

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГЕТЬМАН ІННА АНАТОЛІЇВНА

УДК 664.664.9

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ
ЗАКВАСОК З БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР**

Спеціальність 181 – Харчові технології

Галузь знань 18 – Виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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



І.А. Гетьман



Науковий керівник: Михонік Лариса Анатоліївна
кандидат технічних наук, доцент

Київ - 2023

АНОТАЦІЯ

Гетьман І.А. «Удосконалення технології хліба з використанням заквасок з борошна круп'яних культур» – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» - Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2023.

Дисертаційна робота присвячена удосконаленню та науковому обґрунтуванню технології хліба з використанням заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур (зеленої гречки, вівсяного та рисового).

Пріоритетним напрямом в хлібопекарській галузі є збагачення макро- та мікронутрієнтами виробів масового споживання (хліб пшеничний та пшенично-житній), із групи дієтичних виробів – безглютеновий. Показано, що борошно зеленої гречки, вівсяне та рисове є джерелом білків зі збалансованим амінокислотним складом, розчинних та нерозчинних харчових волокон, вітамінів, макро- та мікроелементів, антиоксидантів та фенольних сполук тощо. В умовах зростання кількості підприємств малої та середньої потужності ефективно впроваджувати прискорені технології хліба, в тому числі зі спонтанними заквасками. Використання гречаного, вівсяного та рисового борошна як поживного середовища для заквасок дозволить збагатити хліб корисними складовими цих видів борошна та прискорити технологічний процес.

Досліджено технологічні властивості борошна круп'яних культур. Встановлено, що борошно зеленої гречки, вівсяне та рисове характеризуються більшою крупністю частинок, нижчою активністю протеолітичних та амілолітичних ферментів. Поряд з цим, борошно круп'яних культур має менші на 15,8-40,0 % розміри крохмальних зерен, порівняно з пшеничним борошном першого сорту (контроль), а також нижчу температуру початку клейстеризації крохмалю та максимальну в'язкість суспензії. Водопоглинальна здатність вівсяного борошна вища на 50 %, рисового - на 10,7 %, а борошна зеленої

гречки - нижча на 10,3 %, порівняно з контролем. У фракційному складі білків гречаного борошна переважає фракція альбумінів (60,5 %), вівсяного - глобулінів (44,0 %), тоді як в пшеничному та рисовому борошні переважає фракція глютелінів.

З'ясовано, що в гречаному та вівсяному борошні більше власних цукрів, що забезпечує більш інтенсивне газоутворення на початку бродіння, але нижча цукроутворювальна здатність та автолітична активність зумовлюють зменшення інтенсивності виділення діоксиду вуглецю в 1,4-2,7 рази, порівняно з пшеничним борошном. Разом з тим, суміші пшеничного борошна з гречаним та вівсяним характеризуються вищим показником сумарного газоутворення, ніж пшеничного борошна. Інтенсифікація процесу газоутворення пояснюється позитивною дією амілолітичних ферментів, які в достатній кількості містяться в пшеничному борошні, і, відповідно, в сумішах, та вищою піддатливістю до дії ферментів крохмальних зерен борошна круп'яних культур, які мають менші розміри, ніж крохмальні зерна пшеничного борошна. Додавання гречаного та вівсяного борошна до пшеничного зумовлює погіршення структурно-механічних властивостей тіста, що потребує впровадження заходів, зокрема включення в рецептуру добавок-структуруювачів.

В подальших дослідженнях вивчали можливість використання борошна круп'яних культур як поживного середовища для заквасок спонтанного бродіння. Методом математично-статистичного моделювання встановлено оптимальні умови для циклу розведення заквасок: масова частка вологи для рисової закваски - 52 %, гречаної – 60 %; вівсяної - 70%; температура бродіння для всіх заквасок - 28 °С; тривалість бродіння для рисової та гречаної заквасок- 120 год, вівсяної- 96 год. Високі показники якості заквасок забезпечуються при таких умовах проведення виробничого циклу: кількість стиглої закваски для рисової- 50 %; для гречаної та вівсяної- 35 %; температура бродіння для всіх заквасок- 28 °С; тривалість бродіння для рисової закваски - 12 год; для гречаної та вівсяної- 14 год. Дослідження вмісту летких та нелетких кислот в заквасках

показали, що у вівсяній та гречаній заквасках спостерігається нижчий вміст летких кислот, порівняно з рисовою закваскою - 28,0 та 30,5 % мг/100 г. Кількість молочної кислоти складає, відповідно, 81,3 та 80,7 % мг/100 г. Рисова закваска накопичила близько 50 % летких кислот. Такі закономірності сприятимуть більш вираженому аромату готових виробів з рисовою закваскою, а вироби з гречаною та вівсяною закваскою матимуть виражений смак. Встановлено, що консервування досліджуваних заквасок внесенням солі та охолодженням є ефективними для дискретного режиму роботи підприємств. Кислотність всіх зразків заквасок через 21 добу зберігання зменшується незначно – на 1,2-2,4 град. Встановлено, що оптимальним терміном зберігання при консервуванні охолодженням є: для рисової закваски - не більше 14 діб, для гречаної і вівсяної – не більше 21 доби. Внесенні солі найбільш ефективно використовували для рисової закваски, оскільки її показники якості за цим способом збереглись найкраще. Так, кислотність знизилась на 15,9 %, активність молочнокислих бактерій – на 30 %.

Методом пробних лабораторних випікань встановлено, що в технології хліба з пшеничного борошна доцільним дозуванням вівсяної та гречаної заквасок є 15 % до маси борошна; в технології хліба із суміші пшеничного та житнього борошна - 30 % до маси борошна, а в технології безглютенового хліба - 30 % рисової або 20 % гречаної закваски до маси крохмально-борошняної суміші. Додавання заквасок до пшеничного хліба незначно погіршує об'єм, гречана закваска дещо знижує показник формостійкості. В пшенично-житньому хлібі також спостерігалось зниження об'єму та формостійкості зі зростанням дозування заквасок. Але при цьому вироби мають приємний, яскраво виражений смак та аромат, еластичну м'якушку, рівномірну дрібну більш розвинену структуру пористості. В безглютеновому хлібі за зазначеного дозування зростає об'єм та пористість виробів на 4-5 %, кислотність – на 0,8 град. Вони мають яскраво виражені смако-ароматичні властивості, опуклу гладеньку верхню скоринку та глянцевою поверхню, покращується колір скоринки у виробах з гречаною закваскою.

Досліджено, що зі зростанням дозування заквасок в рецептури пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового хліба інтенсифікуються процеси дозрівання тіста, про що свідчить зростання показників підйимальної сили та тривалості вистоювання тіста, покращується кислотонакопичення та виділення діоксиду вуглецю. Вивчення в'язко-пластичних характеристик пшеничного та пшенично-житнього хліба показали погіршення утримування діоксиду вуглецю та формоутримувальної здатності зі зростанням дозування круп'яних заквасок внаслідок зниження вмісту пшеничного борошна в рецептурі, і відповідно, клейковини. Це підтверджує необхідність коригування рецептур виробів з їх додаванням і внесення структуроутворюючих добавок. Разом з тим, з'ясовано, що створення кислого середовища в пшеничному тісті за рахунок додавання 15 % вівсяної та гречаної заквасок укріплює клейковину, що позитивно впливатиме на якість готових виробів. В безглютеновому тісті утримування газу покращується зі зростанням відсотку внесеної закваски.

Під час розроблення рецептур пшеничного та пшенично-житнього хліба з заквасками спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур показано доцільність включення до їх складу гречаних та вівсяних пластівців, сухої пшеничної клейковини. Ці рецептурні інгредієнти покращують споживчі властивості хліба, про що свідчить зростання комплексного показника якості. В пшеничному хлібі зросла кількість білка в 1,1 раз, харчових волокон – в 1,3 рази, а в пшенично-житньому хлібі – в 1,25 та 1,4 раз, відповідно. Додавання борошна зеленої гречки в безглютеновий хліб підвищує вміст білка в 2,2 рази, харчових волокон – в 2,0 разів, вітамінів B₉, PP та E – в 7,2 рази, 7 разів та 5 разів, відповідно. Підібрані рецептурні композиції дозволили зменшити черствіння, про що свідчать показники крихкуватості та водопоглинальної здатності м'якушки, а також деформації м'якушки, визначена за допомогою пенетрометра. Встановлено, що приріст ароматичних сполук був найбільшим в безглютеновому хлібі, в скоринці в 1,8 разів більше, а в м'якушці – в 2,5 раз більше, ніж в контрольному зразку. Досліджено, що додавання заквасок сприяє пригніченню розвитку спороутворюючих та гнильних бактерій,

плісневих грибів та гальмує швидкість розвитку картопляної хвороби протягом нормативного терміну зберігання хліба (72 год) в пшеничному хлібі.

За результатами досліджень розроблено та затверджено рецептури хліба «Вівсяний аромат», «Пшенично-житній з гречаною закваскою» та «Гречано-рисовий», які було апробовано на підприємствах галузі. «Вівсяний аромат» та «Пшенично-житній хліб з гречаною закваскою» було представлено на Всеукраїнському дегустаційному конкурсі новітніх розробок хлібобулочних виробів та нагороджено дипломами I ступеня.

Удосконалення технологій хлібних виробів на спонтанних заквасках з борошна круп'яних культур має економічний і соціальний ефект завдяки покращенню споживчих властивостей.

Ключові слова: хліб, закваски спонтанного бродіння, борошно вівсяне, борошно зеленої гречки, борошно рисове, інтенсифікація, технологічний процес, показники якості, харчова цінність.

ABSTRACT

«Improvement bread technology using sourdough from wheat grain crops» by Hetman I.A. Qualification scientific paper on manuscript right. Thesis Doctor of Philosophy in specialty 181 Food Technologies the National University Food Technologies MES Ukraine, Kiev, 2023.

The thesis is devoted to the improvement and scientific substantiation technology bread using sourdough starter spontaneous fermentation from flour grain crops (buckwheat, oatmeal and rice).

Enrichment by macro and micronutrients in mass consumption products (wheat and wheat-rye bread) is a priority direction in the bakery industry, and gluten-free bread is a part within a group of dietary products. It has been shown that green buckwheat flour, oatmeal and rice flour are a source of proteins with a balanced amino acid composition, soluble and insoluble dietary fiber, vitamins, macro- and microelements, antioxidants and phenolic compounds, etc. Given the growing number of small and medium-sized enterprises, it is effective to introduce accelerated bread technologies, including those with spontaneous sourdoughs.

These buckwheat, oat, and rice flour as a nutrient medium for starter flours can enrich bread using the beneficial components found within these types of flour and speed up the technological process.

The technological properties of the flour of cereal crops were investigated. It was found that green buckwheat, oat, and rice flours are characterized by a larger particle size and lower activity of proteolytic and amylolytic enzymes. At the same time, cereal flours have starch grain sizes that are 15.8-40.0 % smaller than first-grade wheat flour (control), as well as a lower temperature at which starch gelling begins and a higher viscosity suspension. The water absorption capacity was 50 % higher in oat flour, 10.7 % higher in rice flour, and 10.3 % lower in green buckwheat flour compared to the control. The protein fractional composition in buckwheat flour is dominated by albumin (60.5 %), oat flour by globulins (44.0 %), whereas in wheat and rice flour the glutelin fraction prevails.

The study revealed that buckwheat and oatmeal flour contain more intrinsic sugars, ensuring more intense gas formation at the beginning of fermentation. But lower sugar-forming capacity and autolytic activity lead to a decrease in the intensity by 1.4-2.7 times compared to wheat flour. At the same time, mixtures of a combination of wheat flour with buckwheat and oatmeal are characterized by a higher rate of total gas formation than wheat flour. The intensification can be explained by the positive effect of amylolytic enzymes, contained in sufficient quantities from wheat flour and, accordingly, the mixtures and the higher susceptibility to enzymes caused by starch grains contained in cereal flour, being smaller than starch grains of wheat flour. The addition of buckwheat and oat flour to wheat flour causes a deterioration in the structural and mechanical properties of dough, thus requiring implementation measures, such as the inclusion of structural additives in the recipe.

