожної незамінної амінокислоти в досліджуваному білку (мг/ г білка) до відповідного показника еталонного («ідеального») білка згідно з амінокислотною шкалою, рекомендованою ФАО/ВООЗ [224]. Амінокислотний скор (%) з урахуванням перетравності білка (PDCAAS) розраховували як добуток амінокислотного скору лімітуючої незамінної амінокислоти (AAS) на коефіцієнт перетравності білка, який прийнято 0,8.

Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС, %) та біологічну цінність білка (БЦ, %) розраховували за методикою М.П. Чернікова, яка базується на концепції лімітуючої незамінної амінокислоти. Відповідно до цієї концепції рівень засвоєння усіх незамінних амінокислот визначається амінокислотою з найнижчим скором, тоді як надлишок інших амінокислот не використовується для синтезу білків організму і спрямовується переважно на енергетичний обмін. Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС) визначали як середнє арифметичне величин перевищення скорів незамінних амінокислот над скором першої лімітуючої амінокислоти за формулою:

$$\text{КРАС} = \frac{\sum(\text{AC}_i - \text{AAS})}{n}, \quad (2.6)$$

де $\sum(\text{AC}_i - \text{AAS})$ – різниця скорів для кожної незамінної амінокислоти, порівняно з АС лімітуючої амінокислоти, %;

n – кількість незамінних амінокислот, прийнято 7.

Коефіцієнт утилітарності (U) розраховували за формулою:

$$U = \frac{\text{AAS}}{\text{AC}} \quad (2.7)$$

де AAS – скор лімітуючої незамінної амінокислоти, %;

АС – середній амінокислотний скор, %.

Підіймальну силу дріжджів встановлювали арбітражним методом, вимірюючи час, за який тісто підніметься на 70 мм [237].

2.3.2. Методи дослідження показників якості напівфабрикатів

Титровану і активну кислотність напівфабрикатів вимірювали загальноприйнятими методами [220].

Для оцінювання активності молочнокислих бактерій 20 г пшеничного тіста змішували з 40 см³ дистильованої води, підігрітої до $39\pm 1^{\circ}\text{C}$, та розтирали в ступці до утворення однорідної суспензії. Далі відбирали по 10 см³ у дві пробірки. До одної пробірки вносили 1 см³ 0,05%-го водного розчину метиленового синього, тоді як друга слугувала контрольним зразком для порівняння забарвлення. Обидві пробірки герметично закривали гумовими корками, струшували та переносили в термостат з температурою 40°C . Визначали час, необхідний для повного знебарвлення метиленового синього [220].

Інтенсивність спиртового бродіння оцінювали за об'ємом діоксиду вуглецю, що виділявся протягом 240 хв у тісті, використовуючи прилад Яго-Островського [237]. Вологість напівфабрикатів визначали за загальноприйнятою стандартною методикою [220].

Зміни у вуглеводно-амілазному комплексі борошна за умови внесення дослідних добавок досліджували шляхом визначення у тісті кількості накопичених та зброджених цукрів за прискореним йодометричним методом Шорля [237], а також за показником «число падіння» [241]. Зміни властивостей крохмалю борошна та хід амілолізу з дослідними добавками визначали за розшифровкою амілограм, отриманих на амілографі фірми Brabender (Німеччина) за ДСТУ 4235:2003 [242].

Газоутримувальну здатність оцінювали непрямим методом за зміною питомого об'єму тіста під час дозрівання [220].

Структурно-механічні властивості тіста визначали за розпливанням кульки тіста за методом, наведеним в [237], а також за допомогою фаринографа фірми Brabender (Німеччина) згідно з ДСТУ 4111.1-2002 [243] та альвеографа фірми Chopin (Франція) згідно з ДСТУ 4111.4-2002 [244].

Міцність адгезії тіста визначали шляхом вимірювання зусилля, необхідного для відриву досліджуваного зразка від стандартної поверхні контакту [245]. Величину адгезії тіста оцінювали за калібрувальним графіком залежно від зусилля відриву $F_{від}$ від розтяжності L (см). Зусилля відриву розраховували на одиницю площі контакту за формулою:

$$F_{від} = \frac{mg}{S_k}, \quad (2.8)$$

де $F_{від}$ – зусилля відриву, Па;

m – маса зразка, кг;

S_k – площа контакту зразка, 16 см².

2.3.3. Методи визначення показників якості готових виробів

Відбір зразків випеченого хліба і оцінку його органолептичних показників (зовнішній вигляд, колір і стан скоринки, стан м'якушки, смак, запах) проводили згідно з вимогами ДСТУ 7044:2022 у лабораторних і виробничих умовах не раніше, ніж через 180 хв після повного охолодження виробів [246].

Фізико-хімічні показники якості виробів – масову частку вологи, кислотність, пористість, питомий об'єм і формостійкість – визначали за стандартними методиками відповідно до ДСТУ 7045:2009 [247].

Вихід хліба B_x , % розраховували за формулою [248]:

$$B_x = \sum G \frac{100 - W_{cp}}{100 - W_m} \cdot \left(1 - \frac{G_{\delta p}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{G_{yn}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{G_{yc}}{100}\right), \quad (2.9)$$

де $\sum G$ – загальна кількість сировини (за винятком води), кг;

W_{cp} – середньозважена вологість сировини, %;

W_m – вологість тіста, %;

$G_{\delta p}$, G_{yn} , G_{yc} – затрати відповідно під час бродіння, випікання, усушки %.

Інтегральний скор хліба (I , %) розраховували за формулою:

$$I = \frac{B}{B_0} \cdot 100, \quad (2.10)$$

де B – кількість нутрієнту в 277 г хліба, мг;

B_0 – добова потреба в цьому нутрієнті, береться як базовий показник, мг [249].

Текстурні властивості м'якушки хліба визначали за допомогою текстурного аналізатора TA.XTplus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Велика Британія), оснащеного циліндричним зондом Р/36R. Вимірювання проводили шляхом одноосного стискання зразків м'якушки із фіксованою швидкістю переміщення робочого елемента, реєструючи максимальне зусилля, необхідне для деформації. Твердість м'якушки хліба виражали у грамах [250, 251].

Крихкуватість хліба визначали за методом [220], згідно з яким вирізали з м'якушки два зразки у формі паралелепіпеда масою по 5 г, які поміщали у конічну колбу об'ємом 250 см³. Далі проводили змішування на вібраційному змішувачі протягом 5 хв. Утворену внаслідок тертя крихту збирали та зважували з точністю до 0,01 г. Показник крихкуватості X , % від маси м'якушки, розраховували за формулою:

$$X = \frac{G_1}{G_2} \cdot 100, \quad (2.11)$$

де G_1 – маса крихти, г;

G_2 – маса наважки хліба, г.

Для визначення кількості води, поглинутої м'якушкою хліба, зразок подрібнювали та відважували 3 г крихти, яку переносили на сито. Протягом 5 хв на крихту по краплині додавали 17 см³ дистильованої води. Зволожений м'якуш збирали із сита та повторно зважували [220]. Вміст води, поглинутої хлібом (у % на суху речовину), визначали за формулою:

$$V = \frac{(G_1 - G_2) \cdot 100 \cdot 100}{G_2 \cdot (100 - W)}, \quad (2.12)$$

де G_1 – маса наважки хліба після змочування, г;

G_2 – маса наважки хліба до змочування, г;

W – масова частка води у хлібі, %.

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів оцінювали згідно з ДСТУ EN ISO 4833-1:2014 [252], бактерій групи кишкових паличок за ДСТУ EN ISO 4832:2014 [253] та БГКП (коліформи) – за ДСТУ EN ISO 4832:2014 [254], патогенних мікроорганізмів (*Salmonella*) – за ДСТУ EN ISO 6579-1:2014 [255], пліснявих грибів та дріжджів – за ДСТУ ISO 21527-1:2006 [256].

2.3.4. Методи обробки експериментальних даних

Наведені в дисертаційній роботі експериментальні дані обробляли за методами математичної статистики з використанням критерію Фішера-Стьюдента за довірчої ймовірності 0,95 з використанням стандартного програмного пакета MS Excel 2016. Кожну серію дослідів проводили у трьох-п'ятикратній повторюваності. Закономірності відтворювалися в кожному з паралельних дослідів. Оптимізацію технологічних параметрів здійснювали за методом «крутого сходження» Бокса-Уілсона [257].

Висновки за розділом 2

1. Визначено і охарактеризовано об'єкт та предмети дослідження, а також сировину, використану в експериментальній частині роботи. Розроблено план теоретичних та експериментальних робіт.

2. Обрано методики досліджень, які надають можливість визначити хімічний склад, фізико-хімічні, технологічні властивості нових видів сировини, якість напівфабрикатів, зміни, що протікають під час виготовлення хліба, а також його споживчі властивості.

РОЗДІЛ 3

ХІМІЧНИЙ СКЛАД І ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛАСТІВЦІВ ІЗ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ПОРОШКУ З ПЛОДІВ ШИПШИНИ

Дисертаційне дослідження спрямоване на розроблення технології хліба підвищеної харчової цінності, отже вивчення хімічного складу обраної збагачувальної сировини дозволить обґрунтовано оцінити її нутрієнтний потенціал. Водночас необхідним є прогнозування поведінки даної нетрадиційної для хлібопечення сировини у технологічному процесі виробництва хліба.

З огляду на це вважали за доцільне дослідити вміст поживних і біологічно активних речовин у пластівцях із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини, а також оцінити їхні функціонально-технологічні властивості.

У дослідженнях використовували пшеничне борошно, пластівці з пророщеного зерна пшениці (ППЗП) та порошок з плодів шипшини (ППШ) партій №1 (розділ 2, табл.2.1, 2.2).

3.1. Дослідження хімічного складу дослідної сировини

У обраній збагачувальній сировині визначали вміст поживних речовин, харчових волокон та біологічно активних речовин. Вміст окремих складових хімічного складу порівнювали з таким у пшеничного борошна І гатунку.

Результати проведених досліджень представлені у табл. 3.1-3.3.

Як свідчать дані табл. 3.1, дослідні ППЗП і ППШ суттєво відрізняються від пшеничного борошна за вмістом поживних речовин та харчових волокон. Так, ППЗП переважають пшеничне борошно за вмістом білків на 19,8%, тоді як у ППШ їх вміст у 2,6 рази менший.

Видно, що всі дослідні види сировини відзначаються невисоким вмістом жиру. У пластівцях цей показник близький до пшеничного борошна, а у порошок з плодів шипшини – вищий у 2,7 рази. Відомо, що серед ліпідів шипшини

переважають незамінні поліненасичені ω -6 та ω -3 жирні кислоти лінолева і ліноленова, а також моновенасичена олеїнова кислота. Також у олії шипшини присутній β -ситостерол [153, 184].

Таблиця 3.1

Вміст поживних речовин та харчових волокон у пшеничному борошні, пластівцях із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини
(n=3, P $\geq$ 0,95, σ =3...5%)

Речовини	Масова частка речовини в сировині, г/100г		
	Борошно пшеничне І гатунку	Пластівці з пророщеного зерна пшениці	Порошок з плодів шипшини
Білки	10,6	12,7	4,1
Жири	1,3	1,4	3,5
Вуглеводи	73,2	68,0	59,3
у т. ч. моно-, дисахариди	1,8	6,0	14,8
Крохмаль	67,1	55,0	0,3
Некрохмальні полісахариди	2,4	7,0	44,2
у т. ч. геміцелюлози	2,1	4,9	4,1
целюлоза (клітковина)	0,3	2,1	32,0
пектинові речовини	сл.	сл.	8,1
Лігнін	—	1,1	16,0

Переважаючою складовою хімічного складу всіх дослідних видів сировини є вуглеводи, проте їх кількісний і якісний склад мають відмінності. Порівняно з пшеничним борошном пластівці з пророщеного зерна пшениці містять у 3,3 рази вищий вміст моно- та дисахаридів, на 18,0% нижчий вміст крохмалю, що пов'язано з його гідролізом під дією активних амілаз під час пророщування та спричиняє накопичення цукрів [114, 258]. Кількість цукрів у

порошку з плодів шипшини найбільша серед дослідної сировини і перевищує таку у борошна та ППЗП у 8,2 та 2,5 рази, тоді як крохмалю він практично не містить.

ППЗП і ППШ відрізняються між собою та від борошна за вмістом некрохмальних полісахаридів (харчових волокон). У пластівцях, як і в борошні, вони представлені геміцелюлозами (переважно арабіноксиланами) і целюлозою. Разом з тим, їх кількість у ППЗП у 2,9 разів більше, ніж у борошні пшеничному, за рахунок того, що їх отримують з цілого зерна. Вміст некрохмальних полісахаридів у порошку з плодів шипшини вищий, ніж у борошні та ППЗП, у 18,4 та 6,3 рази відповідно. У ППШ некрохмальні полісахариди здебільшого представлені целюлозою (32,0%), яка є переважаючою фракцією вуглеводів. До того ж ППШ, на відміну від пшеничного борошна і пластівців із пророщеного зерна пшениці, містить 8,1% пектинових речовин.

Порошок з плодів шипшини відрізняється високим вмістом лігніну (16,0%) – біополімеру фенольної природи, який належить до нерозчинних харчових волокон і не перетравлюється в травному тракті людини [259, 260]. Пластівці з пророщеного зерна пшениці також містять лігнін, але у значно меншій кількості. Сумарна кількість харчових волокон у ППЗП, ураховуючи некрохмальні полісахариди і лігнін, складає 8,1%, а у ППШ – 60,2%, що вище, ніж у пшеничного борошна у 7,4 і 25,1 рази відповідно.

На наступному етапі дослідження було вивчено склад незамінних амінокислот білків пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини, а також борошна пшеничного I гатунку, яке використовували для приготування хліба (табл. 3.2).

Аналіз результатів показує суттєві відмінності між вмістом незамінних амінокислот і показниками якості білка досліджуваної сировини та пшеничного борошна як за кількістю окремих незамінних амінокислот, так і за біологічною цінністю. Пшеничне борошно I гатунку має відносно високий вміст сірковмісних амінокислот (метіонін + цистин) та ароматичних амінокислот (фенілаланін +

тирозин), але характеризується дефіцитом лізину, який є першою лімітуючою амінокислотою.

Таблиця 3.2

Склад незамінних амінокислот білків пшеничного борошна, пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини

Амінокислоти	Пшеничне борошно I гатунку		Пластівці з пророщеного зерна пшениці		Порошок з плодів шипшини		Еталон ФАО/ ВООЗ, білка [224]
	мг/г білка	скор, %	мг/г білка	скор, %	мг/г білка	скор, %	мг/г білка
Валін	47,2	121,0	47,0	120,5	31,5	80,8	39,0
Ізолейцин	48,1	160,3	48,3	161,0	52,0	173,3	30,0
Лейцин	78,3	132,7	78,9	133,7	22,0	37,3	59,0
Лізин	27,0	60,0	34,6	76,9	28,0	62,2	45,0
Треонін	28,3	123,0	29,1	126,5	35,0	152,2	23,0
Цистин+ Метіонін	34,3	155,9	34,5	156,8	35,9	163,2	22,0
Фенілаланін+ Тирозин	67,9	178,7	68,1	179,2	48,0	126,3	38,0
Сума незамінних амінокислот	331,1			340,5		252,4	
Перша лімітуюча амінокислота	лізин		лізин		лейцин		
Скор першої лімітуючої амінокислоти (AAS), %	60,0		76,9		37,3		
Амінокислотний скор з урахуванням перетравності білка (PDCAAS), %	48,0		61,5		29,8		
Коефіцієнт утилітарності (U), частка од.	0,45		0,56		0,33		
Коефіцієнт різниці амінокислотних скорів, (KPAAS), %	73,1		59,5		76,3		
Потенційна біологічна цінність (БЦп) білка, %	26,9		40,5		23,7		

Це визначає амінокислотний скор лізіну на рівні 60% і скор з урахуванням перетравності білка PDCAAS 48,0%, що свідчить про середню якість білка та його неповну біологічну цінність для організму людини.

Пластівці з пророщеного зерна пшениці характеризуються більш збалансованим амінокислотним складом порівняно з пшеничним борошном І гатунку. Вони містять 34,6 мг/г лізину, 29,1 мг/г треоніну та 34,5 мг/г сірковмісних амінокислот, що забезпечує підвищення амінокислотного скору. Лімітуючою амінокислотою залишається лізин, проте його амінокислотний скор становить 76,9%, а показник PDCAAS – 61,5%, що перевищує відповідні значення для борошна. Отримані результати свідчать, що процес пророщування зерна сприяє зменшенню дефіциту лізину, покращенню балансу незамінних амінокислот і підвищенню біологічної цінності білка. Це підтверджується також значенням коефіцієнта утилітарності білка ($U = 0,56$).

Порошок із плодів шипшини має менш збалансований амінокислотний профіль порівняно з пластівцями із пророщеного зерна пшениці. Незважаючи на значний вміст окремих амінокислот, таких як ізолейцин, треонін і сірковмісні амінокислоти, спостерігається критичний дефіцит лейцину, який є першою лімітуючою амінокислотою. Це зумовлює досить низький амінокислотний скор – 37,3% і цей показник з урахуванням перетравності білка становить 29,8%, що свідчить про низьку ефективність цього білка, як джерела повноцінного харчового протеїну.

Загалом аналіз показує, що найвищу біологічну цінність має білок пластівців із пророщеної пшениці за рахунок найкращого балансу амінокислот і найвищого показника амінокислотного скору з урахуванням перетравності білка (PDCAAS). Білок шипшини є незбалансованим і має невисоку харчову цінність через різко виражену лімітуючу амінокислоту. Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС) показує, що найбільше відхилення від еталонного амінокислотного складу має шипшиновий порошок (76,3%), тоді як борошно (73,1%) і пластівці (59,5%) мають значно менші значення цього

показника, що свідчить про кращу збалансованість їхнього білка та дещо вищу біологічну цінність.

Харчова цінність хліба значною мірою зумовлюється вмістом біологічно активних речовин, зокрема мінеральних речовин, вітамінів, антиоксидантів у сировині, що входить до його рецептури. Результати визначення вказаних компонентів у дослідній сировині наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Вміст біологічно активних речовин у пшеничному борошні, пластівцях із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини

(n=3, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5\%$)

Речовини	Масова частка речовини в сировині		
	Борошно пшеничне І гатунку	Пластівці з пророщеного зерна пшениці	Порошок з плодів шипшини
Мінеральні речовини, мг/100 г			
Натрій (Na)	12,0	35,2	14,2
Кальцій (Ca)	24,0	55,0	335
Калій (K)	176,0	450,0	1050
Магній (Mg)	44,0	180,0	145
Фосфор (P)	115,0	490,0	80
Залізо (Fe)	2,1	5,8	2,7
Зольність, %	1,5	2,1	4,1
Вітаміни, мг/100 г			
токоферолі (E)	1,3	4,8	17,4
тіамін (B ₁)	0,3	0,7	1,1
рибофлавін (B ₂)	0,1	0,4	0,3
нікотинова кислота (PP)	2,2	6,8	1,3
вітамін (C)	—	0,9	280,0
каротиноїди	сл.	0,1	29

Як видно з наведених у табл. 3.3 даних, ППЗП і ППШ перевищують пшеничне борошно за вмістом практично всіх мінеральних речовин. Так, порівняно з пшеничним борошном пластівці з пророщеного зерна пшениці містять більше натрію, кальцію, калію та заліза – відповідно у 2,9; 2,3; 2,6 та 2,8 рази. Найбільші відмінності спостерігаються за вмістом магнію та фосфору, яких у ППЗП у 4,1 та 4,3 рази більше, ніж у борошні. Вища мінеральна цінність ППЗП порівняно з пшеничним борошном зумовлена низкою чинників. По-перше, на відміну від пшеничного борошна, пластівці містять усі анатомічні частини зерна, включаючи ті, що характеризуються підвищеним вмістом мінеральних речовин. По-друге, під час набрякання перед пророщуванням зерно поглинає мінеральні речовини з води, в якій відбувається замочування. Слід зазначити, що під час пророщування мінеральні речовини, зокрема калій, кальцій, магній і залізо, під дією ферменту фітази вивільняються з фітатів (солей фітинової кислоти), що сприяє підвищенню біодоступності мікро- та макроелементів [116, 117].

Мінеральний склад порошку з плодів шипшини представлений переважно кальцієм, калієм і магнієм, вміст яких у ньому відповідно у 14,0; 6,0 та 3,3 рази вищий, ніж у пшеничному борошні.

ППЗП та ППШ характеризуються вищою вітамінною цінністю порівняно з пшеничним борошном. Так, пластівці з пророщеного зерна пшениці відзначаються вищим у 3,7 рази вмістом токоферолів, у 2,3 рази – тіаміну, у 4,0 рази – рибофлавіну, у 3,1 рази – вітаміну РР.

Під час пророщування у зерні утворюється вітамін С, проте його кількість є незначною з огляду на встановлену норму споживання цього вітаміну (70...80 мг/добу) [261]. Також пластівці з пророщеного зерна пшениці містять поліфеноли, які відсутні у пшеничному борошні.

Вміст токоферолів у порошку з плодів шипшини є найбільшим серед усіх досліджуваних видів сировини і перевищує аналогічний показник у пшеничному борошні у 13,4 рази. Також, порівняно з пшеничним борошном, порошок з плодів шипшини містить у 3,7 та 3,0 рази більше тіаміну і рибофлавіну відповідно, тоді як вміст нікотинової кислоти в ньому є дещо нижчим. До складу

порошку з плодів шипшини також входить каротиноїди, які, як відомо, представлені β -каротином, лікопіном, лютеїном, зеаксантином [178, 179].

Характерною ознакою плодів шипшини є високий вміст вітаміну С (аскорбінової кислоти) – потужного природного антиоксиданту. У шипшиновому порошку його вміст складає 280 мг/100 г. У хлібопеченні аскорбінова кислота в окисненій формі (дегідроаскорбінова кислота) широко застосовується як поліпшувач окисної дії для покращення структурно-механічних властивостей пшеничного тіста [25]. Отже, поряд із фізіологічним ефектом від додавання порошку з плодів шипшини під час виробництва хліба можна очікувати і технологічний ефект.

Досліджувана сировина має значний антиоксидантний потенціал. Відомо, що антиоксидантна ємність зумовлена сумарною дією поліфенольних сполук, вітамінів С і Е, каротиноїдів та інших відновних компонентів, які забезпечують нейтралізацію вільних радикалів і гальмування окисних процесів. Проте найбільш реакційно активною групою природних антиоксидантів є поліфеноли, оскільки вони легко віддають електрони, стабілізують вільні радикали за рахунок ароматичної структури та утворюють малореакційні радикальні форми. Тому вважається [262], що антиоксидантна ємність рослинної сировини на 60...80% забезпечується поліфенольними сполуками.

Дослідна сировина має відмінності за вмістом поліфенольних сполук і показником антиоксидантної ємності (табл. 3.4). Отримані результати свідчать, що порошок із плодів шипшини містить у значній кількості поліфенольні речовини – 23,80 мг ЕГК/г. Відомо, що серед поліфенолів шипшинових плодів домінують флавоноїди, основну частку яких становлять катехіни, рутин і кверцетин-3-О-глюкозид, які є активними антиоксидантами. Також у шипшині наявні аноціани та фенольні кислоти – галова, протокатехова, хлорогенова, гідроксибензойна, кавова та ферулова кислоти, які здатні посилювати загальну антиоксидантну активність [151, 153, 174, 177].

Кількість поліфенолів у пластівцях із пророщеного зерна пшениці набагато менша, ніж у порошку з плодів шипшини, і представлені вони переважно

феруловою, хлорагеновою, кофеїною, похідними бензойної та коричної кислот, флавоноїдами [263].

Таблиця. 3.4

Антиоксидантна ємність та загальний вміст поліфенолів у пластівцях із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини
($n=3$, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5\%$)

Зразок	Загальний вміст поліфенольних сполук, мг ЕГК/г	Антиоксидантна ємність, мг ЕГК/ г
Пластівці з пророщеного зерна пшениці	1,20	1,50
Порошок плодів шипшини	23,80	36,40

Встановлено, що порошок із плодів шипшини має значно вищу антиоксидантну ємність (23,80 мг ЕГК/г) порівняно з пластівцями з пророщеного зерна пшениці (1,20 мг ЕГК/г) і майже у 20 разів перевищує показник останніх. Такий результат зумовлений високим вмістом у плодах шипшини речовин, що є антиоксидантами, насамперед, поліфенольні сполуки, а також аскорбінова кислота, токоферол та каротиноїди, які мають виражені відновні властивості та здатність до нейтралізації вільних радикалів. Натомість у пластівцях із пророщеного зерна пшениці антиоксидантна ємність формується переважно за рахунок поліфенолів та ферментів окисно-відновної дії, які активуються під час пророщування.

Отже, пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок із плодів шипшини порівняно з пшеничним борошном відзначаються високим вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин і поліфенольних сполук, а пластівці з пророщеного зерна пшениці, крім того, характеризуються вищою біологічною цінністю білка. Це обумовлює доцільність їх сумісного використання для підвищення харчової цінності пшеничного хліба.

3.2. Визначення технологічних властивостей пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини

У процесі тістоутворення важливу роль відіграють дисперсність сировини та її водопоглинальна здатність (ВПЗ), що впливають на протікання процесів дозрівання тіста, формування його структурно-механічних властивостей, технологічні втрати під час випікання та зберігання хліба тощо. Водночас, інтенсивність біохімічних процесів у тісті значною мірою зумовлюється ферментативною активністю сировини. Отже, з метою прогнозування впливу дослідних добавок на формування якості напівфабрикатів та готової продукції нами було досліджено вказані властивості пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини.

Результати визначення дисперсності порошку плодів шипшини наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Фракційний склад борошна пшеничного першого гатунку та порошку з плодів шипшини

($n=3$, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5\%$)

Розміри часточок, мкм	Масова частка кожної фракції, %	
	Борошно пшеничне І гатунку	Порошок із плодів шипшини
>970	-	5,0
>600≤970	-	6,0
>350≤600	-	8,0
>240≤350	-	8,0
>220≤240	2,0	15,0
>160≤220	10,0	20,0
>132≤160	5,0	16,0
>100≤132	23,0	10,0
≤56	60,0	12,0

Аналіз фракційного аналізу показав суттєві відмінності у гранулометричному складі порошку плодів шипшини порівняно з пшеничним борошном І гатунку. Борошно характеризується переважанням дрібнодисперсної фракції, зокрема частинок розміром ≤ 56 мкм, частка яких становить 60%, тоді як у порошку шипшини ця фракція становить лише 12%. При цьому видно, що 73% часток ППШ мають розміри, що притаманні розмірам пшеничного борошна (56...240 мкм). Борошно містить порівняно обмежений діапазон великих за розміром часточок: найбільша фракція 220...240 мкм становить лише 2%, а частинки >160 ...220 мкм – 10%. На відміну від нього, порошок плодів шипшини має значно грубішу структуру та широкий спектр розмірів часточок. У ньому домінують фракції 160...220 мкм (20%), 132...160 мкм (16%) і 220...240 мкм (15%). Також значна частина часточок представлена фракціями з розмірами ≤ 56 (12%) та 100...132 мкм (10%). Крім того, у порошку шипшини міститься 6% досить великих часточок з розмірами 600...970 мкм і 5% з розмірами понад 970 мкм, які повністю відсутні в борошні.

Характеристику фракційного складу пластівців із пророщеного зерна пшениці наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Фракційний склад пластівців із пророщеного зерна пшениці

(n=3, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5\%$)

Фракція	Лінійні розміри, (довжина, ширина, товщина). Мм	Характеристика	Масова частка, %
Цілісні та великі пластівці	$\geq 5 \times 5 \times 1 \dots \leq 8 \times 10 \times 1$	Збережена структура ядра	66,0
Подрібнені пластівці	$\leq 5 \times 5 \times 1$	Частково зруйновані частинки	32,0
Дрібні (борошністі) частинки	$\leq 1 \times 1 \times 1$	Борошністі дрібні частинки	2,0

Аналіз розмірів часток пластівців із пророщеної пшениці показав, що переважна більшість (66,0%) часток належать до фракції цілих та великих пластівців розміром $\geq 5 \times 5 \times 1 \dots \leq 8 \times 10 \times 1$. Фракція з частково фрагментованими пластівцями, які зберігають пластинчасту форму, складає 32,0%, тоді як дрібнодисперсна фракція з дрібними борошністими часточками складає близько 2,0%.

Таким чином, порошок шипшини характеризується дещо більшими розмірами частинок порівняно з пшеничним борошном першого сорту. У свою чергу пластівці мають суттєво більші розміри ніж борошно і ППШ. Це зумовлює різні технологічні властивості цих інгредієнтів під час приготування хліба.

Результати визначення водопоглинальної здатності ППЗП і ППШ проілюстровано на рис. 3.1.

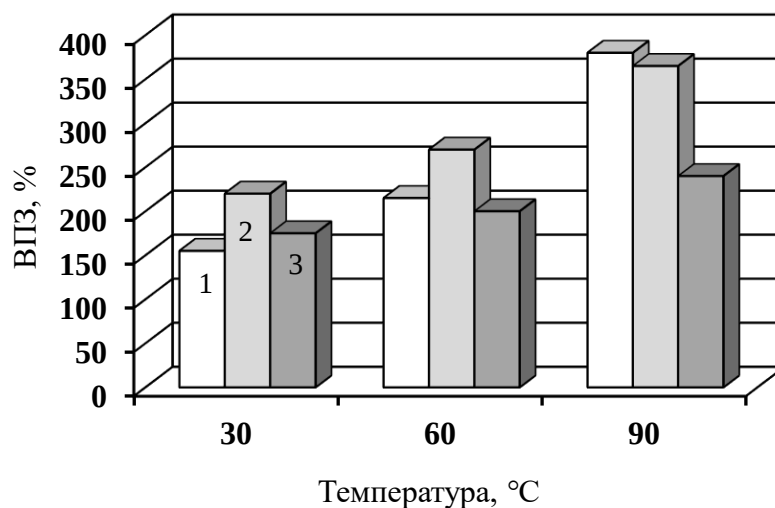


Рис. 3.1. Водопоглинальна здатність дослідної сировини залежно від температури води: 1 – борошно пшеничне 1 гатунку; 2 – пластівці з пророщеного зерна пшениці; 3 – порошок із плодів шипшини

Дослідження ВПЗ здійснювали за температур 30, 60 та 90°C, що відповідають умовам замішування тіста, початковим етапам клейстеризації крохмалю та температурному режиму внутрішніх шарів виробів на завершальному етапі випікання.

Встановлено, що водопоглинальна здатність (ВПЗ) пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини за температури 30°C перевищує аналогічний показник пшеничного борошна на 41,9 та 13,0% відповідно. Найбільше зростання ВПЗ спостерігається для пластівців із пророщеного зерна пшениці, що зумовлено найвищим серед досліджуваних зразків сумарним вмістом гідроколоїдів, які здатні до набрякання у воді. До того ж, дія цитолітичних ферментів під час пророщування зерна спричиняє «розпушення» оболонок, полегшує дифузії води. Вище значення ВПЗ порошку з плодів шипшини порівняно з борошном пов'язане з наявністю в його складі високогідрофільних пектинових речовин, а також целюлози та лігніну. Хоча водопоглинальна здатність останніх суттєво нижча, ніж у пектинів [264], певну роль у формуванні цього показника, ймовірно, відіграє їх кількісне переважання.

Підвищення температури до 60°C зумовлює подальше збільшення водопоглинальної здатності всіх дослідних зразків, що пов'язано з інтенсифікацією набрякання та початком клейстеризації крохмалю у борошні та пластівцях із пророщеного зерна пшениці, а також некрохмальних полісахаридів у всіх зразках. Порівняно з пшеничним борошном ВПЗ пластівців і порошку з плодів шипшини зростає відповідно на 25,6 і 7,0%.

За температури 90°C водопоглинальна здатність (ВПЗ) борошна зростає найбільшою мірою – у 2,5 рази порівняно з показником за 30°C, що зумовлено процесом клейстеризації крохмалю, який супроводжується інтенсивним поглинанням води. У пластівців із пророщеного зерна пшениці цей показник підвищується меншою мірою – у 1,7 рази. Це пов'язано з частковим гідролізом крохмалю під дією амілаз під час пророщування. ВПЗ порошку з плодів шипшини, порівняно з початковим значенням (за 30°C), зростає у 1,4 рази, що переважно пов'язано з подальшим набряканням пектинових речовин, оскільки вплив температури на водопоглинальну здатність целюлози є значно меншим.

Вища, порівняно з пшеничним борошном, водопоглинальна здатність ППЗП і ППШ зумовлює необхідність підвищення вологості тіста під час замішування для забезпечення його оптимальних реологічних властивостей.

Результати визначення ферментативної активності ППЗП та ППШ порівняно з пшеничним борошном наведено в табл. 3.7.

Встановлено, що пластівці з пророщеного зерна пшениці мають суттєво вищу ферментативну активність порівняно з пшеничним борошна. Так, протеолітична активність ППЗП у 2,8 рази вище, ніж у пшеничного борошна, а загальна амілолітична активність – у 3,5 рази. Це, очевидно, зумовлено інтенсивним синтезом і активацією гідролітичних ферментів під час пророщування зерна, серед яких провідну роль відіграє α -амілаза.

Таблиця 3.7

**Ферментативна активність пластівців із пророщеного зерна пшениці
та порошку з плодів шипшини**

(n=3, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5\%$)

Найменування ферменту, одиниця виміру	Ферментативна активність		
	Борошно пшеничне І гатунку	Пластівці з пророщеного зерна пшениці	Порошок із плодів шипшини
Протеолітичні ферменти, мг азоту/100 г СР	14,0	39,0	1,5
Амілолітичні ферменти, мг крохмалю/год	98,0	338,1	—
α -амілаза	21,0	107,1	—
β -амілаза	77,0	231,0	—

Її активність, на відміну від протеолітичних ферментів і β -амілази, зростає вже на початку пророщування і, залежно від тривалості та температури цього процесу, може зростати у 3...30 разів, як показано в [124]. Висока ферментативна активність ППЗП дозволяє прогнозувати інтенсифікацію біохімічних процесів у

тістовій системі з їх додаванням. На відміну від ППЗП, активність амілолітичних ферментів у порошку з плодів шипшини, практично відсутня.

Таким чином, у результаті досліджень функціонально-технологічних властивостей пластівців із пророщеного зерна пшениці та плодів шипшини встановлено, що вони мають відмінний від пшеничного борошна гранулометричний склад та активність амілолітичних і протеолітичних ферментів, а також вищу водопоглинальну здатність, що впливатиме на закономірності формування структури пшеничного тіста та якість готових виробів.

Основні результати дослідження, викладені в розділі, опубліковано в статтях та матеріалах конференцій [265–268].

Висновки за розділом 3

1. Пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок із плодів шипшини суттєво відрізняються за вмістом поживних речовин та харчових волокон. ППЗП порівняно з пшеничним борошном містять на 19,8% більше білків, у 3,3 рази більше моно- і дисахаридів та на 18,0% менше крохмалю, тоді як ППШ містить у 2,6 рази менше білків, у 8,2 рази більше моно- і дисахаридів і практично не містить крохмалю. Обидві добавки є цінними джерелами харчових волокон: у ППЗП їх вміст у 2,9 рази вищий, ніж у борошні, причому переважають геміцелюлози та целюлоза; у ППШ вміст харчових волокон перевищує показник борошна у 25,1 рази і представлені вони переважно целюлозою, лігніном та пектиновими речовинами. Білки ППЗП характеризуються вищою біологічною цінністю порівняно з білками пшеничного борошна та шипшинового порошку, що підтверджується найвищими значеннями амінокислотного скору лімітуючої амінокислоти лізину, PDCAAS, коефіцієнта утилітарності і потенційної біологічної цінності білка, а також найнижчим значенням КРАС.

2. Порівняно з пшеничним борошном ППЗП характеризуються вищим вмістом кальцію – у 2,3, натрію – у 2,9, калію – у 2,6, магнію – у 4,1, фосфору –

у 4,3, заліза – у 2,8, токоферолів – у 3,7, тіаміну – у 2,3, рибофлавіну – у 4,0 та вітаміну РР – у 3,1 рази. ППШ, у свою чергу, характеризується вищим вмістом кальцію – у 14,0, калію – у 6,0, магнію – у 3,3, токоферолів – у 13,4, тіаміну – у 3,7, рибофлавіну – у 3,0 рази, а також містить значну кількість вітаміну С і каротиноїдів. За вмістом поліфенольних сполук ППШ (23,8 мг ЕГК/г) значно переважає ППЗП (1,2 мг ЕГК/г), що забезпечує майже у 20 разів вищу антиоксидантну ємність порівняно з ними.

3. Встановлено, що ППЗП і ППШ суттєво відрізняються за гранулометричними характеристиками від пшеничного борошна І гатунку, що зумовлюватиме їх різний вплив на процеси тістоутворення, властивості тіста та хліба. Порошок із плодів шипшини має неоднорідний гранулометричний склад з розмірами часточок від 56 до 970 мкм, з яких фракції розміром 56...240 мкм складають 73%. У пластівців із пророщеного зерна пшениці переважають цілі та великі пластівці (66,0%) розміром $\geq 5 \times 5 \times 1 \dots \leq 8 \times 10 \times 1$.

4. Пластівці з пророщеного зерна пшениці проявляють підвищену в 5,2 рази амілолітичну та у 2,8 рази – протеолітичну активність порівняно з пшеничним борошном, що впливатиме на інтенсивність біохімічних процесів у тісті. При цьому активність цих ферментів у порошку з плодів шипшини, практично не виявлена через відсутність в ньому крохмалю і невисокого вмісту білка.

5. Встановлено, що водопоглинальна здатність ППЗП та ППШ за температури 30°C перевищує аналогічний показник пшеничного борошна на 41,9 та 13,0% відповідно, що зумовлено високим вмістом гідроколоїдів і структурними змінами під час пророщування. Підвищення температури до 60...90°C спричиняє додаткове зростання цього показника, зокрема за 90°C ВПЗ борошна у 2,5 рази, пластівців – у 1,7 рази та порошку з плодів шипшини – у 1,4 рази вище відносно показників за 30°C. Вищі значення ВПЗ дослідної сировини порівняно з борошном свідчать про необхідність збільшення кількості води під час замішування тіста для досягнення належних реологічних властивостей.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ ПЛАСТІВЦІВ ІЗ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ПОРОШКУ З ПЛОДІВ ШИПШИНИ НА ПРОЦЕСИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ДОЗРІВАННЯ ПШЕНИЧНОГО ТІСТА

Під час дозрівання тіста відбувається складний комплекс процесів, унаслідок яких формуються властивості напівфабрикатів і показники якості готових виробів. Внесення до тістової системи нових видів сировини впливає на інтенсивність та спрямованість цих процесів, що зумовлює необхідність дослідження їх впливу на властивості пшеничного тіста. З огляду на це у даному розділі узагальнено результати дослідження впливу пластівців із пророщеного зерна пшениці (ППЗП) та порошку з плодів шипшини (ППШ) на основні мікробіологічні, біохімічні процеси дозрівання, а також на структурно-механічні характеристики пшеничного тіста.

Під час досліджень використовували пластівці з пророщеного зерна пшениці у діапазоні дозувань 10,0...20,0% та порошок із плодів шипшини – 2,0...8,0% від загальної маси пшеничного борошна. Для приготування дослідних зразків тіста відповідну частину пшеничного борошна замінювали на пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок із плодів шипшини. Дослідні інтервали дозувань ППЗП і ППШ було визначено на основі аналізу літературних джерел, що стосуються використання в технології хліба підвищеної харчової цінності зернових пластівців [75], продуктів переробки пророщеного зерна пшениці [129, 139, 143] та плодів шипшини [149, 205, 206, 209, 210].

У даній серії досліджень використовували пшеничне борошно І гатунку партії № 2 і 3, пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок із плодів шипшини партій №2 (розділ 2, табл. 2.1, 2.2).

4.1. Вивчення впливу дослідної збагачувальної сировини на мікробіологічні процеси дозрівання тіста

Особливо важливу роль у формуванні органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей тіста відіграють мікробіологічні процеси,

зокрема спиртове і молочнокисле бродіння. Загальна кількість накопичених під час бродіння тіста кислот і кислих сполук визначається показником титрованої кислотності, який прийнято за критерій оцінки ступеня дозрівання тіста. Органічні кислоти, що утворюються внаслідок молочнокислого бродіння, впливають на перебіг колоїдних, фізико-хімічних і біохімічних процесів у тісті, а також на смак та аромат випеченого хліба. Кількість вуглекислого газу, що утворюється під час спиртового бродіння, а також здатність тіста його утримувати зумовлюють розпушеність напівфабрикату, об'єм, пористість та структуру готових виробів [25].

У зв'язку з цим було необхідно дослідити вплив пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку із плодів шипшини на зміну титрованої та активної кислотності, активності молочнокислих бактерій, а також інтенсивності газоутворення в тісті.

Зразки тіста готували однофазним способом. Тісто замішували у тістомісильній машині з пшеничного борошна першого ґатунку, хлібопекарських пресованих дріжджів (3%), солі кухонної харчової (1,5%) і води до утворення однорідної маси. Замішане тісто піддавали дозріванню у термостаті за температури 28...30°C протягом 180 хв. Вологість тіста становила 44,0%. Контрольний зразок тіста виготовляли з пшеничного борошна першого ґатунку без добавок. Під час приготування дослідних зразків у тісто додавали ППЗП в кількості 10,0...20,0% або ПППШ в кількості 2,0...8,0% взамін відповідної маси борошна пшеничного. Оскільки дослідні добавки мають вищу водопоглинальну здатність, ніж пшеничне борошно, вологість тіста, за умови їх додавання, збільшували порівняно з контрольним зразком на 0,5...1,0%.

Результати визначення впливу дослідних ППЗП на зміну титрованої та активної кислотності тіста під час дозрівання тіста наведено у табл. 4.1. Представлені дані свідчать, що їх додавання веде як до підвищення початкової кислотності тіста, так і до кінцевої. Початкова титрована кислотність тіста в разі додавання 10,0...20,0% пластівців із пророщеного зерна пшениці підвищується на 5,3...15,8% відносно контролю.

Таблиця 4.1

**Вплив ППЗП та ППШ на зміну титрованої та активної кислотності (pH)
пшеничного тіста**

(n=3, P ≥ 0,95, σ=3...5%)

Зразок	Титрована кислотність, град		Активна кислотність, од. pH	
	початкова	кінцева	початкова	кінцева
Тісто без добавок (контроль)	1,9	2,9	5,80	5,51
Тісто з додаванням ППЗП, % від загальної маси борошна				
10	2,0	3,2	5,83	5,53
15	2,1	3,4	5,80	5,46
20	2,2	3,6	5,75	5,40
Тісто з додаванням ППШ, % від загальної маси борошна				
2	2,3	3,4	5,68	5,30
4	2,5	3,7	5,60	5,20
6	2,7	4,0	5,52	5,00
8	2,9	4,2	5,40	4,80

З таблиці 4.1 видно, що під час дозрівання тіста з додаванням 10,0...20,0% ППЗП процес кислотонакопичення інтенсифікується, що свідчить про прискорення молочнокислого бродіння в присутності цієї добавки. Протягом експерименту приріст кислотності тіста з пластівцем складає 1,2...1,4 град проти 1,0 град у контрольного зразка. Наприкінці періоду дозрівання титрована кислотність дослідних зразків на 10,3...24,1% відповідно вища, ніж у контрольного зразка.

Слід зазначити, що за внесення 2,0...8,0% порошку із плодів шипшини початкова титрована кислотність тіста підвищується на 21,1...52,6%, що зумовлено високою кислотністю порошку. Упродовж 180 хв дозрівання дослідних зразків тіста зміна цього показника відбувається інтенсивніше, ніж у контролю і наприкінці експерименту його значення в зразках з ППШ порівняно з

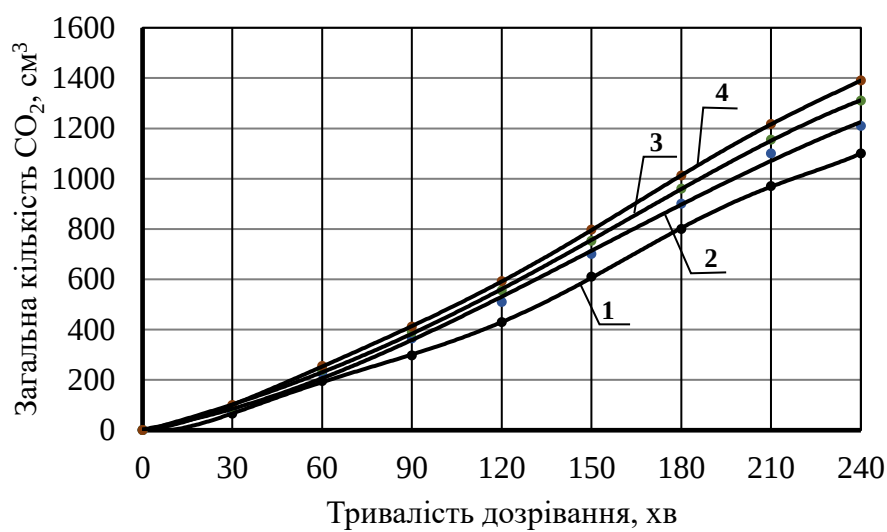
контрольним було вищим на 17,2...44,8%, а приріст кислотності складає 1,1...1,3 град.

Інтенсифікація кислотонакопичення в тісті за внесення ППЗП та ППШ спричинена активізацією молочнокислих бактерій за внесення біологічно активних речовин, які наявні у хімічному складі збагачувальних добавок.

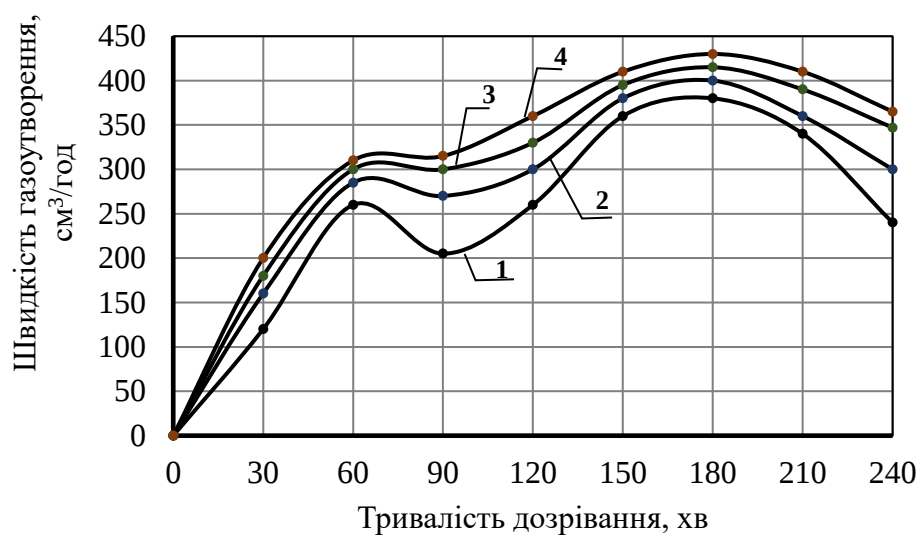
За додавання 10...20% пластівців із пророщеного зерна пшениці та 2...8% порошку з плодів шипшини спостерігається зниження рН тіста. Слід зазначити, що зміна рН у зразках із пластівцями є менш вираженою, що, ймовірно, зумовлено підвищеним вмістом у них білків, пептидів і амінокислот, які формують ефективну буферну систему.

Наявність пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини у пшеничній тістовій системі суттєво позначається і на активності спиртового бродіння, про що свідчать дані щодо газоутворення у контрольному та дослідному зразках тіста (рис. 4.1 а, б та 4.2 а, б).

Наведені на рис. 4.1 а дані свідчать, що в тісті з додаванням ППЗП діоксид вуглецю накопичується інтенсивніше, ніж у контрольного зразка – за період експерименту в тісті накопичується на 9,0...26,4% більша його кількість. Це зумовлено вищою швидкістю газоутворення у дослідних зразках тіста (рис. 4.1 б). Як видно з рисунку, крива швидкості газоутворення контрольного зразка має чітко виражені два екстремуми. На початковому етапі дріжджові клітини адаптуються до анаеробних умов тіста, тому швидкість газоутворення поступово збільшується до настання першого піку. Його поява, як відомо, у тістовій системі зумовлюється настанням дефіциту власних цукрів (моно- та дисахаридів) та недостатністю продуктів гідролізу крохмалю (мальтози). Інтенсифікація амілолізу у подальшому веде до активізації спиртового бродіння аж до появи другого екстремуму, що є свідченням дефіциту мальтози в тісті.



a



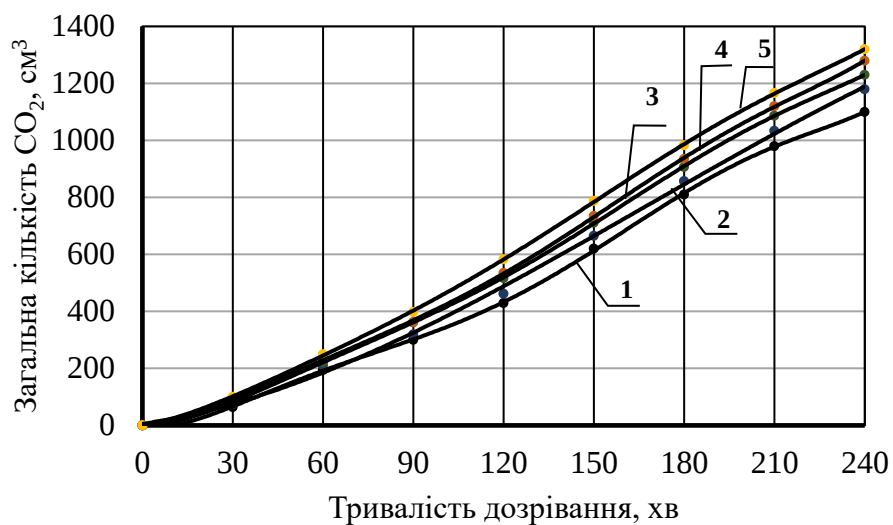
б

Рис. 4.1. Вплив пластифікаторів із пророщеного зерна пшениці на зміну кількості вуглекислого газу в тісті: 1 – контроль; зразки з додаванням ППЗП від маси борошна: 2 – 10%; 3 – 15%; 4 – 20%.

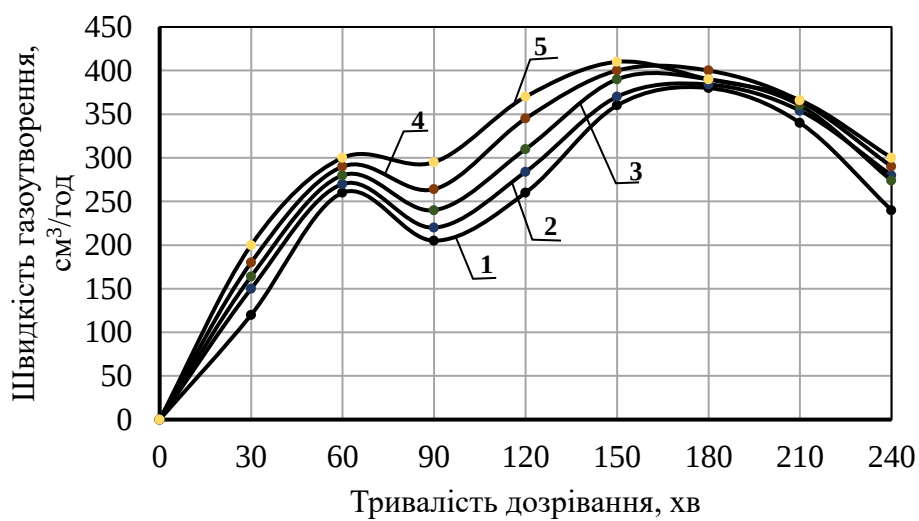
За внесення 10...20% ППЗП спостерігається вища швидкість газоутворення, ніж у контрольного зразка, протягом всього експерименту, причому екстремуми на кривих газоутворення дослідних зразків є мало вираженими. Це, з одного боку, пов'язано з активними амілолітичними процесами під дією активних α - і β -амілази, що відбуваються у тісті з ППЗП, унаслідок чого накопичується достатня кількість цукрів для споживання дріжджовими клітинами. З іншого боку, у ППЗП вже містяться необхідні для життєдіяльності дріжджів речовини, зокрема продукти гідролізу білка та крохмалю, що накопичилися під час пророщування, а також вітаміни, мінеральні речовини. Другий екстремум газоутворення у всіх зразках спостерігається через 180 хв, хоча у дослідних він менше помітний. Отже, швидкість газоутворення не є лімітуючим чинником у виборі тривалості дозрівання тіста за додавання пластівців із пророщеного зерна пшениці у дослідному дозуванні.

Наявність у тісті пшеничному 2...8% порошку з плодів шипшини також суттєво впливає на процес газоутворення в ньому, про що свідчить більша на 7,0...21,0% кількість виділеного протягом експерименту CO_2 (рис. 4.2 а). Інтенсифікація газоутворення в тісті з ППШ (рис. 4.2 б) пов'язана як із внесенням з шипшиновим порошком додаткових поживних речовин для дріжджів, так і створенням кращих умов для їх діяльності за рахунок зниження рН тіста. У результаті дріжджові клітини швидше адаптуються до анаеробного борошняного середовища, що забезпечує вищу швидкість газоутворення протягом експерименту. Слід зазначити, що у дослідних зразків із 4...8% ППШ другий екстремум на кривій газоутворення спостерігається на 15...30 хв раніше, ніж у контрольного. Це може стати передумовою для скорочення тривалості дозрівання тіста з цим дозуванням шипшинового порошку.

Оскільки ключовим чинником у зміні активності газоутворення та кислотонакопичення в тісті є властивості бродильної мікрофлори тіста — молочнокислих бактерій та хлібопекарських дріжджів, вважали за необхідне дослідити їх активність.



а



б

Рис. 4.2. Вплив порошку з плодів шипшини на зміну кількості вуглекислого газу в тісті: 1 – контроль; зразки з додаванням ППШ від маси борошна: 2 – 2%; 3 – 4%; 4 – 6%; 5 – 8%

Визначали підймальну силу дріжджів та активність молочнокислих бактерій за наявності дослідних ППЗП та ППШ. Під час дослідження активності молочнокислих бактерій за відомою методикою (розділ 2) для виключення впливу добавок на початкову кислотність тіста визначали активність бактерій після замішування тіста і після його дозрівання. Різницю між цими даними приймали за активність МКБ.

Експериментальні дані досліджень представлені на рис. 4.3 а, б і 4.4 а, б.

З рис. 4.3 видно, що внесення 10...20% ППЗП в дослідному інтервалі дозувань сприяє покращенню як підймальної сили дріжджів, так і активності молочнокислих бактерій, про що свідчить зниження їх чисельних значень на 12,5...27,0 і % і 12,9...29,4% відповідно.

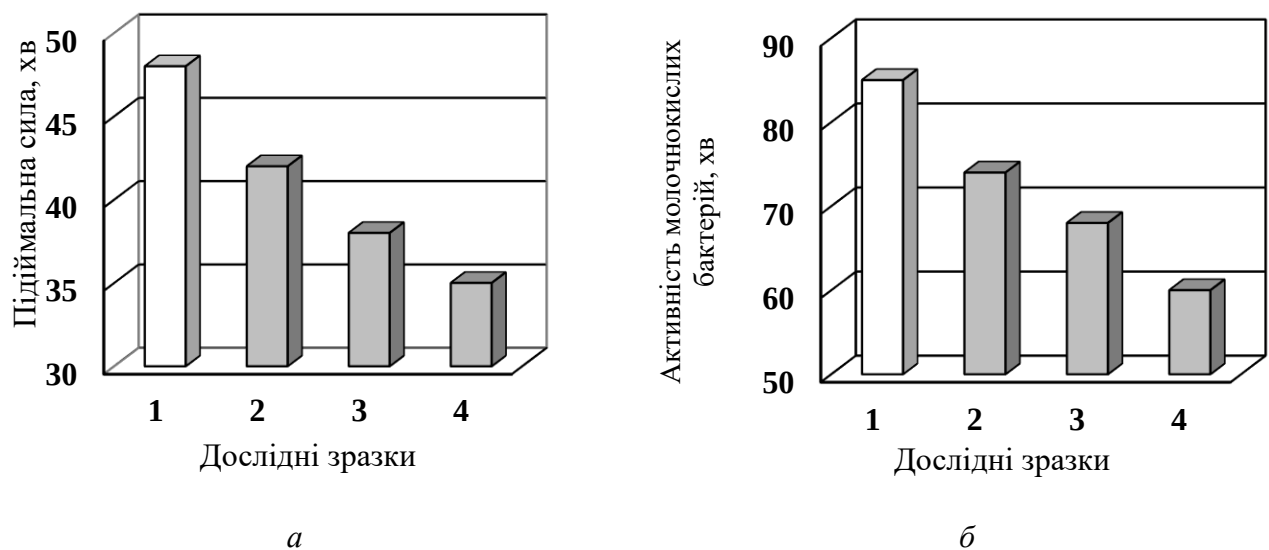


Рис. 4.3. Підймальна сила (а) та активність молочнокислих бактерій (б) пресованих хлібопекарських дріжджів: 1 – контроль; зразки з додаванням ППЗП від маси борошна: 2 – 10%; 3 – 15%; 4 – 20%

За додавання ППШ (рис. 4.4 а і б) також спостерігається зниження величини підймальної сили та активності молочнокислих бактерій на 8,3...22,9 та 10,6...27,1% відповідно.

Стимулююча дія ППЗП і ППШ на бродильну мікрофлору тіста зумовлена, ймовірно, активуючим впливом на ферментативний апарат клітин дріжджів та МКБ біологічно активних речовин, що вносяться разом із ними. Також інтенсифікація їх метаболізму може бути пов'язана з модифікацією фізико-хімічних властивостей цитоплазматичних мембран та підвищенням ефективності транспорту субстратів під дією антиоксидантних компонентів добавок.

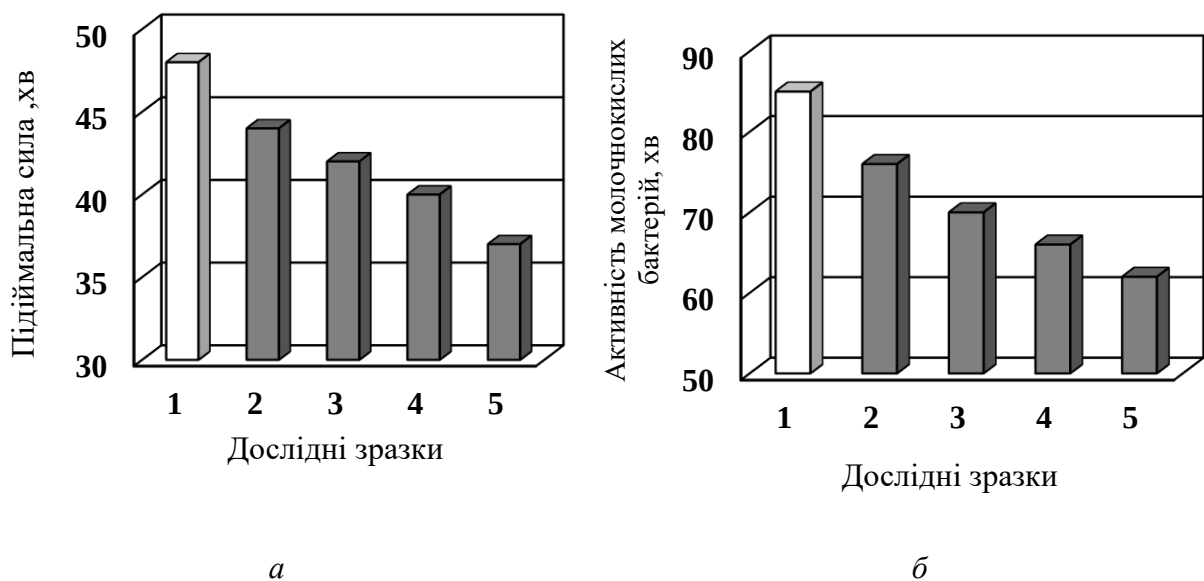


Рис. 4.4. Підймальна сила (а) та активність молочнокислих бактерій (б) пресованих хлібопекарських дріжджів: 1 – контроль; зразки з додаванням ППШ від маси борошна: 2 – 2%; 3 – 4%; 4 – 6%; 5 – 8%

У випадку використання порошку з плодів шипшини додатковим чинником активації мікрофлори є забезпечення формування кращого для її метаболізму рН середовища.

Таким чином, отримані результати свідчать, що внесення пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини сприяє інтенсифікації процесів кислотонакопичення і газоутворення в тісті, що пов'язано з підвищенням активності молочнокислої та дріжджової мікрофлори.

4.2. Дослідження перебігу біохімічних процесів у пшеничному тісті за додавання дослідної збагачувальної сировини

У комплексі взаємопов'язаних процесів, що відбуваються під час дозрівання тіста, важлива роль належить біохімічним змінам у вуглеводно-амілазному комплексі борошна, які здійснюються під впливом амілолітичних ферментів і спрямовані на гідролітичне розщеплення крохмалю з утворенням мальтози – ключового технологічного цукру, що забезпечує необхідний рівень інтенсивності мікробіологічних процесів. До того ж клейстеризація крохмалю борошна під час випікання відіграє ключову роль у формуванні структури м'якушки хліба. У зв'язку з цим виникає необхідність дослідження змін властивостей крохмалю під дією пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини. Амілографічні дослідження, визначення числа падіння борошна є необхідними для оцінки інтенсивності амілолізу та змін властивостей крохмалю. Визначення динаміки редукувальних цукрів дозволяє кількісно охарактеризувати інтенсивність утворення та споживання бродильною мікрофлорою продуктів цього гідролітичного процесу.

У даному розділі узагальнено результати амілографічних досліджень, визначення числа падіння борошна та динаміки редукувальних речовин у тісті з додаванням ППЗП і ППШ.

В табл. 4.2 наведено розшифровку амілограм водно-борошняних суспензій з внесенням пластівців із пророщеного зерна пшениці у дослідних кількостях. Представлені дані свідчать, що початкова температура клейстеризації крохмалю дослідних зразків із ППЗП незначно зменшується, а час досягнення максимальної в'язкості крохмалю за наявності ППЗП в кількості 10...20% відбувається на 1,1...3,0 хв раніше відповідно, ніж у контрольного зразка.

Це пояснюється тим, що ППЗП мають підвищену активність α - та β -амілаз, які швидко руйнують структуру крохмальних зерен, тому система втрачає в'язкість раніше і досягає пікової точки в'язкості швидше, ніж контрольний зразок.

Відмічається також зменшення максимальної в'язкості водно-борошняної суспензії за наявності ППЗП на 10,0...23,3%, відносно контрольного зразка. Такий ефект, на наш погляд, обумовлений частковим гідролізом крохмальних гранул і втратою ними і крохмальними полісахаридами здатності формування повноцінної структури клейстеру. Температура суспензії при досягненні максимальної в'язкості також зменшується на 3,9...5,9°C порівняно з контролем. Це пов'язано з більш раннім досягненням максимуму в'язкості частково гідролізованого крохмалю за нижчої температури.

Таблиця 4.2

Вплив пластифікаторів із пророщеного зерна пшениці на показники амілограм пшеничного борошна

(n=3, P ≥ 0,95, σ=3...5%)

Показник	Значення показника			
	без добавки (контроль)	з ППЗП, % від маси борошна		
		10	15	20
Початкова температура клейстеризації, °C	61,5	61,2	61,0	60,8
Час досягнення максимальної в'язкості, хв	37,6	36,5	35,2	34,6
Максимальна в'язкість, о.а.	717,0	645,0	605,0	550,0
Температура суспензії при максимальній в'язкості, °C	86,9	83,0	82,0	81,0

Отримані результати узгоджуються з даними, наведеними в роботі [124] щодо впливу контрольованого пророщування пшениці на властивості крохмалю.

Внесення порошку з плодів шипшини в кількості 2,0...8,0% також впливає на показники амілограми борошна (табл. 4.3). Експериментально встановлено підвищення початкової температури клейстеризації водно-борошняної суспензії з ППШ, а також температури та часу, за яких досягається її максимальна в'язкість.

Ймовірно, це пов'язано з наявністю у порошку шипшини клітковини і пектину, які конкурують з крохмалем за воду, а наявність поліфенольних сполук і органічних кислот призводить до порушення первинної структури крохмальних зерен, що сприяє уповільненню їх набрякання. Максимальна в'язкість суспензії за мірою підвищення дозування ППШ зменшується порівняно з контрольним зразком на 4,2...15,6%.

Таблиця 4.3

**Вплив порошку з плодів шипшини на показники амілограм
пшеничного борошна**

(n=3, P ≥ 0,95, σ=3...5%)

Показник	Значення показника в дослідних зразках				
	без добавок (контроль)	з ППШ, % від маси борошна			
		2	4	6	8
Початкова температура клейстеризації, °C	61,5	61,7	62,3	62,6	63,0
Час досягнення максимальної в'язкості, хв	37,6	37,8	38,0	38,4	38,7
Максимальна в'язкість, о. а.	717,0	687,0	634,0	615,0	605,0
Температура суспензії за максимальної в'язкості, °C	86,9	87,1	87,4	87,6	87,9

Зниження в'язкості клейстеру можна пояснити декількома причинами. По-перше, харчові волокна ППШ зв'язують частину води, зменшуючи здатність зерен крохмалю до набрякання; по-друге, наявність органічних кислот у добавці може спричиняти гідроліз крохмальню; по-третє, зниження рН середовища сприяє більш сприятливим умовам для дії амілолітичних ферментів. Крім того, наявні у порошку шипшини поліфенольні сполуки у незначних концентраціях можуть утворювати комплекси з крохмальними полісахаридами, порушуючи початкову кристалічну структуру крохмальних гранул і обмежуючи їхнє набрякання [269]. Отримані результати узгоджуються з наведеними в

роботі [149] даними щодо зниження в'язкості водно-борошняної суспензії за порошку з м'якоті плодів шипшини.

Різний вплив ППЗП і ППШ на показники, що відображають зміну в'язкості крохмалю борошна, вочевидь, пояснюється відмінностями у активності ферментів та вмісті біологічно активних речовин, що можуть впливати на хід амілолізу: в першому випадку – за рахунок підвищеної амілолітичної активності пророщеного зерна, а в другому – через наявність органічних кислот та поліфенольних речовин шипшини, які модифікують властивості крохмалю і білку.

Результати визначення впливу пластівців із пророщеної пшениці та порошку з плодів шипшини на число падіння борошна, що характеризує активність його амілолітичних ферментів, зокрема α -амілази, а також стан крохмалю, наведено на рис. 4.5 а, б. Слід зазначити, що вони узгоджуються з результатами амілографічних досліджень.

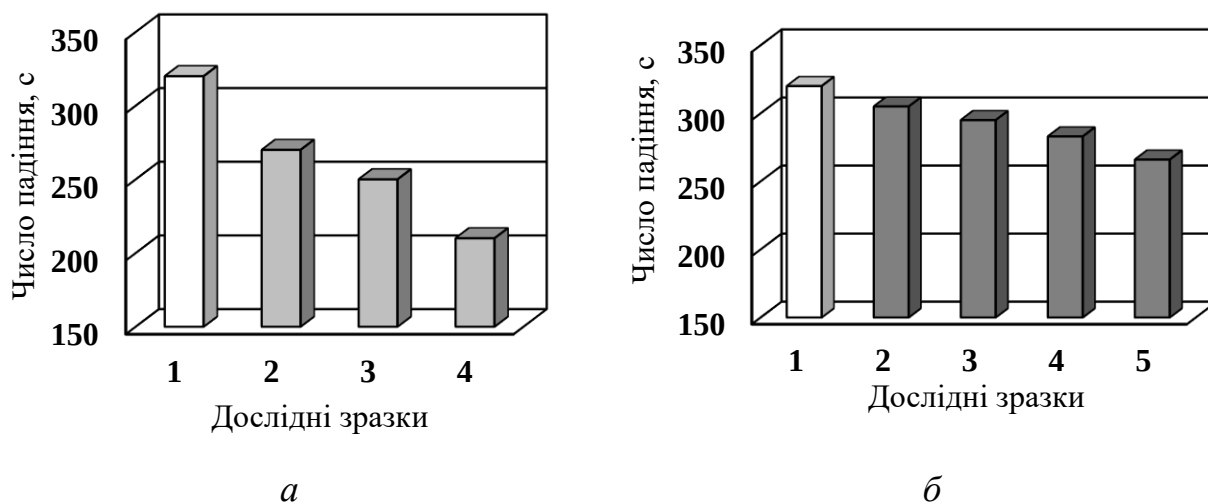


Рис. 4.5. Число падіння пшеничного борошна: 1 – без добавки (контроль); а – 2, 3, 4 – з заміною пшеничного борошна на 10, 15, 20% ППЗП; б – 2, 3, 4, 5 – з заміною пшеничного борошна на 2, 4, 6, 8% ППШ

Дані, наведені на рис. 4.5 а, свідчать про суттєве зменшення числа падіння борошняної суспензії у разі заміни 10...20% борошна пластівцями із пророщеної пшениці – на 15,6...37,5% порівняно з контрольним зразком. Це підтверджує, що наявність пластівців, отриманих із пророщеного зерна, у борошняній суспензії сприяє розрідженню крохмального клейстеру внаслідок інтенсивного гідролізу крохмалю, каталізованого α -амілазою. Отримані результати узгоджуються з даними, наведеними в роботі інших дослідників [125].

Додавання шипшинового порошку в дослідних кількостях (рис. 4.5 б) також призводить до зниження числа падіння пшеничного борошна – на 5,0...16,9% порівняно з контролем.

Отже, обидві добавки призводять до зниження числа падіння, проте наявність ППЗП сприяє зменшенню його величини порівняно з ППШ, що пояснюється тими ж причинами, які впливають на зниженні в'язкості крохмалю борошна в їх присутності за амілографічних досліджень.

Результати визначення впливу дослідної сировини на динаміку накопичення редукувальних речовин у пшеничному тісті представлено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Вплив пластівців із пророщеної пшениці та порошку з плодів шипшини на накопичення та зброджування редукувальних цукрів у тісті
($n=3$, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5\%$)

Показник	Вміст редукувальних цукрів у пшеничному тісті, % СР (у перерахунку на мальтозу)							
	Контрольн ий зразок	з додаванням, % від загальної маси борошна						
		ППЗП			ППШ			
		10	15	20	2	4	6	8
Накопичено за 240 хв автолізу	2,12	2,61	2,80	3,11	2,35	2,46	2,59	2,67
Зброджено за 240 хв бродіння	2,20	2,65	2,84	3,12	2,51	2,65	2,79	2,90

Наведені дані свідчать, що за 240 хв автолізу кількість накопичених редукувальних цукрів у дослідних зразках тіста за умови внесення ППЗП та ППШ на 23,1...46,7% та 11,0...25,9% більша, ніж у контрольного зразка.

У разі внесення ППЗП це пояснюється тим, що редукувальні речовини в тісті накопичуються у більшій кількості завдяки додатковому внесенню активних амілаз, а також підвищенню швидкості та глибини ферментативного розщеплення крохмалю під дією α - і β -амілаз до низькомолекулярних цукрів. Крім того, під час пророщування зерна пшениці також активізуються інвертази, що каталізують гідроліз сахарози на глюкозу та фруктозу. У випадку додавання ППШ більше накопичення редукувальних речовин пов'язано зі створенням у тісті більш сприятливого показника рН для активності β -амілази борошна [25].

Встановлено, що і збродження редукувальних цукрів у пшеничному тісті з дослідними добавками відбувається інтенсивніше ніж у контрольного зразка. За умови внесення ППЗП та ППШ зброджується на 20,5...41,8% та 14,1...31,8% відповідно більше цукрів порівняно з контрольним зразком. Отримані дані підтверджують наведені вище результати про підвищення активності хлібопекарських дріжджів за наявності дослідних добавок (рис. 4.3 і 4.4).

Таким чином, за внесення ППЗП та ППШ змінюються властивості крохмалю борошна, зокрема знижується в'язкість крохмального клейстеру. Крім того, інтенсифікується накопичення та збродження редукувальних цукрів у тісті, що підтверджує визначену раніше активізацію мікробіологічних процесів за їх додавання.

4.3. Дослідження структурно-механічних властивостей пшеничного тіста за додавання дослідної збагачувальної сировини

Структурно-механічні властивості тіста значною мірою залежать від кількості та якості клейковини пшеничного борошна, які відіграють ключову роль у формуванні показників якості тіста та хліба. Внесення додаткових інгредієнтів або збагачувальних компонентів істотно впливає на формування

структурних властивостей тістової системи. Тому вважали доцільним вивчити вплив ППЗП і ППШ на структурно-механічні характеристики пшеничного тіста. У даній серії експериментів визначали такі характеристики, як кількість та якість клейковини, розпливання кульки тіста, а також структурно-механічні властивості тіста за результатами фаринографічних і альвеографічних досліджень.

Результати визначення зміни властивостей клейковини пшеничного борошна у присутності ППЗП наведені у табл. 4.5.

Таблиця 4.5

**Вплив пластівців із пророщеного зерна пшениці на кількість і якість
клейковини пшеничного борошна**
($n=3$, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5\%$)

Показник	Контрольний зразок	Зразки з заміною пшеничного борошна на пластівці із пророщеного зерні пшениці, %		
		10	15	20
Кількість сирої клейковини, %	26,2	24,7	24,1	23,4
Кількість сухої клейковини, %	9,4	8,7	8,2	7,8
Гідратаційна здатність, %	178,6	183,3	194,1	200,3
Пружність на приладі ІДК, од. приладу	76	81	84	87
Розтяжність, см	16	17	18	19
Колір	Світлий	Світлий з сірим відтінком		Темний

Встановлено, що у разі заміни пшеничного борошна на 10...20% пластівців із пророщеного зерна пшениці спостерігається зменшення вмісту сирої клейковини на 5,7...10,7%, тоді як сухої клейковини втрачається більше 7,4...17,0%. Вочевидь, це пов'язано з інтенсифікацією гідролізу клейковинних білків під дією активних протеолітичних ферментів пластівців. Послаблення клейковини призводить до підвищення її гідратаційної здатності, що і викликає

дисбаланс між кількісними втратами сирої та сухої клейковини. Зниження вмісту сирої та сухої клейковини викликано, ймовірно, дегідратуючою дією харчових волокон оболонки цільнозернових пластівців, які, як відомо, зв'язують частину води, потрібної для формування глютенного комплексу [270, 271].

Про послаблення клейковини дослідних зразків свідчить й зниження її пружності на 6,6...14,5%, а також підвищення розтяжності. За рахунок включення в структуру клейковини оболонкових часточок пластівців колір клейковини також змінюється зі світлого на світло-сірий, а за максимального дозування пластівців – на темний.

Результати вивчення впливу ППШ на властивості клейковини пшеничного борошна, що наведені у табл. 4.6, свідчать, що додавання 2...8% порошку плодів шипшини взамін пшеничного борошна веде до зниження вмісту сирої клейковини на 5,0...19,1%. Спостерігається також зменшення вмісту і сухої клейковини. Це пояснюється втратою деякої кількості білків через дегідратуючу дію наявних у шипшиновому порошку високогідрофільних харчових волокон, а також моно- та дисахаридів.