The possibility of using cereal flour as a nutrient medium for spontaneous fermentation starter cultures is studied further. Using mathematical and statistical modeling, the optimal conditions for the starter cultivation cycle were determined: mass fraction is 52 % for rice starter, 60 % for buckwheat starter, and 70 % for oatmeal starter; fermentation temperature for all starter cultures is 28 °C;

fermentation duration for rice and buckwheat starter is 120 h., and for oatmeal starter is 96 h. High quality starter cultures are ensured under the following conditions the production cycle: the amount a ripe starter is 50 % for rice starter, 35 % for buckwheat and oatmeal starter, fermentation temperature for all starter cultures is 28 °C, fermentation duration for rice starter is 12 h, for buckwheat and oatmeal starter is 14 hours. Studies of volatile and non-volatile acids in sourdough starter showed that oat and buckwheat starter had a lower content of volatile acids compared to rice starter - 28.0 and 30.5 % mg/100 g. The amount of lactic acid is, respectively, 81.3 and 80.7 % mg/100 g. Rice sourdough has accumulated 50 % volatile acids. Such patterns will contribute to a more pronounced flavor of the finished products with rice sourdough starter, while products with buckwheat and oatmeal starter will have a pronounced taste. It was found that the preservation of the studied starter cultures by adding salt and cooling is effective for the discrete mode of operation of enterprises. The acidity of all samples of starter cultures decreases slightly after 21 days storage - by 1.2-2.4 degrees. It has been established that the optimal storage period for cooling preservation is: rice starter - no more than 14 days, buckwheat and oatmeal – no more than 21 days. Salt application was most effectively used for rice sourdough, as its quality indicators were best preserved by this method. Thus, the acidity decreased by 15.9%, and the activity of lactic acid bacteria by 30 %.

Using the method described above, it was found that in wheat flour bread technology, the appropriate dosage for oat and buckwheat starter is 15% by weight of flour; in bread technology made from a mixture of wheat and rye flour, 30% by weight in flour; and in gluten-free bread technology, 30% rice or 20% buckwheat starter by weight in starch and flour mixture. The addition sourdough starter to wheat bread slightly reduces the volume, buckwheat starter slightly reduces the mold resistance index. In wheat-rye bread, a decrease by volume and shape stability was observed as the dosage of sourdough starter increased. But at the same time, the products have a pleasant, pronounced taste and aroma, elastic crumb, uniform fine, more developed porosity structure. In gluten-free bread, the volume and porosity of the products increase by 4-5%, and the acidity increases by 0.8 degrees at the

specified dosage. They have pronounced flavor and aroma properties, a convex, smooth top crust and a glossy surface, and the color of the crust in products with buckwheat sourdough is improved.

It has been shown that increasing the dosage of sourdough starter in wheat, wheat-rye, and gluten-free bread formulations intensifies dough maturation, as evidenced by an increase in the lifting power and duration as well as the dough proofing, improves acid accumulation and carbon dioxide release. It was found that the visco-plastic characteristics wheat and wheat-rye breads deteriorated with the increase in cereal sourdough dosage due to a decrease in wheat flour content as well as gluten in the recipe. This confirms the need to adjust recipes to include cereal and structure-forming additives. However, it has been found that creating an acidic environment in wheat dough by adding 15% oat and buckwheat sourdoughs strengthens gluten, which will positively affect the quality of finished products. In gluten-free dough, gas retention improves with an increase in the percentage of sourdough starter.

The expediency that buckwheat and oat flakes and dry wheat gluten should be included in the recipes for wheat and wheat-rye bread using spontaneously fermented sourdough starter flours from cereal flour was demonstrated. These ingredients improve the consumer properties a bread, as evidenced by the growth of a complex quality indicator. The amount of protein increased by 1.1 times in wheat bread, dietary fiber by 1.3 times, and by 1.25 and 1.4 times in wheat-rye bread, respectively. Green buckwheat flour added to gluten-free bread increases the protein content by 2.2 times, dietary fiber by 2.0 times, and vitamins B₉, PP and E by 7.2 times, 7 times and 5 times, respectively. Thus, the selected recipes allowed to reduce staling, as evidenced by the indicators friability and water absorption capacity crumb, as well as deformation crumb, determined by the penetrometer. It was found that the increase aromatic compounds was the highest in gluten-free bread, 1.8 times more in the crust and 2.5 times more in the crumb than in the control sample. The study found that the addition sourdough starter cultures helps to inhibit the

development of spore-forming and putrefactive bacteria, molds and inhibits potato disease development during the standard bread shelf life (72 hours) at wheat bread.

The results of the study allowed us to develop and approve recipes for Oatmeal Flavor, Wheat-Rye Bread with Buckwheat Sourdough, and Buckwheat- Rice Bread, tested at industry enterprises. These products were presented at the All-Ukrainian tasting competition for the latest bakery products and awarded first place diplomas.

Development the bread technologies based on spontaneous sourdough starter from cereal flour has an economic and social effect due to the improvement at consumer properties.

Keywords: bread, spontaneous fermentation starter cultures, oat flour, green buckwheat flour, rice flour, intensification, technological process, high quality, nutritional value.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Михонік Л.А., Гетьман І.А., Бела Н.А., Богдан Г.С. Показники якості заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в процесі низькотемпературного консервування. *Продовольчі ресурси*. 2018. 11. С.116-122. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-13%20>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus тощо)

2. Михонік Л. А., Гетьман І. А. Технологія безглютенового хліба з використанням заквасок спонтанного бродіння. *Товари і ринки*. 2019. 1(29). С. 95-103. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(29\)09](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(29)09)

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus, Research Bible, Crossref тощо)

3. Bondarenko Yu., Mykhonik L., Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Andronovich G., Hetman I. The use of golden flax seeds and oats sourbread in the production of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*.

2019. 4/11 (100). P.46-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174643>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія А); міжнародна індексація: Scopus, EBSCO, WorldCat, OpenAIRE, MIAR, Google Scholar, Index Copernicus, Crossref тощо)

4. Bondarenko Yu., Mykhonik L., Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Andronovich G., Hetman I. Study of the influence of buckwheat flour and flax seeds on consumption properties of long-stored bakery products. *EUREKA: Life Sciences*. 2019. 4. P. 9-18. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2019.00973>

(Іноземний науковий журнал; міжнародна індексація: EBSCO, WorldCat, OpenAIRE, MIAR, Google Scholar, Index Copernicus, Crossref тощо)

5. 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>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

6. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Технологічні аспекти використання вівсяної закваски спонтанного бродіння в технології пшенично-житнього хліба. *Харчова промисловість*. 2020. 28. С. 25-32. DOI: <https://doi.org/10.24263/2225-2916-2020-28-5>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

7. Hetman I., Mykhonik L., Kuzmin O., Shevchenko A. Influence of spontaneous fermentation leavens from cereal flour on the indicators of the technological process of making wheat bread. *Ukrainian Food Journal*. 2021. 10 (3). P.492-506. DOI: <http://dx.doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-3-6>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія А); міжнародна індексація: *Web of Science Core Collection, Scopus, EBSCO, InfoBase Index, Ulrichs Web, Google Scholar, Crossref тощо*)

8. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. Effect of structure-forming agents and spontaneously fermented buckwheat sourdough on the quality of gluten-free bread. *Food science and technology*. 2022. 16, 2. P. 32-39. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i2.2373>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія А); міжнародна індексація: *Web of Science Group (Emerging Sources Citation Index), AGRIS, WorldCat, DORA, EBSCO, InfoBase Index, Ulrichs Web, Google Scholar, Crossref тощо*)

9. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. Efficiency of sourdoughs of spontaneous fermentation from cereal flour in bakery technologies. *Food resources*. 2023. № 20. С.28-34. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-03>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: *Google Scholar, ScienceGate, Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського тощо*)

Тези доповідей та матеріали конференцій

10. Гетьман І., Смуток П., Михонік Л. Дослідження впливу заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур на процеси газоутворення в пшеничному тісті. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 84 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2018 р. Київ: НУХТ, 2018. Ч.1. С. 161.

11. Getman I., Mikhonik L., Okopna Y. Voraussetzungen für die Verwendung Getreidemehl in der Brottechnologie. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 85

Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 11-12 квітня 2019 р. Київ: НУХТ, 2019. Ч.3. С. 553.

12. Гетьман І. А., Михонік Л.А. Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу борошна круп'яних культур. *«Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві», «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій, 10-11 вересня 2019 р. Київ: НУХТ, 2019. С. 57–59.

13. Гетьман І. А., Михонік Л. А. Використання вівсяної закваски спонтанного бродіння в технології пшенично–житнього хліба. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції*: програма та тези матеріалів VIII Міжнар. наук.-техн. конференції, 5-6 листопада 2019 р. Київ: НУХТ, 2019. С. 113-114.

14. Гетьман І. А., Михонік Л. А., Науменко О.В. Борошно круп'яних культур як перспективна нетрадиційна сировина в хлібопеченні. *Інноваційний розвиток харчової індустрії*: зб. наук. праць за матеріалами VII Міжнар. наук.-практ. конф., 21 листопада, 2019 р. Київ: ППР НААН, 2019. С. 23-25.

15. Гетьман І., Шубін В., Михонік Л. Закваска спонтанного бродіння з борошна зеленої гречки в технології безглютенового хліба. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 86 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2-3 квітня 2020 р. Київ: НУХТ, 2020. Ч.1. С. 108.

16. Гетьман І.А., Михонік Л.А., Науменко О.В., Кухаренко І.О. Використання заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в технології пшеничного хліба. *Якість і безпека харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення*: матеріали Міжнародної конференції, 25 вересня, 2020 р. Львів: ЛТЕУ, 2020. С. 78-80.

17. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Використання гречаної закваски спонтанного бродіння в технології хліба. *«Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві», «Здобутки та перспективи розвитку*

кондитерської галузі»: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій. Київ: НУХТ, 2020. С. 32-36.

18. Hetman I.A., Mikhonik L.A., Naumenko O.V. Perspectives of usage spontaneous fermentation starters of cereal crops cultures in bread technologies. *Science and innovations in the 21st century*: матеріали I Всеукраїнської Інтернет-конференції студентів та молодих вчених, 12 травня 2021 р. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021. С.12-15.

19. Гетьман І., Кухаренко І., Михонік Л. Борошно зеленої гречки як поживне середовище для заквасок спонтанного бродіння. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квітня 2021 р. м. Київ. К.: НУХТ, 2021. Ч. 1. С. 122.

20. Гетьман И.А., Михоник Л.А. Технологические аспекты использования гречневой закваски спонтанного брожения в технологии пшеничного хлеба. *Инновационные процессы и технологии: материалы Международной научно-практической конференции*, 24-25 июня 2021 г. г. Кутаиси, Грузия.: Государственный университет Акакия Церетели, 2021. С.157-162.

21. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Особливості використання заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в технології хліба. «*Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві*», «*Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі*»: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій. Київ: НУХТ, 2021. С. 25-30.

22. Михонік Л.А., Гетьман І.А. Особливості використання борошна круп'яних культур як поживного середовища для приготування хлібопекарських заквасок. *Технології харчових продуктів і комбікормів*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 21-24 вересня 2021 р. Одеса: Одеська нац. акад. харч. технологій, 2021. С.26-28.

23. Гетьман І.А., Михоник Л.А. Технологические аспекты производства закваски спонтанного брожения на основе овсяной муки. Аспекты инновационных исследований в аграрных науках: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию академика академии ГСХН, профессора Гурама Ткемаладзе. Тбилиси, 2021. С.63-64.

24. Лариса Михонік, Інна Гетьман. Ефективність використання структуроутворювачів в технології безглютенового хліба. Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні: матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції, 30 листопада 2021 року. Київ: НУХТ, 2021. С.95-97.

25. Белова К.Р., Гетьман І.А., Михонік Л.А. Використання гречаного борошна в технології хліба. *Innovations and prospects of world science*. матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. Ванкувер, Канада, 2022. С.178-183.

26. Ковальчук І., Кирічок Т., Гетьман І., Михонік Л. Продукти переробки круп'яних культур в технології хлібобулочних виробів. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 88 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, квітень-травень 2022 р. м. Київ. К.: НУХТ, 2022. Ч. 1. С. 90.