Таблиця 4.6

Вплив порошку з плодів шипшини на кількість та якість клейковини пшеничного борошна

(n=3, P ≥ 0,95, σ=3...5%)

Показник	Контрольний зразок	Зразки з заміною пшеничного борошна на порошок із плодів шипшини, %			
		2,0	4,0	6,0	8,0
Кількість сирої клейковини, %	26,2	24,9	23,5	22,3	21,2
Кількість сухої клейковини, %	9,4	9,2	8,9	8,8	8,5
Гідратаційна здатність, %	178,6	171,7	163,8	154,1	148,9
Пружність, од. приладу	76	71	64	57	55
Розтяжність, см	16	15	14	12	11
Колір	Світлий	Світло-коричневий	Коричневий	Темно-коричневий	

Разом із тим, відмічається значне укріплення клейковини за збільшення дозування ППШ, про що свідчить підвищення її пружності на 6,6...27,6% та зниження розтяжності на 6,3...31,3% порівняно з контрольним зразком. Зміни стану клейковини у бік підвищення її пружних властивостей під дією складових ППШ може бути викликане низкою чинників. По-перше, зміцнювальний ефект шипшинового порошку зумовлений наявністю в ньому аскорбінової кислоти, яка в тісті під дією фермента аскорбінаоксидази сприяє окисненню сульфгідрильних груп білків клейковини з утворенням міцних дисульфідних зв'язків. Разом із тим, окиснюються і тіолові групи протеолітичних ферментів, що сприяє зниженню їх активності [25]. По-друге, на укріплення клейковини також впливають некрохмальні полісахариди порошку, які утворюють комплекси з білками пшеничного борошна [272]. По-третє, важливим чинником укріплення клейковини є наявність поліфенольних сполук, взаємодія яких із глютенном сприяє його зміцненню шляхом утворення білок-поліфенольних комплексів, що показано у роботах [273-275]. Про взаємодію клейковини з поліфенолами шипшинового порошку свідчить і зміна її забарвлення від світло-до темно-коричневого, що пов'язано з забарвлюючими властивостями цих речовин. Отримані результати також узгоджуються з даними досліджень щодо впливу іншого продукту переробки плодів шипшини, а саме шроту плодів шипшини на клейковину пшеничного борошна [276].

Досліджувана збагачувальна сировина впливає не лише на властивості клейковини, але й на структурно-механічні властивості тіста. Так, результати дослідження впливу пластівців із пророщеної пшениці на розпливання кульки тіста свідчать, що за наявності 10...20% добавки його структура послаблюється (рис 4.6). Наприкінці експерименту діаметр дослідних зразків тіста був на 7,3...18,6% відповідно більше, ніж у контрольного зразка. Це пов'язано з високою ферментативною активністю пластівців із пророщеного зерна пшениці, що спричиняє інтенсивніший гідроліз білків та крохмалю пшеничного борошна.

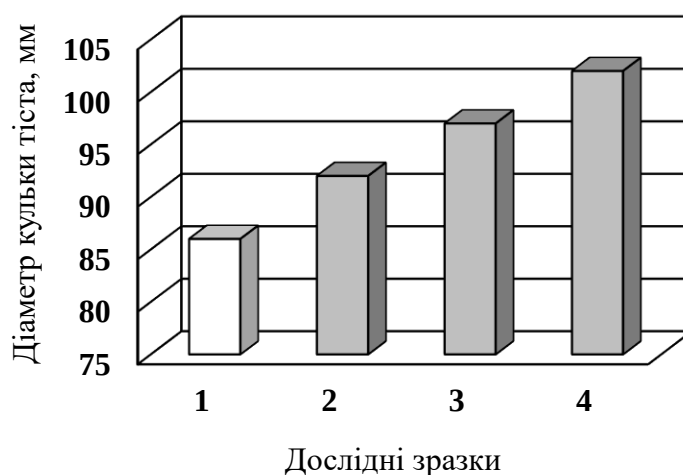


Рис. 4.6. Розпливання кульки тіста: 1 – без добавки (контроль); 2, 3, 4 – з заміною пшеничного борошна на 10, 15, 20 % ППЗП

Укріплення клейковини у разі додавання порошку з плодів шипшини, навпаки, спричиняє підсилення пружньо-еластичних властивостей тіста, про що свідчить зменшення показника розпливання кульки тіста дослідних зразків на 7,0...16,0% порівняно з контрольним зразком (рис. 4.7).

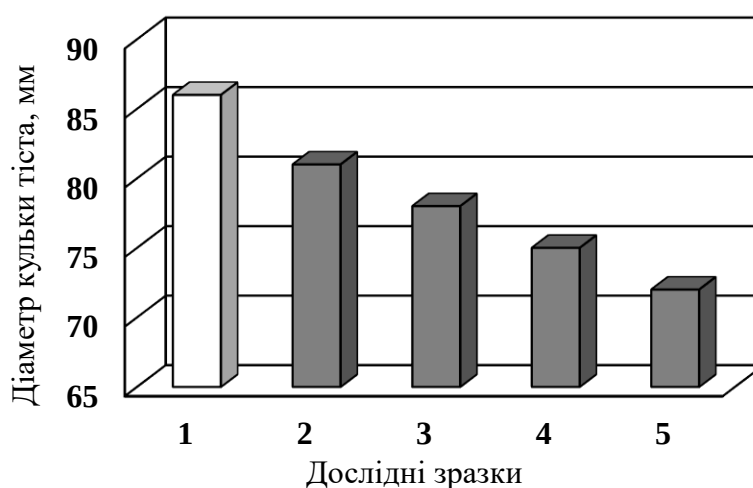


Рис. 4.7. Розпливання кульки тіста: 1 – без добавки (контроль); 2, 3, 4, 5 – з заміною пшеничного борошна на 2, 4, 6, 8% ППШ

Результати досліджень впливу дослідних добавок на структурно-механічні властивості тіста за даними фаринограм наведено у табл.4.7.

Так, результати (табл. 4.7) показали, що додавання ППЗП сприяло деякому підвищенню водопоглинальної здатності тіста. Водночас спостерігалось збільшення часу утворення тіста з 2,0 хв у контрольного зразка до 3,0 хв у зразка з внесенням 20% пластівців. Це свідчило про ускладнення формування стабільної тістової структури та каркасу клейковинної матриці. При цьому фіксувалося суттєве зменшення стійкості тіста (на 23,1...46,2%), що обумовлено послабленням клейковинного комплексу за рахунок активної дії протеаз і амілаз у пророщеному зерні. Крім того, цукри і декстрини, що утворюються внаслідок амілолізу, частково пластифікують тісто, підвищуючи його здатність до деформації без руйнування. Отримані дані корелювали зі значним збільшенням показника розрідження на 37,7...78,6% порівняно з контролем.

Таблиця 4.7

Вплив пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку плодів шипшини на структурно-механічні властивості тіста за даними фаринограм

(n=3, P ≥ 0,95, σ=3...5 %)

Показник	Контрольний зразок	Зразки з заміною пшеничного борошна на дослідні добавки, %						
		ППЗП			ППШ			
		10	15	20	2	4	6	8
Водо-поглинальна здатність, %	61,3	62,6	63,5	64,4	62,0	62,5	62,8	63,2
Час утворення тіста, хв	2,0	2,5	2,7	3,0	2,2	2,4	2,7	2,9
Стійкість, хв	6,5	5,0	4,5	3,5	7,4	7,7	8,0	8,6
Розрідження, од.ф.	61	84	97	109	57	55	52	50

Додавання ППШ сприяло незначному підвищенню водопоглинальної здатності тіста за рахунок значної кількості целюлози, геміцелюлоз, пектинових речовин, які активно зв'язують воду. Також спостерігалось збільшення часу утворення тіста з 2,0 хв у контрольного зразка до 2,9 хв у зразку з внесенням 8% порошку плодів шипшини, що пояснюється конкуренцією некрохмальних полісахаридів за вологу, а також необхідністю додаткового часу для рівномірного розподілу добавки та її гідратації. Такі ефекти узгоджуються з літературними даними [206]. Також спостерігалось підвищення стійкості тіста на 13,8...32,3%, що зумовлено визначеним вище укріпленням клейковинного комплексу. Отримані дані корелювали зі зменшенням величини показника розрідження тіста на 6,6...18,0% порівняно з контролем.

Отже, результати фаринографічного аналізу показують послаблення структурно-механічних властивостей тіста за наявності 10...20% ППЗП і, навпаки, про їх укріплення за додавання 2...8% ППШ взамін борошна.

Таку ж тенденцію засвідчують і результати визначення фізичних властивостей дослідних зразків тіста на альвеографі (табл. 4.8).

Як видно з даних табл. 4.8, за внесення 10...20% ППЗП показник пружності (Р) знижувався від 80 мм у контролі до 57 мм за внесення 20,0% пластівців (на 28,8%). Це свідчить про зменшення здатності пшеничного тіста протидіяти деформації. Поряд із цим за наявності пластівців збільшувався показник розтяжності тіста (L), що означало підвищення пластичності та здатності до розтягування. Збільшення розтяжності тіста характерне для систем зі зниженою пружністю, де клейковина стає слабшою і пластичною. Поряд із цим спостерігалось падіння величини співвідношення P/L , від 0,8 у контролі до 0,48 за внесення 20% пластівців. Це вказувало на дисбаланс між пружністю і розтяжністю, що характеризує тісто, як більш м'яке і тягуче. Додавання пластівців із пророщеного зерна пшениці у дослідних кількостях сприяло зниженню питомої роботи деформації тіста (W) на 6,3...15,7%, що також доводить послаблення структури тістової системи.

Таблиця 4.8

Вплив пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку плодів шипшини на фізичні властивості тіста за даними альвеограм

(n=3, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5\%$)

Показник	Контроль-ний зразок	Зразки з заміною пшеничного борошна на дослідні добавки, %						
		ППЗП			ППШ			
		10	15	20	2	4	6	8
Пружність тіста (P), мм	80,0	72,0	63,0	57,0	85,0	90,0	95,0	100,0
Розтяжність тіста (L), мм	100,0	105,0	112,0	118,0	90,0	85,0	75,0	70,0
Відношення P/L	0,8	0,68	0,56	0,48	0,92	1,05	1,27	1,43
Питома робота деформації, W, 10^{-4} Дж/г	190,0	178,0	169,0	160,0	200,0	210,0	220,0	230,0

Отже, додавання ППЗП сприяє формуванню слабшого тіста, що з технологічної точки зору може призводити до зниження його газотримувальної здатності та зменшення об'єму готових виробів. Аналогічні закономірності отримані й іншими дослідниками, які вивчали вплив пророщеної пшениці на реологічні властивості тіста [123].

У разі додавання 2...8 % порошку плодів шипшини (табл.4.8) показник пружності (P) збільшувався 6,25...25,0% порівняно з контрольним зразком. Це свідчить про збільшення здатності пшеничного тіста протидіяти деформації за рахунок посилення його структури. За наявності ППШ значно зменшувався показник розтяжності тіста (L), що вказує на зниження здатності до розтягування, характерної для тістових систем із підвищеними жорсткістю, в яких клейковина стає більш міцною. Поряд з цим спостерігалось підвищення співвідношення P/L від 0,8 у контролі до 1,43 за внесення 8% порошку плодів шипшини, що також свідчило про утворення міцнішого тіста зі значним опором

до розтягування. Внесення порошку плодів шипшини у дослідних кількостях сприяло збільшенню питомої роботи деформації (W) на 5,3...21,1%.

Виявлені ефекти у тістовій системі за додавання ППШ, ймовірно, зумовлені дією сукупності чинників, які розглянуті вище під час обговорення результатів фаринографічних досліджень, а саме наявністю та особливостями взаємодії з білками клейковини аскорбінової кислоти, поліфенолів та некрохмальних полісахаридів порошку з плодів шипшини.

Важливим процесом формування якості тіста, що значною мірою забезпечує формування належного об'єму та пористої структури хліба, є зміна об'єму тістового напівфабрикату під час дозрівання. Результати визначення впливу досліджуваних ППЗП і ППШ на цей показник тіста представлено на рис. 4.8, 4.9.

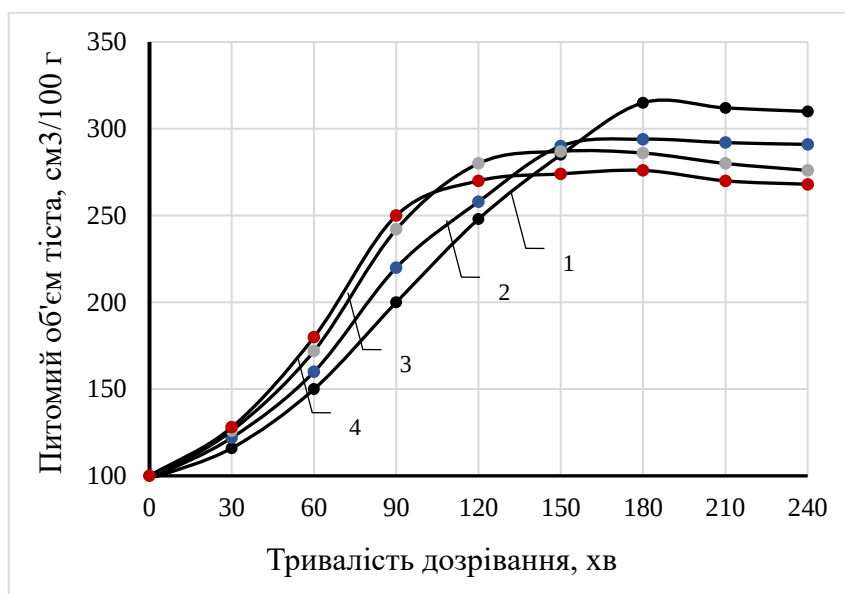


Рис. 4.8. Зміна питомого об'єму тіста в процесі дозрівання: 1 – контрольний зразок; 2, 3, 4 – тісто з додаванням ППЗП у кількості 10, 15, 20% від маси борошна

Як свідчать отримані дані, заміна пшеничного борошна на ППЗП надає суттєвого впливу на зміну об'єму тіста протягом дозрівання. Об'єм контрольного зразка тіста активно зростає протягом дозрівання. Об'єм тіста з

внесенням 10...20% ППЗП у дослідному інтервалі на перших етапах дозрівання зростає швидше, ніж у контрольного зразка, що пов'язано з активнішим газоутворенням у ньому (рис. 4.1). Проте, далі, за мірою збільшення дозування пластівців об'єм тіста починає знижуватися і наприкінці експерименту його величина у дослідних зразків на 6...14,0% менше, ніж у контрольного зразка. Причиною такого спаду, очевидно, є погіршення структури тіста під дією активних ферментативних процесів в тісті з ППЗП, що призводить до зниження його газоутримувальної здатності.

Отже, під час конструювання технологічного процесу виробництва хліба з додаванням ППЗП доцільним є скоротити тривалість дозрівання тіста, а також застосовувати заходи щодо укріплення його структури для забезпечення необхідних фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей виробів.

За внесення 2...8% порошку з плодів шипшини (рис. 4.9) об'єм тіста збільшується протягом експерименту активніше, ніж об'єм контрольного зразка.

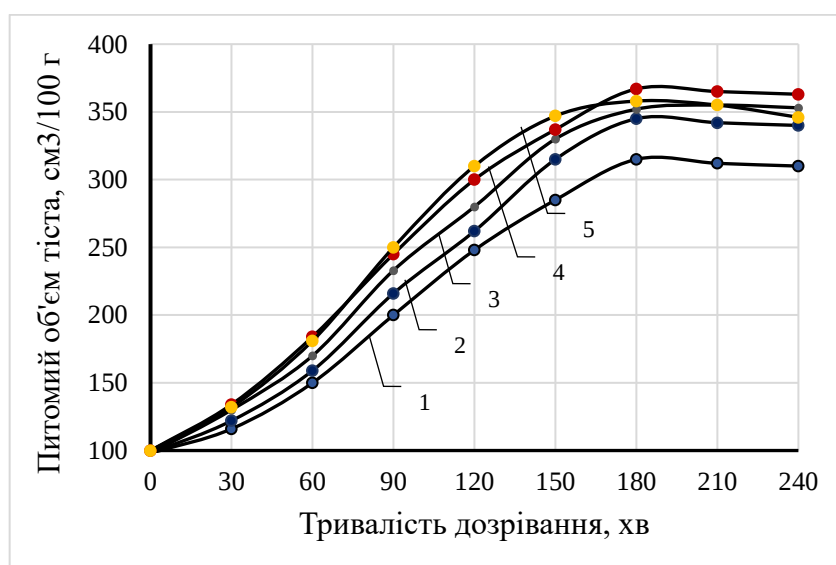


Рис. 4.9. Зміна питомого об'єму тіста в процесі дозрівання: 1 – контрольний зразок; 2, 3, 4, 5 – тісто з додаванням ППШ у кількості 2, 4, 6, 8% від маси борошна

На кінець експерименту його величина збільшилася порівняно з контролем на 9,7...17,1%. Слід відзначити, що за додавання максимальної кількості ППШ (8%) питомий об'єм тіста, збільшуючись перші дві години, далі поступово зменшується, проте залишається вищим, ніж цей показник у контрольного зразка.

Це може бути викликане тим, що з такою кількістю ППШ в тісто вноситься найбільша кількість великих його фракцій, що складаються, переважно з кісточок шипшинових плодів. Вони можуть перешкоджати утворенню цілісної структури тіста. Додатковим чинником може бути надмірно інтенсивне зброджування цукрів дріжджами, що веде до настання їх дефіциту та відповідного зниження газоутворення.

Результати вивчення зміни міцності адгезії пшеничного тіста за наявності дослідних добавок після дозрівання протягом 180 хв наведені на рис. 4.10 і 4.11. Дані підтвердили загальну тенденцію впливу пластифікаторів із пророщеного зерна пшениці і порошку плодів шипшини на структурно-механічні властивості тіста.

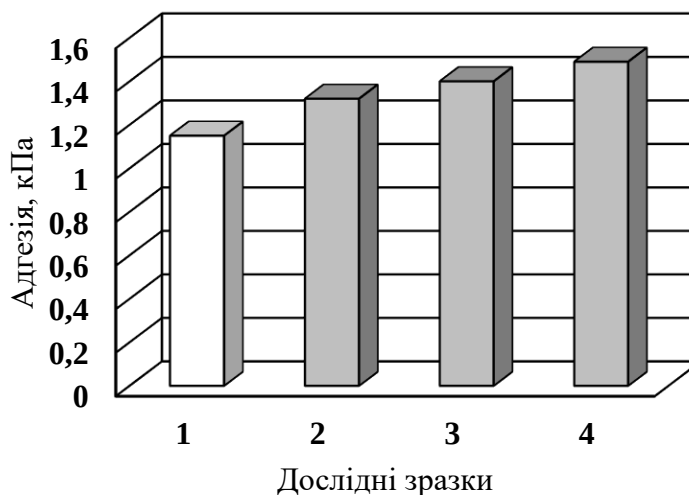


Рис. 4.10. Міцність адгезії пшеничного тіста: 1 – контрольний зразок; 2, 3, 4 – тісто з додаванням ППЗП у кількості 10, 15, 20% від маси борошна

Згідно з отриманими даними, внесення ППЗП у кількості 10...20% сприяє зростанню цього показника на 14,8...29,6%. Це означає, що тісто стає більш липким і може сильніше прилипати до робочих поверхонь та обладнання. У той

же час, за внесення ППШ адгезійна міцність пшеничного тіста (рис. 4.9) знижується на 10,4...26,1%.

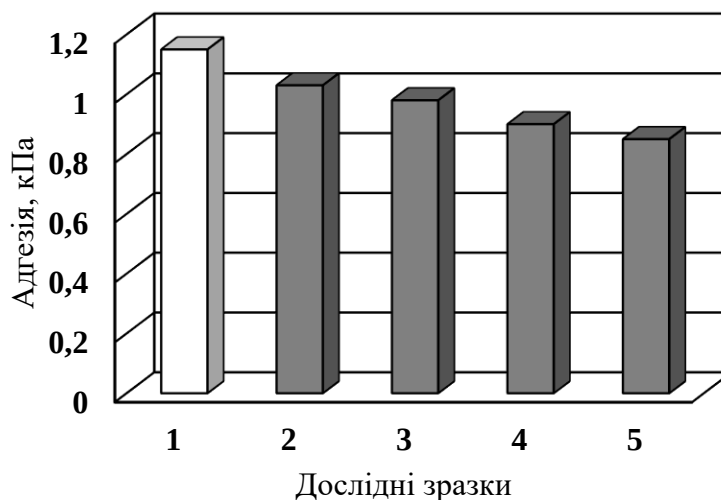


Рис.4.11. Міцність адгезії пшеничного тіста: 1 – контрольний зразок; 2, 3, 4, 5 – тісто з додаванням ППШ у кількості 2, 4, 6, 8% від маси борошна

Таким чином, можна прогнозувати, що сумісне внесення пластифікаторів із пророщеного зерна пшениці і порошку плодів шипшини може сприяти покращенню пружно-еластичних і в'язко-пластичних характеристик тіста. Встановлено, що за вмісту ППЗП структура пшеничного тіста дещо послаблюється, а додавання ППШ, навпаки, сприяє зміцненню його структури, що є передумовою покращення якості тіста і хліба за їх сумісного додавання.

Основні результати дослідження, викладені в розділі, опубліковано в статтях та матеріалах конференцій [265, 277–282].

Висновки за розділом 4

1. Встановлено, що у разі заміни пшеничного борошна на 10...20% пластифікаторів із пророщеного зерна пшениці та 2...8% порошку з плодів шипшини у тісті інтенсифікуються мікробіологічні процеси, що проявляється у підвищенні титрованої кислотності та кількості виділеного CO_2 відповідно на 10,3...24,1% і 9,0...26,4% за додавання ППЗП та на 17,2...44,8% і 7,0...21,0% за внесення

ППШ. Це пов'язано з активізацією бродильної мікрофлори тіста за наявності ППЗП і ППШ, про що свідчить підвищення підйимальної сили дріжджів на 12,5...27,0% і 8,3...22,9%, кількості зброджених редукувальних цукрів – на 20,5...41,8% і 14,1...31,8%, а також активності молочнокислих бактерій – на 12,9...29,4% і 10,6...27,1% відповідно.

2. Встановлено, що пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок із плодів шипшини суттєво впливають на біохімічні процеси в пшеничному тісті. Внесення ППЗП, завдяки інтенсифікації процесів амілолізу, зумовлює зниження початкової температури клейстеризації крохмалю, скорочення часу досягнення та одночасне зменшення максимальної в'язкості на 10,0...23,3%, зниженню числа падіння на 15,6...37,5%. ППШ, внаслідок конкуренції з крохмалем за зв'язування води та впливу органічних кислот і поліфенольних сполук на структуру крохмальних гранул, сприяє подовженню часу досягнення та зниженню максимальної в'язкості борошняної суспензії на 4,1...15,6%, підвищенню температури клейстеризації, зменшенню числа падіння на 5,0...16,9%. Про інтенсифікацію амілолітичних процесів у тісті з добавками свідчить і прискорення накопичення редукувальних цукрів на 23,1...46,7% та 11,0...25,9% відповідно.

3. Пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок із плодів шипшини різноспрямовано впливають на властивості клейковини пшеничного борошна. За внесення 10...20% ППЗП вміст сирої клейковини зменшується на 5,7...10,7%, сухої – на 7,4...17,0%, підвищуються її гідратаційна здатність і розтяжність, а пружність знижується на 6,6...14,5%, що свідчить про послаблення клейковинного каркаса під дією активних протеолітичних ферментів пророщеного зерна. Додавання 2...8% ППШ спричиняє зниження вмісту сирої клейковини на 5,0...19,1% і сухої – на 2,1...9,6%, проте, завдяки дії аскорбінової та інших органічних кислот, поліфенолів і некрохмальних полісахаридів, які сприяють утворенню додаткових міжмолекулярних зв'язків, забезпечує її укріплення, а саме: підвищення пружності на 6,6...27,6% та зменшення розтяжності на 6,3...31,3%.

4. Результати визначення структурно-механічних властивостей тіста підтвердили послаблення його структури за наявності ППЗП та її укріплення за внесення ППШ. За результатами фаринографічних досліджень додавання 10...20% ППЗП сприяє підвищенню водопоглинальної здатності тіста, збільшенню часу його утворення, зниженню стійкості на 23,1...46,2% та підвищенню розрідження на 37,7...78,6%. За даними альвеографа спостерігається зниження пружності тіста на 10,0...28,8%, співвідношення R/L – від 0,8 до 0,48, а питомої роботи деформації W – на 6,3...15,7%. При цьому діаметр кульки тіста збільшується на 7,3...18,6%.

За внесення 2...8% ППШ, навпаки, стійкість тіста зростає на 13,8...32,3%, а розрідження зменшується на 6,6...18,0%. Пружність тіста підвищується на 6,25...25,0%, співвідношення R/L збільшується до 1,43, а величина W – на 5,3...21,1%. Спостерігається зменшення діаметра кульки тіста на 7,0...16,0%, що також свідчить про підсилення його пружно-еластичних властивостей.

5. Встановлено, що ППЗП і ППШ по-різному впливають на зміну питомого об'єму тіста під час дозрівання. За додавання 10...20% ППЗП на початкових етапах дозрівання об'єм тіста зростає інтенсивніше внаслідок активнішого газоутворення, проте наприкінці процесу його величина стає меншою за контроль на 6,0...14,0% через послаблення структури тіста та зниження газотримувальної здатності. Внесення 2...8% ППШ забезпечує активніше збільшення питомого об'єму тіста протягом усього періоду дозрівання, який в результаті перевищує контрольний на 9,7...17,1% з максимальним ефектом з внесення 6% добавки. Це обумовлено укріпленням клейковинного каркаса та покращенням пружно-еластичних властивостей тіста.

6. Встановлено, що дослідні добавки по-різному впливають на адгезійні властивості пшеничного тіста. За внесення 10...20% ППЗП міцність адгезії підвищується на 14,8...29,6%, що свідчить про збільшення його здатності прилипати до робочих поверхонь. За наявності 2...8% ППШ адгезійна міцність, навпаки, знижується на 10,4...26,1%.

РОЗДІЛ 5

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧОЇ ЦІННОСТІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАСТІВЦІВ ІЗ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ПОРОШКУ З ПЛОДІВ ШИПШИНИ

У даному розділі узагальнено результати досліджень, присвячених:

–дослідженню впливу пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості пшеничних виробів;

–встановленню оптимальних технологічних параметрів виробництва хліба за їх сумісного додавання;

–розробці асортименту хліба з сумісним додаванням ППЗП та ППШ, технологічних режимів і апаратурного оформлення технологічного процесу їх виготовлення;

–оцінці споживчих властивостей розроблених виробів за показниками харчової цінності та збереженості свіжості під час зберігання.

У серії експериментальних досліджень використовували пшеничне борошно партії №4 і 5, пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок із плодів шипшини – партії №3.

5.1. Визначення впливу пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на якість пшеничного хліба

Ураховуючи результати дослідження модельних систем тіста за додавання дослідної збагачувальної сировини для виробництва нових виробів запропоновано використовувати безопарний спосіб тістоприготування. Контрольний зразок тіста вологістю 44,0% піддавали дозріванню протягом 180 хв за температури 28...30°C. Застосовували обминання через кожні

60 хв. Далі формували тістові заготовки, які піддавали вистоюванню за температури 35...37°C і відносної вологості 75...85%. Вистояні заготовки випікали за температури 180...220°C із зволоженням пекарної камери. У дослідних зразках частину пшеничного борошна замінювали на пластівці з пророщеного зерна пшениці у кількості 10, 15 і 20% або порошок із плодів шипшини у кількості 2, 4, 6 та 8%. Вологість дослідних зразків тіста була підвищена відповідно до даних фаринографічних досліджень.

Протягом лабораторних досліджень було встановлено, що пластівці для кращого розподілення у масі тіста та швидшого набрякання доцільно гідратувати у воді. У результаті досліджень впливу температури в інтервалі 20...30°C, тривалості протягом 15...30 хв та гідромодуля в інтервалі 1:1...1:3 було встановлено параметри гідратування: температура – 20°C, тривалість – 20 хв, гідромодуль – 1:1,5. Гідратування здійснювали з використанням частини води, що йде на замішування тіста.

Зовнішній вигляд хліба з додаванням ППЗП та ППШ представлений на рис. 5.1 і 5.2, а показники якості – в табл. 5.1, 5.2.

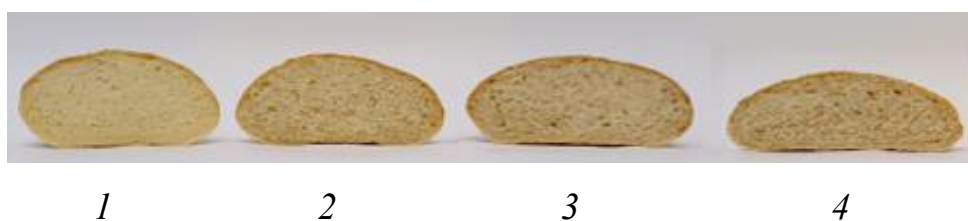


Рис. 5.1. Вигляд хліба пшеничного у розрізі: 1 – контрольний зразок; 2, 3, 4 – зразки з заміною пшеничного борошна на 10, 15, 20% пластівців із пророщеного зерна пшениці

Як свідчать дані табл. 5.1, вологість дослідних зразків хліба, виготовленого з заміною пшеничного борошна на ППЗП має тенденцію до збільшення. Це спричинене підвищеною ВПЗ пластівців за рахунок високого вмісту в них високомолекулярних гідрофільних некрохмальних полісахаридів.

За мірою збільшення дозування добавки очікувано підвищується титрована кислотність хліба, як результат інтенсифікації молочнокислого бродіння в тісті,

що також було визначено раніше (табл. 4.1). За внесення 10 і 15% ППЗП показники питомого об'єму хліба знижуються на 5,0 і 8,3%, а формостійкості – на 6,4 і 15,0%. Заміна пшеничного борошна на 20 % пластівців призводить до зниження цих показників – на 16,6 і 25,5% відповідно. Знижується і пористість хліба, особливо за внесення 20% ППЗП. Погіршення цих показників якості дослідних зразків прямо пов'язане з послабленням структури тіста за внесення пластівців, що було показано раніше (розділ 4).

Таблиця 5.1

**Показники якості хліба з додаванням пластівців
із пророщеного зерна пшениці**

(n=3, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5$ %)

Показник	Контрольний зразок	Зразки із заміною борошна на ППЗП, %		
		10	15	20
Вологість, %	43,0	44,1	44,7	45,2
Титрована кислотність, град	2,4	2,6	2,8	2,9
Питомий об'єм, см ³ /100г	300	285	275	250
Формостійкість, (H/D)	0,47	0,44	0,40	0,35
Пористість, %	70	69	68	65
Форма, стан поверхні	Правильна форма, без підривів та тріщин, поверхня гладка		Правильна форма, без підривів та тріщин, поверхня шорхувата	Розпливчаста форма, без підривів та тріщин, поверхня шорхувата
Колір скоринки	Світлий	Світло-коричневий		Коричневий
Стан м'якушки	Хороша еластичність, пористість тонкостінна, розвинута	Хороша еластичність, пористість тонкостінна, розвинута	Середня еластичність, пористість тонкостінна, розвинута	Погана еластичність, пористість тонкостінна, розвинута
Запах	Властивий виробу без стороннього	Властивий виробу з приємним солодовим ароматом		
Смак	Властивий виробу без стороннього	Властивий виробу з приємним солодовим присмаком		

Згідно з даними табл. 5.1 та рис. 5.1, хліб з ППЗП відрізняється від контрольного зразка за органолептичними характеристиками. Дослідні вироби мають інтенсивніше забарвлену скоринку, розвинуту пористість м'якушки та приємний солодовий присмак. Хліб із додаванням більше 10% ППЗП характеризується шорохуватою поверхнею. Слід зазначити, що за додавання максимальної кількості ППЗП (20%) стан м'якушки хліба погіршується.

Підсумовуючи результати фізико-хімічного та органолептичного аналізу якості хліба за додавання пластифікаторів із пророщеного зерна пшениці можна зробити висновок, що для мінімізації негативного впливу ППЗП на показники якості хліба варто його додавати у кількості, що не перевищує 10%. Проте, це не сприятиме суттєвим змінам харчової цінності хліба. З огляду на це, доцільним є застосування 15 і 20% ППЗП, застосовуючи при цьому заходи щодо зниження погіршувального ефекту від їх додавання.

Результати визначення впливу порошку з плодів шипшини на показники якості хліба наведені у табл. 5.2. і на рис. 5.2.

Дані табл. 5.2 свідчать про вищу вологість виробів із ППШ, що пов'язано з високими гідрофільними властивостями цієї добавки. Встановлено, що в силу вищої кислотності тіста з добавкою (розділ 4) за мірою збільшення її дозування підвищується титрована кислотність хліба на 16,6...54,2% відносно контрольного зразка. Хліб з ППШ має вищі порівняно з контрольним зразком показники питомого об'єму та формостійкості. Це, очевидно, спричинене укріпленням структури тіста, покращенням його газоутримувальної здатності за рахунок дії аскорбінової кислоти ППШ, а також інтенсивнішим газоутворенням в ньому, що було визначено у розділі 4. За додавання 2...6% добавки ці показники зростають на 8,3...18,7% та 6,4...12,8%. За максимального дозування шипшинового порошку поліпшувальний ефект знижується, проте питомий об'єм та формостійкість хліба залишаються вищими, ніж у контрольного зразка. Таку ж тенденцію має і зміна показника пористості хліба. Зниження цих показників за додавання 8% ППШ може бути пов'язане з надто активним зброджуванням

дріжджами цукрів, що веде до настання їх дефіциту і, як результат, до зниження газоутворення в ньому.

Таблиця 5.2

Показники якості хліба з додаванням порошку з плодів шипшини
($n=3$, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5$ %)

Показник	Контрольний зразок	Зразки із заміною борошна на ППШ, %			
		2	4	6	8
Вологість, %	43,0	43,7	44,2	44,5	44,7
Титрована кислотність, град	2,4	2,8	3,1	3,4	3,7
Питомий об'єм, см ³ /100г	300	325	342	356	345
Формостійкість, (H/D)	0,47	0,50	0,52	0,53	0,52
Пористість, %	70	71	73	75	73
Форма, стан поверхні	Правильна форма, поверхня без підривів та тріщин, гладка				Правильна форма, поверхня без підривів та тріщин, бугриста
Колір скоринки	Світлий	Світло-коричневий	Коричневий	Темно-коричневий	
Стан м'якушки	Хороша еластичність, пористість тонкостінна, розвинута	Хороша еластичність, пористість тонкостінна, розвинута		Хороша еластичність, пористість розвинута, товстостінна	
Запах	Властивий виробу без стороннього	Властивий виробу з легким ароматом шипшини		Властивий виробу з вираженим ароматом шипшини	
Смак	Властивий виробу без стороннього	Властивий виробу з легким шипшиновим присмаком		Кислуватий, з вираженим шипшиновим присмаком. Під час розжовування відчувається хруст часточок добавки	

Результати органолептичного аналізу дослідних зразків тіста (рис. 5.2, табл. 5.2) показали, що, внесення шипшинового порошку у кількості 2...6% не впливає на форму і стан поверхні хліба, тоді яка поверхня хліба з максимальною

його кількістю є шорохуватою і бугристою. Скоринка хліба за мірою збільшення в ньому добавки змінює колір від світло- до темно-коричневого.



Рис. 5.2. Вигляд хліба пшеничного у розрізі: 1 – контрольний зразок; 2,3,4,5 – зразки з заміною пшеничного борошна на 2, 4, 6, 8% порошку з плодів шипшини

За внесення добавки у кількості 2...6% покращується еластичність хліба, пористість стає більш розвинутою, що пов'язано з покращенням структури тіста в результаті укріплення клейковини та посилення газоутворення в тісті. Також у виробках з'являється приємний шипшиновий присмак. Слід зазначити, що за дозування шипшинового порошку у кількості 8,0% пористість виробів стає грубішою, товстостінною, а смак набуває кислих ноток. Крім того, під час розжовування відчувається хруст часточок добавки. За результатами оцінки органолептичних і фізико-хімічних показників якості хліба для подальших досліджень рекомендовано використовувати дозування 6% порошку з плодів шипшини.

Отримані результати свідчать, що пластівці із пророщеного зерна пшениці та порошок з плодів шипшини чинять протилежний вплив на формування структури пшеничного хліба. Внесення ППЗП послаблює клейковинний каркас тіста, що призводить до зниження питомого об'єму, формостійкості та пористості виробів. Натомість додавання ППШ зміцнює структуру тіста і забезпечує підвищення питомого об'єму, формостійкості та пористості хліба. Це дає підстави зробити висновок про доцільність сумісного їх застосування для вирішення комплексного завдання максимального використання їх нутрієнтного

потенціалу для підвищення харчової цінності хліба та забезпечення його високої якості.

Ураховуючи вищенаведені результати, для подальших досліджень ефективності сумісного застосування ППЗП та ППШ вважали доцільним їх використання у двох комбінаціях, а саме 15% і 6% та 20% і 6% від маси борошна відповідно.

5.2. Обґрунтування технологічних параметрів та рецептурного складу хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини

Керуючись результатами визначення впливу пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на органолептичні та фізико-хімічні показники якості модельних виробів запропоновано реалізувати задум щодо їх сумісного застосування у технологіях хліба підвищеної харчової цінності.

Пластівці із пророщеного зерна пшениці і порошок зі плодів шипшини у технології хліба сумісно використовували у двох комбінаціях взамін пшеничного борошна:

- для формових виробів – 20% ППЗП і 6% ППШ;
- для подових виробів – 15% ППЗП і 6% ППШ.

Як прототип для формового хліба використовували рецептуру хліба «Білий з борошна першого ґатунку», а для подового виробу – рецептуру хліба «Домашній», до складу якого входять цукор і маргарин у кількості 2,0 і 2,5% відповідно [248]. Оскільки метою дослідження є створення виробів підвищеної харчової цінності для підтримання здоров'я населення, вважали за доцільне маргарин замінити на олію соняшникову. Вона має нейтральний смак і не буде впливати на оригінальні смако-ароматичні властивості готового продукту, які надають ППЗП та ППШ. Хліб пропонується виробляти безопарним способом.

На першому етапі визначали оптимальні технологічні параметри виробництва хліба для досягнення високої якості продукції, для чого

використовували метод математичного планування повного факторного експерименту ПФЕ 2^2 та метод оптимізації «крутого сходження» Бокса-Уілсона [257].

Результати визначення впливу дослідної збагачувальної сировини на процеси дозрівання тіста засвідчили, що кожна з них впливає на вологість тіста. Окрім цього, введення ППЗП зменшує здатність системи утримувати газ, тоді як додавання ППШ прискорює досягнення пікової швидкості газоутворення в тісті. Отримані дані свідчать про можливість зменшення часу дозрівання тіста. З огляду на це факторами оптимізації були вологість тіста (X_1 , %) та тривалість його дозрівання (X_2 , хв), а за критерій оптимізації (Y) було обрано показник питомого об'єму хліба (V , $\text{см}^3/100 \text{ г}$) (Y). Задачею оптимізації було визначення таких значень факторів, за яких буде спостерігатися максимальний показник питомого об'єму хліба.

Рівні та інтервали факторів оптимізації наведені у табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Рівні факторів та інтервали варіювання за оптимізації технологічних параметрів виробництва хліба з сумісним додаванням ППЗП та ППШ

Значення факторів варіювання	Рівень факторів			
	Нульовий рівень	Нижній рівень	Верхній рівень	Інтервал варіювання
Вологість тіста, % (X_1)	46	45	47	1
Тривалість дозрівання тіста, хв (X_2)	165	150	180	15

Розроблено і реалізовано план ПФЕ 2^2 , опрацювання результатів якого у програмному пакеті Mathcad дозволило отримати регресійні залежності показника оптимізації від варійованих факторів, які адекватно описують реальний технологічний процес:

$$Y_1(X_1, X_2) = 300,4 + 8,6X_1 - 12,1 \cdot X_2 + 1,1 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (5.1)$$

де Y_1 – питомий об'єм хліба формового (20% ППЗП + 6% ППШ);

$$Y_2(X_1, X_2) = 312,9 - 9,5 X_1 - 7,0 X_2 + 1,7 X_1 \cdot X_2 \quad (5.2)$$

де Y_2 – питомий об'єм хліба подового (15% ППЗП + 6% ППШ)

Графічну інтерпретацію отриманих математичних моделей у вигляді поверхонь відгуку наведено на рис. 5.3, а, б.

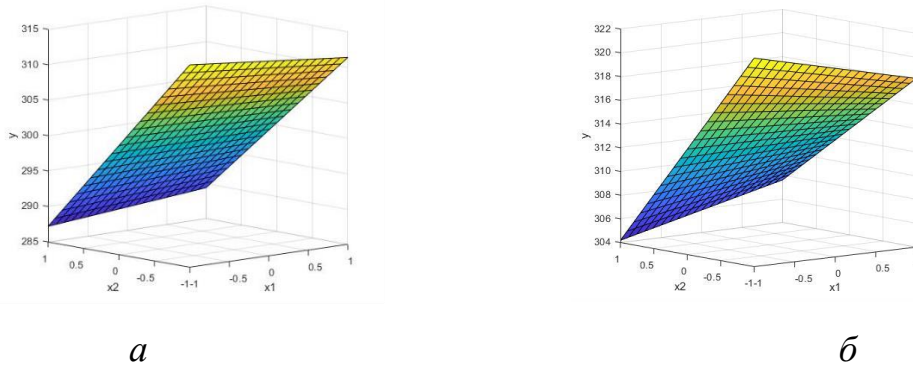


Рис. 5.3. Поверхні відгуку математичних моделей процесу виготовлення:
а – хліба формового (20% ППЗП + 6% ППШ), б – хліба подового (15% ППЗП + 6% ППШ)

На наступному етапі з використанням отриманих математичних моделей визначали оптимальні технологічні параметри виробництва хліба за методом «крутого сходження» Бокса-Уілсона. Згідно з отриманими результатами, оптимальними параметрами приготування тіста для хліба з добавками є вологість тіста – 46,4 і 45,0%, а тривалість дозрівання тіста – 150 і 160 хв відповідно. Отже, за сумісного використання ППЗП і ППШ підвищується вологість тіста, а тривалість його дозрівання скорочується на 17,0 і 11,0% відповідно.

Результати оцінки показників якості тіста, а також органолептичних і фізико-хімічних показників хліба, виготовленого з урахуванням оптимізованих параметрів, підтвердили доцільність сумісного застосування ППЗП та ППШ для забезпечення його високої якості (табл. 5.5). Як видно з представлених даних, тісто для виробів із ППЗП та ППШ має вищу кислотність та в ньому інтенсивніше відбувається газоутворення навіть за скороченого терміну дозрівання.

Таблиця 5.4

Показники якості тіста та хліба з сумісним додаванням ППЗП та ППШ

(n=3, P ≥ 0,95, σ=3...5 %)

Показник	Хліб «Білий з борошна першого гатунку» (контроль 1)	Хліб формовий (20% ППЗП + 6% ППШ)	Хліб «Домашній» (контроль 2)	Хліб подовий (15% ППЗП + 6% ППШ)
1	2	3	4	5
Тісто				
Вологість тіста, %	44,0	46,4	43,0	45,0
Тривалість дозрівання тіста, хв	180	150	180	160
Кислотність, град. початкова кінцева	1,9	2,8	1,9	2,7
	2,9	4,4	2,9	4,3
Кількість виділеного за період дозрівання тіста CO ₂ , см ³	820	950	850	960
Адгезія тіста, кПа	1,20	1,26	1,10	1,14
Розпливання тіста, мм	85	87	83	84
Тривалість вистоювання тістових заготовок, хв	48	40	40	35
Хліб				
Вологість, %	43,0	45,8	42,0	44,3
Кислотність, град	2,4	3,8	2,4	3,7
Питомий об'єм, см ³ /100г	300	320	315	340
Пористість, %	70	71	71	73
Формостійкість, (H/D)	-	-	0,49	0,50

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5
Форма, стан поверхні	Відповідає формі, в якій випікався, без підривів та тріщин, поверхня гладка	Відповідає формі, в якій випікався, без підривів та тріщин, поверхня шорохувата	Продовгуватоговальна, без підривів та тріщин, поверхня гладка	Продовгуватоговальна, поверхня без підривів та тріщин, шорохувата
Колір скоринки	Світлий	Коричневий	Світлий	Коричневий
Колір м'якушки	Світлий	Коричневий	Світлий	Коричневий
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, не липка, пористість добре розвинута, тонкостінна	Пропечена, еластична, не липка, пористість добре розвинута, тонкостінна	Пропечена, еластична, не липка, пористість добре розвинута, тонкостінна	Пропечена, еластична, не липка, пористість добре розвинута, тонкостінна
Запах	Властивий виробу без стороннього	Властивий виробу з легким шипшиновим і солодовим ароматом	Властивий виробу без стороннього	Властивий виробу з легким шипшиновим і солодовим ароматом
Смак	Властивий виробу без стороннього	Властивий виробу з приємним шипшиновим і солодовим присмаком	Властивий виробу без стороннього	Властивий виробу з приємним шипшиновим і солодовим присмаком

Слід зазначити, що за сумісного внесення добавок показники адгезії та розпливання тіста незначно вище, ніж у контрольних зразка Це є свідченням нівелювання послаблюючого впливу пластифікаторів із пророщеного зерна пшениці на структуру тіста за рахунок укріплення клейковини за наявності ППШ. Укріплення структури тіста та інтенсивніше накопичення діоксиду вуглецю у дослідних тістових заготовках забезпечує швидше їх вистоювання порівняно з контрольними зразками на 16,7 і 12,5%.

Комплексна дія ППЗП та ППШ на тістові системи відобразилася і на показниках якості готових виробів (табл. 5.4). Вироби мають вищу кислотність та вологість порівняно з відповідними контрольними зразками. Важливою відмінністю нових виробів із добавками є покращений, порівняно з контрольними зразками, питомий об'єм, який зростає на 6,7 і 8,0% відповідно. Покращуються також пористість обох дослідних виробів і формостійкість подового хліба. Ці результати вищі, ніж за окремого додавання 15% і 20% ППЗП, але дещо нижчі, ніж за внесення в тісто тільки ППШ (табл. 5.1, 5.2).

Органолептичні характеристики дослідних зразків хліба (рис. 5.4, табл. 5.4) свідчать, що сумісне внесення ППЗП і ППШ позначається на стані поверхні, вона стає шорхувата, як і за окремого внесення дослідних пластифікаторів.



а

б

Рис. 5.4. Хліб формовий з додаванням 20% ППЗП і 6% ППШ (а) та хліб подовий з додаванням 15% ППЗП і 6% ППШ (б)

Поряд із цим скоринка і м'якушка набувають коричневого кольору та приємних солодових і шипшинових ноток у смаку та ароматі. М'якушка виробів еластична, пористість розвинута, тонкостінна.

Таким чином, сумісне використання дослідних добавок під час виробництва хліба з пшеничного борошна дає змогу компенсувати послаблювальний вплив пластівців із пророщеного зерна пшениці на структуру тіста завдяки зміцнювальній дії порошку з плодів шипшини, забезпечити скорочення тривалості дозрівання та інтенсифікацію розпушення тіста. Це сприяє зменшенню тривалості вистоювання тістових заготовок і одержанню виробів із покращеними фізико-хімічними показниками якості та оригінальними органолептичними властивостями.

5.3. Розробка рецептур і технологічних схем виробництва хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини

Результати комплексу експериментальних досліджень покладено в основу підходу до удосконалення технології хліба пшеничного, що буде виготовлятися безопарним способом. Удосконалена технологія відрізняється від традиційної і передбачає наступні особливості:

- внесення на стадії замішування тіста порошку з плодів шипшини і попередньо гідратованих пластівців із пророщеного зерна пшениці;
- підвищення вологості тіста;
- скорочення тривалості дозрівання тіста;
- скорочення тривалості вистоювання тістових заготовок.

Удосконалена технологія відповідає сучасним підходам до збагачення харчових продуктів, а саме включає використання лише натуральної сировини, не містить синтетичних речовин і харчових добавок.

За удосконаленою технологією запропоновано виробляти хліб формовий «Сила природи» (20% ППЗП + 6% ППШ) і хлібець «Корисний мікс» (10% ППЗП + 6% ППШ). Уніфіковані рецептури нової продукції представлені у табл. 5.5.

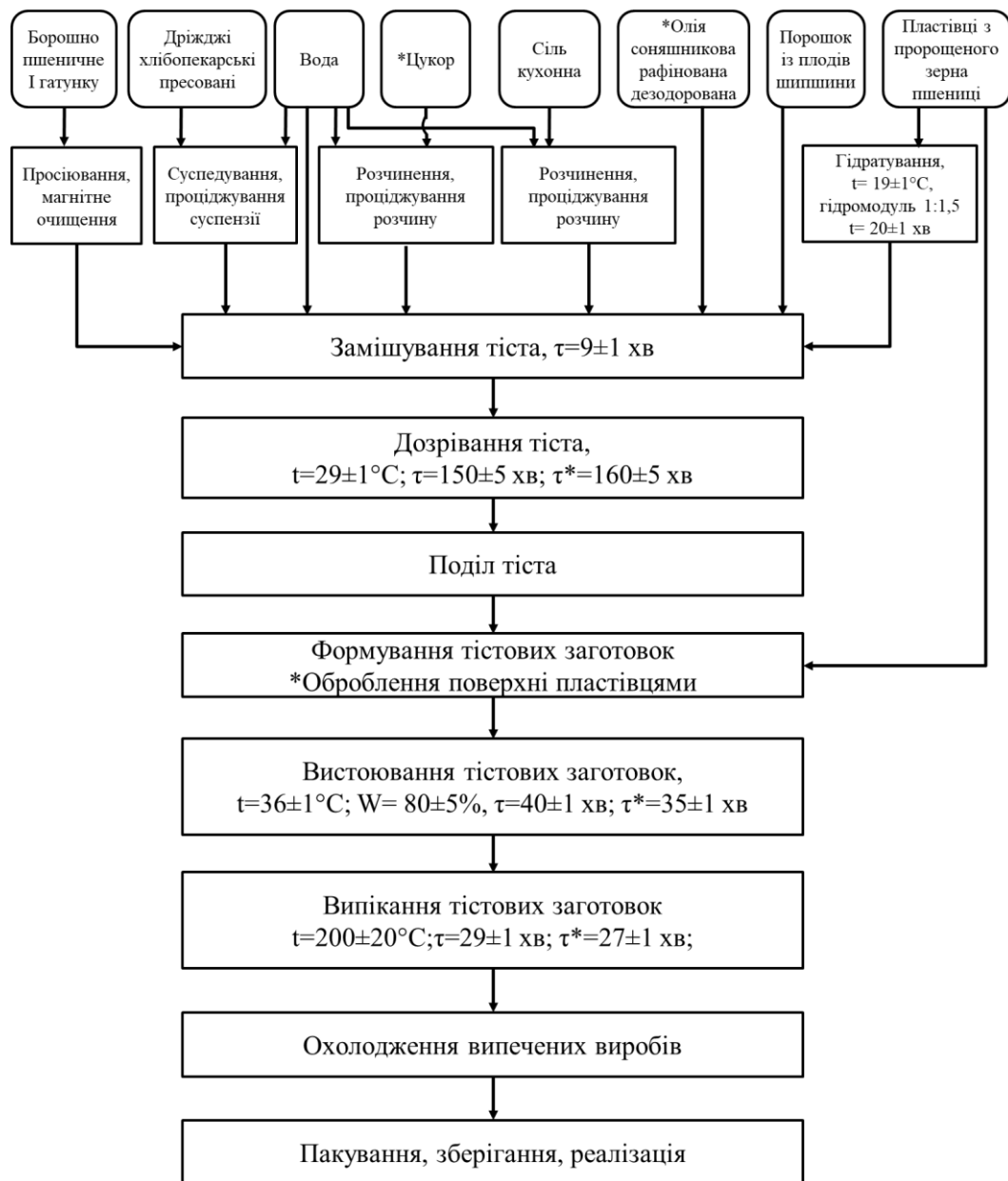
Таблиця 5.5

**Уніфіковані рецептури виробів із сумісним додаванням
пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини**

Сировина	Витрати сировини, кг			
	Хліб «Білий з борошна першого гатунку» (контроль)	Хліб «Сила природи»	Хліб «Домашній» (контроль)	Хлібець «Корисний мікс»
Борошно пшеничне І гатунку	100,0	74,0	100,0	79,0
Пластівці з пророщеного зерна пшениці				
в тісто	-	20,0	-	15,0
на оброблення поверхні	-	-	-	4,0
Порошок з плодів шипшини	-	6,0	-	6,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5	2,5	2,5	2,5
Цукор	-	-	2,0	2,0
Олія соняшникова рафінована дезодорована	-	-	2,1	2,1
Сіль кухонна	1,3	1,3	1,5	1,5
РАЗОМ:	103,8	103,8	108,1	112,1

Технологічну схему виробництва розроблених виробів наведено на рис. 5.5. Тривалість дозрівання тіста та вистоювання тістових заготовок відповідають

визначеним у п. 5.2. Тривалість випікання виробів визначалася за часом, що необхідний для досягнення температури в центрі м'якушки $97\ldots 98^{\circ}\text{C}$.



* для хлібця «Корисний мікс»

Рис. 5.5. Технологічна схема виробництва хліба «Сила природи» та хлібця «Корисний мікс»

На рис. 5.6 представлено апаратурно-технологічну схему виробництва нових виробів.

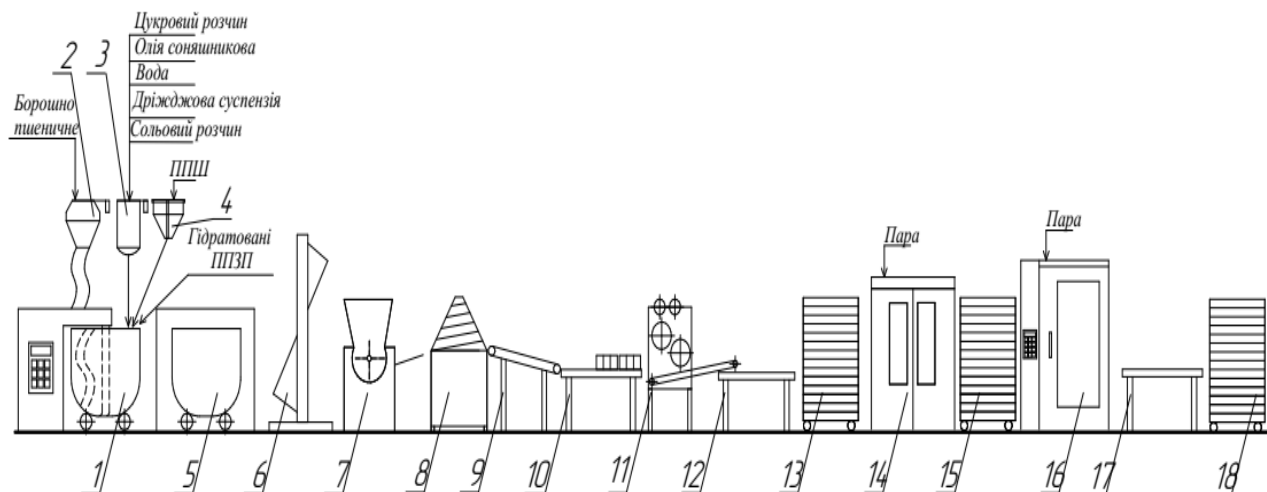


Рис. 5.6. Апаратурно-технологічна схема виробництва хліба «Сила природи» та хлібця «Корисний мікс»: 1 – тістомісильна машина, 2 – дозатор борошна, 3 – дозатор рідких компонентів, 4 – дозатор для порошку з плодів шипшини, 5 – діжа підкатна, 6 – діжеперекидач, 7 – тістоподільна машина, 8 – тістоокруглювальна машина, 9 – транспортер, 10, 12, 17 – стіл виробничий, 11 – тістозакатувальна машина, 13, 15, 18 – вагонетка, 14 – вистійна шафа, 16 – піч ротаційна.

Хліб формовий «Сила природи» запропоновано виготовляти масою 0,5 кг, а подовий хлібець «Корисний мікс» – масою 0,3 кг.

На нову продукцію розроблено і затверджено рецептури та технологічні інструкції з виробництва (Додатки А, Б).

Нові вироби були представлені на виробничих дегустаціях (додаток В), а також на виставках наукових досягнень (Додаток Г), де здобули схвальні відгуки. Удосконалена технологія пройшла виробничу апробацію та впроваджена у виробництво на ТОВ «Лизогубівські ласощі» (с. Лизогубівка, Харківська обл.), ФОП МАСЛАК О.В. (м. Пириятин, Полтавська обл.), ТОВ «ВАЛКИ-ХЛІБ» (м. Валки, Харківська обл.), що підтверджено відповідними документами (Додаток Д, Ж), а також у освітній процес Державного біотехнологічного університету (Додаток К).

5.4. Харчова, біологічна та енергетична цінність хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини

Харчову та біологічну цінність хліба визначали розрахунковим способом з урахуванням вмісту нутрієнтів у вихідній сировині, кількості сировини у 100 г хліба, а також втрат окремих речовин у технологічному процесі його виробництва. Енергетичну цінність хліба розраховували, виходячи з його хімічного складу. Ступінь забезпечення добової потреби людини у нутрієнтах оцінювали за інтегральним скором денної норми хліба (277 г), встановленої Законом України «Про прожитковий мінімум» норми [283]. Для розрахунку використовували референсні норми поживних і біологічно активних речовин, вказані у Законі України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів» [284]. Біологічну цінність білків хліба з добавками визначали за скором незамінних амінокислот.

Результати визначення хімічного складу контрольних та дослідних зразків хліба наведені у табл. 5.6.

Отримані дані свідчать, що вміст білку і жирів у розроблених і контрольних виробках практично не відрізняється. Позитивним є зниження в них перетравлюваних вуглеводів на 11,6 та 7,4% відповідно.

Слід відмітити, що за сумісного внесення ППЗП та ППШ суттєво підвищується вміст харчових волокон – у 2,8 рази. Розроблені вироби можна вважати джерелом харчових волокон оскільки відомо, що до таких належать харчові продукти, які містять щонайменше 3,0 г/100 г цих речовин [285].

Мінеральний склад хліба також змінюється за внесення ППЗП та ППШ. У нових виробках дещо знижується вміст натрію, разом із тим, вміст кальцію підвищується у 1,9 і 2,0 рази, а калію – у 1,5 і 1,6 рази відповідно. Кількість магнію і фосфору у дослідних зразках порівняно з контрольними зростає у 1,6 і 1,7 рази. Підвищується у 1,3 рази вміст заліза у дослідних виробках.

Покращується також і вітамінний профіль хліба за сумісного використання ППЗП та ППШ. Так, вміст токоферолу у хлібі «Сила природи» і хлібці «Корисний мікс» є вищим порівняно з відповідними контрольними зразками у 2,1 рази.

Таблиця 5.6

Хімічний склад і енергетична цінність хліба 100 г

Нутрієнти	Контрольний зразок 1	Хліб «Сила природи»	Контрольний зразок 2	Хлібець «Корисний мікс»
Білки, г	7,50	7,55	7,30	7,40
Жири, г	1,00	1,10	2,40	2,50
Вуглеводи, г	51,00	44,80	51,60	46,50
Харчові волокна, г	1,80	4,90	1,75	4,87
Мінеральні речовини, мг/100 г				
натрій (Na)	388,82	375,73	448,76	427,85
кальцій (Ca)	17,90	34,20	17,52	34,10
калій (K)	131,30	198,1	128,48	198,0
магній (Mg)	32,82	54,10	32,12	54,05
фосфор (P)	85,79	131,8	83,95	131,2
залізо (Fe)	1,57	2,10	1,53	2,03
Вітаміни, мг/100 г				
токоферол (E)	0,97	2,07	1,10	2,26
тіамін (B ₁)	0,19	0,25	0,19	0,24
рибофлавін (B ₂)	0,04	0,11	0,05	0,10
нікотинова кислота (PP)	1,39	1,90	1,36	1,83
Каротиноїди	-	1,04	-	1,03
Поліфеноли, мг/100 г (за галовою кислотою)	-	110,46	-	109,90
Енергетична цінність, кКал	244,0	217,0	257,0	238,0

Також у обох виробках суттєво зростає вміст тіаміну, рибофлавіну та вітаміну PP. Крім того, разом із ППЗП та ППШ до складу хліба надходять каротиноїди. Важливо зауважити, що хліб «Сила природи» та хлібець «Корисний мікс» збагачується поліфенольними речовинами, що суттєво підвищує їх біологічну цінність. Розрахунок енергетичної цінності виробів свідчить про зниження цього

показника для хліба «Сила природи» – на 11,1%, а хлібця «Корисний мікс» – на 7,4%.

Підвищення харчової цінності хліба відповідно позначилося на інтегральному скорі хліба, про що свідчать представлені у табл. 5.7 дані.

Таблиця 5.7

Покриття добової потреби в поживних і біологічно активних речовинах за споживання 100/277 г хліба

Нутрієнти	Добова потреба	Інтегральний скор хліба, % від добової потреби							
		Контрольний зразок 1		Хліб «Сила природи»		Контрольний зразок 2		Хлібець «Корисний мікс»	
		100 г	277 г	100 г	277 г	100 г	277 г	100 г	277 г
Білки, г	50	15,0	41,6	15,6	43,2	14,6	40,4	14,8	41,0
Жири, г	70	1,4	3,9	1,6	4,4	3,4	9,4	3,6	10,0
Вуглеводи, г	260	19,6	54,3	17,2	47,6	19,8	54,9	17,9	49,6
Харчові волокна, г	30	6,0	16,6	16,3	45,2	5,8	16,1	16,3	45,2
Мінеральні речовини, мг/100 г									
натрій (Na)	2000 [286]	19,4	53,8	18,8	52,1	22,4	62,0	21,4	59,3
кальцій (Ca)	800	2,2	6,1	4,3	11,9	2,2	6,1	4,3	11,9
калій (K)	2000	6,6	18,3	9,9	27,4	6,4	17,8	9,9	27,4
магній (Mg)	375	8,8	24,4	14,4	39,9	8,5	23,5	13,0	36,0
фосфор (P)	700	12,3	34,1	18,8	52,1	12,0	33,2	18,7	51,8
залізо (Fe)	14	11,2	31,0	15,0	41,6	10,9	30,2	14,5	40,2
Вітаміни, мг/100 г									
токоферол (E)	12	8,0	22,2	17,3	47,9	7,9	21,9	17,1	47,4
тіамін (B ₁)	1,1	17,3	47,9	22,7	62,9	17,3	47,9	21,8	60,4
рибофлавін (B ₂)	1,4	2,9	8,0	7,9	21,9	3,6	10,0	7,1	19,7
нікотинова кислота (PP)	16	8,7	24,1	11,9	33,0	8,5	23,5	11,4	31,6
Каротиноїди	15	-	-	7,0	19,4	-	-	6,9	19,1
Поліфеноли, мг/100 г (за галовою кислотою)	250	-	-	44,2	122,4	-	-	44,0	121,9

За споживання добової норми хліба з ППЗП та ППШ організм людини отримує 45,2% добової потреби у харчових волокнах, що суттєво більше, ніж відповідний показник контрольних зразків (16,6 і 16,3%). Суттєво зростає забезпеченість у калії, магнії, фосфорі та вітамінах.

Особливо слід відзначити, що посилюється антиоксидантний потенціал хліба за сумісного внесення ППЗП і ППШ. Так, покриття добової потреби у токоферолі за вживання нових виробів складає 47,9 і 47,4% проти 22,2 і 21,9% у контрольних зразків відповідно. Внесення разом із добавками каротиноїдів дає змогу забезпечити добову потребу в них на 19,4 і 19,1%. Висока кількість поліфенолів у виробках з ППЗП і ППШ забезпечує добовою нормою у цих речовинах на 49,0%.

Як показано у табл. 5.6 і 5.7, сумісне додавання ППЗП та ППШ не змінює вміст білків, проте впливає на їх амінокислотний склад (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Амінокислотні скори та показники біологічної цінності хліба

Амінокислота	Контрольний зразок 1	Хліб «Сила природи»	Контрольний зразок 2	Хлібець «Корисний мікс»
Валін	112,8	112,9	112,9	113,5
Ізолейцин	115,7	115,8	115,7	116,7
Лейцин	112,7	112,9	112,9	112,1
Лізин	59,8	67,0	60,0	68,0
Треонін	120,0	121,0	120,4	122,0
Цистин+метіонін	138,0	139,0	138,0	139,9
Фенілаланін+тирозин	155,8	164,4	155,9	160,1
Перша лімітуюча амінокислота	Лізин	лізин	лізин	лізин
Скор першої лімітуючої амінокислоти (AAS), %	59,8	67,0	60,0	68,0
Амінокислотний скор з урахуванням перетравності білка (PDCAAS), %	47,8	53,6	48,0	54,4
Коефіцієнт утилітарності (U), частка од.	0,514	0,56	0,515	0,572
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору, (КРАС), %	56,6	52,0	56,5	50,9
Потенційна біологічна цінність	43,4	48,0	43,5	49,1

Аналіз амінокислотного скору розроблених виробів свідчить, що для всіх зразків першою лімітуючою амінокислотою залишається лізин і спостерігається надлишок інших незамінних амінокислот (валіну, ізолейцину, треоніну, фенілаланіну з тирозином тощо). При цьому покращується збалансованість білкового профілю нових виробів порівняно з контрольними зразками. Так, амінокислотний скор лізину в хлібі «Сила природи» зріс на 7,2%, а хлібця «Корисний мікс» на 8,0% порівняно з контрольними зразками.

Спостерігається також збільшення коефіцієнта утилітарності у нових виробках що підтверджує, зниження амінокислотного дисбалансу і підвищення ступеня біологічної доступності білків у розроблених виробках.

Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), який відображає частку надлишкових амінокислот, що не використовуються на пластичні потреби організму, у нових виробках знижуються на 4,6% у хлібі «Сила природи» та на 5,6% у хлібці «Корисний мікс» і відповідно підвищується показник потенційної біологічної цінності.

Таким чином, пшеничний хліб з сумісним додаванням ППЗП і ППШ є джерелом харчових волокон, має збільшений вміст мінеральних речовин натрію, кальцію, калію, магнію та заліза, вітамінів Е, В₁, В₂, РР та антиоксидантних речовин, покращений амінокислотний склад, що є свідченням його підвищеної харчової та біологічної цінності. Розроблені вироби можна рекомендувати для масового споживання та оздоровчого харчування.

5.5. Дослідження процесів, що відбуваються під час зберігання хліба з сумісним використанням дослідної сировини

Важливою характеристикою споживчих властивостей хліба є збереження свіжості упродовж встановленого терміну зберігання. Протягом зберігання хліб поступово набуває ознак черствіння: м'якушка ущільнюється, стає крихкуватою, втрачає пружність та м'якість, знижується її вологість. Такі зміни пов'язані з комплексом фізико-хімічних перетворень у структурі виробу, серед яких

провідна роль належить ретроградації крохмалю, структурним перетворенням білків та зміні стану вологи [25]. Швидкість перебігу зазначених змін визначається сукупністю чинників, зокрема: параметрами, особливостями технологічного процесу, умовами зберігання, вологістю продукції, властивостями рецептурних компонентів. Ураховуючи особливості хімічного складу та функціонально-технологічні характеристики пластівців із пророщеного зерна пшениці й порошку з плодів шипшини, їх вплив на глибину процесів дозрівання тіста, можна прогнозувати їх вплив на зміни якості хліба під час зберігання.

У цій серії досліджень оцінювали динаміку показників якості м'якушки дослідних зразків хліба, зокрема її структурно-механічні характеристики за показником твердості, вологості, крихкуватості та гідрофільних властивостей під час зберігання. Аналіз проводили після повного охолодження виробів (через 3 год після випікання), через 24, 48 і 72 год зберігання. Вироби пакували у поліетиленову полімерну плівку та зберігали за температури $19 \pm 1^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря $70 \pm 5\%$. Результати досліджень наведені на рис. 5.7-5.9 і у табл. 5.9.

Дані зміни структурно-механічних властивостей дослідних та контрольних зразків хліба з добавками протягом зберігання за показником твердості його м'якушки, визначеним методом текстурного аналізу, наведені на рис. 5.7. Твердість характеризує ступінь опору м'якушки деформації і вищі значення цього показника свідчать про твердішу, більш черству м'якушку.

Представлені дані свідчать, що контрольні і дослідні зразки хліба мають відмінні показники твердості вже після випікання та охолодження. Хліб «Сила природи» та хлібець «Корисний мікс» мають нижчу твердість порівняно з відповідними контрольними зразками на 40,4 та 45,6%. Слід відмітити, що протягом зберігання цей показник дослідних виробів погіршувався менш інтенсивно, і наприкінці експерименту перевищує початкове значення на 35 і 30%, тоді як контрольні зразки 1 і 2 – на 75 і 65%. Такий покращуючий ефект на структурно-механічні властивості хліба з ППЗП та ППШ пов'язаний з низкою

чинників. Разом із ППЗП у тісто вносяться декстрини і сам процес амілолізу відбувається активніше, що є ваговою складовою в уповільненні ретроградації крохмалю.

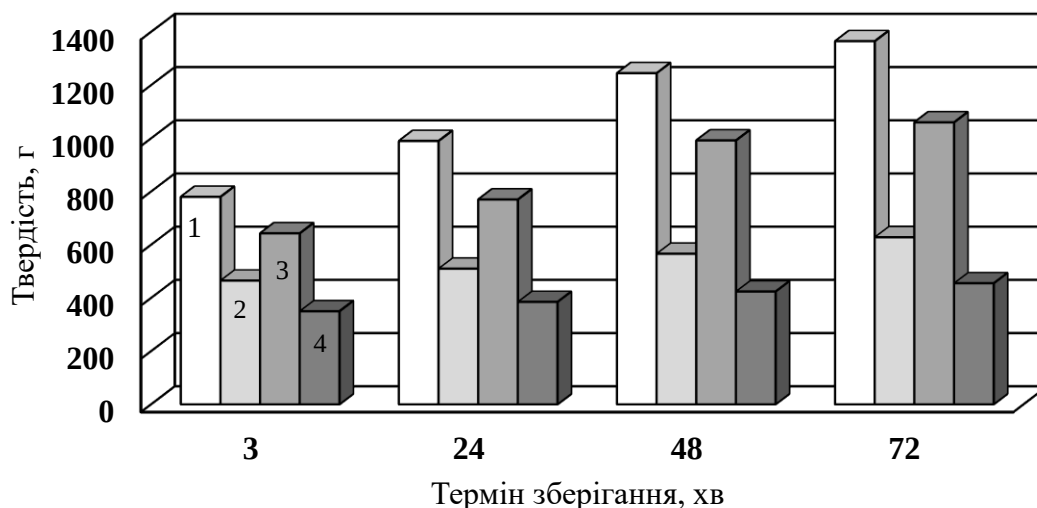


Рис. 5.7 . Зміна твердості м'якушки хліба під час зберігання: 1 – контрольний зразок 1; 2 – хліб «Сила природи»; 3 – контрольний зразок 2; 4 – хлібець «Корисний мікс»

Зменшенню твердості сприяє краще розпушення м'якушки за рахунок укріплення клейковини за участі ППШ та кращого газоутворення в тісті за участі обох добавок. Також менш виражене підвищення твердості м'якушки дослідних виробів пов'язане з підвищеним вмістом у них некрохмальних полісахаридів. Ці речовини здатні сповільнювати процеси черствіння хліба завдяки взаємодії з амілозою та амілопектином крохмалю, що зменшує інтенсивність його ретроградації [25].

Високий вміст у ППЗП і ППШ гідрофільних речовин сприяє і кращому утримуванню вологи протягом зберігання хліба, що було показано під час визначення її втрат (табл.5.9). Отримані результати свідчать, що впродовж усього періоду зберігання інтенсивність втрати вологи у контрольних зразках виробів була вищою порівняно з дослідними виробами.

Зміна вологості хліба під час зберігання

(n=3, P ≥ 0,95, σ=3...5 %)

Термін зберігання, хв	Вологість хліба, %			
	Контрольний зразок 1	Хліб «Сила природи»	Контрольний зразок 2	Хлібець «Корисний мікс»
3	43,0	45,8	42,0	44,3
24	41,1	44,0	39,9	42,5
48	39,4	42,6	38,8	41,2
72	38,0	41,4	37,4	40,2

Після 72 год зберігання їх вологість знизилася відповідно на 12,3 і 11,0%, тоді як у хліба «Сила природи» та хлібця «Корисний мікс» втрати вологи були меншими – 9,6 і 9,3% відповідно завдяки наявності в них компонентів із високою гідрофільною здатністю.

Аналогічний характер змін встановлено і для показника крихкуватості хліба (рис. 5.8).

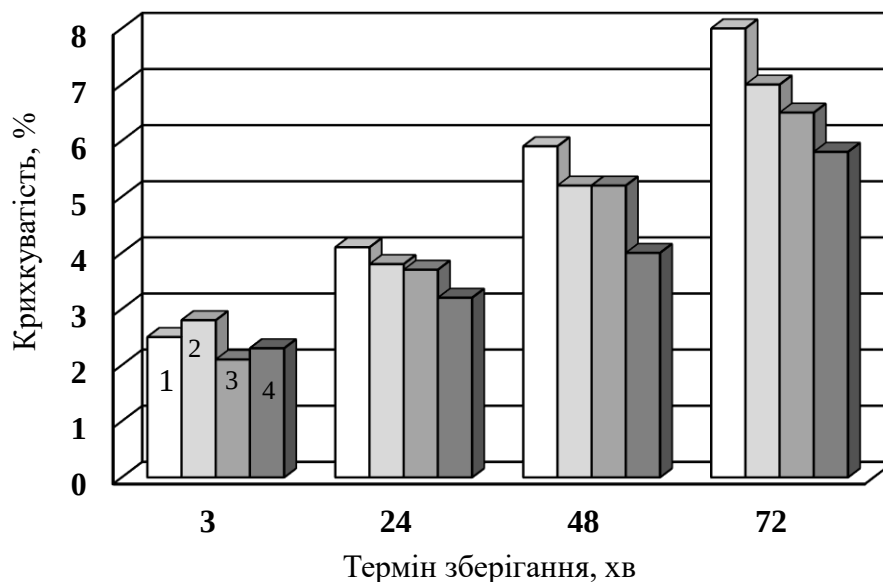


Рис. 5.8. Зміна крихкуватості м'якушки під час зберігання хліба: 1 – контрольний зразок 1; 2 – хліба «Сила природи»; 3 – контрольний зразок 2; 4 – хлібець «Корисний мікс»

Свіжевипечені дослідні зразки хліба мали дещо вищі значення цього показника, ніж контрольні зразки, що пов'язано з комплексним впливом ППЗП і ППШ на структуру м'якушки, яка стає грубішою завдяки наявності оболонкових часток і харчових волокон. Разом із тим, протягом зберігання крихкуватість нових виробів зростала менш інтенсивно і через 72 год була вищою за початкову у 2,8 і 2,6 разів, тоді як у контрольних виробів вона зросла у 3,2 і 3,1 рази відповідно.

Гідрофільні властивості м'якушки виробів оцінювали за показником намоочуваності, визначаючи кількість води, поглинутої виробами упродовж зберігання (рис. 5.9).

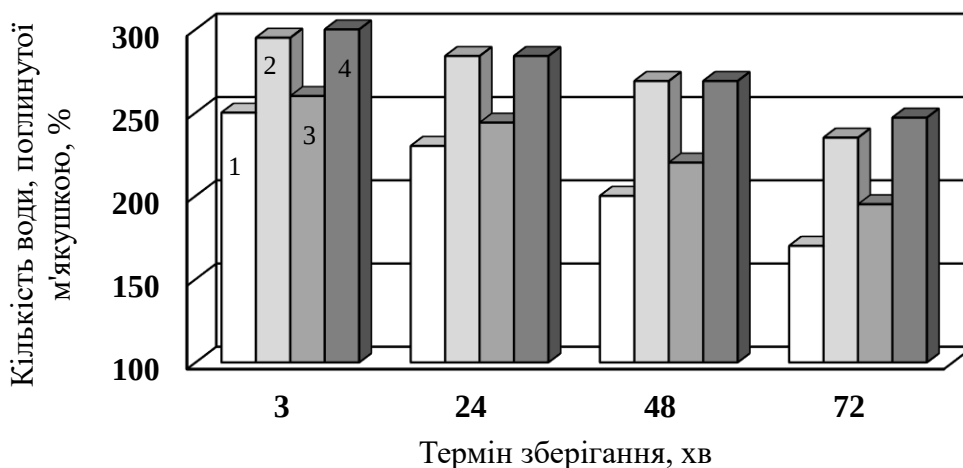


Рис. 5.9. Зміни гідрофільних властивостей м'якушки під час зберігання хліба: 1 – контрольний зразок 1; 2 – хліба «Сила природи»; 3 – контрольний зразок 2; 4 – хлібець «Корисний мікс»

Визначено, що на початку зберігання намоочуваність хліба «Сила природи» та хлібця «Корисний мікс» перевищувала контрольні показники на 18,0 і 15,4%.