27. Гетьман І.А., Чіхрай В.І., Коломієць М.Я., Михонік Л.А. Покращення споживчих властивостей безглютенових хлібних виробів. «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі»: матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої до 70-річчя з дня народження професора В.Ф. Доценка, 17 травня 2022 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2022. С. 86-87.

28. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Технологічні аспекти приготування закваски спонтанного бродіння на основі вівсяного борошна. «Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві», «Здобутки та перспективи

розвитку кондитерської галузі»: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій. Київ: НУХТ, 2022. С. 143-145.

29. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Закваски спонтанного бродіння в технології пшенично-житнього хліба. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*: програма та тези матеріалів XI Міжнародної науково-технічної конференції, 8 листопада 2022 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2022 р. С.100-102.

30. Л.А. Михонік, І.А. Гетьман. Наукові та практичні аспекти використання пшеничного цільнозернового борошна та продуктів переробки круп'яних культур у виробництві хлібобулочних виробів. Здорове харчування від дитинства до довголіття: стан та перспективи: програма та тези матеріалів II Міжнародної науково-практичної мультидисциплінарної конференції, 24 листопада 2022 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2022 р. С.34-35.

31. Гетьман І., Максименко М., Михонік Л. Інноваційні напрями в приготуванні хлібопекарських спонтанних заквасок. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 3-7 квітня 2023 р. м. Київ. К.: НУХТ, 2023. Ч. 1. С. 142.

Розділ колективної монографії

32. Mykhonik L., Hetman I. The Use of Leaven of Spontaneous Fermentation of Cereal Flours in the Technology of Healthy and Dietary Bakery Products. *Bioenhancement and Fortification of Foods for a Healthy Diet*. London: CRC Press. 2022. P.135-154. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003225287>

Патенти

33. Спосіб приготування закваски для виробництва пшенично - житнього хліба: пат. на корисну модель 139653 Україна: МПК А21D 8/00. № u 2019 07395; заявл. 03.07.2019; опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1.

34. Спосіб приготування закваски для виробництва пшенично - житнього хліба: пат. на винахід 122743 Україна: МПК А21D 2/36, А21D 8/02. № u 2019 07394; заявл. 03.07.2019; опубл. 28.12.2020, Бюл. № 24.

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	20
ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ З БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА.....	30
1.1. Сучасний стан галузі та технологій виробництва хлібних виробів різного асортименту.....	30
1.2. Особливості хімічного складу борошна круп'яних культур	39
1.3. Досвід використання борошна круп'яних культур в технології хліба... ..	50
1.4. Закваски спонтанного бродіння в хлібопеченні України та світу.....	57
Висновки до розділу 1.....	68
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ, ПРЕДМЕТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	70
2.1. Характеристика сировини	70
2.2. Характеристика методів експериментальних досліджень	73
2.2.1. Методи визначення якості сировини.....	73
2.2.2. Способи приготування тіста та методи визначення показників якості напівфабрикатів.....	75
2.2.3. Методи визначення якості готових виробів.....	78
2.2.4. Спеціальні методи досліджень.....	79
Висновки до розділу 2	80
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР.....	82
3.1. Дослідження гранулометричного складу та водопоглинальної здатності.....	82
3.2. Дослідження білково-протеїназного комплексу борошна круп'яних культур.....	84

	18
3.3. Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу борошна круп'яних культур та борошняних сумішей.....	86
3.4. Дослідження реологічних властивостей тіста з борошняних сумішей за допомогою фаринографа та альвеографа.....	95
Висновки до розділу 3.....	100
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КУЛЬТИВУВАННЯ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ З БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР В ДИСКРЕТНИХ УМОВАХ.....	102
4.1. Науково-практичне обґрунтування технології заквасок спонтанного бродіння в циклі розведення.....	102
4.2. Експериментальне обґрунтування оптимальних параметрів ведення заквасок спонтанного бродіння у виробничому циклі.....	117
4.3. Схеми ведення заквасок спонтанного бродіння з гречаного, вівсяного та рисового борошна.....	128
4.4 Дослідження складу органічних кислот в заквасках спонтанного бродіння.....	132
4.5. Дослідження ефективності консервування заквасок.....	134
Висновки до розділу 4.....	137
РОЗДІЛ 5. ВИКОРИСТАННЯ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА.....	140
5.1. Вплив заквасок на органолептичні та фізико-хімічні показники якості виробів з пшеничного борошна.....	140
5.2. Вплив заквасок на технологічний процес, органолептичні та фізико-хімічні показники якості пшенично-житнього хліба.....	155
5.3. Вплив заквасок на технологічний процес, органолептичні та фізико-хімічні показники якості безглютенового хліба.....	166
Висновки до розділу 5.....	171

РОЗДІЛ 6. СПОЖИВЧА ТА ФІЗІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ З БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР.....	173
6.1. Обґрунтування рецептур та технології виробів з використанням заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур	173
6.2. Аналіз харчової цінності та калорійності хліба.....	187
6.3. Вплив заквасок на тривалість зберігання готових виробів.....	191
6.4. Вплив заквасок на вміст ароматичних речовин в хлібі.....	195
6.5. Вплив заквасок на мікробіологічні показники готових виробів.....	197
Висновки до розділу 6.....	199
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	201
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	206
ДОДАТКИ.....	235
ДОДАТОК А. Соціально-економічний ефект.....	235
ДОДАТОК Б. Деклараційні патенти	247
ДОДАТОК В. Акти виробничих випробувань.....	249
ДОДАТОК Г. Рецептури та технологічні інструкції.....	282
ДОДАТОК Д. Список праць, опублікованих за темою дисертаційної роботи.....	312

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

НУХТ – Національний університет харчових технологій

БКК – борошно з круп'яних культур

ЗСБ – закваски спонтанного бродіння

МКБ – молочнокислі бактерії

Lb. – рід мікроорганізмів *Lactobacillus*

Leuc. – рід мікроорганізмів *Leuconostoc*

S. – рід дріжджів *Saccharomyces*

W. – рід мікроорганізмів *Weissella*

Pd. – рід мікроорганізмів *Pediococcus*

A. – рід мікроорганізмів *Aspergillus*

Pn. – рід мікроорганізмів *Penicillium*

Ent. – рід мікроорганізмів *Enterococcus*

Lc. – рід мікроорганізмів *Lactococcus*

СЗ – стигла закваска

ПС – живильне середовище

ХВ – харчові волокна

СМВ – структурно-механічні властивості

ВПЗ – водопоглинальна здатність

СПК – суха пшенична клейковина

ГПМЦ – гідроксипропілметилцелюлоза

КУО – колонієутворюючі одиниці

ВСТУП

Актуальність роботи. До актуальних напрямків розвитку хлібопечення продовжують входити розробки хлібних виробів за прискореними технологіями, які не тільки дозволяють скоротити технологічні втрати та затрати, мінімізувати кількість, обладнання, обслуговуючого персоналу та виробничих площ, а й підвищують рентабельність та вихід продукції. З цією метою використовують інтенсивний заміс тіста, закваски, молочну сироватку, ферментні препарати, збільшують дозування дріжджів тощо.

Використання заквасок сприяє інтенсифікації технологічного процесу, забезпеченню мікробіологічної чистоти, виражених смако-ароматичних властивостей та подовженню свіжості готової продукції.

Ще одним трендом серед населення є попит на вироби оздоровчо-профілактичного, дієтичного спрямування, що стимулює науковців та виробників розширювати асортимент хлібобулочних виробів. Поштовхом до впровадження таких технологій є світові тенденції підвищення уваги населення до свого здоров'я, зміна вподобань споживачів та ритму їх життя, зростання значення харчування як фактора, що забезпечує стійкість організму до негативного впливу довкілля та психоемоційного навантаження [1-3].

Серед широкого спектру нетрадиційної сировини викликають інтерес продукти переробки круп'яних культур, зокрема, борошно, яке, порівняно з сортовим пшеничним, володіє вищою харчовою та біологічною цінністю, має підвищений вміст основних нутрієнтів. Враховуючи хімічний склад борошна круп'яних культур (БКК), виведення заквасок на їх основі дозволяє не тільки прискорити технологічний процес, а й збагатити вироби макро- та мікронутрієнтами, таким чином розширивши асортимент хлібобулочних виробів оздоровчо-профілактичного призначення [4, 5].

Ведення заквасок за циклом розведення з використанням чистих культур молочнокислих бактерій та дріжджів є безперервним та досить трудомістким процесом, який здійснювати в умовах пекарень практично неможливо, внаслідок обмеженості в ресурсах, відсутності спеціальних лабораторій і

необхідного обладнання. Одним із ефективних напрямків вирішення цієї проблеми може стати використання заквасок спонтанного бродіння (ЗСБ), які не тільки інтенсифікують технологічний процес, а й збагачують вироби низкою органічних кислот, водорозчинними білками, вуглеводами, ароматичними сполуками, які утворюються в процесі їх бродіння. При цьому процес виведення заквасок спрощується, а його періодичність дозволяє оперативно реагувати на потреби ринку, збільшувати або зменшувати обсяги виробництва залежно від попиту в окремі періоди року [6, 7]. В Україні досліджень щодо використання ЗСБ з БКК в технології хліба обмаль, що підтверджує актуальність даної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження проводилися відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ ДР № 0121U112866 «Дослідження технологічних властивостей сировинної бази хлібопекарської промисловості з метою її використання у виробництві дієтичних та оздоровчих хлібобулочних виробів», яка координується із науковим напрямком НУХТ «Розроблення сучасних енерго- і ресурсоощадних технологій та нанотехнологій для виробництва якісних і безпечних харчових продуктів».

Особиста участь автора полягає у проведенні експериментальних досліджень, теоретичному обґрунтуванні результатів досліджень, розробленні нормативних документів, підготовці матеріалів до публікацій.

Мета і завдання досліджень. Мета – дослідити ефективність приготування ЗСБ з борошна зеленої гречки, вівсяного та рисового з подальшим їх використанням в технології пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового хліба.

Для досягнення цієї мети було поставлено наступні завдання:

- провести аналітичний огляд літератури щодо перспективних для збагачення груп хлібних виробів, здійснити пошук БКК зі збагаченим

хімічним складом та перспектив використання заквасок з нетрадиційних поживних середовищ в технології хліба;

- дослідити технологічні властивості борошна зеленої гречки, вівсяного та рисового та їх сумішей з пшеничним;
- встановити оптимальні умови розвідного та виробничого циклів ведення ЗСБ з вівсяного, рисового та борошна зеленої гречки та розробити схеми приготування;
- дослідити ефективність консервування отриманих заквасок;
- встановити оптимальні дозування гречаної і вівсяної заквасок в технології пшеничного та пшенично-житнього хліба; рисової та гречаної закваски – в технології безглютенового хліба;
- дослідити вплив ЗСБ з гречаного, вівсяного та рисового борошна на параметри технологічного процесу, перебіг основних процесів та структурно-механічні властивості (СМВ) тіста в технологіях пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового хліба;
- удосконалити технології пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового хліба з використанням гречаної, вівсяної та рисової заквасок, розробити вироби з використанням цих заквасок, затвердити нормативну документацію та провести промислову апробацію;
- дослідити споживчі властивості, мікробіологічну чистоту, харчову цінність та калорійність даних виробів;
- визначити соціальну та економічну ефективність від впровадження даних виробів у виробництво.

Об'єкт досліджень – технологія хліба.

Предмет досліджень – БКК (зеленої гречки, вівсяне, рисове), ЗСБ на основі зазначених видів борошна, тісто та хліб з додаванням заквасок.

Методи досліджень: органолептичні, хімічні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні, біотехнологічні властивості напівфабрикатів та готових виробів визначали згідно із загальноприйнятими і спеціальними методиками; методи планування експерименту та

математичного моделювання з використанням сучасних комп'ютерних програм.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті системного аналізу теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано та удосконалено технологію хліба з використанням ЗСБ з БКК (зеленої гречки, вівсяного та рисового).