У процесі зберігання намоочуваність дослідних виробів зменшується меншою мірою, що пов'язано з меншою інтенсивністю процесів черствіння. Наприкінці дослідження її величина у цих зразків хліба на 20,3 та 17,6% менше

початкової, тоді як у контрольних зразків на 32,0 і 25%. Отже, дослідні зразки хліба краще зберігають гідрофільні властивості.

Отже, можна зазначити, що зразки хліба «Сила природи» і хлібець «Корисний мікс» з додаванням ППЗП і ППШ меншою мірою втрачають свіжість через 72 год зберігання порівняно з відповідними контрольними зразками. Наявність пластівців із пророщеного зерна пшениці сприяє уповільненню черствіння хліба завдяки наявності декстринів та більш глибокому ферментативному розщепленню крохмалю, що приводить до гальмування його ретроградації. У свою чергу порошок плодів шипшини уповільнює черствіння хлібних виробів завдяки високому вмісту харчових волокон, які здатні зв'язувати і утримувати воду. Наявність поліфенольних сполук, що можуть утворювати комплекси з молекулами крохмалю, також перешкоджає його ретроградації.

Мікробіологічні показники якості розроблених виробів після 72 год зберігання наведені в табл. 5.10.

Таблиця 5.10

**Мікробіологічні показники якості хліба «Сила природи»
і хлібця «Корисний мікс»**

(n=3, P ≥ 0,95, σ=3...5 %)

Показник	Допустимі рівні [287]	Фактичний вміст у výroбах	
		хліб «Сила природи»	хлібець «Корисний мікс»
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, не більше	$1,0 \times 10^3$	<120	<130
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 1,0 г	не допускається	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, у т.ч. Salmonella, в 25 г	не допускається	не виявлено	не виявлено
Дріжджі і плісняві гриби, КУО/г, не більше	$1,0 \times 10^2$	<12	<10

Установлено, що протягом усього періоду зберігання дослідні зразки хліба за мікробіологічними показниками відповідали допустимим нормативним

вимогам: кількість мезофільних аеробних і патогенних мікроорганізмів, дріжджів і пліснявих грибів не перевищувала встановлених меж, а факультативно-анаеробних мікроорганізмів та бактерій групи кишкової палички у виробках не виявлено.

Таким чином, сумісне використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини у технології хліба сприяє кращому збереженню його свіжості. Це відображається у повільнішому зростанні твердості та крихкуватості м'якушки, менш інтенсивній втраті вологи та кращому збереженні її гідрофільних властивостей. У результаті уповільнюються процеси черствіння хліба та довше зберігаються його споживчі властивості.

5.5. Оцінка ефективності впровадження удосконаленої технології хліба

Впровадження у діяльність підприємств харчової промисловості удосконаленої технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини є перспективним рішенням проблеми підвищення харчової цінності та якості готових виробів, практичне застосування якої формалізується у вигляді системи ефектів.

Імплементація інноваційної технології у харчове виробництво надає технологічних переваг і сприяє розширенню асортименту хлібобулочної продукції, що дозволяє підприємству диверсифікувати товарний портфель, посилити конкурентні позиції та отримати економічний ефект від реалізації технології. Водночас, з огляду на значущість харчової промисловості у забезпеченні національної безпеки держави, хлібобулочна промисловість має високий ступінь соціо-екологічної відповідальності. Враховуючи це доцільним вважаємо під час оцінювання ефектів від впровадження у виробництво удосконаленої технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини дотримуватись концепції потрійного результату (Triple bottom line, TBL) [288], суть якого становить перехід від

сприйняття ефекту через суто економічні показники до вимірювання його у вигляді комплексного результату, складовими якого є економічний, соціальний та екологічний ефекти. Такий підхід до оцінки ефектів інноваційної розробки відповідає сучасним тенденціям щодо зміни парадигми виробництва харчової продукції в бік екологізації технологічних процесів та дотримання принципів соціально-відповідального бізнесу. У цьому зв'язку, дотримуючись концепції потрібного результату, оцінка впровадження удосконаленої технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини проведена, враховуючий економічний, соціальний, екологічний ефекти.

Економічний ефект впровадження удосконаленої технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини визначено, спираючись на показники прибутку виробництва нової продукції. Для цього розраховано прогнозну ціну нових виробів та оцінено їх конкурентоспроможність за ціною порівняно з продуктами-аналогами, що реалізуються на ринку.

Ціна продукції визначена на основі витрат на сировину [289] та враховуючи структуру витрат на виробництво хліба. Для визначення ціни рентабельність виробництва узятो у розмірі 15,0%. Результати розрахунків наведено у табл. 5.11 та 5.12.

У результаті розрахунків визначено прогнозні ціни на нову продукцію. Вони становитимуть на продукцію хліб «Сила природи» – 113,40, хлібець «Корисний мікс» – 115,60 грн за 1 кг продукції. Ціна виробів становитиме: хліб «Сила природи» (500 г) – 56,70 грн, хлібець «Корисний мікс» (300 г) – 34,70 грн. Прибуток для підприємства, що вироблятиме продукцію за розробленими технологіями, складе близько 1,2 тис грн на 100 кг реалізованої продукції – хліб «Сила природи» та 1,3 тис грн на 100 кг реалізованої продукції – хлібець «Корисний мікс».

Соціальний ефект впровадження удосконаленої технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів

**Витрати на сировину для виробництва продукції, виготовленої
за удосконаленою технологією**

Сировина	Ціна, грн/кг	Витрати сировини, кг на 100 кг виробів				Витрати сировини, грн на 100 кг виробів			
		Контрольний зразок 1	Хліб «Сила природи»	Контрольний зразок 2	Хлібець «Корисний мікс»	Контрольний зразок 1	Хліб «Сила природи»	Контрольний зразок 2	Хлібець «Корисний мікс»
Борошно пшеничне І гатунку	19,00	74,6	51,7	73	54,9	1417	982	1387	1043
Пластівці з пророщеного зерна пшениці	130,0 0	0	14	0	13,2	0	1820	0	1716
Порошок із плодів шипшини	400,0 0	0	4,2	0	4,2	0	1680	0	1680
Дріжджі хлібопекарські пресовані	62,00	1,86	1,75	1,82	1,74	115	109	113	108
Цукор	27,90	0	0	1,45	1,39	0	0	40	39
Олія соняшникова рафінована дезодорована	111,0	0	0	1,53	1,45	0	0	170	161
Сіль кухонна	15,0	0,97	0,91	1,1	1,04	15	14	17	16
Вода	0,02	38,8	42	38,7	41,8	1	1	1	1
Разом	–	–	–	–	–	1548	4605	1727	4763

шипшини визначено на основі урахування зміни харчової цінності продукту, його споживчих характеристик та оцінки цінової доступності для споживачів.

Підвищення харчової цінності та нові властивості продукту свідчать про соціальний ефект впровадження розробленої технології у практику, оскільки, окрім задоволення потреби у харчуванні, нова продукція є більш корисною для споживача.

Одним із проявів соціального ефекту розроблених технологій є подовження збереження свіжості продукції. Така властивість зменшує втрати споживчих характеристик продукції, що підвищує її цінність для споживача.

Витрати та ціна на продукцію, виготовлену за удосконаленою технологією

Показник	Частка витрат у складі ціни	Контрольний зразок 1	Хліб «Сила природи»	Контрольний зразок 2	Хлібець «Корисний мікс»
Витрати:					
Сировина	30	1548	4605	1727	4763
Енергоносії	25	1290	1290	1290	1290
Логістика та пакування	20	1032	1032	1032	1032
Оплата праці	15	774	774	774	774
Амортизація обладнання	10	516	516	516	516
Разом	100	5160	8217	5340	8375
Прибуток (15%)	—	774	1233	801	1256
Податок на додану вартість (20,0%)	—	1187	1890	1228	1926
Усього	—	7120	11340	7370	11560
Ціна 1 кг	—	71,20	113,40	73,70	115,60

Проявом соціального ефекту від впровадження розроблених технологій у практику є також реалізація продукції, що відповідає концепції «чистої етикетки» (Clean Label) [3]. У контексті розробленої продукції ця концепція проявляється у використанні пластівців із пророщеного зерна та порошку плодів шипшини, як натуральних компонентів, а також інших інгредієнтів, що в цілому відповідає очікуванням споживача щодо натурального складу й безпечності продукції.

Порівняння цін на продукцію, виготовлену з використанням розробленої технології, з цінами на продукти – аналоги свідчить, що нові продукти мають ціновий паритет відносно наявних на ринку продуктів-аналогів (рис. 5.10).

Нова продукція, відповідаючи критеріям якості та безпечності має нижчу ціну порівняно з продуктами-аналогами. Це свідчить про соціальний ефект впровадження розроблених технологій що проявляється у цінній доступності якісного продукту для споживача.

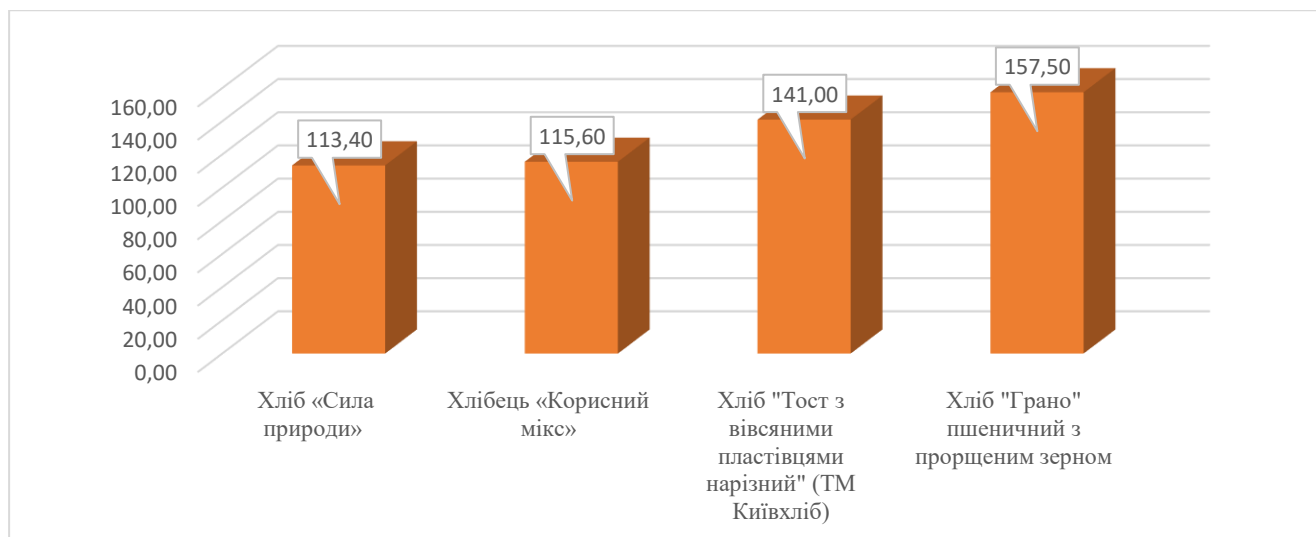


Рис. 5.10. Результат порівняння цін на продукцію, виготовлену з використанням розробленої технології, з цінами на продукти-аналоги, (продукція, маса 1 кг) [290, 291]

Якщо ціна на розроблену продукцію буде встановлена на рівні продуктів-аналогів, додатковий прибуток складатиме 2760...4410 грн на 100 кг хліба «Сила природи», 2540...4190 грн на 100 кг продукції хлібець «Корисний мікс» залежно від обраної підприємством цінової політики (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

Додатковий прибуток впровадження нової продукції

Показник	Од. виміру	Хліб «Сила природи»	Хлібець «Корисний мікс»
Ціна реалізації фактична	грн/кг	113,40	115,60
В.1. Ціна реалізації з урахуванням цін на продукти-аналоги (Хліб «Тост з вівсяними пластівцями нарізний» (ТМ Київхліб))	грн/кг	141,00	141,00
	грн/кг	+27,60	+25,40
Додатковий прибуток	грн/100 кг	+2760	+2540
В.2. Ціна реалізації з урахуванням цін на продукти-аналоги (Хліб «Грано» пшеничний з пророщеним зерном)	грн/кг	157,50	157,50
	грн/кг	+44,10	+41,90
Додатковий прибуток	грн/100 кг	+4410	+4190

Екологічний ефект від впровадження удосконаленої технології хліба з сумісним використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини пов'язаний із скороченням технологічного процесу виробництва хліба, а саме тривалості вистоювання тістових заготовок. Це, в свою чергу, зумовлює зменшення споживання енергетичних ресурсів та, відповідно, зменшення викидів CO_2 .

За попередніми розрахунками визначено, що впровадження удосконаленої технології хліба супроводжується скороченням тривалості вистоювання тістових заготовок на 5 і 8 хвилин (0,08 і 0,17 години). Це створює передумови для зменшення споживання електроенергії. Розрахунок економії електроенергії здійснено спираючись на характеристики камери остаточного вистоювання (електрична) FR-FD150 з системою клімат контролю CLU (потужність 6,5 кВт).

$$E_{\text{ек.}} = 6,5 \times 0,08 = 0,52$$

$$E_{\text{ек.}} = 6,5 \times 0,13 = 0,85$$

Таким чином, у разі скорочення тривалості вистоювання тістових заготовок на 5 і 8 хв зменшується споживання електроенергії на 0,52 кВт×год і 0,85 кВт×год за один цикл роботи камери.

Враховуючи коефіцієнт викидів для виробництва електроенергії (1,29) [292], скорочення викидів становитиме від 0,7 до 1,1 кг CO_2 на один цикл роботи камери остаточного вистоювання.

$$\Delta \text{CO}_2 = 0,52 \times 1,29 = 0,7$$

$$\Delta \text{CO}_2 = 0,85 \times 1,29 = 1,1$$

Узагальнену інформацію щодо ефективності впровадження удосконаленої технології хліба з сумісним використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини наведені у таблиці 5.14.

Ефекти впровадження у виробництво удосконаленої технології хліба

Ефект	Опис
Економічний ефект (для підприємства-виробника продукції)	• прибуток від реалізації нової продукції: – 1,2 тис грн на 100 кг реалізованої продукції – хліб «Сила природи»; – 1,3 тис грн на 100 кг реалізованої продукції – хлібець «Корисний мікс»; • додатковий прибуток від реалізації нової продукції за цінами продуктів-аналогів: – 2,76...4,41 тис грн на 100 кг реалізованої продукції – хліб «Сила природи»; – 2,54...4,19 тис грн на 100 кг реалізованої продукції – хлібець «Корисний мікс»
Соціальний ефект (для споживача)	• підвищення харчової цінності та якості продукції; • подовження збереження свіжості продукції; • цінова доступність продукції; • відповідність продукції концепції «чистої етикетки»
Екологічний ефект (для суспільства)	• енергозбереження за рахунок скорочення тривалості технологічної операції вистоювання тістових заготовок; • скорочення викидів від 0,7 до 1,1 кг CO₂ на один цикл роботи камери остаточного вистоювання

Основні результати дослідження, викладені в розділі, опубліковано в статтях та матеріалах конференцій [265, 266, 278, 280-282, 293, 294].

Висновки за розділом 5

1. Встановлено, що внесення 10...20% ППЗП спричиняє підвищення вологості хліба та кислотності, зниження його питомого об'єму на 5,0...16,6%, формостійкості – на 6,4...25,5%, а також пористості порівняно з контролем. Водночас хліб набуває приємного солодового смаку та аромату. Визначено, що допустимим без суттєвого погіршення якості є дозування до 10% ППЗП, проте для забезпечення вищої харчової цінності доцільним є використання 15 і 20% ППЗП за умови застосування технологічних прийомів нівелювання їх погіршувального впливу на структуру тіста.

2. Додавання 2...8% ППШ сприяє покращенню фізико-хімічних показників якості хліба. За додавання 2...6% ППШ питомий об'єм виробів збільшується на 8,3...18,7%, формостійкість – на 6,4...12,8%. Хліб характеризується більш розвинутою пористістю, еластичною м'якушкою, приємним шипшиновим присмаком і ароматом. Визначено, що раціональним дозуванням ППШ є 6%, оскільки за внесення 8% погіршується структура м'якушки та відчувається хруст часточок добавки. Вироби з додаванням всього дослідного інтервалу ППШ характеризуються підвищеною вологістю та кислотністю.

3. Обґрунтовано доцільність сумісного використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини у технології хліба підвищеної харчової цінності: для формового хліба – 20% ППЗП і 6 % ППШ, для подового – 15% ППЗП і 6% ППШ від маси борошна. Із застосуванням методів математичного моделювання та оптимізації визначено оптимальні параметри технологічного процесу: вологість тіста – 46,4 і 45,0%, тривалість дозрівання – 150 і 160 хв відповідно. Встановлено, що сумісне внесення ППЗП і ППШ забезпечує скорочення тривалості дозрівання тіста на 16,6 і 11,1%, а вистоювання тістових заготовок – на 16,7 і 12,5% порівняно з контролем. Доведено, що ППШ компенсує негативний вплив ППЗП на структурно-механічні властивості тіста, а саме адгезію та розпливання, завдяки зміцненню клейковинного каркаса. Це забезпечує збільшення питомого об'єму формового хліба з 20% ППЗП і 6,0% ППШ на 6,7%, а подового хліба з 15 % ППЗП і 6% ППШ – на 8,0% порівняно з контрольними зразками, а також покращення пористості виробів та формостійкості подового хліба. Досягнуті показники перевищують результати, отримані за окремого використання ППЗП у кількості 15 і 20% та дещо поступаються ефекту від застосування лише ППШ.

4. На підставі отриманих даних удосконалено технологію хліба пшеничного, яка відрізняється від традиційної тим, що передбачає внесення в тісто під час замішування попередньо гідратованих пластівців із пророщеного зерна пшениці, порошку з плодів шипшини, підвищення вологості, скорочення

тривалості дозрівання тіста та вистоювання тістових заготовок. Удосконалена технологія відповідає сучасним підходам до збагачення харчових продуктів, а саме включає використання лише натуральної сировини, не містить синтетичних речовин і харчових добавок.

Розроблено рецептури та технологічні схеми виробництва хліба «Сила природи» та хлібця «Корисний мікс» із сумісним використанням ППЗП і ППШ, які пройшли апробацію та впроваджені на хлібопекарських підприємствах м. Києва, м. Харкова та Харківської області, м. Пирятина, а також у освітній процес ДБТУ.

5. Встановлено, що сумісне використання ППЗП і ППШ сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності хліба. У хлібі «Сила природи» та хлібці «Корисний мікс» харчових волокон зростає у 2,8 рази, що робить їх джерелом цих речовин. Також у виробах збільшений вміст кальцію у 1,9 і 2,0, калію – у 1,5 і 1,6, магнію і фосфору – у 1,6 і 1,7, заліза – у 1,3, токоферолу – у 2,1 рази, підвищується вміст тіаміну, рибофлавіну та вітаміну РР. Вироби збагачуються каротиноїдами і поліфенольними сполуками, а їх енергетична цінність знижується на 11,1 і 7,4% відповідно. Споживання 277 г виробів забезпечує покриття добової потреби у харчових волокнах на 45,2%, токоферолах – до 47,9%, каротиноїдах – до 19,4%, поліфенолах – до 49,0%. Покращується амінокислотний склад виробів, зокрема підвищується амінокислотний скор лімітуючої амінокислоти лізину, коефіцієнт утилітарності білка, що свідчить про покращення його біологічної цінності. Розроблені вироби можна рекомендувати для масового споживання та оздоровчого харчування.

6. Встановлено позитивний вплив сумісного внесення ППЗП і ППШ на збереження свіжості хліба під час зберігання протягом 72 год, що проявляється у менш інтенсивних втратах вологи та гідрофільних властивостей, а також у повільнішому збільшенні твердості та крихкуватості м'якушки. Це пов'язано з підвищеною здатністю ППЗП і ППШ зв'язувати та утримувати вологу, накопиченням декстринів унаслідок інтенсифікації амілолізу та уповільненням

ретроградації крохмалю. Мікробіологічні показники якості розроблених виробів знаходяться у межах встановлених нормативів.

7. Впровадження удосконаленої технології забезпечує економічний ефект 1,2...1,3 тис. грн на 100 кг продукції за рахунок формування конкурентоспроможної ціни (113,40 грн/кг для хліба «Сила природи» та 115,60 грн/кг для хлібців «Корисний мікс») і отримання додаткового прибутку у разі її реалізації за цінами продуктів-аналогів, соціальний ефект – завдяки підвищенню харчової цінності та якості, подовженню терміну збереження свіжості продукції, її цінової доступності та відповідності концепції «чистої етикетки», а також екологічний ефект – через енергозбереження за рахунок скорочення тривалості технологічної операції вистоювання тістових заготовок у вистоювальній шафі та відповідне зменшення викидів CO₂.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Науково обґрунтовано технологію хліба пшеничного з сумісним використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці (ППЗП) та порошку із плодів шипшини (ППШ), що дозволяє отримати вироби підвищеної харчової і біологічної цінності з покращеними органолептичними та фізико-хімічними показниками якості.

1. Пластівці із пророщеного зерна пшениці та порошок з плодів шипшини суттєво відрізняються за хімічним складом. ППЗП порівняно з пшеничним борошном містять на 19,8% більше білків із вищою порівняно з борошном і ППШ біологічною цінністю, а також у 3,3 рази більше моно- і дисахаридів, на 18,0% менше крохмалю та у 2,9 рази більше харчових волокон. ППШ, навпаки, містить у 2,6 рази менше білків, у 8,2 рази більше моно- і дисахаридів, а вміст харчових волокон у ньому перевищує показник борошна у 25,1 рази. Мінеральні речовини ППЗП представлені переважно фосфором, магнієм, калієм, натрієм, залізом і кальцієм, а ППШ – кальцієм, калієм та магнієм. Порівняно з борошном добавки мають вищий вміст токоферолів у 3,7 і 13,4 рази відповідно, а також вітамінів групи В. ППШ містить значну кількість вітаміну С, каротиноїдів, поліфенолів і порівняно з ППЗП відзначається у 20 разів вищою антиоксидантною ємністю.

2. Досліджувана сировина характеризується відмінним від пшеничного борошна гранулометричним складом. ППШ – це порошкоподібний продукт, у складі якого переважають фракції з розмірами 56...240 мкм, частка яких становить 73%. Для ППЗП характерне домінування цілих та крупних пластівців (66,0%) з розміром $\geq 5 \times 5 \times 1 \dots \leq 8 \times 10 \times 1$. ППЗП характеризуються у 5,2 рази вищою амілолітичною та у 2,8 рази вищою протеолітичною активністю порівняно з пшеничним борошном, тоді як у ППШ активність цих ферментів практично не виявлена. За температури 30°C ППЗП і ППШ мають відповідно на 41,9 і 13,0% вищу водопоглинальну здатність, ніж пшеничне борошно.

Підвищення температури до 60...90°C супроводжується подальшим зростанням цього показника, що створює передумови для збільшення вологості тіста.

3. Встановлено, що заміна частини пшеничного борошна на 10...20% ППЗП і 2...8% ППШ сприяє інтенсифікації мікробіологічних і біохімічних процесів у тісті, що виявляється у підвищенні титрованої кислотності на 10,3...24,1% і 17,2...44,8%%, кількості виділеного CO₂ – на 9,0...26,4% і 7,0...21,0% відповідно, прискоренні зброджування редукувальних цукрів за рахунок підвищення активності бродильної мікрофлори тіста. Внесення обох добавок призводить до інтенсифікації амілолітичних процесів у тісті, про що свідчить прискорене накопичення редукувальних цукрів та зниження максимальної в'язкості борошняної суспензії.

4. Доведено, що ППЗП та ППШ чинять протилежний вплив на клейковинний комплекс і структурно-механічні властивості тіста. Внесення 10...20% ППЗП сприяє послабленню клейковинного каркасу внаслідок дії протеолітичних ферментів пророщеного зерна, що супроводжується збільшенням розпливання тіста, зниженням його стійкості на 23,1...46,2%, питомої роботи деформації W – на 6,3...15,7%, підвищенням розрідження на 37,7...78,6% та міцності адгезії тіста, зменшенням його об'єму на 6,0...14,0%. Натомість, додавання 2...8% ППШ, завдяки наявності аскорбінової кислоти, поліфенолів і некрохмальних полісахаридів, сприяє укріпленню клейковини, що виявляється у зменшенні розпливання тіста на 7,0...16,0%, підвищенні показника його стійкості на 13,8...32,3%, питомої роботи деформації W – на 5,3...21,1% та зменшенні розрідження на 6,6...18,0%, адгезійної міцності та збільшення питомого об'єму тіста на 9,7...17,1%.

5. Результати визначення впливу дослідної збагачувальної сировини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості засвідчили, що внесення 10...20% ППЗП спричиняє зниження питомого об'єму хліба на 5,0...16,6%, формостійкості – на 6,4...25,5% та пористості, погіршення стану м'якушки, надає виробам приємного солодового смаку та аромату. За внесення 2...6% ППШ, навпаки, питомий об'єм виробів збільшується на 8,3...18,7%,

формостійкість – на 6,4...12,8%, покращуються пористість та еластичність м'якушки, формується приємний шипшиновий смак і аромат. Додавання 8% ППШ веде до зниження поліпшуючого ефекту. Для забезпечення високої якості та підвищеної харчової цінності хліба доцільним є сумісне їх використання для компенсації негативного вплив ППЗП на структуру тіста та максимальної реалізації нутрієнтного потенціалу обох добавок.

6. Обґрунтовано доцільність сумісного використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини у технології хліба підвищеної харчової цінності: для формового хліба – 20% ППЗП і 6 % ППШ, для подового – 15% ППЗП і 6% ППШ від маси борошна. Із застосуванням методів математичного моделювання та оптимізації технологічних процесів встановлено оптимальну вологість тіста та тривалість його дозрівання, які склали 46,4 і 45,0% та 150 і 160 хв відповідно. Використання цих параметрів для приготування тіста з сумісним внесенням ППЗП і ППШ сприяє скороченню тривалості його дозрівання на 16,6 і 11,1% а вистоювання тістових заготовок – на 16,7 і 12,5%, компенсує негативний вплив ППЗП на структурно-механічні властивості тіста завдяки зміцненню клейковинного каркаса, забезпечуючи покращення питомого об'єму, пористості та формостійкості готових виробів. Вироби за сумісного внесення добавок характеризуються оригінальними органолептичними характеристиками: коричневим кольором, приємними солодовими і шипшиновими ароматом та присмаком.

7. Результати досліджень покладені в основу удосконаленої технології пшеничного хліба із сумісним використанням ППЗП і ППШ, яка відрізняється від традиційної внесенням на стадії замішування тіста попередньо гідратованих пластівців, порошку з плодів шипшини, підвищенням вологості тіста та скороченням тривалості стадії дозрівання та оброблення тіста. Удосконалена технологія відповідає сучасним підходам до збагачення харчових продуктів, а саме включає використання тільки натуральної сировини, не містить синтетичних речовин і харчових добавок. За удосконаленою технологією запропоновано виробляти хліб «Сила природи» формовий з внесенням 20%

ППЗП і 6% ППШ, а також хлібця «Корисний мікс» подового з додаванням 15% ППЗП і 6% ППШ.

8. Хліб «Сила природи» та хлібець «Корисний мікс» порівняно з контрольними зразками характеризуються у 2,8 рази вищим вмістом харчових волокон і є їх джерелом. Вироби також відзначаються підвищеним вмістом кальцію у 1,9 і 2,0, калію – у 1,5 і 1,6, магнію і фосфору – у 1,6 і 1,7, заліза – у 1,3, токоферолу – у 2,1 рази відповідно, а також тіаміну, рибофлавіну, вітаміну РР, каротиноїдів і поліфенольних сполук, характеризуються вищою біологічною цінністю білка та нижчою на 11,1 і 7,4% енергетичною цінністю. Споживання 277 г виробів забезпечує покриття добової потреби у харчових волокнах на 45,2%, токоферолі – до 47,9%, каротиноїдах – до 19,4%, поліфенолах – до 49,0%. Розроблені вироби краще зберігають свіжість протягом 72 год зберігання, а їх мікробіологічні показники якості знаходяться в межах допустимих норм. Нову продукцію можна рекомендувати для масового споживання та оздоровчого харчування.

9. Затверджено рецептури та технологічні інструкції з виробництва хліба «Сила природи» та хлібця «Корисний мікс». Удосконалену технологію апробовано та впроваджено на хлібопекарських підприємствах м. Києва, Харкова та Харківської області, м. Пирятина, а також у освітній процес Державного біотехнологічного університету.

Впровадження удосконаленої технології забезпечує економічний ефект 1,2...1,3 тис. грн на 100 кг продукції за рахунок її реалізації за прогнозними цінами та отримання додаткового прибутку у разі її реалізації за цінами продуктів-аналогів; соціальний ефект – завдяки підвищенню харчової цінності та якості продукції, подовженню терміну збереження її свіжості, ціновій доступності й відповідності концепції «чистої етикетки»; екологічний ефект – завдяки зменшенню енергоспоживання внаслідок скорочення тривалості технологічної операції вистоювання тістових заготовок у вистоювальній шафі та відповідному зниженню викидів CO₂.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. The 17 Goals. URL: <https://sdgs.un.org/goals> (дата звернення: 11.03.2025).
2. Farm to Fork Strategy (European Green Deal). URL: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf (дата звернення: 11.03.2025).
3. Vargas M. C. A., Simsek S. Clean label in bread. *Foods*. 2021. Vol. 10, No. 9. Article 2054. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10092054>.
4. Mesta-Corral M., Gómez-García R., Balagurusamy N., Torres-León C., Hernández-Almanza A. Y. Technological and Nutritional Aspects of Bread Production: An Overview of Current Status and Future Challenges. *Foods*. 2024. Vol. 13, No. 13. Art. 2062. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13132062>.
5. Sanna M., Sanna S., Serra M., Roggio T., Catzeddu P., Sanna V. From Composition to Acceptance: Linking Nutritional, Structural and Sensory Attributes in Clean-Label Breads. *Foods*. 2026. Vol. 15. Art. 831. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods15050831>.
6. Майборода Г. О. Поведінкові аспекти споживчого вибору на ринку хліба та хлібобулочних виробів: результати емпіричного дослідження. *Київський економічний науковий журнал*. 2026. № 13. С. 129–136. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-765X/2026-13-17>.
7. Kaim U., Goluch Z. S. Health Benefits of Bread Fortification: A Systematic Review of Clinical Trials according to the PRISMA Statement. *Nutrients*. 2023. Vol. 15, No. 20. Art. 4459. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu15204459>.
8. Aghalari Z., Dahms H.-U., Sillanpää M. Evaluation of nutrients in bread: a systematic review. *Journal of Health, Population and Nutrition*. 2022. Vol. 41, No. 1. Art. 50. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41043-022-00329-3>.
9. Смоляр В. І., Петрашенко Г. І., Голохова О. В. Фортифікація харчових продуктів. *Проблеми харчування*. 2014. № 1. С. 29–32.
10. Bread and Its Fortification: Nutrition and Health Benefits / ed. by C. M. Rosell, J. Bajerska, A. F. El Sheikha. Boca Raton : CRC Press, 2015. 417 p. ISBN 978-1-4987-0156-3.

11. Koç E., Karayiğit B. Assessment of biofortification approaches used to improve micronutrient-dense plants that are a sustainable solution to combat hidden hunger. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2022. Vol. 22. P. 475–500. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00663-1>.
12. Dhaliwal S. S., Sharma V., Shukla A. K., Verma V., Kaur M., Shivay Y. S. et al. Biofortification – a frontier novel approach to enrich micronutrients in field crops to encounter the nutritional security. *Molecules*. 2022. Vol. 27. Art. 1340. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27041340>.
13. Pokhrylko S. Y., Schwartau V. V., Mykhalska L. M., Dugan O. M., Morgun B.V. ICP-MS analysis of bread wheat carrying the Gpc-B1 gene of *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*. *Biotechnologia Acta*. 2016. Vol. 9, No. 5. P. 64–69.
14. Аліпов В. О., Леонов О. Ю., Падалка О. І., Сахно Т. В., Посилаєва О. О. Джерела високого вмісту каротиноїдів у борошні пшениці м'якої ярої. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 19. С. 23–31.
15. Talsma E. F., Pachón H. Biofortification of crops with minerals and vitamins: biological, behavioural and contextual rationale. *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*. Cambridge: Elsevier, 2019. Vol. 2. P. 445–450. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22339-9>.
16. Mannar M. G. V., Hurrell R. F. Food fortification in a globalized world. London: Academic Press, Elsevier, 2018. 602 p.
17. WHO, FAO, UNICEF, GAIN, MI, FFI. Recommendations on wheat and maize flour fortification. Meeting report: interim consensus statement. Geneva: World Health Organization, 2009. 3 p. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-NMH-NHD-MNM-09.1> (дата звернення: 15.03.2025).
18. Food fortification in a globalized world / ed. by M. G. Venkatesh Mannar, R. F. Hurrell. London: Academic Press, Elsevier, 2018. 602 p.
19. Проект Закону про фортифікацію борошна № 5657 від 14.06.2021. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=5657&skl=10 (дата звернення: 15.03.2025).

20. Овсянникова Т. О., Кричковська Л. В. Вивчення впливу молочної кислоти на процес йодування дріжджів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького*. 2014. Т. 16, ч. 4, № 2(59). С. 137–142.
21. Аксьонова І. В., Антонюк М. М., Устинов Ю. В., Стабнікова О. В. Використання селенозбагачених дріжджів у хлібопекарському виробництві. *Харчова промисловість*. 2004. № 3. С. 22–25.
22. Арсеньєва Л. Ю., Герасименко Л. О., Антонюк М. М. Досвід і перспективи збагачення хліба йодом. *Проблеми харчування*. 2004. № 1. С. 35–43.
23. Winger R. J., König J., House D. A. Technological issues associated with iodine fortification of foods. *Trends in Food Science & Technology*. 2008. Vol. 19, No. 2. P. 94–101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.08.002>.
24. Сіль SOLENA для здорового життя. URL: <https://solena.com.ua/> (дата звернення: 11.03.2025).
25. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ: ПрофКнига, 2024. 516 с.
26. Самохвалова О. В., Лисюк Г. М., Кучерук З. І. Інноваційні технології хлібобулочних і кондитерських виробів: колективна монографія. Харків: Ексклюзив, 2015. 463 с.
27. Mesta-Corral M., Gómez-García R., Balagurusamy N., Torres-León C., Hernández-Almanza A. Y. Technological and nutritional aspects of bread production: an overview of current status and future challenges. *Foods*. 2024. Vol. 13, No. 13. Art. 2062. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13132062>.
28. Ovsienko S. M. Enrichment of bakery products with non-traditional raw materials. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 2024. Vol. 26, No. 101. P. 164–170. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10124>.
29. Сирохман І. В., Лозова Т. М. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів: навч. посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
30. Солоницька І., Макарова О., Ганчев С. Інноваційні підходи до управління якістю хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів і

харчоконцентратів. *Scientific Works*. 2024. Vol. 88, Issue 1. P. 162–166. DOI: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v88i1.3026>.

31. Дробот В. І., Михонік Л. А., Семенова А. Б., Фалендиш Н. О. Борошно стародавніх пшениць, продукти переробки круп'яних культур та шроту у технології хліба. Київ: ПрофКнига, 2018. 188 с.

32. Galenko O., Shevchenko A., Ceccanti C., Mignani C., Litvynchuk S. Transformative shifts in dough and bread structure with pumpkin seed protein concentrate enrichment. *European Food Research and Technology*. 2024. Vol. 250, Issue 4. P. 1177–1188. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04454-z>.

33. Пшенишнюк Г. Ф., Макарова О. В., Іванова Г. С. Інноваційні заходи підвищення якості зернового хліба. *Харчова наука і технологія*. 2010. № 1. С. 73–77.

34. Миколенко С. Ю., Омельченко М. Ю. Використання диспергованого зерна спельти для виробництва хліба. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 1(105). С. 110–120. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-1\(105\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-1(105)).

35. Oliinyk S., Samokhvalova O., Zaparenko A., Shidakova-Kamenyuka E., Chekanov M. Research into the impact of enzyme preparations on the processes of grain dough fermentation and bread quality. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 3/11, No. 81. P. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.70984>.

36. Овсієнко С. М., Науменко О. В. Використання нехлібопекарських видів борошна у хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2023. Т. 11, № 20. С. 99–110.

37. Челябієва В., Буяльська Н. Підвищення харчової цінності хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів: монографія. Чернігів: Чернігівський національний технологічний університет, 2020. 172 с.

38. Jurkaninová L., Švec I., Gavurníková S., Sluková M., Hozlár P., Havrlentová M. Analytical characterisation of oat-enriched binary composites of wheat flour and their processing behaviour in bread making. *Analytica*. 2026. Vol. 7, No. 1. Art. 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/analytica7010010>.

39. Tiwari U., Cummins E. Dietary exposure assessment of β -glucan in a barley and oat based bread. *LWT*. 2012. Vol. 47, Issue 2. P. 413–420. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.02.002>.
40. Eltaib Y., Yakam A. R., Al-Sawt N., Abu Shahma Y. Effect of barley and oat flours on sensory and biological properties of loaf bread. *Journal of Education Sciences*. 2022. № 9. P. 12–28.
41. Герасимчук О. П., Костецька К. В. Оцінка якості композитних борошняних сумішей на основі вівсяного борошна. *Вісник Уманського національного університету*. 2023. № 1. С. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-1-94-100>.
42. Shevchenko A., Drobot V. Use of rice flour in wheat bread technology. *EUREKA: Life Sciences*. 2022. No. 6. P. 44–51. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2022.002677>.
43. Shanina O., Borovikova N., Gavrish T., Dugina K. Technological aspects of rice gluten-free bread production. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 579–589. DOI: <https://doi.org/10.5219/1725>.
44. Luo H., Yan X., Fu Y., Pang M., Chen R., Liu Y., Chen J., Liu C. The quality of gluten-free bread made of brown rice flour prepared by low temperature impact mill. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 348. Art. 129032. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129032>.
45. Овсієнко С. Амарант та продукти його переробки в хлібопеченні // *Продовольчі ресурси*. 2022. Т. 10, № 18. С. 109–120. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-11>.
46. Miranda-Ramos K. C., Sanz-Ponce N., Haros C. M. Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour. *LWT*. 2019. Vol. 114. Art. 108418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108418>.
47. 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. Art. 2466. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11162466>.

48. 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.
49. Mohajan S., Munna M., Orchy T., Hoque M., Farzana T. Buckwheat flour fortified bread. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*. 2019. Vol. 54, No. 4. P. 347–356. DOI: <https://doi.org/10.3329/bjsir.v54i4.44569>.
50. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Холодна А. В. Розробка рецептурного складу та оцінка якості хліба з гречаним борошном. *Young Scientist*. 2019. № 1(65). С. 189–192. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-1-65-42>.
51. Белова К. Р., Гетьман І. А., Михонік Л. А. Використання гречаного борошна в технології хліба. *Innovations and Prospects of World Science: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*, February 2–4, 2022, Vancouver, Canada. Vancouver: Perfect Publishing, 2022. P. 178–183.
52. Гетьман І. А., Михонік Л. А., Кухаренко І. О. Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу борошна круп'яних культур і його сумішей з пшеничним. *Харчова промисловість*. 2020. № 27. С. 46–52. DOI: <https://doi.org/10.24263/2225-2916-2020-27-7>.
53. Дробот В. І., Писарець О. П., Голінка І. В. Структурно-механічні властивості тіста з композиційної суміші, що містить в своєму складі кукурудзяне борошно. *Продовольчі ресурси: збірник наукових праць*. 2014. № 3. С. 23–26.
54. Грищенко А. М., Білик О. А. Дослідження якості та черствіння безглютенового хліба з гречаним і кукурудзяним борошном. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. Т. 17, № 2. С. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.15673/gpmf.v17i2.524>.
55. Zaparenko A., Didenko S., Holyk O., Goloventsov Y. Дослідження технологічних властивостей борошна полб'яного. *Food Science and Technology*. 2020. Vol. 14, Issue 2. P. 111–119. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i2.1717>.
56. Писарець О., Бєла Н. Застосування борошна зі спельти в технології пшеничного хліба. *Продовольчі ресурси*. 2019. Т. 7, № 12. С. 136–141. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-15>.

57. Єремєєва О. А., Харченко Є. І., Ткаченко Г. В., Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна пшениці м'якої з додаванням пшениці спельти. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. Вип. 28. С. 84–92. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.28.2020.211058>.
58. Naumenko O., Hetman I., Chyzh V., Gunko S., Bal-Prylypko L., Bilko M. et al. Improving the quality of wheat bread by enriching teff flour. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 3, № 11(123). P. 33–41. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279286>.
59. Науменко О. В., Гетьман І. А., Лук'янчук І. В., Андрусишин І. М., Каплуненко В. Г. Удосконалення технології хліба з підвищеною харчовою цінністю. *Продовольчі ресурси*. 2025. Т. 13, № 25. С. 193–203. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2025-25-21>.
60. Rusu I. E., Marc R. A., Mureşan C. C., Mureşan A. E., Mureşan V., Pop C. R., Muste S. Hemp (*Cannabis sativa* L.) flour-based wheat bread as fortified bakery product. *Plants*. 2021. Vol. 10, Issue 8. Art. 1558. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10081558>.
61. Бондаренко Ю. В., Білик О. А., Кочубей-Литвиненко О. В., Андронович Г. М. Насіння льону як рецептурний компонент хлібобулочних виробів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2020. Т. 26, № 4. С. 178–189.
62. Roozegar M. H., Shahedi M., Keramet J., Hamdami N., Roshanak S. Effect of coated and uncoated ground flaxseed addition on rheological, physical and sensory properties of Taftoon bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2015. Vol. 52, Issue 8. P. 5102–5110. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1596-z>.
63. Дробот В. І., Бондаренко Ю. В., Білик О. А., Грищенко А. М. Використання кунжутного борошна у виробництві пшеничного хліба. *Продовольчі ресурси: зб. наук. пр.* / НААН; Ін-т прод. ресурсів НААН. Київ, 2018. № 10. С. 101–110.
64. Bilyk O., Bondarenko Y., Hryshchenko A., Drobot V., Kovbasa V., Shutyuk V. Studying the effect of sesame flour on the technological properties of dough and bread

- quality. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 3, Issue 11 (93). P. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133233>.
65. 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*. 2017. Vol. 5, Issue 3. P. 439–445. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.411>.
66. Otegbayo B., Adebisi O. M., Bolaji O., Olunlade B. Effect of soy enrichment on bread quality. *International Food Research Journal*. 2018. Vol. 25, № 3. P. 1120–1125.
67. Євчук Я. В., Новікова Т. П., Вишинський А. В., Шевчук О. Ю. Використання борошна сочевиці в хлібі спеціального призначення. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11, № 1. DOI: <https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.277212>.
68. Бараболя О. В. Покращення якісних характеристик хлібобулочних виробів за використання рослинної сировини, зокрема нутового борошна. *Глобальні тенденції в науці, техніці та економіці: збірник наукових праць з матеріалами 2-ї міжнар. наук.-практ. конф.* (м. Грац, 9–11 липня 2025 р.). Грац, 2025. С. 68–71. DOI: <https://doi.org/10.70286/ISU-09.07.2025>.
69. Kahraman G., Harsa S., Casiraghi M. C., Lucisano M., Cappa C. Impact of raw, roasted and dehulled chickpea flours on technological and nutritional characteristics of gluten-free bread. *Foods*. 2022. Vol. 11. Art. 199. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11020199>.
70. Moreno-Araiza O., Boukid F., Suo X., Wang S., Vittadini E. Pretreated green pea flour as wheat flour substitutes in composite bread making. *Foods*. 2023. Vol. 12, No. 12. Art. 2284. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12122284>.
71. Hoxha I., Xhabiri G., Deliu R. The impact of flour from white bean (*Phaseolus vulgaris*) on rheological, qualitative and nutritional properties of the bread. *Open Access Library Journal*. 2020. Vol. 7. Art. e6059. DOI: <https://doi.org/10.4236/oalib.1106059>.
72. Bouhadi D., Belkhodja H., Benattouche Z. Rheological properties of soft wheat flour and sensory characteristics of bread added with bean flour (*Vicia faba* L.). *Asian*

Journal of Dairy and Food Research. 2024. Vol. 43, Issue 2. P. 253–260. DOI: <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-319>.

73. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Попова Т. М. Використання пшона у виробництві хліба оздоровчого призначення. *Food Science and Technology*. 2016. Vol. 10, Issue 4. P. 18–24. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v10i4.249>.

74. Mykolenko S., Aliieva O., Aliiev E., Pivovarov O. Technological and nutritional benefits of amaranth groats in breadmaking. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 25, Issue 11. P. 63–73. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(11\).2022.63-73](https://doi.org/10.48077/scihor.25(11).2022.63-73).

75. Семенова А. Б. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням продуктів переробки круп'яних культур: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів» / НУХТ. Київ, 2014. 24 с.

76. Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z. Effects of wheat flour supplementation with oat products on dough and bread quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2005. Vol. 55, № 3. P. 281–286.

77. Škrbić B., Milovac S., Dodig D., Filipčev B. Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 115, Issue 3. P. 982–988. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.028>.

78. Суміш для виробництва хліба «11 зернових» Inventis™. URL: <https://lesaffre.ua/products/sumish-dlya-virobnitstva-hliba-11-zernovih-inventis/> (дата звернення: 14.03.2025).

79. Bortnichuk O., Bilyk O., Dozenko V., Kovbas V. Gerodietetic bakery products enriched with vitamin D. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2018. Т. 24, № 6. С. 188–201.

80. Мороз С. Е., Сукманов В. О., Пилипака Б. С. Дослідження впливу додавання житніх висівок на властивості хліба. *Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф.*, 24 грудня 2025 р. Полтава: ПДАУ, 2025. С. 160–162.

81. Шевченко А., Дробот В. Вівсяні висівки – перспективна добавка для надання хлібу оздоровчих властивостей. *Біологічні, медичні та науково-педагогічні*

аспекти здоров'я людини: міжнар. наук.-практ. конф., 17–18 листопада 2022 р. Полтава, 2022. С. 103–105.

82. Воробець М., Євлаш В., Кобаса І., Кондрачук І. Формування якості хліба пшеничного з добавкою «Клітковина гречана». *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. 2023. Вип. 23(1). С. 207–218.

83. Олійник С. Г., Лисюк Г. М., Кравченко О. І., Самохвалова О. В. Технології хлібобулочних виробів із продуктами переробки зародків пшениці: монографія. Харків: ХДУХТ, 2014. 108 с.

84. Кравченко О. І., Олійник С. Г., Самохвалова О. В., Степанькова Г. В. Технологія хліба пшеничного з продуктами переробки зародків вівса та кукурудзи: монографія. Харків: ХДУХТ, 2017. 123 с.

85. Дробот В., Іжевська О., Бондаренко Ю. Шрот насіння льону в технології хлібобулочних виробів. *Food Science and Technology*. 2016. Т. 10, № 3. С. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v10i3.183>.

86. Суха Н. А., Дробот В. І. Використання овочевих каротинвмісних порошків при випіканні хлібобулочних виробів. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2007. № 9. С. 22–24.

87. Панасюк С. Г., Тараймович І. В. Використання овочево-фруктових порошків як інноваційних інгредієнтів у рецептурі крафтових хлібобулочних виробів. *Товарознавчий вісник*. 2022. Вип. 15, ч. 2. С. 49–56.

88. Purkiewicz A., Gul F. H., Pietrzak-Fiećko R. The utilization of vegetable powders for bread enrichment – the effect on the content of selected minerals, total phenolic and flavonoid content, and the coverage of daily requirements in the human diet. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14. Art. 10022. DOI: <https://doi.org/10.3390/app142110022>.

89. Удворгелі Л. І. Застосування пектиновмісних порошків у хлібопекарському виробництві. *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Сучасні напрямки і технологія та механізація процесів переробних і харчових виробництв*. Харків, 2003. Вип. 16. С. 343–345.

90. Доценко В. Ф., Арсеньєва Л. Ю., Борисенко О. В. Концентрати харчових волокон. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2007. № 7-8 (32-33). С. 49–51.
91. Zambelli R., Galvão A. M. M. T., Ferreira Pinto L. F., Moreira Santos G. B., Da Silva A. C., Lemos Melo C. A., Monteiro Farias M., De Mendonça L. G. Effect of vegetable powders on the bread quality made from frozen dough. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 6. P. 1–7.
92. Santamaria M., Ruiz M., Garzon R., Rosell C. M. Comparison of vegetable powders as ingredients of flatbreads: technological and nutritional properties. *International Journal of Food Science and Technology*. 2024. Vol. 59. № 10. P. 7203–7212. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.17441>.
93. Salvador A., Garzon R., Espert M., Rosell C. M. Functional and technological effects of vegetable powders in gluten-free formulations. *SSRN Electronic Journal*. 2026. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.6153388>.
94. Неміріч О. В., Петруша О. О., Бончак І. В., Філіпенко В. В. Аспекти технології хліба з використанням сушеної рослинної сировини. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2014. № 2/12 (68). С. 95–100.
95. Лебеденко Т. Є., Коркач Г. В., Соколова Н. Ю. Вплив порошку топінамбура на якість хлібобулочних виробів. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2009. Вип. 36, т. 1. С. 137–140.
96. Савченко О. М., Лемеш М. В., Гунько Д. В., Сиза О. І., Челябієва В. М. Технологія виготовлення житньо-пшеничного хліба на заквасках із використанням перцю болгарського сухого. *Технічні науки та технології*. 2021. № 4(14). С. 230–237. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-4\(14\)-230-237](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-4(14)-230-237).
97. Лисюк Г. М., Верешко Н. В., Чуйко А. М. Нові напрями використання вторинних продуктів переробки винограду у виробництві борошняних виробів: монографія / МОНМС України, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків, 2011. 174 с.

98. Мась П. В., Махинько В. М., Махинько Л. В. Перспективність використання плодово-ягідних сиропів у технології випікання здобних хлібобулочних виробів. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2012. № 3(88). С. 3–5.
99. Роженко А. С., Мельник О. Ю. Використання калини та продуктів її переробки у виробництві здобних виробів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2022. Вип. 12, т. 3. С. 23.
100. Сиза О. І., Савченко О. М., Журок І. М., Дорожинська М. В. Порошок з вичавків ягід калини в технології виробництва пшеничного хліба. *Технічні науки та технології*. 2018. № 4(10). С. 176–188.
101. Familyk M., Demidova E., Bolgova N., Savenko O., Cherniavska T. Development of bread technology with high biological value and increased shelf life. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 2, Issue 11(116). P. 52–57. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255605>.
102. Familyk M., Demidova E., Nazarenko Y., Tymoshenko A., Ryzhkova T., Severin R., Hnoievyyi I., Yatsenko I. Formation of the quality and shelf life of bread through the additive of powder from rowanberry. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 3, Issue 11(123). P. 42–49. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.278799>.
103. Хомич Г., Лебеденко Т., Крусир Г. Use of chokeberry in the preparation of bakery products. *Ukrainian Food Journal*. 2024. Vol. 13, Issue 2. P. 303–315. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2024-13-2-10>.
104. Cacak-Pietrzak G., Dziki D., Gawlik-Dziki U., Parol-Nadłonek N., Kalisz S., Krajewska A., Stępniewska S. Wheat bread enriched with black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) pomace: physicochemical properties and sensory evaluation. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, Issue 12. Art. 6936. DOI: 10.3390/app13126936.
105. ЛЕКВАР Чорна Перлина. URL: <https://www.zeelandia.ua/products/khlibni-sumishi/lekvar-chorna-perlyna> (дата звернення: 15.09.2025).
106. Stanciu I., Ungureanu E. L., Popa E. E., Geicu-Cristea M., Draghici M., Mitelut A. C., Mustatea G., Popa M. E. The experimental development of bread with

enriched nutritional properties using organic sea buckthorn pomace. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13. Art. 6513.

107. Фалендиш Н. О., Симоненко А. Л. Перспективи використання шроту обліпихи у технології хліба. *Innovations and prospects in modern science: proceedings of the 1st International scientific and practical conference*, 15–17 January 2023, Stockholm, Sweden. Stockholm: SSPG Publish, 2023. P. 192–196.

108. Zhou M., Sun Y., Luo L., Pan H., Zhang Q., Yu C. Road to a bite of rosehip: a comprehensive review of bioactive compounds, biological activities, and industrial applications of fruits. *Trends in Food Science and Technology*. 2023. Vol. 136. P. 76–91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.04.006>.

109. Бажай-Жежерун С. А. Продукти з пророщеного зерна. *Харчова наука і технологія*. 2015. № 3. С. 24–29. URL: <https://journals.uran.ua/foodtech/article/view/50264/46236>.

110. Ikram A., Saeed F., Afzaal M. et al. Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: a comprehensive review. *Food Science & Nutrition*. 2021. Vol. 9, Issue 8. P. 4617–4628. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2408>.

111. Nelson K., Stojanovska L., Vasiljevic T., Mathai M. Germinated grains: a superior whole grain functional food? *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 2013. Vol. 91, Issue 6. P. 429–441. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjpp-2012-0351>.

112. Zilic S., Basic Z., Sukalovic V. H., Maksimovic V., Jankovic M., Filipovic M. Can the sprouting process applied to wheat improve the contents of vitamins and phenolic compounds and antioxidant capacity of the flour? *International Journal of Food Science and Technology*. 2014. Vol. 49. P. 1040–1047. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12397>.

113. Simakhina G. A., Bazhay-Zhezherun S. A., Mykoliv T. I., Bereza-Kindzerska L. V., Antoniuk M. M. The use of the biologically activated grain is in technology of health products. *East European Scientific Journal*. 2016. No. 9, Part 4. P. 147–153.

114. Navarro J. L., López M. S., Salvucci E., León A. E., Steffolani M. E. Chemical and nutritional characterization of sourdoughs made with sprouted and unsprouted

whole-wheat flour and their effects on the technological quality of bread. *Foods*. 2025. Vol. 14. Art. 2805. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14162805>.

115. Шаповаленко О. І., Євтушенко О. О. Зміни в хімічному складі зерна ячменю після його пророщування. *Харчова наука і технологія*. 2012. № 8. С. 34–35.

116. Azeke M. A., Egielewa S. J., Eigbogbo M. U., Ihimire I. G. Effect of germination on the phytase activity, phytate and total phosphorus contents of rice (*Oryza sativa*), maize (*Zea mays*), millet (*Panicum milliaceum*), sorghum (*Sorghum bicolor*) and wheat (*Triticum aestivum*). *Journal of Food Science and Technology*. 2011. Vol. 48, Issue 6. P. 724–729. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0186-y>.

117. Benincasa P., Falcinelli B., Lutts S., Stagnari F., Galieni A. Sprouted grains: a comprehensive review. *Nutrients*. 2019. Vol. 11, Issue 2. Art. 421. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11020421>.

118. Singh A., Sharma S. Bioactive components and functional properties of biologically activated cereal grains: a bibliographic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 57, Issue 14. P. 3051–3071. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1085828>.

119. Singh A. K., Rehal J., Kaur A., Jyot G. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2015. Vol. 55. P. 1575–1589. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.706661>.

120. Ding J., Xiong S., Liu T., Zhao S. Development of GABA enhanced sprouted grain based staple foods. *Sprouted Grains: Nutritional Value, Production, and Applications*. 2nd ed. 2025. P. 359–375. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-23634-1.00011-7>.

121. Xu M., Jin Z., Simsek S., Hall C., Rao J., Chen B. Effect of germination on the chemical composition, thermal, pasting, and moisture sorption properties of flours from chickpea, lentil, and yellow pea. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 295. P. 579–587. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.167>.

122. Chu C., Du Y., Yu X., Shi J., Yuan X., Liu X., Liu Y., Zhang H., Zhang Z., Yan N. Dynamics of antioxidant activities, metabolites, phenolic acids, flavonoids, and

phenolic biosynthetic genes in germinating Chinese wild rice (*Zizania latifolia*). *Food Chemistry*. 2020. Vol. 318. Art. 126483. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126483>.

123. Guo J., Qi X., Liu Y., Guan E., Wen J., Bian K. Structure-activity relationship between gluten and dough quality of sprouted wheat flour based on air classification-induced component recombination. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2023. Vol. 103, Issue 14. P. 6905–6911. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.12783>.

124. Navarro J. L., Losano Richard P., Moiraghi M., Bustos M., León A. E., Steffolani M. E. Effect of different wheat sprouting conditions on the characteristics of whole-wheat flour. *Food Technology and Biotechnology*. 2024. Vol. 62, No. 2. P. 264–274. DOI: <https://doi.org/10.17113/ftb.62.02.24.8435>.

125. Perveen S., Akhtar S., Ismail T., Qamar M., Sattar D.-e.-S., Saeed W., Younis M., Esatbeyoglu T. Comparison of nutritional, antioxidant, physicochemical, and rheological characteristics of whole and sprouted wheat flour. *LWT*. 2024. Vol. 209. Article 116679. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116679>.

126. Cao H., Wang C., Li R., Guan X., Huang K., Zhang Y. Influence of sprouted oat flour substitution on the texture and in vitro starch digestibility of wheat bread. *Food Chemistry: X*. 2022. Vol. 16. Article 100428. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100428>.

127. Abdullah M., Tufail T., Hussain M., Nadeem M., Owais M., Zulkiffal M. et al. Effect of sprouted barley flour on the quality of wheat bread, biscuits and cakes. *Cogent Food & Agriculture*. 2022. Vol. 8, Issue 1. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2022.2122272>.

128. Zhang Z., Jiang Y. Effects of texture and properties on bread dough with addition of germinated glutinous corn flour. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*. 2013. Vol. 28, № 12. P. 23–28.

129. Бурченко Л. М. Технології хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності з подовженим терміном зберігання: дис. ... доктора філософії: 18 – «Виробництво та технології», спец. 181 «Харчові технології» / НУХТ. Київ, 2021. 317 с.

130. Mäkinen O. E., Arendt E. K. Oat malt as a baking ingredient – a comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties. *Journal of Cereal Science*. 2012. Vol. 56, № 3. P. 747–753.
131. Краєвська С., Піддубний В. Оцінка якості житньо-пшеничного хліба з пророщеним насінням льону. *Товари і ринки*. 2023. № 4(48). С. 81–92. DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2023\(48\)07](https://doi.org/10.31617/2.2023(48)07).
132. Samokhvalova O., Oliinyk S., Stepankova G., Shydakova-Kameniuka O. Research of the influence of xanthan gum on rheological properties of dough and quality of bread made from sprouted wheat grain. *Acta Innovations*. 2022. No. 45. P. 62–71. DOI: <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.45.6>.
133. Стеценко Н. О., Сімахіна Г. О., Кльорик Б. О. Новий вид хліба з пророщеного зерна пшениці для покращення здоров'я населення України. *Природничі та медичні науки: актуальні проблеми і перспективи розвитку: збірник матеріалів II Міжнар. наук.-практ. конф.*, 14 листопада 2013 р. Київ, 2013. С. 52–57.
134. Герасимчук О. П. Технологія хліба із пророслого зерна пшениці. *Trends in the scientific development: Abstracts of II International Scientific and Practical Conference*, Vancouver, Sep. 28 – Oct. 01. 2021 p. Vancouver, 2021. P. 379–381.
135. Cardone G., D'Incecco P., Pagani M. A., Marti A. Sprouting improves the bread-making performance of whole wheat flour (*Triticum aestivum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 100, Issue 6. P. 2453–2459. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10264>.
136. Shaimerdenova D., Omaraliyeva A., Tarabayev B., Chakanova Z., Iskakova D., Sarbassova G., Kizatova M., Anuarbekova S. The influence of soft wheat grain germination on its technological properties. *PLoS One*. 2025. Vol. 20, No. 8. Art. e0329975. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0329975>.
137. Кравченко М. Ф., Криворучко М. Ю., Поп Т. М. Борошно з пророщеного зерна пшениці як основа для борошняних кулінарних і кондитерських виробів. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2012. Вип. 1(15). С. 42–48.

138. Кравченко М. Ф., Романовська О. Л., Череп І. П. Вплив борошна «Здоров'я» та порошку кербу на технологічні властивості пшеничного борошна. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2016. № 16. С. 58–62.
139. Marti A., Cardone G., Pagani M. A., Casiraghi M. C. Flour from sprouted wheat as a new ingredient in bread-making. *LWT*. 2018. Vol. 89. P. 237–243. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.052>.
140. Marti A., Cardone G., Nicolodi A., Quaglia L., Pagani M. A. Sprouted wheat as an alternative to conventional flour improvers in bread-making. *LWT*. 2017. Vol. 80. P. 230–236. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.028>.
141. Sun W., Zhang W., Xu Y., Wang P., Shen W. Dough rheology, pasting property, and steamed bread quality of wheat flour as affected by the addition of sprouted wheat flour. *International Journal of Food Properties*. 2023. Vol. 26, No. 1. P. 2160–2170. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2244699>.
142. Mencin M., Markanovič N., Mikulič Petkovšek M., Veberič R., Terpinč P. Bioprocessed wholegrain spelt flour improves the quality and physicochemical characteristics of wheat bread. *Molecules*. 2023. Vol. 28, No. 8. Art. 3428. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28083428>.
143. Iordan M., Stoica A., Popescu E. C. Changes in quality indices of wheat bread enriched with biologically active preparations. *Agricultural and Food Sciences*. 2013. Vol. 14, Issue 2. P. 165–170. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:56474141>.
144. Dhillon B., Choudhary G., Sodhi N. S. A study on physicochemical, antioxidant and microbial properties of germinated wheat flour and its utilization in breads. *Journal of Food Science and Technology*. 2020. Vol. 57, No. 8. P. 2800–2808. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04311-x>.
145. Badawy W. Z., Al-Dalain S. Y., Abdelaziz M., Elgabaly A. A., Morsy O. M., Sami R., Alshehry G., Aljumayi H., Algarni E., Abushal S. A., Almehmadi A. M., Bedaiwi R. I., Kadi R. H., Baakdah F., Aljahani A. H., Morsy M. K. Sprouted wheat flour for improving physical, chemical, rheological, microbial load, and quality

properties of fino bread. *Open Chemistry*. 2024. Vol. 22, No. 1. Art. 20240030. DOI: <https://doi.org/10.1515/chem-2024-0030>.

146.Бажай-Жежерун С., Береза-Кіндзерська Л., Тогачинська О. Пластівці підвищеної харчової цінності на основі біологічно активованого зерна. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Технічні науки*. 2018. Т. 29 (68), № 1, ч. 3. С. 19–24.

147.Ізмайлова О. О. Удосконалення технології пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Київ, 2016. 214 с.

148.Пластівці. URL: <https://ep.rosichi.com/product-category/plastivcs/> (дата звернення: 05.07.2025).

149.Vartolomei N., Turtoi M. Effect of Rosehip Powder Addition on Dough Extensographic, Amylographic and Rheofermentographic Properties and Sensory Attributes of Bread. *Processes*. 2023. Vol. 11, No. 4. P. 1088. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr11041088>.

150.Орлов О. О. Конспект роду *Rosa* L. природного заповідника «Древлянський». *Екологічна безпека та раціональне природокористування: тези Всеукр. наук. конф. здобувачів вищої освіти та молодих учених*, 16 листопада 2023 р. Житомир: Житомирська політехніка, 2023. С. 42. URL: https://rfc.nubip.edu.ua/wp-content/uploads/2025/02/ekologichna-bezpeka-ta-racjonalne-pryrodokorystuvannya-2023_c.pdf.

151.Nadpal J. D., Lesjak M. M., Šibul F. S., Anačkov G. T., Četojević-Simin D. D., Mimica-Dukić N. M., Beara I. N. Comparative study of biological activities and phytochemical composition of two rose hips and their preserves: *Rosa canina* L. and *Rosa arvensis* Huds. *Food Chemistry*. 2016. Vol. 192. P. 907–914. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.089>.

152.Igual M., Chiş M. S., Păucean A., Vodnar D. C., Muste S., Man S., Martínez-Monzó J., García-Segovia P. Valorization of rose hip (*Rosa canina*) puree co-product in enriched corn extrudates. *Foods*. 2021. Vol. 10, No. 11. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10112787>.

153. Koç A. Chemical changes in seeds and fruits of natural growing rosehip (*Rosa* sp.) from Yozgat (Turkey). *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2020. Vol. 19, No. 2. P. 123–134. DOI: <https://doi.org/10.24326/asphc.2020.2.12>.
154. Ozbilen A., Karatas N., Ercisli S. Investigation of fruit quality and biochemical traits of rosehip (*Rosa canina*) ecotypes in the Aegean region of Türkiye. *Horticulturae*. 2023. Vol. 9, No. 12. Art. 1292. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121292>.
155. Krasteva G., Wesselinova D. Bioactive compounds and antioxidant activity in the fruit of rosehip (*Rosa canina* L. and *Rosa rubiginosa* L.). *Molecules*. 2023. Vol. 28, No. 8. Art. 3544. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28083544>.
156. Korkmaz N., Demirsoy H. Physico-chemical and resistance characteristics of rosehip seeds. *Agriculture*. 2025. Vol. 15, No. 14. Art. 1539. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture15141539>.
157. Demir B., Sayıncı B., Yaman M., Sümbül A., Yıldız E., Karakaya O., Alkaya G. B., Ercişli S. Biochemical composition and shape-dimensional traits of rosehip genotypes. *Folia Horticulturae*. 2021. Vol. 33, No. 2. P. 293–308. DOI: <https://doi.org/10.2478/fhort-2021-0022>.
158. Nađpal J. D., Lesjak M. M., Mrkonjić Z. O., Majkić T. M., Četojević-Simin D. D., Mimica-Dukić N. M., Beara I. N. Phytochemical composition and in vitro functional properties of three wild rose hips and their traditional preserves. *Food Chemistry*. 2018. Vol. 241. P. 290–300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.111>.
159. Popović-Djordjević J., Paunović D., Milić A., Krstić Đ., Moghaddam S. S., Roje V. Multi-elemental analysis, pattern recognition techniques of wild and cultivated rosehips from Serbia, and nutritional aspect. *Biological Trace Element Research*. 2021. Vol. 199, No. 3. P. 1110–1122. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02199-4>.
160. Smanalieva J., Iskakova J., Oskonbaeva Z., Wichern F., Darr D. Investigation of nutritional characteristics and free radical scavenging activity of wild apple, pear, rosehip, and barberry from the walnut-fruit forests of Kyrgyzstan. *European Food*

Research and Technology. 2020. Vol. 246, No. 5. P. 1095–1104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03476-1>.

161. Mannozi C., Foligni R., Scalise A., Mozzon M. Characterization of lipid substances of rose hip seeds as a potential source of functional components: A review. *Italian Journal of Food Science*. 2020. Vol. 32, No. 4. P. 721–733. DOI: <https://doi.org/10.14674/IJFS.1867>.

162. Acalugarita I., Krivoruchko Ye. V. Quantitative determination of fatty oils in rose hips. *Topical Issues of New Drugs Development: Abstracts of International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students*, April 23, 2015. Kharkiv: Publishing Office NUPh, 2015. P. 56.

163. Mikulić-Petkovšek M., Slatnar A., Šular G., Veberič R., Štampar F. Chemical composition and mineral content of fresh and dried fruits of the wild rosehip (*Rosa canina* L.) population. *Journal of Central European Agriculture*. 2024. Vol. 25, No. 2. P. 393–403. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/25.2.3939>.

164. Ionescu A.-D., Voicu G., Stefan E.-M., Constantin G.-A., Tudor P., Militaru G. Physico-Chemical and Resistance Characteristics of Rosehip Seeds. *Agriculture*. 2025. Vol. 15, No. 14, Art. 1539. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture15141539>. MDPI

165. Криворучко О. В. Визначення вмісту аскорбінової кислоти в плодах шипшини. *Фітотерапія*. 2014. № 1. С. 64–66. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fch_2014_1_18 (дата звернення: 15.04.2025).

166. Vartolomei N., Turtoi M. The influence of the addition of rosehip powder to wheat flour on the dough farinographic properties and bread physico chemical characteristics. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, Issue 24. Art. 12035. DOI: <https://doi.org/10.3390/app112412035>.

167. Roman I., Stănilă A., Stănilă S. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania. *Chemistry Central Journal*. 2013. Vol. 7. Art. 73. DOI: <https://doi.org/10.1186/1752-153X-7-73>.

168. Ali A., Riaz S., Khalid W., Fatima M., Mubeen U., Babar Q., Manzoor M. F., Zubair Khalid M., Madilo F. K. Potential of ascorbic acid in human health against different diseases: an updated narrative review. *International Journal of Food*

- Properties*. 2024. Vol. 27, No. 1. P. 493–515. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2024.2327335>.
169. Barros L., Carvalho A. M., Ferreira I. C. F. R. Exotic fruits as a source of important phytochemicals: improving the traditional use of *Rosa canina* fruits in Portugal. *Food Research International*. 2011. Vol. 44, No. 7. P. 2233–2236. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.005>.
170. Kayahan S., Ozdemir Y., Gulbag F. Functional compounds and antioxidant activity of *Rosa* species grown in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*. 2023. Vol. 65, No. 4. P. 1079–1086. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00688-5>.
171. Fascella G., D'Angiolillo F., Mammano M. M., Amenta M., Romeo F. V., Rapisarda P., Ballistreri G. Bioactive compounds and antioxidant activity of four rose hip species from spontaneous Sicilian flora. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 289. P. 56–64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.127>.
172. Patel S. Rose hip as an underutilized functional food: evidence-based review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 63. P. 29–38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.001>.
173. Angelov G., Boyadzhieva S., Georgieva S. Rosehip extraction: process optimization and antioxidant capacity of extracts. *Open Chemistry*. 2014. Vol. 12, No. 4. P. 502–508. DOI: <https://doi.org/10.2478/s11532-013-0395-0>.
174. Elmastaş M., Demir A., Genç N., Dölek Ü., Güneş M. Changes in flavonoid and phenolic acid contents in some *Rosa* species during ripening. *Food Chemistry*. 2017. Vol. 235. P. 154–159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.004>.
175. Tabaszewska M., Najgebauer-Lejko D. The content of selected phytochemicals and in vitro antioxidant properties of rose hip (*Rosa canina* L.) tinctures. *NFS Journal*. 2020. Vol. 21. P. 50–56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.09.003>.
176. Cunja V., Mikulic-Petkovsek M., Zupan A., Stampar F., Schmitzer V. Frost decreases content of sugars, ascorbic acid and some quercetin glycosides but stimulates selected carotenes in *Rosa canina* hips. *Journal of Plant Physiology*. 2015. Vol. 178. P. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.01.014>.

177. Nicolescu A., Babotă M., Zhang L., Bunea C. I., Gavrilăş L., Vodnar D. C., Mocan A., Crişan G., Rocchetti G. Optimized ultrasound-assisted enzymatic extraction of phenolic compounds from *Rosa canina* L. pseudo-fruits (rosehip) and their biological activity. *Antioxidants*. 2022. Vol. 11, No. 6. Art. 1123. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11061123>.
178. Goztepe B., Kayacan S., Bozkurt F., Tomas M., Sagdic O., Karasu S. Drying kinetics, total bioactive compounds, antioxidant activity, phenolic profile, lycopene and β -carotene content and color quality of rosehip dehydrated by different methods. *LWT*. 2022. Vol. 153. Art. 112476. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112476>.
179. Medveckienė B., Kulaitienė J., Jarienė E., Vaitkevičienė N., Hallman E. Carotenoids, polyphenols, and ascorbic acid in organic rosehips (*Rosa* spp.) cultivated in Lithuania. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, No. 15. Art. 5337. DOI: <https://doi.org/10.3390/app1015337>.
180. Kaack K., Brøndsted K. B. F. Evaluation of rose hip species for processing of jam, jelly and soup. *The Danish Institute for Plant and Soil Science*. 1991. Vol. 95. P. 353–358. URL: https://dcapub.au.dk/pub/planteavl_95_353.pdf.
181. Yildiz O., Alpaslan M. Properties of rose hip marmalades. *Food Technology and Biotechnology*. 2012. Vol. 50, № 1. P. 98–106. URL: <https://www.researchgate.net/publication/260006200>.
182. İlyasoğlu H., Arpa T. E. Effect of brewing conditions on antioxidant properties of rosehip tea beverage: study by response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*. 2017. Vol. 54, No. 11. P. 3737–3743. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2794-2>.
183. Paunović D., Kalušević A., Petrović T., Urošević T., Djinović D., Nedović V., Popović-Djordjević J. Assessment of chemical and antioxidant properties of fresh and dried rosehip (*Rosa canina* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2019. Vol. 47, No. 1. P. 108–113. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha47111221>.
184. İlyasoğlu H. Characterization of rosehip (*Rosa canina* L.) seed and seed oil. *International Journal of Food Properties*. 2014. Vol. 17, Issue 7. P. 1591–1598. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.777075>.

185. Rao S., Radhakrishnan P., Valiathan S., M. S. Rosehip oil nanoemulsion as a stable delivery system for omega-3 fatty acids to enhance the nutritional value of yogurt. *Food Chemistry Advances*. 2023. Vol. 3. Art. 100545. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100545>.
186. Ahmad N., Anwar F., Gilani A. ul H. Rose hip (*Rosa canina* L.) oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. 2015. P. 667–675. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00076-6>.
187. Ul'chenko N. T., Bekker N. P., Aripov O. A., Glushenkova A. I. Lipids of *Rosa canina* pericarp. *Chemistry of Natural Compounds*. 2009. Vol. 45, No. 6. P. 867–869. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10600-010-9487-7>.
188. Saini A., Kaur R., Kumar S., Saini R. K., Kashyap B., Kumar V. New horizon of rosehip seed oil: extraction, characterization for its potential applications as a functional ingredient. *Food Chemistry*. 2024. Vol. 437. Art. 137568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137568>.
189. Burdo O., Alhurie U., Syrotyuk I., Levtrynskaya J., Rosmami Pur D. The using of mechanodiffusion effect in the production of concentrated polyextracts. *Food Science and Technology*. 2018. Vol. 12, No. 3. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v12i3.1045>.
190. Levtrynskaya J. O., Alhuri U., Golynskaya Ya. A., Grigorenko T. S. Vacuum microwave technologies in the production of phytopreparations from rose hips. *Scientific Works*. 2018. Vol. 82, No. 1. DOI: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v82i1.1004>.
191. Špaglová M., Matušková M., Lawson M. K., Čuchorová M., Čierna M., Krchňák D., Mikušová V., Piešťanský J., Mikuš P. Technological processing of dried powdered rosehips to tablets through wet granulation. *European Pharmaceutical Journal*. 2023. Vol. 70, No. 1. P. 12–20. DOI: <https://doi.org/10.2478/afpuc-2023-0061>.
192. Гойко І. Ю., Сімахіна Г. О. Перспективи використання дикорослої сировини для одержання безалкогольних напоїв антиоксидантної дії. *Scientific Works of NUFT*. 2014. Vol. 20, No. 6. P. 219–225.

193. Kaplina T., Mironov D. Technology of drinks based on water extracts of rosehip, sea buckthorn and viburnum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2014. Vol. 5, No. 11(71). P. 34–39. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.27659>.
194. Taneva I., Panayotov P. Analysis of vitamin C enriched yoghurt by direct extraction of rosehip fruit in cow's milk during storage. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2019. Vol. 7, No. 1. P. 61–69. DOI: <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2019-7-1-8>.
195. Ozcelik F., Akan E., Kinik O. Use of Cornelian cherry, hawthorn, red plum, rosehip and pomegranate juices in the production of water kefir beverages. *Food Bioscience*. 2021. Vol. 42. Art. 101219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101219>.
196. Мукоїд Р. М., Іванов Є. І., Василів В. П. Виготовлення квасу з нетрадиційної сировини. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 3–4. С. 235–240. DOI: <https://doi.org/10.31548/bio2018.03.030>.
197. Mosanu A., Cristea E., Patras A., Sturza R., Niculaua M. Rose hips, a valuable source of antioxidants to improve gingerbread characteristics. *Molecules*. 2020. Vol. 25, No. 23. Art. 5659. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25235659>.
198. Oliinyk S., Samokhvalova O., Lapitskaya N. The influence of meal of rose hips on the ripening and quality of rye-wheat bread. *Scientific Works of National University of Food Technologies*. 2019. Vol. 25, No. 6. P. 249–258. DOI: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-6-31>.
199. Шматченко Н. В. Удосконалення технології мармеладу желейно-фруктового з використанням плодово-овочевих кріодобавок: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Харків, 2018. 205 с.
200. Popovici V., Radu O., Hubenia V., Covaliov E., Capcanari T., Popovici C. Physico-chemical and sensory properties of functional confectionery products with Rosa canina powder. *Ukrainian Food Journal*. 2019. Vol. 8, No. 4. P. 815–827. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2019-8-4-12>.