Вперше для розведення ЗСБ запропоновано використовувати борошно зеленої гречки, вівсяне та рисове. Встановлено оптимальні умови для циклу розведення гречаної, вівсяної та рисової заквасок, а саме масову частку вологи, температуру та тривалість бродіння та виробничого циклу кожної закваски – кількість поживної суміші, температуру та тривалість бродіння. Отримані результати досліджень подано у вигляді схем приготування для кожної із заквасок.

Дослідження вмісту органічних кислот у виробничому циклі показали, що в гречаній та вівсяній заквасках переважають нелеткі, в рисовій – леткі, що дає змогу прогнозувати особливості смако-ароматичних властивостей хліба з їх додаванням.

Вперше проведено дослідження ефективності консервування досліджуваних заквасок методами внесення солі та охолодженням. Встановлено, що оптимальним терміном зберігання при консервуванні охолодженням є: для гречаної і вівсяної – не більше 21 доби; для рисової закваски - не більше 14 діб. Внесенні солі найбільш ефективно використовували для рисової закваски, оскільки її якість збереглась краще, порівняно із закваскою, яка була розведена без внесення солі.

Вперше науково обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність використання вівсяної та гречаної ЗСБ в технології пшеничного та пшенично-житнього хліба; гречаної та рисової – в технології безглютенового хліба. Встановлено оптимальні дозування кожної із заквасок: в технології хліба з пшеничного борошна дозування вівсяної та гречаної заквасок становить 15 % до маси борошна; в технології хліба із суміші

пшеничного та житнього борошна дозування гречаної та вівсяної заквасок - 30 % до маси борошна; в технології безглютенового хліба - 30 % рисової або 20 % гречаної закваски до маси крохмально-борошняної суміші.

Обґрунтовано доцільність сумісного додавання вівсяної закваски та вівсяних пластівців при моделюванні рецептури пшеничного хліба, гречаної закваски та гречаних пластівців в пшенично-житньому хлібі, закваски з борошна зеленої гречки та рисової закваски в безглютеновому хлібі.

Встановлено, що в пшеничному хлібі через 48 год зберігання зменшилось черствіння на 20,3 %, пшенично-житньому хлібі – на 20,9 % та безглютенового – на 33,0 %, порівняно з контрольними зразками. Хліб «Вівсяний аромат», «Пшенично-житній з гречаною закваскою» та «Гречано-рисовий» через 48 год зберігання поглинали на 11,9, 14,0, 5,6 % більше води, порівняно з контролем, що свідчить про краще збереження свіжості та подовження терміну зберігання.

Додавання продуктів переробки круп'яних культур дозволяє покращити харчову цінність виробів, збільшивши вміст білків, харчових волокон, жирів, вітамінів (РР, Е, фолієвої кислоти, ніацину), макро- та мікроелементів (магнію, фосфору, заліза, цинку).

Набули подальшого розвитку дослідження технологічних, реологічних властивостей вівсяного, гречаного та рисового борошна, зокрема, білково-протеїназного та вуглеводно-амілазного комплексів, а також їх впливу на СМВ тіста в суміші з пшеничним борошном. Встановлено, що БКК має нижчі показники сумарного газоутворення та цукроутворювальної здатності, а в суміші з пшеничним борошном ці процеси інтенсифікуються.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів досліджень розроблено рецептури та технологічні інструкції на нові види хліба: «Вівсяний аромат», «Пшенично-житній з гречаною закваскою» та «Гречано-рисовий». Дані види виробів були представлені на дегустацію та затверджені в установленому порядку Спеціалізованою дегустаційною

комісією Укрхлібпрому з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів.

За результатами досліджень апробовано технології пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового видів хліба з використанням заквасок у виробничих умовах ПСК «Словечанська хлібопекарня» Овруцької РПС в с. Словечно Коростенського району Житомирської області, Приватного малого підприємства «Два млина» в м. Бровари Київської області та пекарні відділу технологій хліба та біотрансформації зернових продуктів Інституту продовольчих ресурсів НААН України в м. Київ.

Впровадження таких виробів, має значний соціальний ефект, оскільки сприятиме розширенню асортименту і збільшенню об'ємів виробництва хліба оздоровчого та дієтичного призначення для різних груп населення.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні огляду науково-технічної літератури, патентів, інших ресурсів, обґрунтуванні актуальності проведення досліджень з даної теми, плануванні та проведенні експериментальних досліджень в умовах лабораторії та виробництва, опрацюванні одержаних результатів, формулюванні висновків, розробленні нормативної документації, патентів, підготовці до публікації результатів проведених теоретичних і практичних досліджень, апробації технологій у виробничих умовах.

Результати досліджень проаналізовано та узагальнено, сформульовано висновки, підготовлено матеріали до публікації спільно з науковим керівником - к.т.н., доц. Л. А. Михонік.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи було представлено на 84-й, 85-й, 86-й, 87-й, 88-й, 89-й Міжнародних наукових конференціях молодих вчених, аспірантів та студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» НУХТ (м. Київ, Україна, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023); 3-й, 4-й, 5-й, 6-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві» та 6-й, 7-й, 8-й, 9-й Міжнародних науково-

практичних конференціях «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» НУХТ (м. Київ, Україна, 2019, 2020, 2021, 2022); 8-й, 9-й Міжнародних науково-технічних конференціях «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції» НУХТ (м. Київ, Україна, 2019, 2022); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний розвиток харчової індустрії» ІПР (м. Київ, Україна, 2019); Міжнародній конференції «Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення» ЛТЕУ (м. Львів, Україна, 2020); I Всеукраїнській Інтернет-конференції студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь, Україна, 2021); Міжнародній науково-практичній конференції «Технології харчових продуктів і комбікормів» ОНАХТ (м. Одеса, Україна, 2021); Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию академика академии ГСХН, профессора Гурама Ткемаладзе «Аспекты иновационных исследований в аграрных науках», (г. Тбилиси, Грузия, 2021); Международной научно-практической конференции «Иновационные процессы и технологии» Государственный университет Акакия Церетели (г. Кутаиси, Грузия, 2021); I Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні» НУХТ (м. Київ, Україна, 2021); VI Міжнародній науково-практичній конференції «Innovations and prospects of world science» (м. Ванкувер, Канада, 2022); 11-й Всеукраїнській науково-практичній конференції, присвяченої 70-річчю з дня народження професора В.Ф. Доценка «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі» НУХТ (м. Київ, Україна, 2022); 2-й Міжнародній науково-практичній мультидисциплінарній конференції «Здорове харчування від дитинства до довголіття: стан та перспективи» НУХТ (м. Київ, Україна, 2022).

Розроблену продукцію було представлено на Всеукраїнському конкурсі хлібобулочних виробів 2021 року в номінації «Кращі хлібобулочні вироби

спеціального призначення 2021 року», нагороджено дипломами I ступеня за хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою» та «Вівсяний аромат».

Публікації. Основні матеріали дисертації викладено в 34 наукових працях, з них 5 статей в фахових журналах України категорії «Б», 2- в фахових журналах України категорії «А», які індексуються в міжнародній наукометричній базі Scopus, 1- в фахових журналах України категорії «А», які індексуються в міжнародній наукометричній базі Web of Science, 1- в науково-практичному журналі закордоном (Естонія), 1 патенті на винахід, 1 патенті на корисну модель, 1 розділі колективної монографії, 22 тезах доповідей на міжнародних наукових конференціях в Україні та закордоном.

Структура роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку літературних джерел та додатків. Роботу викладено на 184 сторінках основного тексту, які включають 66 рисунків, 65 таблиць. Робота містить 229 найменувань літературних джерел, в тому числі 84 зарубіжних та 5 додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ З БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА

1.1. Сучасний стан галузі та технологій виробництва хлібних виробів різного асортименту

Хлібопекарська галузь України на сучасному етапі за рахунок виробничих потужностей, механізації технологічних процесів та розширення асортименту продукції здатна забезпечити населення різноманітними видами хлібобулочних виробів за прийнятною ціною.

Особливістю ринку хліба та хлібобулочних виробів України є майже стовідсоткове забезпечення продукцією вітчизняного виробництва, оскільки в країні достатньо підприємств хлібопекарської галузі.

Водночас процеси перерозподілу власності, конкурентна ринкова боротьба і кризові явища в країні призвели до зменшення кількості промислових підприємств. Збільшується кількість міні-пекарень при супермаркетах, підприємств невеликої потужності, що пов'язано зі зміною вподобань споживачів, темпом життя сучасної людини і зростання популярності «свіжої випічки» [1].



Рисунок 1.1 - Основні виробники ринку хлібобулочних виробів в Україні [2-

Сформована нині структура операторів ринку хліба і хлібобулочних виробів надто диференційована. Промислове виробництво продукції в цій структурі становить не більше 35 %. Близько 35-50% ринку поділяють між собою приватні міні-пекарні та пекарні торговельних мереж, близько 7-12 % припадає на цехи підприємств громадського та швидкого харчування.

Нині серед промислових виробників хліба та хлібобулочних виробів основна частка припадає на вертикально-інтегровані компанії. Ці компанії-виробники постачають на ринок країни понад 3/4 обсягів хлібопродукції промислового виробництва.

Основні гравці хлібного ринку України представлені великими промисловими компаніями:

- ТОВ «УССП «Київський обласний хлібопекарський комплекс» – 10 спеціалізованих хлібопекарських комплексів в Харківській, Київській, Полтавській областях потужністю 650 тонн хлібобулочних виробів на добу;

- ТОВ «КИЇВ ХЛІБ» та ТОВ «Столичний пекарний дім» – 9 виробничих майданчиків у Києві та Київській області потужністю понад 400 тонн хлібобулочних виробів та 10 тонн виробів на добу;

- ПАТ «Холдингова компанія» «Хлібні інвестиції» – 6 підприємств у Івано-Франківській, Волинській, Чернівецькій, Київській та Житомирській областях, частка ринку яких становить 8 % (ТМ «Цар Хліб», ТМ «Майстерня смакоти», «Чанта», «Теремно»);

- ПрАТ «Концерн «Хлібпром» – 5 переробних підприємств у Львівській та Вінницькій областях потужністю 200 тонн хлібної, хлібобулочної, кондитерської та тістових напівфабрикатів (ТМ «Agrola», ТМ «Вінницяхліб», ТМ «Bandinelli», ТМ «2go», ТМ «Panerini», ТМ «Любляна», дитяча лінійка «Джуні»);

- національна група компаній HD-Group, до складу якої входять підприємства з зернопереробки, заводи з виробництва хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів в Запорізькій та Чернівецькій областях потужністю 200 тонн на добу (ТМ «Хлібодар»);

- підприємства Дніпропетровської, Черкаської, Миколаївської та Чернігівської областей, що виготовляють продукцію під ТМ «Формула смаку», потужністю 10 тис. тонн хлібобулочних виробів на добу [2-5].

Дані Державної служби статистики свідчать, що з початку 2020 року виробництво хліба та хлібобулочних виробів становило 314,5 тис. т., що на 13,8 % менше, ніж у січні-травні 2019 року. За період січня-травня 2020 року вироблено 127,1 тис. т. пшеничного хліба, що на 14,5 % менше, ніж у 2019 році. І така тенденція до зменшення зберігається кожен рік, хоча, варто враховувати фактор «тіньової економіки», оскільки невеликі підприємства, пекарні тощо не відслідковуються статистичними службами.

В 2021 році об'єми споживання хліба населенням зросли. Зокрема, виробництво хлібобулочних виробів в жовтні 2021 року збільшилося на 1,3 %, порівняно з початком року. У січні-серпні 2021 року порівняно з січнем-серпнем 2020 року виробництво хлібобулочних виробів скоротилося на 2,5 %. Можна спрогнозувати, що в 2022-2023 роках ситуація могла тільки погіршитись у зв'язку з військовим станом та проблемами з електроенергією. Ціна на хліб, починаючи з 2020 року продовжує повільно зростати, особливо проблеми з ціноутворенням та асортиментом загострилися в 2022 році, оскільки додалися труднощі в роботі підприємств в умовах воєнного стану та додаткові витрати підприємства на утримання генераторів [6].

Скорочення промислового виробництва хліба в Україні не відображає реальну картину споживання цього продукту. Змінюється структура споживання хлібобулочних виробів: свою добову потребу у звичайному хлібі українці «компенсують» завдяки різній випічці та іншим борошняним виробам. Основним інгредієнтом фастфуду теж є хліб (лаваш, булочки для бургера).

Фактори зниження рівня виробництва хлібобулочних виробів в Україні:

- низька ефективність функціонування підприємства хлібопекарської галузі;

- зниження купівельної спроможності населення;
- зростання цін на хліб та хлібобулочні вироби;
- зростання кількості підприємств малої потужності;
- втрата ринків збуту та зупинка підприємств на окупованих територіях;
- зниження об'ємів промислового виробництва хлібобулочних виробів і зростання відсотку «домашньої випічки»;
- зниження і суттєві коливання хлібопекарських властивостей сировини, висока зношуваність основних засобів (обладнання, лабораторне устаткування, інженерні системи тощо);
- незадоволення населення якістю продукції;
- підвищена мікробіологічна контамінація борошна та іншої сировини зумовлює зростання випадків мікробіологічного псування продукції;
- проблеми формування якості при зниженні вмісту солі, алергенів, глютену тощо;
- широке впровадження прискорених технологій, в результаті яких при приготуванні тіста недостатньо інтенсивно проходять колоїдні, біохімічні, мікробіологічні процеси;
- податковий фактор, ускладнення доставки продукції у віддалені від обласних або районних центрів села та селища через відсутність транспортної та збутової інфраструктур [3, 5, 7].

Зниження якості продукції найчастіше зумовлюється наступними факторами:

- невідповідність фізіологічних властивостей вимогам до профілактичної здатності щодо хвороб цивілізації, екологічно зумовлених, професійних захворювань;
- вміст потенційно небезпечних сполук - мікотоксинів, акриламід, поліпшувачів;
- джерело алергенів;
- часті випадки мікробіологічного псування;

- недостатньо виражені смак і аромат, зниження кислотності;
- швидке черствіння;
- низька рентабельність.

Для стабілізації якості хліба близько 90 % підприємств застосовують поліпшувачі, при цьому виникає недовіра споживачів до безпечності продукції та власне створюється навантаження рецептури сполуками хімічної чи мікробіологічної природи, що знижує біозасвоюваність хлібних виробів [8, 9].

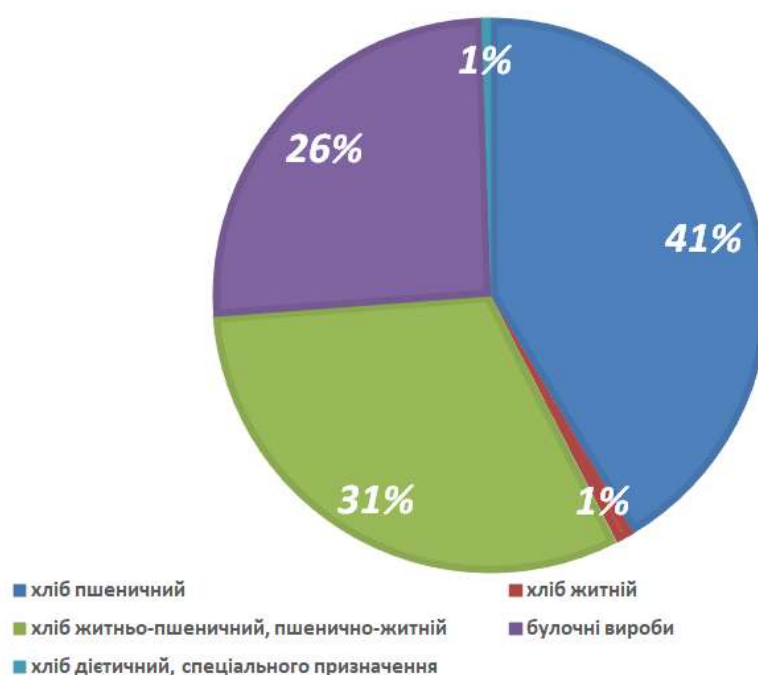


Рисунок 2.1 - Структура споживання хліба різних сортів в Україні

Згідно з рис. 1.1, в структурі споживання хлібобулочних виробів лідерські позиції (41 % та 31 %, відповідно) тримають пшеничний хліб та хліб із сумішей пшеничного та житнього борошна. На булочні вироби припадає 24,8 %, і значно менший відсоток займають інші види хліба. Борошно і хліб входять в п'ятірку світових лідерів з коректування складу та фізіологічної дії. Враховуючи доступність хліба усім верствам населення, його розглядають як одну із ключових позицій продовольчої безпеки країни. Тому особливу увагу слід звернути на «оздоровлення» асортименту хлібобулочних виробів з метою найповнішого задоволення потреби людини в

основних речовинах: білках, жирах, вуглеводах, мікронутрієнтах (вітамінах, мінеральних речовинах) [2, 9].

У зв'язку із світовими тенденціями зміни вподобань споживачів і ритму життя сучасної людини можлива трансформація структури споживання хлібобулочних виробів в бік збільшення частки «здорової» та фізіологічно-функціональної продукції [10].

За статистичними даними, середньомісячне споживання хліба і хлібних продуктів становить 8,4 кг (близько 115 г на добу або 62 кг на рік хліба пшеничного та 39 кг на рік хліба житньо-пшеничного) на одну особу, в той час як м'яса споживається – 5,1 кг, молока і молочних продуктів – 19,1 кг, яєць – 20 шт., риби і рибопродуктів – 1,5 кг, цукру – 2,6 кг, олії та інших рослинних жирів – 1,4 кг, картоплі – 6,2 кг, овочів та баштанних – 8,8 кг, фруктів, ягід, горіхів та винограду – 4 кг [1, 3].

Зважаючи на той факт, що все більше споживачів прагнуть дотримуватись здорового способу життя і ведуть боротьбу із зайвою вагою, зростає популярність інноваційних продуктів - хліба дієтичного та лікувально-профілактичного спрямування, які містять зернові суміші, висівки, фруктозу, мед, горіхи, овочеві і фруктові добавки. Серед актуальних напрямків здорового харчування з хлібної та хлібобулочної категорій провідні позиції продовжують займати вироби, що не містять глютену («Gluten free») [10-12].

Целіакія відноситься до генетичних захворювань, пов'язаних з порушенням обміну речовин і виникненням алергічних реакцій на білкову фракцію злакових культур - глютен, порушуючи засвоєння поживних речовин в тонкому кишечнику. До злакових культур, які викликають непереносимість глютену, відносять: пшениця, жито, ячмінь, овес, спельта, полба, тритікале, камут (східна пшениця).

На сьогоднішній день середня поширеність целіакії за даними рекомендацій Всесвітньої гастроентерологічної організації (WGO) та Всесвітньої організації дигестивної ендоскопії (OMED) складає 1 %

популяції планети, характеризуючись щорічним, неухильним зростанням захворюваності. Так, за даними американських дослідників, за останні 50 років захворюваність на целіакію зросла у чотири рази, при цьому кількість діагностованих випадків серед дорослих значно перевищує таку серед дітей; жінок хворіє більше, ніж чоловіків. Целіакія уражує усі вікові групи, включаючи осіб похилого віку. Більше ніж 70 % усіх нових випадків в світі діагностуються у віці старшому за 20 років [13].

Офіційна статистика нараховує значно менше людей із доведеним діагнозом глютенної ентеропатії, ніж є насправді. Більшість населення, хворого на целіакію, не знаючи про наявність в організмі цього захворювання, перебувають в хворобливому стані з різноманітними скаргами, які знижують якість життя та призводять до формування тяжких та життєво небезпечних ускладнень. Крім того, значно популяризується інформація про користь безглютенової дієти для людей, які не мають такого захворювання. Дієтологи стверджують, що надлишок глютену в організмі погіршує роботу кишечника і засвоєння макро- та мікронутрієнтів, тому обмеження споживання глютенівмісних продуктів сприяє загальному оздоровленню організму, попереджає розвиток деяких хвороб та знижує кількість алергічних реакцій. В науковій літературі зустрічаються різні думки з цього питання, вивчення його продовжується, проте чисельність прихильників безглютенових продуктів харчування постійно зростає, тому важливо розширювати асортименту дієтичних видів хлібних виробів [14, 15].

Для забезпечення різноманітності раціону хворих на целіакію виготовляють спеціальні безбілкові або безглютенові дієтичні продукти – хліб, кондитерські й макаронні вироби, до рецептури яких входять різні види крохмалю і безглютенові види борошна. Може виникати проблема в дотриманні дієти, оскільки багато продуктів містить «прихований глютен», адже в технології виготовлення сирів, м'ясних виробів використовують суху пшеничну клейковину (СПК), до молочних напоїв додають продукти перероблення злакових культур [15].

На частку такої продукції припадає близько 5-7 % від загального обсягу продажу. За даними маркетологів, потреба населення в групі дієтичних хлібобулочних виробів надалі буде зростати [2, 7].

До основних виробників продукції «Gluten free» відносять: «Balviten» (Польща), «HammermuheleGmbH» (Німеччина), «Schar» (Італія), «Aproten» (Італія), «Taranis» (Франція) [14].

Незважаючи на те, що згідно із статистичною інформацією ринок хліба і хлібобулочних виробів скорочується в натуральному вираженні, він продовжує зростати за рахунок попиту на більш дорогі та якісні продукти з категорії «інноваційних» [4, 16].

Наразі асортимент хліба та хлібобулочних виробів, що випускається заводами в Україні, налічує майже 1000 найменувань і щороку до них додаються десятки інших. Виробники розширюють асортимент виробів, здебільшого, за рахунок включення нової нетрадиційної сировини в рецептуру (продукти переробки круп'яних, бобових, овочевих, олійних культур, молочні продукти, спеції тощо), і зовсім мало – за рахунок розробок нових технологій [1, 11].

Перспективними і актуальними напрямками досліджень є розробка прискорених технологій інноваційних виробів з покращеним хімічним складом, збагачених дефіцитними нутрієнтами, зі скоректованим глікемічним індексом та вмістом солі, більш безпечних за рахунок зниження вмісту поліпшувачів, мікотоксинів, з антиоксидантними, протекторними, імуномодельючими властивостями. Від цього залежатиме ефективність розвитку хлібопекарських підприємств, їх конкурентоспроможність [11, 12].

Соціологічні опитування показали, що основні фактори, які впливають на вибір споживачів при купівлі профілактичного і лікувального харчування є ціна, смак та якість, які складають 60-70 %. Близько 45 % споживачів звертають увагу першочергово на лікувальну дію продукції. На виробника, пакування та екологічність звертають увагу лише 8-12 % опитуваних [8, 16].

Тенденція до подорожчання хліба зберігається, що пов'язано, основним чином, збільшенням цін на сировинні інгредієнти: борошно, цукор, яйця, оліє-жирову продукцію, а також зростанням цін на енергоносії та паливно-мастильні матеріали [5, 16].

Оскільки більшість споживачів віддає перевагу масовим сортам хлібобулочних виробів, зокрема пшеничним, саме вони є пріоритетними для збагачення з метою посилення антиоксидантних, захисних та інших властивостей, яких потребують сучасні вимоги до раціону харчування. Особливо потребують покращення поживної цінності та смако-ароматичних властивостей безглютенові вироби, які, внаслідок рецептурних та технологічних особливостей приготування хліба характеризуються прісним смаком і слабовираженим ароматом [8, 10, 17].

Основними трендами розвитку хлібного ринку України є:

- покращення властивостей сировини в результаті більш досконалих технологій отримання і модифікації;
- використання нових сировинних джерел з цінним хімічним складом, функціонально-технологічними властивостями (добавки рослинного, тваринного, мікробного походження тощо);
- розширення асортименту в напрямку оздоровлення та збільшення продажів крафтового високоякісного хліба з урахуванням порад нутриціологів та інтересів споживачів;
- покращення умов та ефективності реалізації продукції, зменшення втрат і повернень за рахунок підвищення її якості, гальмування черствіння, запобігання мікробіологічному псуванню;
- використання технологій, які сприяють глибокому протіканню фізико-хімічних, колоїдних, біохімічних та мікробіологічних процесів при приготуванні напівфабрикатів;
- впровадження інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технологій;

- повернення до національних традицій хлібопечення (приготування хліба класичним опарним способом тістоприготування без використання поліпшувачів; впровадження національних технологій на заквасках);
- формування вертикально-інтегрованих структур промислового виробництва із сільгоспвиробниками, зерносховищами та зернопереробними підприємствами для забезпечення якісною сировиною за договірною ціною в необхідний термін;
- підвищення рівня оплати праці та якості кадрового забезпечення сфери хлібопечення;
- підтримка заходів, спрямованих на поширення культури споживання хліба;
- інформування суспільства щодо корпоративної соціальної відповідальності підприємств;
- освоєння нових ринків збуту продукції тривалого зберігання, забезпечення виробництва високоякісних заморожених напівфабрикатів для потреб внутрішнього і зовнішнього ринку [12, 17, 18].