201. Ghendov-Mosan A., Cristea E., Patras A., Sturza R., Niculau M. Rose hips, a valuable source of antioxidants to improve gingerbread characteristics. *Molecules*. 2020. Vol. 25, No. 23. Art. 5659. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25235659>.
202. Рогова А. Л., Гризовська Л. О., Чоні І. В. Обґрунтування використання порошку шипшини в технології бісквітних виробів. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2023. № 33. С. 66–73.
203. Артамонова М. В., Гавриш Т. В., Воронкін А.О. Розробка макаронних виробів підвищеної харчової цінності. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць*. Харків: ДБТУ, 2025. Вип. 2(38). С. 29–40.
204. Chrubasik C., Roufogalis B. D., Müller-Ladner U., Chrubasik S. A systematic review on the Rosa canina effect and efficacy profiles. *Phytotherapy Research*. 2008. Vol. 22, No. 6. P. 725–733. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.2400>.
205. Boz H., Karaoğlu M. M., Kotancilar H. G., Gerçekaslan K. E. The effects of different materials as dough improvers for organic whole wheat bread. *International Journal of Food Science & Technology*. 2010. Vol. 45, No. 7. P. 1472–1477. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02289.x>.
206. Chochkov R., Zlateva D., Ivanova P., Stefanova D. Effect of rosehip flour on the properties of wheat dough and bread. *Ukrainian Food Journal*. 2022. Vol. 11, No. 4. P. 558–572. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2022-11-4-6>.
207. Ivanova P., Chochkov R., Zlateva D., Stefanova D. Total phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of wheat bread enriched with pumpkin, chestnut and rosehip flour. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. 2023. Vol. 15, No. 2. P. 33–41. DOI: <https://doi.org/10.34302/crpjfst/2023.15.2.4>.
208. Lebedenko T., Korkach H., Kozhevnikova V., Novichkova T. Methods of regulating physical properties of dough using phytoextracts. *Food Science and Technology*. 2019. Vol. 12, No. 4. URL: <https://doi.org/10.15673/fst.v12i4.1182>.
209. Олійник С. Г., Самохвалова О. В., Лапицька Н. В. Вплив шроту плодів шипшини на процеси дозрівання та якість житньо-пшеничного хліба. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Т. 25, № 6. С. 250–259.

- 210.Oliinyk S., Samokhvalova O., Lapitska N., Kucheruk Z. Studying the influence of meals from wheat and oat germs, and rose hips, on the formation of quality of rye-wheat dough and bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 1, Issue 11(103). P. 59–65. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.187944>.
- 211.Lapytska N., Syza O., Gorodyska O., Savchenko O., Rebenok E. The impact of rosehip oil on quality of rye-wheat bread. *Biota. Human. Technology*. 2022. Issue 2. P. 106–117. DOI: <https://doi.org/10.58407/bht.2.22.8>.
- 212.Gül H., Şen H. The influence of rosehip seed flour on bread quality. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*. 2017. Vol. 21. P. 336–342. URL: <http://biotechnologyjournal.usamv.ro/pdf/2017/vol2017.pdf>.
- 213.Cingöz A., Şahin N. Determination of rheological and chemical properties of hemp, rosehip seed and safflower flours. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2023. Vol. 29. P. 914–923. DOI: <https://doi.org/10.15832/ankutbd.1178258>.
- 214.Pop I.-A., Dossa S., Stoin D., Neagu C., Moigradean D., Alexa E., Poiana M.-A. Nutritional, rheological, and functional assessment in the development of bread using chestnut and rosehip-fortified wheat flour. *Foods*. 2025. Vol. 14, No. 19. Art. 3343. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14193343>.
215. Alashbayeva L., Kenzhekhojayev M., Borankulova A., Muldabekova B., Yakiyayeva M., Tursunbayeva S., Dyusembaeva Z. Enhancing the quality of wholemeal bread with chia, sesame, and rosehip: mathematical modelling and organoleptic analysis. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2024. Vol. 18. P. 993–1005. DOI: <https://doi.org/10.5219/2006>.
216. Wang Y., Chen Y., Xiao Y., Zhang H., Li C. Effects of rose powder on the physicochemical properties of wheat flour and dough, and the quality of Chinese steamed bun. *LWT – Food Science and Technology*. 2025. Vol. 215. Art. 117295. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117295>.
217. Nastić N., Vasić A., Šoronja Simović D., Vladić J., Jokić S., Aladić K., Vidović S. Underutilized *Rosa canina* herbal dust as an innovative natural functional and health promoting ingredient: a proposal of two-novel approaches. *Waste and Biomass*

- Valorization*. 2023. Vol. 14, No. 4. P. 1207–1217. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12649-022-01924-5>.
218. Натуральні харчові порошки. URL: <https://myeco.kiev.ua/ua/g84479841-naturalnye-pischevye-poroshki> (дата звернення: 15.01.2026).
219. Борошно та хлібобулочні вироби. Нормативні документи: довідник у 2 т. Т. 1 / за ред. В. Л. Іванова. Львів: Леонорм-стандарт, 2000. 258 с.
220. Дробот В. І., Арсенєва Л. Ю., Білик О. А. та ін. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва. Київ: Центр навч. літ-ри, 2006. 341 с.
221. ДСТУ 7803:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання вітаміну С. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 18 с.
222. ДСТУ ISO 1871:2009. Харчові продукти і корми тваринні. Загальні настанови щодо визначення азоту методом К'ельдаля. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2010. 12 с.
223. ДСТУ ISO 13903:2009. Корми для тварин. Метод визначення вмісту амінокислот (ISO 13903:2005, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2011. 22 с.
224. WHO/FAO/UNU. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper No. 92. Rome: FAO, 2013. 66 p. URL: <https://www.fao.org/3/i3124e/i3124e.pdf>.
225. ДСТУ ISO 6492:2003. Корми для тварин. Визначання вмісту сирого жиру (ISO 6492:1999, IDT).. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. 13 с.
226. ДСТУ ISO 10520:2001. Крохмаль нативний. Визначення вмісту крохмалю методом Еверса (поляриметричний метод). Київ: Держстандарт України, 2003. 10 с.
227. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 21 с.
228. Дорохович А. М., Ковбаса В. М., Дорохович В. В. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів: навч. посібник / НУХТ. Київ: Інкос, 2015. 632 с.

- 229.Хімія рослинної сировини: лабораторний практикум / уклад.: О. В. Кравченко, Н. В. Бондар. Київ: НУХТ, 2017. 120 с.
- 230.Харчова хімія: лабораторний практикум / уклад.: Н. В. Бондар, О. В. Кравченко. Київ: НУХТ, 2016. 140 с.
231. Tütem E., Apak R., Günaydın E., Sözgen Başkan K. Spectrophotometric determination of vitamin E (α -tocopherol) using copper(II)-neocuproine reagent. *Talanta*. 1997. Vol. 44. No. 2. P. 249–255. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(96\)02041-3](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(96)02041-3).
- 232.Леонов О. Ю., Усова З. В., Суворова К. Ю., Шелякіна Т. А. Вдосконалена методика визначення вмісту каротиноїдних пігментів у зерні та борошні пшениці м'якої для селекційних досліджень. Харків, 2020. 15 с.
- 233.ДСТУ 4112.41:2003. Вина, виноматеріали і сусло. Метод визначання фенольних речовин (індекс Фоліна–Чікольтеу). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2003. 14 с.
- 234.Слободянюк Н. М., Школьнікова І. А. Визначення поліфенольних сполук у рослинній сировині лікарських рослин. *Фармацевтичний журнал*. 2016. № 4. С. 56–60.
- 235.Grevtseva N., Gorodyska O., Brykova T., Gubsky S. The Use of Wine Waste as a Source of Biologically Active Substances in Confectionery Technologies. In: Stabnikova O., Shevchenko O., Stabnikov V., Octavio Paredes-López O. (Eds.). *Bioconversion of Wastes to Value-added Products*. Chapter 3, P. 70–111. CRC Press, 2023. 384 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003329671>.
- 236.Gubsky S., Labazov M., Samokhvalova O., Grevtseva N., Gorodyska O. Optimization of extraction parameters of phenolic antioxidants from defatted grape seeds flour by response surface methodology. *Ukrainian food journal*. 2018. Vol. 7, Issue 4. P. 627–639. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UFJ_2018_7_4_8.
- 237.Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посібник / за ред. В. І. Дробота. Київ: Кондор-Видавництво, 2015. 972 с.

- 238.Борисенко О. В. Удосконалення технології хлібобулочних виробів збагачених харчовими волокнами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Київ, 2008. 20 с.
- 239.ДСТУ 8453:2015. Препарати ферментні. Методи визначення амілолітичної активності. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 11 с.
- 240.ДСТУ 8452:2015. Препарати ферментні. Методи визначення протеолітичної активності. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 12 с.
- 241.Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Київ, 2016. 158 с.
- 242.ДСТУ 4235:2003. Зернові культури і продукти помелу зернових. Визначення в'язкості борошна. Метод з використанням амілографа (ISO 7973:1992, MOD). Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 15 с.
- 243.ДСТУ 4111.1-2002. Борошно пшеничне. Фізичні характеристики тіста. Частина 1. Визначання водовбиральності та реологічних властивостей фаринографом (ISO 5530-1:1997, MOD). Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 12 с.
- 244.Борошно пшеничне. Фізичні характеристики тіста. Частина 4. Визначання реологічних властивостей альвеографом (ISO 5530-4:1991, MOD). Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 12 с.
- 245.Гуць В. С., Коваль О. А. Адгезія харчових продуктів в процесах пакування. *Упаковка*. 2006. № 2. С. 39–43.
- 246.ДСТУ 7044:2022. Вироби хлібобулочні: правила приймання, методи відбирання проб, методи визначання органолептичних показників і маси виробів. Київ, 2009. 10 с.
- 247.ДСТУ 7045:2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників. Київ, 2009. 38 с.
- 248.Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник: навч. посібник. 2-ге вид., переробл. і допов. Київ: ПрофКнига, 2019. 580 с.

- 249.Юрчак В. Г., Арсенєва Л. Ю., Махинько В. М. та ін. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві. Київ: Кондор, 2010. 439 с.
- 250.Bourne M. C. Food texture and viscosity: Concept and measurement. 2nd ed. Academic Press, 2002. URL: <https://surl.lu/luevih>.
- 251.TA.XTplusC Texture Analyser. URL: <https://www.stablemicrosystems.com/products/taxtplusc-texture-analyser/> (дата звернення: 24.08.2025).
- 252.ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. Київ. ДП «УкрНДНЦ», 2016. 15 с.
- 253.ДСТУ EN ISO 4832:2014. Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку бактерій групи кишкових паличок. Метод підрахунку колоній.
- 254.ДСТУ ISO 4832:2015. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування коліформ. Метод підрахування колоній (ISO 4832:2006, IDT).
- 255.ДСТУ EN ISO 6579-1:2022. Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення, підрахунку та серотипування *Salmonella*. Частина 1. Виявлення *Salmonella* spp. (EN ISO 6579-1:2017, IDT; ISO 6579-1:2017).
- 256.ДСТУ 8447:2015. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. Київ. ДП «УкрНДНЦ», 2016. 15 с.
- 257.Лисюк Г. М., Шидакова-Каменюка О. Г., Самохвалова О. В., Нєміріч О. В., Дьяков О. Г. Основи наукових досліджень і технічної творчості : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2014. 202 с.
- 258.Aoki N., Scofield G. N., Wang X. D., Offler C. E., Patrick J. W., Furbank R. T. Pathway of sugar transport in germinating wheat seeds. *Plant Physiology*. 2006. Vol. 141. P. 1255–1263.
- 259.Sadeghifar H., Ragauskas A. J. Lignin as a natural antioxidant: chemistry and applications. *Macromol.* 2025. Vol. 5, No. 1. Art. 5. DOI: <https://doi.org/10.3390/macromol5010005>.

260. Popoola-Akinola O. O., Raji T. J., Olawoye B. Lignocellulose, dietary fibre, inulin and their potential application in food. *Heliyon*. 2022. Vol. 8, No. 8. Art. e10459. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10459>.
261. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії: наказ МОЗ України від 03.09.2017 № 1073. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text> (дата звернення: 27.05.2025).
262. Csepregi K., Neugart S., Schreiner M., Hideg É. Comparative Evaluation of Total Antioxidant Capacities of Plant Polyphenols. *MDPI Molecules*. 2016. Vol. 21, Issue 2. Art. 208. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21020208>.
263. Zou Y. et al. Antioxidant Activities and Phenolic Compositions of Wheat Germ as Affected by the Roasting Process. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2015. Vol. 92. P. 1303–1312.
264. Boulos N. N., Greenfield H., Wills R. B. H. Water holding capacity of selected soluble and insoluble dietary fibre. *International Journal of Food Properties*. 2000. Vol. 3, No. 2. P. 217–231. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942910009524629>.
265. Bilash B., Samokhvalova O., Oliinyk S., Bolkhovitina O., Cherevychna N. Assessment of the effect of rosehip powder on the structural and mechanical properties of wheat dough and bread. *Technology Audit and Production Reserves*. 2026. Vol. 2(3(88)). P. 53–57. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2026.358699>.
266. Білаш Б. Г. Вивчення впливу сумісного внесення пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на якість і харчову цінність хліба. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі: збірник наукових праць*. 2026. Вип. 1(39). С. 35–48. DOI: <https://doi.org/10.31359/2312.3990.2026.39.1.35>.
267. Білаш Б. Г. Хімічний склад і функціонально-технологічні властивості пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини як сировини для виробництва хліба підвищеної харчової цінності. *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем – 2026: матеріали XVI Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Чернігів, 21–22 травня 2026 р. / НУ «Чернігівська політехніка». Чернігів, 2026. С. 26–27.

- 268.Олійник С. Г., Самохвалова О. В., Білаш Б. Г. Перспективи використання пластівців з пророщеного зерна пшениці у технології хліба пшеничного. *Наукові підсумки 2024 року: збірка наук. праць XIII наукової конф.* Харків, 2024. С. 79.
- 269.Wu Y., Liu Y., Jia Y., Zhang H., Ren F. Formation and Application of Starch-Polyphenol Complexes: Influencing Factors and Rapid Screening Based on Chemometrics. *MDPI Foods*. 2024. Vol. 13, No. 10. Art. 1557. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13101557>.
- 270.Collar C., Santos E., Rosell C. M. Assessment of the rheological profile of fibre-enriched bread doughs. *Elsevier Journal of Food Engineering*. 2007. Vol. 78, Issue 3. P. 820–826. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.026>.
- 271.Wang J., Rosell C. M., Benedito de Barber C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Elsevier Food Chemistry*. 2002. Vol. 79, Issue 2. P. 221–226. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00135-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00135-8).
- 272.Samokhvalova O., Chernikova Yu., Oliinyk S., Kasabova K. The effect of microbial polysaccharides on the properties of wheat flour. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2015. Vol. 6, No. 10(77). P. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.56177>.
- 273.Welc-Stanowska R., Kłosok K., Nawrocka A. Effects of gluten–phenolic acids interaction on gluten structure and functional properties. *Elsevier Journal of Cereal Science*. 2023. Vol. 111. Art. 103682. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103682>.
- 274.Krekora M., Miś A., Nawrocka A. Molecular interactions between gluten network and phenolic acids during overmixing studied by FT-IR spectroscopy. *Elsevier Journal of Cereal Science*. 2021. Vol. 99. Art. 103203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103203>.
- 275.Du J., Dang M., Khalifa I., Du X., Xu Y., Li C. Persimmon tannin changes wheat gluten properties by altering cross-linking and secondary structure in a dose-dependent manner. *Elsevier Food Research International*. 2020. Vol. 137. Art. 109536. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109536>.
- 276.Oliinyk S., Samokhvalova O. Wild edible plant used in bakery production: application of by-product from rose hip (*Rosa canina* L.) processing. *Wild Edible*

Plants: Improving Food's Nutritional Value and Human Health through Biotechnology / eds. Sergiy Gubsky, Olena Stabnikova, Viktor Stabnikov, Octavio Paredes-López. CRC Press, 2025. Chapter 10. P. 268–293.

277.Oliinyk S., Samokhvalova O., Bilash B., Bolkhovitina O. Impact of sprouted wheat grain flakes on the quality characteristics of dough and bread made from wheat flour. *EUREKA: Life Sciences*. 2024. Vol. 3. P. 54–60. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2024.003579>.

278.Oliinyk S., Samokhvalova O., Bilash B., Bolkhovitina O. Determination of the influence of rosehip powder on the quality of wheat dough and bread. *Technology Audit and Production Reserves*. 2026. Vol. 1(3(87)). P. 45–50. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2026.353167>.

279.Білаш Б. Г., Олійник С. Г., Самохвалова О. В., Болховітіна О. І. Вплив порошку з плодів шипшини на технологічні властивості пшеничного борошна. *Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Харків, 15 травня 2025 р. / ДБТУ. Харків, 2025. С. 73–74.

280.Білаш Б. Г., Тарасова В. О. Особливості формування якості хліба з додаванням пластівців з пророщеного зерна пшениці. *Інноваційні технології розвитку харчових виробництв та ресторанної індустрії: наукові пошуки молоді: II Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих вчених*, м. Харків, 7 листопада 2024 р. / ДБТУ. Харків, 2024. С. 110.

281.Білаш Б. Г., Самохвалова О. В., Олійник С. Г. Вплив пластівців з пророщеного зерна пшениці на властивості пшеничного борошна та якість хліба. *Технології харчових продуктів і комбікормів: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Одеса, 23–26 вересня 2025 р. / ОНТУ. Одеса, 2025. С. 55–57.

282.Білаш Б. Г. Вплив порошку з плодів шипшини на процеси дозрівання тіста та якість хліба з пшеничного борошна. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку індустрії гостинності і крафтових виробництв: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 95-річчю заснування Харківського національного*

економічного університету імені Семена Кузнеця, м. Харків, 20 листопада 2025 р. Харків, 2025. С. 469–472.

283. Про прожитковий мінімум: Закон України від 15.07.1999 № 966-XIV. Редакція від 20.01.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/966-14#Text> (дата звернення: 07.10.2025).

284. Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів: Закон України від 06.12.2018 № 2639-VIII. Редакція від 02.03.2026. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19#Text> (дата звернення: 07.10.2025).

285. Про затвердження Вимог до тверджень про поживну цінність харчових продуктів та тверджень про користь для здоров'я харчових продуктів: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 15.05.2020 № 1145. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE35028?an> (дата звернення: 08.10.2025).

286. Guideline: sodium intake for adults and children. World Health Organization Geneva: World Health Organization, 2012. URL: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/d0f9feb5-ed78-44d1-9e06-533a93352012/content> (дата звернення: 08.10.2025).

287. Про затвердження Тимчасових гігієнічних нормативів вмісту мікроорганізмів в хлібі та хлібобулочних виробих: постанова Міністерства охорони здоров'я України від 25.07.2002 № 30. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0030588-02#Text> (дата звернення: 09.10.2025).

288. Nogueira E., Gomes S., Lopes J. M. Unveiling triple bottom line's influence on business performance. *Springer Nature Discover Sustainability*. 2025. Vol. 6, Issue 1. Art. 43. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-025-00804-x#citeas> (дата звернення: 28.02.2026).

289. Ціни на продукти харчування. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/wares/prods/> (дата звернення: 28.02.2026).

290. Хліб «Київхліб». URL: <https://surli.cc/pvjdzr> (дата звернення: 28.02.2026).

291. Хліб «Грано». URL: <https://surli.li/fuzxfg> (дата звернення: 28.02.2026).

292. Коефіцієнт викидів парникових газів для виробництва та споживання електроенергії. URL: <https://gto.dixigroup.org/assets/images/files/filesdixi-gto-electricity-grid-ef.pdf> (дата звернення: 28.02.2026).

293. Білаш Б. Г., Олійник С. Г., Самохвалова О. В., Торяник Д. О. Обґрунтування технологічних параметрів виробництва хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини. *Інновації та сталий розвиток у сфері гостинності, харчових технологій та прикладних наук: зб. тез доп. Всеукр. наук.-практ. конф.*, м. Чернігів, 15 травня 2026 р. / НУЧК ім. Т. Г. Шевченка. Чернігів, 2026. С. 69–70.

294. Білаш Б. Г., Олійник С. Г., Самохвалова О. В. Вплив сумісного використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини на збереження свіжості пшеничного хліба. *Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Харків, 15 травня 2026 р. / ДБТУ. Харків, 2026. С. 84–85.

ДОДАТКИ

Додаток А

**Рецептури хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна
пшениці і порошку з плодів шипшини**

Додаток А.1

Рецептура на хліб «Сила природи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

Державного біотехнологічного університету,

д.т.н., проф.



В.М. Михайлов

2026 р.

РЕЦЕПТУРА

Хліб «Сила природи»

Згідно з ДСТУ- П 4588:2006

РЦ У 10.8–44234755–004:2026

Виробляється за технологічною інструкцією ТІ У 10.8–44234755–004:2026

Чинна з 3 лютого 2026 р.

РОЗРОБЛЕНО:

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.

 О.В. Самохвалова

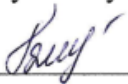
«3» лютого 2026 р.

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.,

 С.Г. Олійник

«3» лютого 2026 р.

Здобувач ступеня доктор філософії

 Б.Г. Білаш

«3» лютого 2026 р.

Харків – 2026

РЦ У 10.8–44234755–004:2026

1. Характеристика готової продукції

Хліб «Сила природи» відносяться до групи виробів, збагачених харчовими волокнами, і виробляється з пшеничного борошна першого гатунку, пластівців із пророщеної пшениці, порошку з плодів шипшини, дріжджів хлібопекарських пресованих, солі кухонної.

Маса виробу становить 0,5 кг

1.1. Органолептичні показники якості

За органолептичними показниками хліб «Сила природи» повинен відповідати вимогам наведеним в таблиці 1.

Таблиця 1

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
форма	Правильна форма, без підривів та тріщин
поверхня	Відповідає виду, без забруднень, шорохувата
колір	Коричневий, без підгорілості
Стан м'якушки:	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок та слідів непромісу
пористість	Розвинута, тонкостінна
Смак	Властивий виробу з приємним шипшиновим і солодовим присмаком
Запах	Властивий виробу з легким шипшиновим і солодовим ароматом
Вміст мінеральних домішок	Під час розжовування не повинно відчуватися хрусту

2. Фізико-хімічні показники якості

За фізико-хімічними показниками хліба «Сила природи» повинен відповідати вимогам наведеним в таблиці 2.

Таблиця 2

Найменування показника	Норма
Вологість, %, не більше, ніж	45,8
Кислотність, град., не більше, ніж	3,8
Пористість, % не менше	71

3. Співвідношення частин сировини

Співвідношення частин сировини за масою із розрахунку на 100 кг борошна зазначено в таблиці 3.

Таблиця 3

Найменування сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне першого сорту	74,0
Пластівці з пророщеного зерна пшениці	20,0
Порошок з плодів шипшини	6,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна	1,3
Вода, л	За розрахунком
Разом, кг	103,8
Мінімальний вихід виробу при масовій частці вологи борошна 14,5 %, масою 0,3 кг – 143%	

4. Термін максимальної витримки на підприємстві

Термін максимальної витримки на підприємстві після виймання з печі виробів без упаковки масою 0,5 кг – не більше, ніж 6 год (упакованих – не більше, ніж 12 год).

5. Термін придатності до споживання

Термін придатності до споживання (термін реалізації у роздрібній мережі) виробів з моменту виймання з печі, не більше, ніж: 36 год – для виробів без упаковки масою 0,5 кг включно; 72 год – для виробів упакованих масою 0,5 кг включно.

6. Харчова (поживна) та енергетична цінність (калорійність)

Інформаційні дані про харчову (поживну) та енергетичну цінність (калорійність) зазначено в додатку А до рецептури.

Додаток А

Інформаційні дані про харчову (поживну) та енергетичну цінність (калорійність) в 100 г виробу

Білки, г	7,55
Жири, г	1,10
Вуглеводи, г	44,80
Харчові волокна, г	4,90
Енергетична цінність 100г продукту, ккал	217,0

Додаток А.2

Рецептура на хлібець «Корисний мікс»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного університету,
д.т.н., професор

В.М. Михайлов

«3» лютого 2026 р.**РЕЦЕПТУРА****Хлібець «Корисний мікс»****РЦ У 10.8–44234755–003:2026****Згідно з ДСТУ- П 4588:2006**

Виробляється за технологічною інструкцією ТІ У 10.8–44234755–003:2026

Чинна з 3 лютого 2026 р.

РОЗРОБЛЕНО:

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.,

О.В. Самохвалова

«3» лютого 2026 р.

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.,

С.Г. Олійник

«3» лютого 2026 р.

Здобувач ступеня доктор філософії

Б.Г. Білаш

«3» лютого 2026 р.

Харків – 2026

1.Характеристика готової продукції

Хлібець «Корисний мікс» відносяться до групи виробів, збагачених харчовими волокнами і виробляється з пшеничного борошна першого гатунку, пластівців із пророщеної пшениці, порошку з плодів шипшини, дріжджів хлібопекарських пресованих, цукру, олії соняшникової, солі кухонної.

Маса виробу становить 0,3 кг.

1.2. Органолептичні показники якості

За органолептичними показниками хлібець «Корисний мікс» повинен відповідати вимогам наведеним в таблиці 1.

Таблиця 1

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
форма	Продовгувато-овальна, без підривів та тріщин
поверхня	Відповідає виду, без забруднень, посипана пластівцями з пророщеного зерна пшениці
колір	Коричневий, без підгорілості
Стан м'якушки:	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок та слідів непромісу
пористість	Розвинута, рівномірна
Смак	Властивий виробу з приємним шипшиновим і солодовим присмаком
Запах	Властивий виробу з легким шипшиновим і солодовим ароматом
Вміст мінеральних домішок	Під час розжовування не повинно відчуватися хрусту

1.2.Фізико-хімічні показники якості

За фізико-хімічними показниками хлібець «Корисний мікс» повинен відповідати вимогам наведеним в таблиці 2.

Таблиця 2

Найменування показника	Норма
Вологість, %, не більше, ніж	44,3
Кислотність, град., не більше, ніж	3,7
Пористість, % не менше	73

3.Співвідношення частин сировини

Співвідношення частин сировини за масою із розрахунку на 100 кг борошна зазначено в таблиці 3.

Таблиця 3

Найменування сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне першого гатунку	79,0
Пластівці з пророщеного зерна пшениці в тісто на оброблення	15,0 4,0
Порошок з плодів шипшини	6,0
Цукор	2,0
Олія соняшникова	2,1
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна	1,5
Вода, л	За розрахунком
Разом, кг	112,1
Мінімальний вихід виробу при масовій частці вологи борошна 14,5 %, масою 0,3 кг – 144%	

4. Термін максимальної витримки на підприємстві

Термін максимальної витримки на підприємств після виймання з печі виробів без упаковки масою 0,3 кг – не більше, ніж 6 год (упакованих – не більше, ніж 12 год).

5. Термін придатності до споживання

Термін придатності до споживання (термін реалізації у роздрібній мережі) виробів з моменту виймання з печі, не більше, ніж: 36 год – для виробів без упаковки масою 0,3 кг включно; 72 год – для виробів упакованих масою 0,3 кг включно.

6. Харчова (поживна) та енергетична цінність (калорійність)

Інформаційні дані про харчову (поживну) та енергетичну цінність (калорійність) зазначено в додатку А до рецептури.

Додаток А

Інформаційні дані про харчову (поживну) та енергетичну цінність (калорійність) в 100 г виробу

Білки, г	7,40
Жири, г	2,50
Вуглеводи, г	46,50
Харчові волокна, г	4,87
Енергетична цінність 100г продукту, ккал	238,0

Додаток Б

**Технологічні інструкції на виробництво хліба з сумісним додаванням
пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини**

Додаток Б.1

Технологічна інструкція на виробництво на хліба «Сила природи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

Державного біотехнологічного університету,

д.т.н., проф.

В.М. Михайлов

«3» лютого 2026 р.



**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
на виробництво**

**Хліб «СИЛА ПРИРОДИ»
ТІ У 10.8-44234755-004:2026**

ДСТУ- П 4588:2006

Чинна з «3» лютого 2026 р.

РОЗРОБЛЕНО:

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.

 О.В. Самохвалова

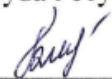
«3» лютого 2026 р.

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.,

 С.Г. Олійник

«3» лютого 2026 р.

Здобувач ступеня доктор філософії

 Б.Г. Білаш

«3» лютого 2026 р.

Харків – 2026

ТІ У 10.8-44234755-004:2026

1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

Дана технологічна інструкція поширюється на виробництво хліба «Сила природи», що виробляється із пшеничного борошна першого гатунку, пластівців із пророщеного зерна пшениці, порошку з плодів шипшини та іншої сировини за рецептурою, наведеною в даній технологічній інструкції.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість хліба «Сила природи» повинна відповідати вимогам ДСТУ - П 4588:2006. Хліб «Сила природи» виробляється формовим, цілим або нарізним на скибки, упакованим та без упаковки. Форма – відповідає формі, в якій випікався виріб, без бокових впливів і деформацій. Маса виробів – 0,5 кг.

3. ПЕРЕЛІК СИРОВИНИ

Для виробництва хліба «Сила природи» використовується така сировина:

- борошно пшеничне першого гатунку згідно з ГСТУ 46.004 – 99;
- дріжджі хлібопекарські пресовані згідно з ДСТУ 4812:2007;
- сіль кухонна згідно з ДСТУ 3583-2015;
- вода питна згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10;
- пластівці з пророщеного зерна пшениці згідно з ТУ У 15.6-21512404-001-2003;
- порошок з плодів шипшини згідно з ТУ У 10.3-2824409292-001:2019

та інша сировина за діючою документацією відповідно до діючих взаємозамін сировини.

4. ПІДГОТОВКА СИРОВИНИ ДО ВИРОБНИЦТВА.

Підготовка сировини до виробництва повинна проводитись згідно з відповідним розділом «Правил з організації і ведення технологічного процесу на хлібопекарських підприємствах» (Київ, 2000).

5. ПРИГОТУВАННЯ ТІСТА

Тісто для хліба «Сила природи» готується однофазним безопарним способом.

Рецептура і режим приготування тіста наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Рецепт та режим приготування

Найменування сировини, напівфабрикатів і показників технологічного процесу	Витрати сировини, кг/ параметри технологічного процесу
1	2
Борошно пшеничне першого гатунку	74,0
Пластівці з пророщеного зерна пшениці	20,0
Порошок плодів шипшини	6,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна	1,3
Вода, л	За розрахунком
Вологість, %	46,4
Температура початкова, °C	27±1
Тривалість бродіння, хв	150±5
Кислотність кінцева, град не більше	4,4
Тривалість вистоювання тістових заготовок, хв	40±1
Температура пекарської камери, °C	200±20
Тривалість випікання, хв	29±1

В залежності від якості дріжджів, борошна та умов виробництва можливі зміни параметрів, співвідношень борошна та води за стадіями технологічного процесу.

Для приготування тіста у діжу місильної машини вносять воду, суспендовані дріжджі пресовані, розчин солі, борошно пшеничне, попередньо гідратовані пластівці із пророщеного зерна пшениці (гідромодуль 1:2), порошок з плодів шипшини, олію соняшникову, цукор та здійснюють змішування у двошвидкісних тістомісильних машинах протягом 3-5 хв на першій швидкості та 5-7 хв на другій швидкості до утворення добре вимішаного тіста і залишають на дозрівання. Готовність тіста визначають за тривалістю бродіння, встановленої технологічним режимом, накопиченням заданої кислотності, збільшенням об'єму в 1,5-2 рази та іншими органолептичними показниками. Технологічні

параметри замішування змінюватись в залежності від якості борошна та умов виробництва.

6. ОБРОБЛЕННЯ ТА ВИПІКАННЯ

Поділ тіста здійснюють на тістоподільних машинах або вручну. Масу тістових заготовок визначають, виходячи із установленної маси готового виробу, з урахуванням затрат на величину упікання та усихання на підприємстві. Поділені тістові заготовки округлюють і укладають заготовкам надають продовгувато-овальної форми на тістозакатувальній машині. Сформовані тістові заготовки укладають на попередньо змащені олією листи і направляють на вистоювання. Вистоювання тістових заготовок проводиться у вистоювальних шафах різних типів за температури 35-37°C та відносній вологості 75-85%. Тривалість вистоювання 39-41 хв. Після вистоювання тістові заготовки направляють на випікання у зволоженій пекарній камері за температури 180-220°C протягом 28-30 хв. Температурний режим, тривалість випікання та вистоювання можуть змінюватись залежно від конструктивних особливостей обладнання.

7. ПАКУВАННЯ, МАРКУВАННЯ, ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ. ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ

Правила приймання, маркування, методи контролю, зберігання та транспортування проводиться відповідно до вимог ДСТУ - П 4588:2006 Вироби булочні для спеціального дієтичного споживання.

Додаток Б.2

Технологічна інструкція на виробництво хлібця «Корисний мікс»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

Державного біотехнологічного університету,

д.т.н., професор

В.М. Михайлов

«3» лютого 2026 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
на виробництво

Хлібець «КОРИСНИЙ МІКС»
ТІ У 10.8-44234755-003:2026

ДСТУ- П 4588:2006

Чинна з «3» лютого 2026 р.

РОЗРОБЛЕНО:

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.

 О.В. Самохвалова

«3» лютого 2026 р.

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.,

 С.Г. Олійник

«3» лютого 2026 р.

Здобувач ступеня доктор філософії

 Б.Г. Білаш

«3» лютого 2026 р.

Харків – 2026

ТІ У 10.8-44234755-003:2026

1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

Дана технологічна інструкція поширюється на виробництво хлібця «Корисний мікс», що виробляється із пшеничного борошна першого гатунку, пластівців із пророщеної пшениці, порошку з плодів шипшини та іншої сировини за рецептурою, наведеною в даній технологічній інструкції.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість хлібця «Корисний мікс» повинна відповідати вимогам ДСТУ - П 4588:2006. Хлібець «Корисний мікс» виробляється подовим, цілим або нарізним на скибки, упакованим та без упаковки. Форма – продовгувато-овальна, без бокових випливів і деформацій. Поверхня – обсыпана пластівцями із пророщеного зерна пшениці. Маса виробів – 0,3кг.

3. ПЕРЕЛІК СИРОВИНИ

Для виробництва хлібця «Корисний мікс» використовується така сировина:

- борошно пшеничне першого гатунку згідно з ГСТУ 46.004 – 99;
- дріжджі хлібопекарські пресовані згідно з ДСТУ 4812:2007;
- сіль кухонна згідно з ДСТУ 3583-2015;
- цукор згідно з ДСТУ 4623:2023;
- олія соняшникова рафінована дезодорована згідно з ДСТУ 4492:2017;
- вода питна згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10;
- пластівці із пророщеного зерна пшениці згідно з ТУ У 15.6-21512404-001-2003;
- порошок з плодів шипшини згідно з ТУ У 10.3-2824409292-001:2019

та інша сировина за діючою документацією відповідно до діючих взаємозамін сировини.

4.ПІДГОТОВКА СИРОВИНИ ДО ВИРОБНИЦТВА.

Підготовка сировини до виробництва повинна проводитись згідно з відповідним розділом «Правил з організації і ведення технологічного процесу на хлібопекарських підприємствах» (Київ, 2000).

5. ПРИГОТУВАННЯ ТІСТА

Тісто для хлібця «Корисний мікс» готується однофазним безопарним способом.

Рецептура і режим приготування тіста наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Рецепт та режим приготування

Найменування сировини, напівфабрикатів і показників технологічного процесу	Витрати сировини, кг параметри технологічного процесу	
1	2	3
	Тісто	Оздоблення
Борошно пшеничне першого гатунку	79,0	
Пластівці з пророщеної пшениці	15,0	4,0
Цукор	2,0	
Олія соняшникова рафінована дезодорована	2,1	
Порошок з плодів шипшини	6,0	
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5	
Сіль кухонна	1,3	
Вода, л	За розрахунком	
Вологість, %	45,0	
Температура початкова, °C	27±1	
Тривалість бродіння, хв	160±5	
Кислотність кінцева, град не більше	4,4	
Тривалість вистоювання тістових заготовок, хв	35±1	
Температура пекарської камери, °C	200±20	
Тривалість випікання, хв	27±1	

В залежності від якості дріжджів, борошна та умов виробництва можливі зміни параметрів, співвідношень борошна та води за стадіями технологічного процесу.

Для приготування тіста у діжу місильної машини вносять воду, суспендовані дріжджі пресовані, розчин солі, борошно пшеничне, попередньо гідратовані пластівці із пророщеного зерна пшениці (гідромодуль 1:3), порошок з плодів шипшини, олію соняшкову, цукор та здійснюють змішування у двошвидкісних тістомісильних машинах протягом 3-5 хв на першій швидкості та 5-7 хв на другій швидкості до утворення добре вимішаного тіста і залишають на дозрівання. Готовність тіста визначають за тривалістю бродіння, встановленої технологічним режимом, накопиченням заданої кислотності, збільшенням

об'єму в 1,5-2 рази та іншими органолептичними показниками. Технологічні параметри замішування змінюватись в залежності від якості борошна та умов виробництва.

6. ОБРОБЛЕННЯ ТА ВИПІКАННЯ

Поділ тіста здійснюють на тістоподільних машинах або вручну. Масу тістових заготовок визначають, виходячи із установленної маси готового виробу, з урахуванням затрат на величину упікання та усихання на підприємстві. Поділеним тістовим заготовкам надають продовгувато-овальної форми на тістозакатувальній машині. Сформовані тістові заготовки укладають на попередньо змащені олією листи і направляють на вистоювання. Вистоювання тістових заготовок проводиться у вистоювальних шафах різних типів за температури 35-37°C та відносній вологості 75-85%. Тривалість вистоювання 34-36 хв. Після вистоювання тістові заготовки направляють на випікання зволоженої пекарній камері за температури 180-220°C протягом 26-28 хвилин. Температурний режим, тривалість випікання та вистоювання можуть змінюватись залежно від конструктивних особливостей обладнання.