Отже, теоретичні та експериментальні дослідження дисертаційної роботи дозволять вирішити питання популяризації автентичних (національних) технологій на заквасках для виготовлення пшеничних, пшенично-житніх та безглютенових хлібних виробів оздоровчого призначення.

1.2. Особливості хімічного складу борошна круп'яних культур

На сучасному етапі, спостерігається трансформація ролі їжі як фактора, який повинен не тільки задовольняти голод і забезпечувати організм людини важливими нутрієнтами, а також запобігати виникненню захворювань, пов'язаних з харчуванням, сприяти поліпшенню розумового і фізичного стану людини. Все глибше науковцями кожної галузі здійснюється пошук нетрадиційних інгредієнтів, за рахунок яких можливо суттєво покращити харчову цінність готової продукції, тим самим підтримуючи здоров'я населення.

В хлібопекарській галузі популярним залишається тренд використання нетрадиційних видів борошна, яким замінюють пшеничне. Зокрема, цього потребують вироби з високим вмістом пшеничного сортового борошна [17, 18].

Перспективними видами борошна з точки зору харчової цінності, вартості та доступності на ринку України є БКК - гречане (без термічної обробки), вівсяне, рисове. Кожен з цих видів борошна має специфічні особливості хімічного складу і функціональних властивостей. Рисове та гречане також є привабливими для використання завдяки відсутності глютенної фракції, що робить їх незамінною сировиною в технології безглютенових видів хліба [19].

Хімічний склад борошна круп'яних культур порівняно з пшеничним борошном вищого сорту наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Середній хімічний склад пшеничного борошна та борошна круп'яних культур

Склад \ Борошно	Пшеничне першого сорту	Зеленої гречки	Вівсяне	Рисове
Білки, г	10,8	12,8	13,0	7,1
Жири, г, зокрема,	1,2	2,8	6,8	0,7
сума насичених жирних кислот, г	0,2	0,6	1,1	0,2
Вуглеводи, г	70,0	68,0	64,9	80,2
Моно- та дисахариди, г	1,8	1,4	1,0	0,7
Крохмаль, г	67,7	55,4	60,5	79,1
Харчові волокна, г, зокрема,	3,0	11,0	8,5	1,6
клітковина, г	0,5	1,5	3,2	0,3
β -глюкан, г	0,2	3,6	2,5	0,4

Продовження табл. 1.1

Склад \ Борошно	Пшеничне першого сорту	Зеленої гречки	Вівсяне	Рисове
Зола, г	0,5	2,8	1,8	0,5
Калорійність, ккал	344	329	369	355
<i>Вітаміни:</i>				
В ₁ (тіамін), мг	0,25	0,1	0,35	0,2
В ₂ (рибофлавін), мг	0,08	0,2	0,1	0,06
В ₃ (ніацин), мг	-	2,32	-	1,9
В ₄ (холін), мг	-	-	29,9	-
В ₅ (пантотенова кислота), мг	1,2	1,36	-	0,5
В ₆ (піридоксин), мг	-	0,4	0,1	0,2
В ₉ (фолієва кислота), мкг	-	32,0	32,5	10
РР (нікотинова кислота), мг	2,2	4,2	1,0	1,9
Н (біотин), мкг	-	20,3	-	1,0
Ніациновий еквівалент (НЕ), мг	4,2	7,2	4,3	3,2
Токоферол еквівалент (ТЕ), мг	1,8	-	1,5	0,3
К, мкг	-	2,66		-
Е, мг	-	6,65	0,7	-
<i>Макроелементи:</i>				
Натрій, мг	4,0	3,0	21,0	22,0
Калій, мг	178,0	380,0	280,0	117,0
Кальцій, мг	24,0	20,0	50,0	20,0
Магній, мг	44,0	200,0	110,0	36,0
Фосфор, мг	115,0	298,0	350,0	96,3
<i>Мікроелементи:</i>				
Залізо, мг	2,1	6,7	3,6	1,3
Цинк, мг	0,65	2,05	1,09	1,7
Марганець, мг	0,49	1,05	-	0,6

Продовження табл. 1.1

Склад \ Борошно	Пшеничне першого сорту	Зеленої гречки	Вівсяне	Рисове
Селен, мкг	14,6	8,1	-	3,10
Мідь, мкг	188,0	640,0	370,0	0,2
Молибден, мкг	-	34,4	-	-
Кремній, мг	-	81,0	-	-
Кобальт, мкг	-	3,1	-	-
Нікель, мкг	-	80,0	-	10,7
Сірка, мг	-	88,0	81,0	-
Фтор, мкг	15,0	23,0	96,0	-
Хром, мкг	1,6	4,0	2,4	-

Автори: [20-43].

Таблиця 1.2 - Амінокислотний склад БКК, порівняно з пшеничним

Амінокислоти	Вид борошна			
	Борошно пшеничне першого сорту	Борошно вівсяне	Борошно гречане	Борошно рисове
Валін	4,6	5,7	4,8	7,8
Ізолейцин	3,2	4,0	4,7	4,2
Лейцин	7,1	7,7	6,3	10,1
Лізін	2,6	4,0	6,3	7,7
Метіонін	1,2	2,30	1,5	2,2
Треонін	3,2	3,0	3,2	5,6
Триптофан	0,4	0,1	2,2	0,7
Фенілаланін	4,6	5,7	4,1	6,6
Сума незамінних амінокислот	26,9	32,0	33,0	44,9

Автори: [20-43].

Однією із особливостей борошна зеленої гречки є більший вміст білка (на 18,5 % більше, ніж в пшеничному борошні), який є високоякісним, добре засвоюється та зберігає в собі цінну амінокислотну базу. Сума незамінних амінокислот - близько 33 г на 100 г білка – при цьому варто виділити лейцин, фенілаланін, валін та лізін. Білки гречки за розчинністю по фракціях

поділяються таким чином: частка альбумінів і глобулінів, як найбільш цінних фракцій, становить до 50-65 %, а частка білків проламіну – низька (3-6 %), що робить гречку придатною сировиною також для хворих на целиацію [21-23].

Білка у вівсяному борошні міститься близько 13,0 % (на 20,4 % більше ніж в пшеничному борошні). Згідно фракційного складу білків вівса, переважає фракція глютенінів, трохи менше проламінів та глобулінів, але клейковина вівсяного борошна міститься в невеликій кількості та має низьку якість. Постановою ЄС 41/2009 овес включено до безглютенових інгредієнтів, безпечних для вживання людям при целиації, за умови що вміст клейковини в зернівці не перевищує 20 мг/кг. За дослідженнями біохімічних та імунохімічних характеристик 36 сортів вівса з'ясувалося, що в більшості зразків вміст глютенів був нижчим за 20 мг/кг, лише у деяких сортів перевищував 80 мг/кг [33, 35].

За сумою незамінних амінокислот, близько 32 г на 100 г білка, вівсяне борошно перевершує пшеничне сортове і особливо багате на лізин (амінокислотний скор по лізину – 71 %, тоді як білка пшениці – 54 %), лейцин, ізолейцин, валін, фенілаланін. Амінокислотний склад вівсяного борошна близький до складу людського м'язового білка. Тому вівсяні продукти рекомендують спортсменам для нарощування м'язової маси, а також дітям з раннього віку [31, 36].

Білків в рисовому борошні мало – близько 6-7 %, але амінокислотний склад рисового борошна цінний і близький до складу материнського молока. За сумою незамінних амінокислот, рисове борошно є лідером серед наведених в табл. 1.2 видів борошна - до 45 г на 100 г білка, серед яких варто виділити лізин, лейцин, валін, фенілаланін [39-41].

Відомо, що у всіх описаних видах борошна міститься амінокислота гліцин – попередник нейроактивної речовини, яка відповідає за активність та розслаблення кори головного мозку та підтримки добових біоритмів. Завдяки значному вмісту лейцину білки гречаного, вівсяного, рисового борошна

відносяться до природних джерел цієї амінокислоти поряд з яєчним білком, казеїном, білком лісового горіха тощо [23, 31, 32, 41].

Борошно вівсяне є цінним з точки зору високої масової частки жиру (5,0-7,0 % проти 0,9-1,6 % в пшеничному борошні), з якої масова частка поліненасичених жирних кислот становить 70-80 % [33, 36]. Жири гречаного борошна (3,0-3,5 %) представлені переважно ненасиченими (37,3 %) та поліненасиченою жирною кислотою ω -6 (43,2 %), які, як відомо, не синтезуються організмом людини, а повинні надходити з їжею для забезпечення нормальної життєдіяльності організму. Олеїнова кислота є домінуючою ненасиченою жирною кислотою (\approx 33 %), за нею - лінолева кислота (\approx 32 %), яка належить до незамінних жирних кислот і виконує багато фізіологічних функцій [24, 25]. Жирів в рисовому борошні мало, близько 0,8-1,3 %, з них поліненасичених жирних кислот близько 42,3 %, в складі яких переважають ω -6 (41,2 %) [36, 40].

Крохмалю в гречаному та вівсяному борошні міститься на 21,8 % та 10,7 %, відповідно, менше, ніж в пшеничному борошні. Крохмаль має низький глікемічний індекс (близько 15), що надає борошну дієтичних властивостей. Досліджено, що в гречаному борошні існує частина крохмалю, яка уникає ферментативного гідролізу в тонкому кишечнику, так званий «стійкий крохмаль». Метаболіти, що утворюються під час ферментації стійкого крохмалю в товстому кишечнику, сприяють підтримці здоров'я товстої кишки, а також сприятливо впливають на метаболізм глюкози. Тому для здорової людини корисно споживати продукти з більшою кількістю стійкого крохмалю. При цьому, неперетравлений крохмаль має механізм дії на організм людини, подібний до позитивного впливу клітковини [24, 28, 33, 35].

Рисове борошно містить більше крохмалю, близько 80 %, тоді як в пшеничному борошні до 70 %. Дослідженнями встановлено, що в тістовій системі крохмаль цього борошна утворює щільну сітку з крохмальних зерен, які добре утримують вологу і, на відміну від інших видів крохмалю, для

нього не характерний синерезис [41]. Рисовий крохмаль не клейстеризується за температури 61-78 °С. Така властивість робить його перспективною сировиною для безглютенових виробів. Оскільки рисове борошно має високу дисперсність, доступність частинок до дії ферментів висока, що зумовлює вищу газоутворювальну здатність рисового борошна, порівняно з пшеничним, за меншої кількості власних цукрів [37-39].

Енергетична цінність гречаного борошна - 280-320 ккал [22, 25], вівсяного – близько 369-380 ккал [20, 36], рисового – 361-370 ккал [20, 36, 40], вживання виробів на основі цих видів борошна швидко і надовго насичує організм, не викликаючи почуття важкості після їжі.

Специфічні особливості має склад харчових волокон (ХВ) гречаного та вівсяного борошна - високомолекулярних вуглеводів рослинного походження, які позитивно впливають на шлунково-кишковий тракт та системні процеси в організмі людини. Розчинні ХВ (пектин, камеді, слизи, розчинні геміцелюлози) є сильними антиоксидантами, проявляють бактерицидну активність відносно патогенних і потенціально патогенних мікроорганізмів, нерозчинні (целюлоза, лігнін, геміцелюлози, ксилани, глюкани) – покращують метаболічну активність кишкової мікрофлори, виявляють значну сорбційну здатність [42].

У вівсяному борошні міститься менша кількість целюлози, а більше геміцелюлоз, які представлені арабіноксиланами та (1,3;1,4)- β -D-глюканами (до 20% від маси харчових волокон) [36, 43].

β -глюкани- розчинні у воді лінійні гомополісахариди, молекули яких складаються приблизно з 2500 залишків β -(1,3)- та β -(1,4)- D-глюкопіранози (в складі переважають трисахариди). При розчиненні у воді арабіноксилани та β -глюкани (внаслідок великої молекулярної маси) утворюють гідроколоїди з високою в'язкістю [43].

Вівсяні β -глюкани, взаємодіючи з іншими вуглеводами, впливають на їхню засвоюваність і, як наслідок, на зниження глікемічного індексу. Так,

при певних співвідношеннях β -глюканів та крохмалю в раціоні зменшується засвоюваність крохмалю і знижується надходження глюкози в кров, причому ефект проявлявся сильніше при вищому співвідношенні цих компонентів в раціоні [44, 45]. β -глюкани мають властивості імуностимуляторів та пребіотиків. Вживання продуктів з вівсяним борошном за рахунок глюканів сприяє зменшенню вмісту в крові холестерину та ліпідів крові [42], ризику серцево-судинних та онкологічних захворювань, покращенню функціонування печінки, зниження надлишкової маси тіла [44]. Однак у β -глюканів вівса є й негативні властивості. Існує твердження, що зв'язуючи йони заліза, β -глюкани можуть зменшувати його біодоступність [44, 45].

Пребіотичні властивості β -глюкану зумовлюють зниження його кількості при ферментації, оскільки молочнокислі бактерії (МКБ) заквасок також використовують його в процесі живлення. Так, загальна кількість β -глюкану через 12 годину бродіння вівсяної закваски зменшилась з 4,89 % до 4,23 %, хоча в період з 4 до 8 години бродіння концентрація дещо зросла, далі – знизилась [46]. Подібна тенденція спостерігалась і в ячмінній заквасці, до того ж кількість β -глюкану знижувалась при тривалому замішуванні тіста [47, 48]. Науковці зробили висновки, що для максимального його збереження в готових виробах з метою оздоровлення організму людини потрібно мінімізувати тривалість замішування та процеси ферментації при виробництві хліба або ж вносити борошно, особливо багате β -глюканом, без операції заквашування [46, 48].

Загальна кількість ХВ у вівсяному борошні більша на 48-56,5 %, ніж в пшеничному (табл.1).

ХВ в гречаному борошні, порівняно з пшеничним, більше на 60 %: вміст розчинної фракції (в тому числі, β -глюкани) близько 5-7 %, а кількість нерозчинної фракції – близько 3-4 %. За вмістом β -глюкану, згідно табл. 2, борошно зеленої гречки є лідером серед круп'яних видів борошна та значно перевищує пшеничне борошно.

ХВ допомагають виводити токсини та налагоджувати роботу шлунково-кишкового тракту, прискорюючи метаболізм [25]. У зернівці гречки переважає геміцелюлоза, а в оболонці - лігнін і целюлоза [25, 26]. Додавання геміцелюлоз лущиння гречки в кількості 0,3-0,5 % до маси пшеничного борошна позитивно впливало на якість виробів, за профілограмою якості вироби мали високі оцінки [29].

Варто відмітити, що гречане борошно особливо багате вітамінами та мікроелементами. Так, хімічний склад гречаного борошна відрізняється від пшеничного вмістом вітамінів В₃, В₆, К, Е, біотину та мікроелементів – молібдену, кобальту, нікелю, сірки. В його складі міститься на 47,6 % більше вітаміну РР, на 60 % - вітаміну В₂, ніж в пшеничному борошні. Серед макроелементів значно більша кількість калію, магнію, фосфору, серед мікроелементів міститься на 60 % більше хрому, на 65-70 % - заліза, цинку, міді, ніж в пшеничному борошні [27, 29].

З макроелементів вівсяного борошна варто виділити калій, магній, фосфор, які за кількість перевершують пшеничне борошно на 36,4 %, 60 %, 67 %, відповідно. Мікроелементи – фтор, хром, мідь – також представлені в значній кількості, зокрема, хрому міститься на 33,3 %, а міді на 49,2 % більше, ніж в пшеничному борошні [32, 33].

Рисове борошно відрізняється від пшеничного вмістом вітамінів В₃ та В₆, біотину, мінеральних речовин – натрію та нікелю. В складі цього борошна міститься на 61,8 % більше цинку, на 18,3 % - марганцю, ніж в пшеничному борошні [40].

Вітаміни групи В, Е, РР разом з фосфором беруть участь в синтезі і підтриманні нервових клітин [38]. Гречане, вівсяне та рисове борошно відрізняються від пшеничного борошна вмістом фолієвої кислоти (вітаміну В₉) і вважаються альтернативними її джерелами в найбільш поширених в харчуванні людини продуктах – хлібі, макаронних виробах, борошняних кондитерських виробах [20, 22].

Важливим компонентом вітамінного комплексу вівса, порівняно з пшеничним борошном, є холін (вітамін B₄) і ефіри холіну, які є потенційними функціональними харчовими сполуками. Холін використовується організмом для біосинтезу фосфоліпідів і ацетилхоліну, який використовується при передачі нервових імпульсів. Він також використовується в терапевтичних цілях при ураженні печінки [33].

Значний вміст кремнію в гречаному борошні, порівняно з пшеничним, стимулює синтез колагену, необхідного для укріплення судин та покращення стану шкіри. Оптимальне співвідношення магнію, кальцію, калію та міді разом з вітаміном РР сприяють зниженню ризику захворювань серцево-судинної системи. Фосфор, фтор, мідь та марганець в складі борошна допомагають в мінералізації кісткової тканини. Залізо, кобальт, нікель, вітаміни групи В підсилюють кровотворну функцію організму і сприяють відновленню бар'єрної функції печінки, до того ж, кобальт бере участь в розпаді ліпідів, допомагаючи знизити вагу тіла. Нікель і сірка приймають участь в обміні жирів, є важливими для гормональної регуляції організму. Сірка бере участь в підтримці кисневого балансу в організмі людини, є одним з потужних антиалергенів, відповідає за згорання лейкоцитів [22, 29].

Крім того, описані комплекси мінеральних речовин та вітамінів беруть участь в синтезі білка кератину, підтриманні роботи щитовидної залози, укріпленні імунітету, а цинк, марганець та мідь – кофактори ферментів, які відповідають за функціонування наднирників, репродуктивних та підшлункової залоз [38].

Важливим для організму є селен, який взаємодіє з вітамінами-антиоксидантами, бере безпосередню участь у захисті імунної системи від дії вірусів, бактерій та інших негативних факторів, запобігає утворенню ракових клітин та утворенню вільних радикалів [27].

Борошно зеленої гречки відрізняється вмістом органічних кислот класу поліфенолів, дубильних речовин, як от, щавлева, лимонна, яблучна, галова, кавова, хлорогенова, пірокатехінова та малеїнова кислоти [25].

Відсутність операції термообробки у виробництві борошна зеленої гречки дозволяє максимально зберегти весь спектр вітамінів, макро- та мікронутрієнтів, ферментного комплексу та потужні антиоксидантні властивості (близько 155 мг/100 г), оскільки до складу входять флавоноїди: орієнтин, кемпферол, кверцетин, вітексин, рутин, ізовітексин, ізоорієнтин, проантоціанідин [26]. Флавоноїдні сполуки, що містяться в гречці, мають велике значення для покращення здоров'я людини, а також для профілактики та лікування різних захворювань [22]. Вони, разом з молібденом, вітамінами-антиоксидантами Е та А беруть участь в нейтралізації вільних радикалів, знижуючи ризик розвитку раку, а також регулюють роботу серцево-судинної системи та знижують рівень холестерину в крові [33, 38]. Варто відмітити, що майже всі анатомічні частини гречки (стебла, листя, квітки, насіння) є джерелом флавоноїдів, але відмінності в кількості є суттєвими. Дослідженнями доведено, що порівняно з квітками та листками, концентрація флавоноїдів та основних фенольних кислот в насінні була найнижча. Але на вміст і склад флавоноїдів у насінні гречки впливають також сорт, місце розташування, фаза вирощування та умови вирощування, що потрібно враховувати [29].

Рисове борошно відрізняється вмістом біогенних амінів, а саме гістаміну (0,280 мг) та серотоніну (0,250 мг), які відіграють важливу роль як джерело азоту і є попередниками для синтезу гормонів, алкалоїдів, нуклеїнових кислот, білків тощо. Серотонін є медіатором збудження у центральній нервовій системі, впливає на тонус судин, збільшує кількість тромбоцитів крові, підвищує стійкість капілярів, бере участь у регулюванні функцій травної, видільної й ендокринної систем. Гістамін – один з ключових нейромедіаторів, які регулюють стан бадьорості [40, 41].

Таким чином, продукти переробки круп'яних культур є цінним джерелом білків зі збалансованим амінокислотним складом, харчових волокон, макро- та мікронутрієнтів. Різноманітність хімічного складу даних видів борошна створює передумови для їх використання в технології хліба.

1.3. Досвід використання борошна круп'яних культур в технології хліба

Хліб на основі пшеничного борошна вищого та першого сортів, маючи високу енергетичну цінність, характеризується незбалансованим хімічним складом, що негативно впливає на раціон харчування людини [10]. Вважається, що до виробів зі зниженою харчовою цінністю належать сорти хліба із суміші пшеничного та житнього борошна, де пшеничного борошна міститься від 60 %.

Вирішити питання покращення харчової та біологічної цінності виробів з сортового пшеничного борошна можливо за рахунок включення в рецептури нетрадиційних інгредієнтів - продуктів переробки круп'яних культур (борошна, пластівців, висівок тощо). Серед наявного асортименту такої групи інгредієнтів обрано борошно зеленої гречки, вівсяне та рисове види борошна з точки зору доступності на ринку, цінової політики та харчової цінності.

Борошно зеленої та коричневої гречки відрізняються за своїми властивостями. Це пов'язано з тим, що гідротермічна обробка крупи, з якої в подальшому виготовляють борошно, зумовлює його високу водопоглинальну та водоутримувальну здатності, які безпосередньо впливають на тістову систему та готові вироби. Це створює певні труднощі при використанні такого борошна, на відміну від борошна зеленої гречки [37, 49]. Але, літературний огляд показав, що більшість робіт українських та закордонних вчених присвячено розробкам хліба з використанням продуктів переробки коричневої гречки, вірогідно це пов'язано з їх більш вираженими органолептичними показниками, на відміну від зеленої гречки.

Проведено дослідження щодо впливу гречаного термообробленого борошна на технологічний процес і якість пшеничного хліба, в якому пшеничне борошно вищого сорту заміняють гречаним в кількості від 10 до 50 %. Зі збільшенням дозування гречаного борошна спостерігалось «послаблення» тіста та втрата ним пружності. Продемонстровано, що в тісті з

кількістю гречаного борошна 30 % від маси пшеничного борошна газоутворення відбувалось інтенсивніше (1792 мл), порівняно з контрольним зразком (1408 мл), але газотримання, навпаки, знизилось.

Результати пробного лабораторного випікання показали, що більшість показників (об'єм, пористість, структура м'якушки хліба) погіршуються зі збільшення кількості внесеного гречаного борошна. Зроблено висновки, що оптимальним дозуванням є 10-30 % від маси пшеничного борошна. У разі дозування 30 % гречаного борошна замість пшеничного кількість білка зростає на 17 %, а також збільшується кількість клітковини, вітамінів групи В [23].

Поширені дослідження щодо підвищення антиоксидантної активності, зокрема, вміст рутину у виробках з гречаним борошном. Так, в одній із робіт описано, що в 250 г хліба з додаванням 30 % гречаного борошна замість пшеничного (середньостатистична добова доза споживання хліба) міститься 5,8 мг/кг рутину (в пшеничному хлібі – близько 1 мг/кг) [24]. В інших дослідженнях з'ясовано, що додавання гречаного борошна збільшує сумарну кількість фенолів [50], порівняно з пшеничним хлібом.

Вченими було вивчено хімічний склад, а, особливо, біологічну цінність борошна темної гречки. Створено композиційну суміш з пшеничного та гречаного видів борошна, та досліджено, що у разі дозування 30 % гречаного борошна суттєвого впливу на показники якості готового хліба не спостерігається [51].