7. ПАКУВАННЯ, МАРКУВАННЯ, ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ. ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ

Правила приймання, маркування, методи контролю, зберігання та транспортування проводиться відповідно до вимог ДСТУ - П 4588:2006 Вироби булочні для спеціального дієтичного споживання.

Додаток В

**Акти дегустацій хліба з сумісним додаванням пластівців із пророщеного
зерна пшениці і порошку з плодів шипшини**

Додаток В.1

Акт дегустації пшеничного хліба з сумісним додаванням пластівців із
пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини
на ФОП Крітікова О.В. «Пекарня Пекаріфф» від 11.12.2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

ФОН Крітікова О.В.

Пекарня «Пекаріфф»

О.В. Крітікова

«11» грудня 2025 р.

**АКТ**

**дегустації пшеничного хліба з сумісним додаванням пластівців
із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини**

Дійсний акт складений комісією у складі: від підприємства – директор О.В. Крітікова, від Державного біотехнологічного університету (ДБТУ) – професор кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, к.т.н., С.Г. Олійник та здобувач ступеня доктор філософії Б.Г. Білаш.

відбулася дегустація пшеничного хліба з сумісним додаванням пластівців з пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини.

Метою дегустації було проведення органолептичної оцінки нових видів пшеничного хліба підвищеної харчової та біологічної цінності, розроблених науковцями Державного біотехнологічного університету.

На дегустацію було представлено наступну продукцію:

хліб з пшеничного борошна першого сорту з сумісним додаванням 15% пластівців із пророщеного зерна пшениці та 6% порошку з плодів шипшини від маси борошна та іншою сировиною за рецептурою, подовий, маса виробу – 0,3 кг.

хліб з пшеничного борошна першого сорту з сумісним додаванням 20% пластівців із пророщеного зерна пшениці та 6% порошку з плодів шипшини від маси борошна та іншою сировиною за рецептурою, формовий, маса виробу – 0,5 кг.

Органолептичну оцінку нових виробів здійснювали за 50-бальною шкалою:

- форма виробу - 5-10 балів;
- зовнішній вигляд – 5-10 балів;
- колір шкоринки – 5-10 балів;
- смак виробу – 5-10 балів;
- стан м'якушки – 5-10 балів.

Дегустаційна комісія відзначила, що вироби мали правильну форму, без бокових впливів та підривів, скоринка хліба мала коричневе забарвлення. М'якушка обох виробів, еластична, пропечена, без слідів непромісу, мала коричневе забарвлення пористість – розвинута, тонкостінна. Комісія відмітила оригінальні смакові властивості нових виробів – вони характеризувалися приємним солодовим присмаком пророщених злаків та плодів шипшини, мали приємну кислуватість.

Результати органолептичної оцінки наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Органолептична оцінка зразків

№ з/п	Найменування зразку	Оцінка
1	Хліб з пшеничного борошна першого сорту з сумісним додаванням 15% пластівців із пророщеного зерна пшениці та 6% порошку з плодів шипшини від маси борошна та іншою сировиною за рецептурою	47
2	Хліб з пшеничного борошна першого сорту з сумісним додаванням 20% пластівців із пророщеного зерна пшениці та 6% порошку з плодів шипшини від маси борошна та іншою сировиною за рецептурою	45

Дегустаційна комісія ухвалила наступне:

1. Представлений виріб має високі органолептичні показники якості.
2. Пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок з плодів шипшини є перспективною сировиною для створення нових видів хліба підвищеної харчової цінності з оригінальними органолептичними показниками якості.
3. Технологія представленого на дегустацію виробу може бути рекомендована до впровадження у виробництво.

Директор ФОП Крітікова О.В.



О.В. Крітікова

Професор кафедри технології
хлібопродуктів і кондитерських
виробів ДБТУ, к.т.н.



С.Г. Олійник

Здобувач ступеня
доктор філософії



Б.Г. Білаш

Додаток В.2

Акт дегустації пшеничного хліба з «Сила природи» та хлібця «Корисний мікс»
на ДП «ЗЕЕЛАНДІЯ» від 25.09.2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
ДП «ЗЕЕЛАНДІЯ»

А.П. Василенко
«15» вересня 2025 р.

АКТ

дегустації пшеничного хліба «Сила природи» та хлібця «Корисний мікс»

Дійсний акт складений комісією у складі:

від підприємства ДП «ЗЕЕЛАНДІЯ»:

директор А.П Василенко,

керівник технологічного відділу Н.І. Савчук,

від Державного біотехнологічного університету:

професор кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських, к.т.н.,
С.Г. Олійник,

здобувач ступеня доктор філософії Б.Г. Білаш,

підтверджено, що 25.09.2025 р. на даному підприємстві відбулася дегустація нових виробів підвищеної харчової і біологічної цінності з сумісним додаванням пластівців з пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини.

на дегустацію було представлено наступну продукцію:

- хліб «Сила природи» з заміною пшеничного борошна на 20% пластівців із пророщеного зерна пшениці та 6% порошку з плодів шипшини (формовий) та іншою сировиною за рецептурою. Маса виробу – 0,5 кг;

- хлібець «Корисний мікс» з заміною пшеничного борошна на 15% пластівців із пророщеного зерна пшениці та 6% порошку з плодів шипшини (подовий іншою сировиною за рецептурою. Маса виробу – 0,3 кг.

Органолептичну оцінку нових виробів здійснювали за 50-бальною шкалою:

- форма виробу - 5-10 балів;
- зовнішній вигляд – 5-10 балів;
- колір шкоринки – 5-10 балів;
- смак виробу – 5-10 балів;
- стан м'якушки – 5-10 балів.

Результати органолептичної оцінки наведено в табл. 1.

Дегустаційна комісія відзначила, що форма хліба «Сила природи» відповідала формі, в якій він випікався, без бокових впливів та підривів. Поверхня виробу – шорхувата, а скоринка має темно-коричневе забарвлення.

Хлібець «Корисний мікс» мав правильну продовгуюто-овальну форму, без бокових впливів та підривів. Поверхня виробу посипану пластівцями з пророщеного зерна пшениці, скоринка має темно-коричневе забарвлення.

М'якушка обох виробів – еластична, пропечена, без слідів непромісу, пористість – розвинута, тонкостінна. Вироби характеризувалися приємним присмаком і ароматом пророщених злаків та плодів шипшини.

Таблиця 1 – Органолептична оцінка зразків

№з/п	Найменування зразку	Оцінка
1	Хліб «Сила природи»	45
2	Хлібець «Корисний мікс»	47

Дегустаційна комісія ухвалила наступне:

1. Представлені вироби мають високі органолептичні показники якості.
2. Пластівці з пророщеного зерна пшениці та порошок з плодів шипшини є перспективною сировиною для створення нових видів хліба високої якості з покращеним харчовим профілем.
3. Технологія представлених на дегустацію хліба «Сила природи» і хлібця «Корисний мікс» може бути рекомендована до впровадження у масове виробництво.

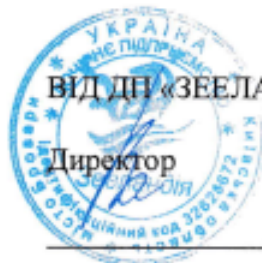
ВІД ДБТУ:

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.,

 С.Г. Олійник

Здобувач ступеня доктор філософії

 Б.Г. Білаш

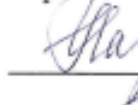


ВІД ДН «ЗЕЕЛАНДІЯ»:

Директор

 А.П. Василенко

Керівник технологічного відділу

 Н.І. Савчук

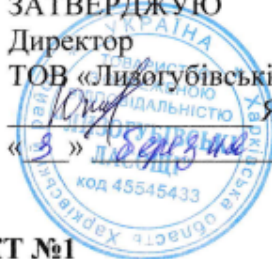
Додаток Г

**Акти промислової апробації технології хліба з сумісним додаванням
пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини**

Додаток Г.1

Акт промислової апробації технології хліба «Сила природи»
на ТОВ «Лизогубівські ласощі» від 3.03.2026

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Директор
 ТОВ «Лизогубівські ласощі» Я.Б. Юхновець
 « 3 » березня 2026 р.



АКТ №1

промислової апробації технології хліба «Сила природи»

Дійсний акт складений комісією у складі:

від підприємства ТОВ «Лизогубівські ласощі»: директор Я.Б. Юхновець,

від Державного біотехнологічного університету:

професор кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських,
 к.т.н. С.Г. Олійник,

здобувач ступеня доктор філософії Б.Г. Білаш,

підтверджено, що за період з 02.03.2026 р. по 03.03.2026 р. на даному підприємстві здійснено випуск дослідно-промислової партії пшеничного хліба «Сила природи» з додаванням пластівців з пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини загальним обсягом 50 кг.

Сировина, яка використовувалася для виготовлення хліба «Сила природи» відповідала вимогам нормативної документації. Технологічний процес здійснювали однофазним способом. Тісто готували із суміші пшеничного борошна першого сорту, пластівців з пророщеного зерна пшениці у кількості 20% від маси борошна, порошку з плодів шипшини у кількості 6% від маси борошна, 2,5% пресованих хлібопекарських дріжджів, 1,3% солі та води. Виброджене тісто ділили на шматки, піддавали округлюванню та укладали у форми. Далі здійснювали вистоювання тістових заготовок у вистійній шафі за температури 35-37°C і вологості 75-80% протягом 40-45 хв. Вистояні тістові заготовки випікали за температури 180-220°C протягом 25-30 хв.

Про якість готових виробів судили за їх органолептичними показниками: зовнішнім виглядом, смаком, ароматом, кольором та станом скоринки, станом м'якшки.

Випечений хліб мав правильну форму, без бокових впливів та підривів, яскраво забарвлену скоринку коричневого кольору. Поверхня хліба «Сила

природи» – шорохувага. Хліб має пропечену еластичну м'якушку, тонкостінну пористість, властивий даному виду виробів смак та аромат з присмаком пророщених злаків та шипшини.

Використання в технології хліба пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини дозволяє підвищити їх харчову цінність, а саме збагатити харчовими волокнами, вітамінами, мінеральними речовинами, антиоксидантами.

Висновки комісії:

1. Сумісне використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини у виробництві пшеничного хліба дозволяє не тільки підвищити його харчову цінність, але й покращити органолептичні показники якості.

2. Технологію хліба «Сила природи» доцільно рекомендувати до впровадження у масове виробництво для розширення асортименту продукції оздоровчого призначення.

ВІД ДБТУ:

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.,

 С.Г. Олійник

Здобувач ступеня доктор філософії

 Б.Г. Білаш

ВІД ПІДПРИЄМСТВА:

ТОВ «ЛИЗОГУБІВСЬКІ
ЛАСОШІ»

Директор

 Я.Б. Юхновець



Додаток Г.2

Акт промислової апробації технології хлібця «Корисний мікс»
на ФОП МАСЛАК О.В. від 7.04.2026

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФОП МАСЛАК О.В.

О.В. Маслак

« 7 » 2026 р.

**АКТ №2****промислової апробації технології хлібця «Корисний мікс»**

Дійсний акт складений комісією у складі:

від підприємства: ФОП Маслак О.В., директор О.В. Маслак;

від Державного біотехнологічного університету:

професор кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських,
к.т.н., С.Г. Олійник,

здобувач ступеня доктор філософії Б.Г. Білаш,

підтверджено, що за період з 06.04.2026р. по 07.04.2026р. на даному підприємстві здійснено випуск дослідно-промислової партії пшеничного хлібця «Корисний мікс» з додаванням пластівців з пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини загальним обсягом 30 кг.

Сировина, яка використовувалася для виготовлення хлібця «Корисний мікс» відповідала вимогам нормативної документації. Технологічний процес здійснювали безопарним способом. Тісто готували із суміші пшеничного борошна першого сорту, пластівців з пророщеного зерна пшениці у кількості 20% від маси борошна, порошку з плодів шипшини у кількості 6% від маси борошна, 2,5% пресованих хлібопекарських дріжджів, 1,5% солі та води, 2,1% олії соняшникової та 2,0% цукру. Вологість тіста становила 45,0%. Виброджене тісто ділили на шматки, які піддавали округлюванню, закатуванню та декорували поверхню пластівцями. Далі здійснювали вистоювання тістових заготовок у вистійній шафі за температури 35-37°C і вологості 75-80% протягом 30-35 хв. Вистояні тістові заготовки випікали за температури 180-220°C протягом 25-30 хв.

Про якість готових виробів судили за їх органолептичними показниками: зовнішнім виглядом, смаком, запахом, кольором та станом скоринки, станом м'якушки (Табл. 1.).

Таблиця 1 – Органолептичні показники якості хліба

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд:	
-форма	Продовгуюто-овальна, без бокових впливів та підривів
-поверхня	Відповідає виду, без забруднень, посипана пластівцями із пророщеного зерна пшениці
-колір	Коричневий, без підгорілості
Стан м'якшкки:	Пропечена, еластична, гарно розпушена, не липка, не волога на дотик, без грудочок та слідів непромісу
Смак	Властивий даному виду виробів з солодовим та шипшиновим присмаком
Запах	Властивий даному виду виробів з легким з солодовим та шипшиновим ароматом

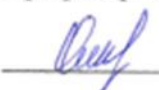
Висновки комісії:

За результатами пробного випікання підтверджено доцільність сумісного використання пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини у виробництві пшеничного хліба підвищеної харчової цінності.

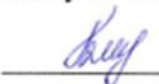
Технологію хлібця «Корисний мікс» доцільно рекомендувати до впровадження у масове виробництво.

ВІД ДБТУ:

Професор кафедри ТХКВ, к.т.н.,

 С.Г. Олійник

Здобувач ступеня доктор філософії

 Б.Г. Білаш

ВІД ПІДПРИЄМСТВА:

ФОП МАСЛАК О.В.

Директор

 О.В. Маслак


Додаток Г.3

**Акт виробничих випробувань
технології хліба «Сила природи» і хлібця «Корисний мікс»
на ТОВ «ВАЛКИ-ХЛІБ» від 12.03.2026**

Додаток Д

Акти впровадження науково-дослідних робіт у виробництво

Додаток Д. 1

Акт впровадження науково-дослідної роботи
на ТОВ «Лизогубівські ласощі» від 3.03.2026

Міністерство освіти і науки України
Харківський державний університет харчування та торгівлі

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи ДБТУ,
д.т.н., професор



В.М. МИХАЙЛОВ

« 8 » березня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор ТОВ «ЛИЗОГУБІВСЬКІ
ЛАСОЦІ»



Я.Б. ЮХНОВЕЦЬ

« 8 » березня 2026 р.

А К Т

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ТОВ «ЛИЗОГУБІВСЬКІ ЛАСОЦІ»

(найменування організації)

Юхновець Я.В.

(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційної роботи Білаша Б.Г. «Удосконалення технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини», яка виконувалась в рамках науково-дослідної роботи №0126U001427 «Використання нових видів рослинної сировини для покращення нутрієнтного складу та якості хлібобулочних і кондитерських виробів»

(найменування теми, № держ.реєстрації)

яку виконано на кафедрі технології хлібопродуктів і кондитерських виробів
вартістю -

(цифра та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2026 р. по 15.05.2026 р.

впроваджені ТОВ «ЛИЗОГУБІВСЬКІ ЛАСОЦІ»

(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів: використання технології

(експл. виробу, роботи, технології; виробниц. виробу, технології, функціонуван. систем)

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження: виробничий випуск

Методика (метод) на підставі технології хліба «Сила природи» з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: результати принципово нові, промислова партія випускається вперше

(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка випробування на підприємстві АКТ № 1 від 03.03.2026 р.

(вказати номер і дату актів випробувань, найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

- у промислове виробництво ТОВ «ЛИЗОГУБІВСЬКІ ЛАСОЦІ»

(участок, цех/цехи, процес)

- в проектні роботи _____
(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається)
очікуваний _____ тис.грн.

(від впровадження в проект)

фактичний _____ тис.грн.

у тому числі часткова (дольова) участь ВНЗу

_____ тис.грн.

(%, цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження
результатів _____ тис.грн.

9. Обсяг впровадження партія хліба «Сила природи» з сумісним додаванням
пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини
(50кг)

що становить _____ від обсягу впровадження,

що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який
розраховано по закінченні НДР: $E_{\text{гар.}} =$ _____ тис.грн.,

а під час поетапного впровадження: $E_{\text{гар.}}$ _____ під час укладення
договору.

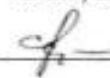
10. Соціальний і науково-технічний ефект розширення асортименту
хліба підвищеної харчової цінності

(охорона навколишнього середовища, надр; оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення
структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

ВІД ДБТУ

Керівник НДР

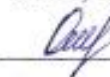
к.т.н., проф. кафедри ТХКВ



О.В. Самохвалова

Виконавці

к.т.н., проф. кафедри ТХКВ



С.Г. Олійник

здобувач ступеня доктор філософії



Б.Г. Білаш

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

ТОВ «ЛИЗОГУБІВСЬКІ
ЛАСОЦІ»

Директор



Я.Б. Юхновець



Додаток Д. 2

Акт впровадження науково-дослідної роботи
на ФОП МАСЛАК О.В. від 7.04.2026

Міністерство освіти і науки України
Харківський державний університет харчування та торгівлі

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи ДБТУ,
д.т.н., професор

В.М. МИХАЙЛОВ

«04» листопада 2026 р.



ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор ФОП МАСЛАК О.В.

О.В. Маслак

«04» листопада 2026 р.



А К Т

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник ФОП МАСЛАК О.В.

(найменування організації)

О.В. Маслак

(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати дисертаційної роботи Білаша Б.Г. «Удосконалення технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини», яка виконувалась в рамках науково-дослідної роботи №0126U001427 «Використання нових видів рослинної сировини для покращення нутрієнтного складу та якості хлібобулочних і кондитерських виробів»

(найменування теми, № держ.реєстрації)

яку виконано на кафедрі технології хлібопродуктів і кондитерських виробів
вартістю -

(цифра та прописом)

яка виконується з 01.01.2026 р. по 15.05.2026 р.

впроваджені ФОП МАСЛАК О.В.

(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів: використання технології
(експл. виробу, роботи, технології; виробниц. виробу, технології, функціонуван. систем)
2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)
3. Форма впровадження: виробничий випуск
- Методика (метод) на підставі технології хлібця «Корисний мікс» з сумісним додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини
4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: результати принципово нові, промислова партія випускається вперше
(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)
5. Дослідно-промислова перевірка випробування на підприємстві АКТ № 2 від 07.04.2026 р.

(вказати номер і дату актів випробувань, найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

- у промислове виробництво ФОП МАСЛАК О.В.
(участок, цех/цехи, процес)

- в проектні роботи _____
(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається)
 очікуваний _____ тис.грн. _____
 (від впровадження в проект)
 фактичний _____ тис.грн. _____
 у тому числі часткова (дольова) участь ВНЗу
 _____ тис.грн. _____
 (%, цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження
 результатів _____ тис.грн. _____

9. Обсяг впровадження партія хлібця «Корисний мікс» з сумісним додаванням
пластівців із пророщеного зерна пшениці та порошку з плодів шипшини
(30 кг)

що становить _____ від обсягу впровадження,
 що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який
 розраховано по закінченні НДР: $E_{\text{гар.}} =$ _____ тис.грн.,
 а під час поетапного впровадження: $E_{\text{гар.}}$ _____ під час укладення
 договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект розширення асортименту
хліба підвищеної харчової цінності
 (охорона навколишнього середовища, надр; оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення
 структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

ВІД ДБТУ

Керівник НДР

к.т.н., проф. кафедри ТХКВ

О.В. Самохвалова

Виконавці

к.т.н., проф. кафедри ТХКВ

С.Г. Олійник

Здобувач ступеня доктор філософії

Б.Г. Білаш

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

ФОП МАСЛАК О.В.

Директор



О.В. Маслак

Додаток Д. 3

Акт впровадження науково-дослідної роботи
на ТОВ «ВАЛКИ-ХЛІБ» від 12.03.2026

Додаток Е

Акти впровадження науково-дослідних робіт у освітній процес

Додаток Е.1

Акт впровадження науково-дослідних робіт у навчально-методичний комплекс дисципліни «Інноваційні технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» від 15.04.2026 р.

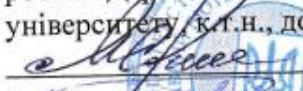
УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету, д.т.н., професор

 В.М. Михайлов
«15» травня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи Державного біотехнологічного
університету, к.т.н., доцент

 М.Л. Серик
«15» травня 2026 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

**результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських, технологічних і
навчально-методичних робіт у навчальний процес вищих навчальних закладів**

Замовник Державний біотехнологічний університет
найменування організації
в особі в.о. ректора Москаленко Олени Вячеславівни
П.І.Б. керівника підприємства

Дійсним актом підтверджується, що результати дисертаційної роботи Білаша Б.Г.
«Удосконалення технології хліба з використанням пластівців із пророшеного зерна пшениці та
порошку з плодів шипшини», яка виконувалась в рамках науково-дослідної роботи №0126U001427
«Використання нових видів рослинної сировини для покращення нутрієнтного складу та якості
хлібобулочних і кондитерських виробів»

найменування теми, № держ. реєстрації
виконаної на кафедрі технології хлібопродуктів і кондитерських виробів
найменування кафедри

виконуваної з 01.01.2026 по 15.05.2026 року

терміни виконання

впроваджені в навчальний процес кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських
виробів

1. Вид впроваджених результатів: результати досліджень щодо сумісного впливу пластівців
із пророшеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини на процеси, що відбуваються під час
зберігання хліба

2. Форма впровадження: лекція

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

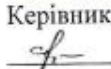
4. Перелік курсів та дисциплін, в рамках яких викладені результати НДР: дисципліна
«Інноваційні технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» для
студентів спеціальності G 13 Харчові технології СВО «магістр».

5. Соціальний і науковий ефект: формування у здобувачів вищої освіти професійних
компетентностей у сфері сучасних ресурсоощадних харчових технологій, поглиблення знань щодо
способів збереження свіжості хлібобулочних виробів.

Зав. кафедрою

 Т.В. Гавриш
«15» травня 2026 р.

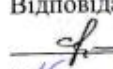
Керівник НДР

 О.В. Самохвалова
«15» травня 2026 р.

Здобувач ступеня доктор філософії

 Б.Г. Білаш
«15» травня 2026 р.

Відповідальний за впровадження

 О.В. Самохвалова
«15» травня 2026 р.

Додаток Е.2

Акт впровадження науково-дослідних робіт у навчально-методичний комплекс дисципліни «Технології оздоровчих хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» від 15.04.2026 р.

УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету, д.т.н., професор

В.М. Михайлов
«15» травня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи Державного біотехнологічного
університету, к.т.н., доцент

М.Л. Серик
«15» травня 2026 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

**результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських, технологічних і
навчально-методичних робіт у навчальний процес вищих навчальних закладів**

Замовник Державний біотехнологічний університет
найменування організації
в особі в.о. ректора Москаленко Олени Вячеславівни
П.І.Б. керівника підприємства

Дійсним актом підтверджується, що результати дисертаційної роботи Білаша Б.Г.
«Удосконалення технології хліба з використанням пластівців із пророщеного зерна пшениці
та порошку з плодів шипшини», яка виконувалась в рамках науково-дослідної роботи
№0126U001427 «Використання нових видів рослинної сировини для покращення
нутрієнтного складу та якості хлібобулочних і кондитерських виробів»

найменування теми, № держ. реєстрації
виконаної на кафедрі технології хлібопродуктів і кондитерських виробів
найменування кафедри
викопуваної з 01.01.2026 по 15.05.2026 року
терміни виконання

впроваджені в навчальний процес кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських
виробів

1. Вид впроваджених результатів: технологія хліба підвищеної харчової цінності з
сумісним внесенням пластівців із пророщеного зерна пшениці і порошку з плодів шипшини

2. Форма впровадження: лекція

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

4. Перелік курсів та дисциплін, в рамках яких викладені результати НДР:
дисципліна «Технології оздоровчих хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів і
харчоконцентратів» для студентів спеціальності G 13 Харчові технології СВО «магістр».

5. Соціальний і науковий ефект: формування у здобувачів вищої освіти професійних
компетентностей у сфері сучасних технологій оздоровчої продукції галузі, популяризація
принципів здорового харчування та сталого розвитку.

Зав. кафедрою

Т.В. Гавриш
«15» травня 2026 р.

Керівник НДР

О.В. Самохвалова
«15» травня 2026 р.

Здобувач ступеня доктор філософії

Б.Г. Білаш
«15» травня 2026 р.

Відповідальний за впровадження

С.Г. Олійник
«15» травня 2026 р.

Додаток Ж

Довідки про участь у виставках наукових досягнень

Додаток Ж.1

Довідка про участь Державного біотехнологічного університету у виставці наукових досягнень ЗВО та наукових установ регіону з нагоди Всесвітнього дня науки в ім'я та розвитку за участі керівництва Міністерства освіти і науки України та Харківської обласної військової адміністрації, що відбулася 20 листопада 2024 року у Харківському національному академічному театрі опери і балету імені М.В. Лисенка ХАТОБ в м. Харкові



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, тел. 057 7003888

<http://btu.kharkov.ua>, info@btu.kharkov.ua

Вих. № _____ від 20.11.2024 р.

ДОВІДКА

про участь Державного біотехнологічного університету у виставці наукових досягнень закладів вищої освіти та наукових установ регіону з нагоди Всесвітнього дня науки в ім'я миру та розвитку за участі керівництва Міністерства освіти і науки України та Харківської обласної військової адміністрації, що відбулася 20 листопада 2024 року у Харківському національному академічному театрі опери та балету імені М. В. Лисенка ХАТОБ в м. Харкові.

На виставці було представлено інноваційні розробки для наступних секторів:

ПРОДОВОЛЬЧИЙ:

- Хліб пшеничний підвищеної харчової цінності для осіб, що перебувають в екстремальних умовах.

Розробники: к.т.н., проф. Олійник С.Г., аспірант Білаш Б.Г.

- Хліб рисовий безглютеновий.

Розробники: ст. викл. Боровікова Н.О., д.т.н., проф. Шаніна О.М., к.т.н., доц. Гавриш Т.В.

- Макаронні вироби безглютенові.

Розробники: к.т.н., доц. Гавриш Т.В., д.т.н., проф. Шаніна О.М., Дяньшин Я.В.

- Енергетичні батончики з гемовим залізом «Переможець» та «Захисник»; Дієтична добавка «Нутріо-гем»; Антианемічна дієтична добавка «Феро-гем».

Розробник: д.т.н., проф. Євлаш В.В. (розробка у межах кластеру «Повноцінне харчування для сталого розвитку суспільства»).

- Багатокомпонентні екструдовані зернопродукти «Швидкий перекус».

Розробники: к.т.н., доц. Фоміна І.М., аспірант Маліков К.С.

- Хліб підвищеної харчової цінності з додаванням борошна з бульб чуфи.

Розробники: к.т.н., проф. Олійник С.Г., к.т.н., доц. Степанькова Г.В., аспірант Недвіга С.В., студ. Юдіна В.Р.

- Макаронні вироби підвищеної харчової цінності з рослинними добавками.

Розробники: к.т.н., доц. Артамонова М.В., к.т.н., доц. Гавриш Т.В., аспірант Воронкін А.О.

- Бісквіт «Гарбузовий».

Розробники: к.т.н., доц. Шидакова-Каменюка О.Г., студент Сливар Д.П.

- Закуски овочеві («гарбузовий карі», «український ф'южн»).

Розробники: аспірант Дегтяр В.В., к.т.н., доц. Радченко А.Е., д.т.н., проф. Гринченко О.О.

- Універсальний безмоторний стенд для дослідження електромагнітних газових дозаторів і елементів систем подачі палива у двигуни.

Розробники: д.т.н., доц. Манойло В.М., к.т.н., доц. Шевченко І.О.

- Лабораторна сушильна камерна установка.

Розробник: викладач Рожкова М.Г.

- Лабораторна брагоректифікаційна установка.

Розробник: викладач Рожкова М.Г.

- Сортувальна циліндрична машина (діюча модель).

Розробник: викладач Рожкова М.Г.

- Установка для видалення холодильного агента з холодильної системи для подальшої його утилізації.

Розробник: викладач Юрченко Ю.Ю.

Холодильна установка для охолодження пива (діюча).

Розробник: викладач Юрченко Ю.Ю., викладач Смілик М.М.

- Дослідно-експериментальна установка для виготовлення автономного холодильного обладнання для роботи в польових умовах.

Розробник: асистент Смілик М.М.

- Дослідно-експериментальна установка мобільного функціонального апарата для попередньої теплової обробки рослинної сировини.

Розробники: к.т.н., доц. Загорулько А.М., к.т.н., доц. Загорулько О.Є.

- Макет дослідно-експериментальної установки універсального ротаційного апарата для низькотемпературної обробки м'ясо-рослинних виробів.

Розробники: к.т.н., доц. Загорулько А.М., к.т.н., доц. Загорулько О.Є.

- Виставковий макет: вертикально-модульна геліосушарка: інноваційний механізм управління конкурентоспроможністю агропідприємств у концепції «Від лану до столу».

Розробники: к.т.н., доц. Загорулько А.М., д-р філософ. з менеджменту, доц. Міненко С.І., студ. Титатеренко Н.В.

- Виставковий макет: «Інноваційна стратегія управління конкурентоспроможністю агропромислового виробництва: від полікомпонентних напівфабрикатів до продовольчої безпеки».

Розробники: д-р філософ. з менеджменту, доц. Міненко С.І., к.т.н., доц. Загорулько А.М., аспірант Приходько М.К.

- Модель терморадіаційної однобарабанної вальцьової сушарки.

Розробники: к.т.н., доц. Загорулько А.М., к.т.н., доц. Загорулько О.Є.

ВЕТЕРАНАРНИЙ:

- Імуноглобулін G до вірусу інфекційного ринотрахеїту котів на основі дисоціації імунних комплексів у кислому середовищі (спосіб виробництва).

Розробники: к.в.н., доц. Северин Р.В., к.в.н., доц. Гонтарь А.М., к.в.н., доц. Гарагуля Г.І., аспірант Рубан В.О.

- Соуси сирний зі шпинатом та Соуси вершковий з курячим філе та печерицями.

Розробники: аспірант Янушкевич О.І., к.т.н., доц. Радченко А.Е., д.т.н., проф. Гринченко Н.Г.

- Муси овочеві на основі чечевиці.

Розробники: аспірант Лазурко Є.В., к.т.н., доц. Радченко А.Е., д.т.н., проф. Гринченко О.О.

- Ковбасні вироби у склесних кишкових оболонках.

Розробники: д.т.н., проф. Михайлов В.М., д.т.н., проф. Онищенко В.М., д.т.н., проф. Пак А.О., д.т.н., проф. Янчева М.О., аспірант Онищенко А.В., аспірант Інжиянц С.Т.

- Ікра імітована зі смаком зі смаком: «Лосося», «Осетра», «Кети», «Золотого осетра».

Розробники: д.т.н., проф. Пивоваров П.П., д.т.н., проф. Тищенко О.П., д.т.н., проф. Гринченко Н.Г.

- Десерт фруктовий капсульований пастеризований зі смаком: «Полуниця», «Манго-маракуйя», «Ківі».

Розробники: д.т.н., проф. Пивоваров П.П., д.т.н., проф. Тищенко О.П., д.т.н., проф. Гринченко Н.Г.

- Суфле з використанням клітковини.

Розробники: к.т.н., проф. Федак Н.В., к.т.н., доц. Омельченко С.Б., аспірант Павлюк І.О.

- Зефір веганський на основі аквафаби.

Розробники: д.т.н., проф. Гринченко О.О., к.т.н., доц. Радченко А.Е., аспірант Лазурко Є.В.

- Зефір з підвищеною харчовою цінністю.

Розробники: викладач Варибрус В.П.

Рахат-лукум «Осіннє диво» на основі плодоовочевої пасти.

Розробники: к.т.н., проф. Самохвалова О.В., к.т.н., доц. Касабова К.Р., аспірант Бабаєв С.О., к.т.н., доц. Загоруйко О.Є., к.т.н., доц. Загоруйко А.М.

- Гонконзькі вафлі з натуральними суперфудами.

Розробники: викладач Туз Н.В., викладач Бабаєв С.О.

- Алкогольні вироби (настойки зі зниженим токсичним ефектом: «Red Light», «Orange Light», «Green Light»; пиво «Аронія», та «Смарагд», напівфабрикати для слабоалкогольних напоїв).

Розробники: к.т.н., доц. Колесник В.В., к.т.н., доц. Пенкіна Н.М., к.т.н., ст. викл. Татар Л.В.

- Полікомпонентний напівфабрикат високого ступеня готовності для 3-D друку функціонального харчування.

Розробники: к.т.н., доц. Загоруйко А.М., к.т.н., доц. Загоруйко О.Є.

АГРАРНИЙ:

Інноваційні сорти зернового амаранту («Ультра», «Сем», «Лера», «Студентський» та «Харківський-1»).

Розробники: д.с.-г.н., проф. Гопцій Т.І., доктор філософії, асистент Чуйко Д.В.

ІНЖЕНЕРНИЙ:

- Вимірювально-ресстраційний комплекс та вимірювальна система для випробування мобільних машин.

Розробники: д.т.н., проф. Артьомов М.П., д.т.н., проф. Антощенко Р.В.

- Імуностимулятор ЕТР (спосіб виробництва).

Розробники: аспірант Бурдейний Р.А., к.в.н., доц. Грінченко Д.М., к.в.н., доц. Северин Р.В., к.в.н., доц. Гонтарь А.М.

- Фітопрепарат для підвищення імунорезистентності котів при респіраторних інфекціях (спосіб виробництва).

Розробники: аспірант Глушенко Я.В., к.в.н., доц. Северин Р.В., к.в.н., доц. Гонтарь А.М., к.в.н., доц. Грінченко Д.М.

- Клейка стрічка для виділення грибка *malassezia* у собак (спосіб виробництва).

Розробники: аспірант Чуприна М. І., к.в.н., доц. Северин Р.В., к.б.н., доц. Іванченко І.М., к.в.н., доц. Гарагуля Г.І.

- Спосіб діагностики тварин за репродуктивних патологій використовуючи «Тепловізор ТІ – 120».

Розробники: д.б.н., проф. Кошевой В.П., д.в.н., проф. Науменко С.В., д.в.н., проф. Федоренко С.Я., д. ф. з ветеринарної медицини, ас. Кошевой В.І.

- Техніка блокад із застосуванням нейростимулятора Stimuplex HNS 12 – ізольованих голок та внутрішньовенних катетерів з метою пролонгованої аналгезії, які забезпечують надійність техніки та профілактику ускладнень.

Розробник: проф. Слюсаренко Д.В.

- Ветеринарний препарат ІЗІХЕЛС

Розробник: проф. Слюсаренко Д.В.



Проректор з наукової роботи ДБТУ
М.П.

Валерій МИХАЙЛОВ

ВИКОНАВЕЦЬ:

Старший науковий співробітник
Науково-дослідної частини
Андрій ЗАГОРУЛЬКО
тел.: 050-54-74-173

Додаток Ж.2

Довідка про участь у виставці, яка проводилася у рамках наради щодо перспектив розвитку Державного біотехнологічного університету за участі Харківської обласної військової адміністрації, Народних депутатів України 12 липня 2023 року

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



М. ХАРКІВ

12 ЛИПНЯ 2023 Р.

ДОВІДКА

**про участь у виставці, яка проводилася у рамках наради щодо перспектив
розвитку ДЕРЖАВНОГО БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
за участі Харківської обласної військової адміністрації,
Народних депутатів України**

12 липня 2023 року в ДБТУ проведено нараду за участі начальника Харківської ОВА Олега Синегубова, народних депутатів України – Андрія Одарченко, Юлії Гришиної, Марії Мезенцевої, Олексія Красового, Вікторії Кінзбурської, ректора ХНУ імені В.Н. Каразіна Кагановської Тетяни, ректора Національного юридичного університету імені Ярослава Мудрого Гетьмана Анатолія, науковців ДБТУ.

Одним із важливих питань, яке обговорювалося на зустрічі, стало питання продовольчої безпеки України. Голова Вченої ради Державного біотехнологічного університету професор Андрій Одарченко зазначив, що новостворений Державний біотехнологічний університет, який об'єднав багаторічні надбання чотирьох харківських вишів, має потужну матеріально-технічну базу, високий науковий потенціал, розвинені зв'язки з українськими та європейськими партнерами і готовий долучитися до вирішення цих завдань. Підтвердженням цього є низка успішно реалізованих проєктів. Серед них – технології харчової продукції для широких верств населення та лікувально-профілактичного призначення, для військових, яка виробляється серійно на підприємствах Харківського регіону. Саме вони були презентовані на нараді й одержали високу оцінку. Проте представлені розробки – лише невелика частка з напрацювань фахівців університету. Сьогодні університет є лідером з упровадження новацій в області рослинництва, тваринництва, ветеринарної медицини, механічної інженерії, біотехнологій, харчових виробництв.

Учасникам наради представлено наступну продукцію:

Хліб підвищеної харчової цінності з додаванням пластівців із пророщеного зерна пшениці.

Розробники – здобувач ступеня доктор філософії Білаш Б.Г., професор кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, к.т.н. Самохвалова О.В., професор кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, к.т.н. Олійник С.Г., студентка гр. 181-ХК-12м Бабай Д.О.

Хліб підвищеної харчової цінності з додаванням порошку з плодів шипшини.

Розробники – здобувач ступеня доктор філософії Білаш Б.Г., професор кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, к.т.н. Самохвалова О.В., професор кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, к.т.н. Олійник С.Г., студентка гр. 181-ХК-12м Глущенко В.В.

Учасники наради зазначили, наскільки важливим зараз є ефективне функціонування всіх структур університету, розроблення та упровадження наукових розробок, їх затребуваність в реальному сектору економіки країни. Відмічено, що напрям розвитку, який обрано ДБТУ, є важливим з огляду на нарощування переробної промисловості в аграрній сфері. І один із шляхів його вирішення – консолідація зусиль освіти, науки і бізнесу, чітка дорожня карта сталого розвитку економіки.

Проректор з наукової роботи ДБТУ,
д.т.н., професор
м.п.



 Валерій МИХАЙЛОВ