Іншими науковцями обрано дозування гречаного борошна до 15 % від маси пшеничного. При цьому спостерігається вища кількість цукрів, вільних амінокислот та летких сполук, а органолептичні показники хліба, а саме, смак та аромат більш виражені [52].

Дослідженнями, проведеними на кафедрі технології хлібопекарських та кондитерських виробів НУХТ встановлено, що максимальна заміна пшеничного борошна борошном зеленої гречки, яка не призводить до

суттєвого погіршення структурно-механічних властивостей тіста та якості виробів, становить 20 % [53, 54].

Також проведено дослідження ефективності використання борошна темної та зеленої гречки в технології хліба для виготовлення сухарних виробів. Порівняльна характеристика отриманих результатів показала, що в технології виробів тривалого зберігання використання борошна темної гречки є недоцільним внаслідок високої водопоглинальної та водоутримувальної здатності такого борошна, які зумовлюють підвищену масову частку вологи та індекс набухання сухарних виробів. Водночас, додавання борошна зеленої гречки в рецептуру хліба для сухарних виробів в кількості до 20 % від маси пшеничного борошна дозволяє отримати вироби високої якості, які відповідають вимогам нормативної документації [55].

Визначали також можливість використання гречаних пластівців в технології хліба з цільозернового борошна. Дослідження властивостей напівфабрикатів та готових виробів з гречаним борошном та пластівцями показали, що тісто з гречаними пластівцями має вищу максимальну в'язкість, а хліб кращу формостійкість, питомий об'єм та пористість, порівняно з тістом та хлібом з гречаним борошном [56-58].

Вченими Шрі-Ланки було проведено дослідження щодо використання рисового борошна в технології пшеничного хліба. За рахунок розробленого методу модифікації крохмалю зернівок рису гідротермічною обробкою вдалося підвищити дозування рисового борошна з 20 % до 40-45 % від маси пшеничного, при цьому не спостерігається суттєвого погіршення якості виробів. Такий метод дозволяє провести повну желатинізацію амілопектину крохмалю рису з метою покращення газоутримувальної здатності борошна [40].

Під час отримання вівсяного борошна зернівка вівса обов'язково піддається гідротермічній обробці з метою знищення гіркуватого присмаку, що притаманне зерну внаслідок інактивації його ліполітичних ферментів [49]. Доведено ефективність використання вівсяного борошна для розробки

нових видів пшенично-вівсяного хліба. Дозування вівсяного борошна в кількості 20 % від маси пшеничного дозволяє отримати хліб з білком, більш збалансованим за амінокислотним складом, а за вмістом ХВ перевершує більшість пшеничних та пшенично-житніх сортів, зокрема, за рахунок β -глюкану [59].

Існують дослідження щодо використання ціЛЬНОЗМЕЛЕНОГО вівсяного борошна в кількості 30% від маси пшеничного борошна, при цьому можна отримати вироби із задовільними фізико-хімічними показниками якості, але покращуються смакові характеристики та харчова цінність готових виробів [60].

Покращити технологічні процеси та показники якості готових виробів з використанням вівсяного борошна можна додаванням ферментних препаратів [61, 62], використанням процесу заквашування [63]. В деяких роботах вчених доведено, що вівсяне борошно знижує процес газоутворення в тісті, надає виробам специфічні смакові властивості [64].

Науковцями НУХТ представлено комплексне рішення використання в технології пшеничного хліба подрібненого насіння льону золотого та вівсяної закваски спонтанного бродіння, що пришвидшує технологічний процес та суттєво покращує якість і харчову цінність хліба [65].

Авторами [66] запропоновано для підвищення харчової цінності та покращення якості пшенично-спельтового хліба додавати 15,0 % вівсяних пластівців.

Додавання пластівців в кількості 10-30 % зумовлює зниження питомого об'єму хліба зі збільшенням їх дозування, але при цьому покращується профіль жирних кислот та зростає кількість ХВ [67, 68].

Для підвищення харчової цінності пшеничного хліба рекомендують дозувати вівсяні пластівці до 20,0 % замість пшеничного сортового борошна. Для покращення структурно-механічних характеристик хліба з пластівцями пропонується використовувати суху пшеничну клейковину, аскорбінову кислоту [69, 70].

Безглютеновий хліб також належить до виробів зі зниженою харчовою цінністю, оскільки кількість крохмалю в рецептурах коливається в межах 50-90 % від маси сипкої сировини, що забезпечує кращий об'єм та структуру пористості м'якушки хліба. Для виготовлення безглютенових хлібних виробів дозволяється використовувати продукти переробки таких культур, як рис, гречка, кукурудза, пшоно, сорго, амарант. В невеликих кількостях можна використовувати продукти переробки бобових (сої, гороху, квасолі, люпину) та олійних (соняшнику, льону, кунжуту, ріпаку) культур, а також горіхову сировину [71].

Оскільки, в технології безглютенових виробів дозволяється використовувати лише сировину, яка не містить білків клейковини, в тісто додають структуроутворювачі (різноманітні гідроколоїди): камеді рослинного і мікробного походження, пектин, желатин, агар-агар, альгінати, карбоксиметилцелюлозу, гідроксипропілметилцелюлозу (ГПМЦ), псиліум тощо. Ці речовини підвищують в'язкість тіста, завдяки чому підвищується його газотримувальна здатність. У рецептурах виробів може бути використана одна речовина або декілька у різному співвідношенні, які по-різному впливають на якість готової продукції [72]. Дослідження щодо використання інноваційного асортименту сировини ведуться, але даних щодо використання круп'яного борошна, структуроутворювачів та їх комбінацій для виробництва хліба з мінімальним вмістом крохмалю обмаль.

Більшість існуючих розробок безглютенових виробів присвячені використанню борошна коричневої (термообробленої) гречки та рисового, борошно зеленої гречки практично не використовується.

Проведено дослідження щодо корегування структурно-механічних властивостей безглютенового тіста з рисового борошна шляхом використання ГПМЦ та лецитину [73, 74].

Над удосконаленням технології дріжджового безглютенового хліба працюють вчені [75, 76], якими розроблено та запатентовано рецептури хліба

з підвищеною харчовою цінністю з рисового, гречаного та кукурудзяного борошна [77-80].

Досліджено вплив розміру частинок рисового борошна в рецептурі безглютенового хліба та зроблено висновки, що висока крупність частинок зумовлює низьку газотримувальну здатність тіста, що негативно впливає на готові вироби [81].

Доведено позитивний вплив цільнозернового гречаного борошна в кількості 30 % до маси сипких компонентів на антиоксидантні властивості безглютенового хліба, порівняно з гречаним борошном дрібного помелу та цільнозерновим пшеничним борошном [82].

Іншими вченими було проведено оцінку якості хліба із сумішей рисового борошна, кукурудзяного крохмалю та крохмалю маніюки. Доведено ефективність внесення 35 % кукурудзяного крохмалю та 20 % крохмалю маніюки для отримання виробів з високим об'ємом, рівномірною пористістю та відмінними органолептичними показниками [83].

Відомий спосіб приготування хліба на основі рисового та кукурудзяного борошна в комбінації з соєвими білками ізолятами, що передбачає використання структуроутворювачів ксантану або модифікуючого крохмалю в кількості 1,0-3,0 % від маси борошна [84].

Вченими розроблено рецептури безбілкового хліба з крохмалю та безглютенового хліба з борошном круп'яних культур, доведено ефективність використання камедей гуару і ксантану для забезпечення структурно-механічних властивостей безглютенового тіста [85].

Дослідниками науково обґрунтовано і розроблено інноваційну технологію безглютенових хлібобулочних виробів на основі борошняних сумішей із використанням як структуроутворювачів колагеновмісних білків та ферменту трансглютамінази, запатентований спосіб виробництва безглютенового хліба, який відрізняється додатковими процесами суспендування дріжджів та розчинення у воді ферментного препарату трансглютамінази [86-88].

Вченими доведено синергетичну взаємодію структуроутворювачів псиліуму та ГПМЦ, псиліуму та камедей гуару, ксантану в технології безглютенового хліба на основі крохмале-борошняної суміші з кукурудзяного та картопляного крохмалю, кукурудзяного, рисового та пшоняного борошна [89].

Вченими досліджено вплив альгінату натрію, натрійкарбоксиметилцелюлози, модифікованого крохмалю, пектину цитрусового, камедей ксантану і гуару на якість безбілкового хліба. Встановлено, що найкращі органолептичні та фізико-хімічні показники у зразків хліба з додаванням 0,5 % камеді ксантану до маси крохмалю [90]. Високу якість мають вироби з сумішей безглютенового борошна та крохмалів з сумісним використанням камеді ксантану і похідних целюлози [91].

Дані, наведені в праці [92], показують, що додавання 2 % пектину, 1 % карбоксиметилцелюлози та 1 % β -глюканів покращує якість безглютенового хліба на основі рисового борошна, кукурудзяного крохмалю і казеїнату натрію за показником пористості, та подовжує тривалість збереження ним свіжості.

Дослідниками вивчено вплив соргового борошна [93], казеїну [94], вівсяного толокна [95], суміші соргового борошна та борошна з насіння льону [96], борошна кіноа [97] на технологічні характеристики безглютенового хліба. Доведено позитивний вплив обраних добавок на органолептичні та фізико-хімічні показники якості, а також харчову цінність готових виробів.

Іншими вченими досліджено ефективність використання БКК та шроту обліпихи, плодово-овочевих порошків, сухої плодово-ягідної сировини, пребіотиків, цукрозамінників в складі сухих сумішей для приготування безглютенових хлібобулочних виробів з метою розширення асортименту виробів, збагачених ХВ [98].

Такі особливості хімічного складу дозволяють зробити висновок, що БКК, зокрема вівсяне, гречане та рисове може слугувати поживним середовищем для заквасок. Це дозволить розширити асортимент заквашувальних субстратів та покращити харчову цінність готових виробів з додаванням такої сировини. Нині, досліджень в Україні щодо використання БКК в технології ЗСБ обмаль.

1.4. Закваски спонтанного бродіння в хлібопеченні України та світу

Закваска – це напівфабрикат хлібопекарського виробництва, отриманий зброджуванням поживного середовища (ПС) у вигляді водно-борошняної суспензії МКБ або МКБ та дріжджами, здатних продукувати ті чи інші продукти життєдіяльності. Закваска – це той напівфабрикат, в якому мікрофлора знаходиться в активному стані [99, 100, 101].

Традиційні національні технології приготування хліба передбачали використання заквасок в якості розпушувачів, але розвиток промислового виробництва хліба та відкриття в XIX столітті перших дріжджових заводів зумовили перехід на застосування комерційних хлібопекарських дріжджів. Для національного хлібопечення також було характерно використання спонтанного заквашування живильної суміші з борошна та води, додаючи солону, хміль тощо. Закваска дозволяє отримати хлібобулочні вироби з вираженими смако-ароматичними властивостями, при цьому цінні, закладені природою властивості сировини повністю зберігаються, а в ході технологічної обробки їх можливо посилити. Разом з тим, технології виробів на заквасках є достатньо складними, оскільки закваска є напівфабрикатом зі багатостадійними, взаємопов'язаними процесами, які залежать від значного числа нестабільних вхідних чинників, в тому числі, якості використовуваної сировини для заквашування [102, 103].

Активність мікрофлори заквасок вчені пояснюють вихідними показниками борошна, а саме масовою часткою вологи та автолітичною активністю. Зроблено висновки, що вища автолітична активність та масова

частка вологи борошна дозволяють отримати закваску з високими біотехнологічними показниками, оскільки у процесі бродіння у водно-борошняній суспензії більша кількість сухих речовин переходить у водорозчинний стан і буде використовуватись, як поживне середовище мікрофлорою [104].

Існує залежність показників якості закваски від сорту борошна. Так, було розведено пшеничні закваски на основі борошна вищого та першого сорту та досліджено кінцеві показники якості. За результатами, закваски на основі пшеничного борошна першого сорту мали вищу підймальну силу та активну мікрофлору, що, очевидно, пов'язано з більшою кількістю ХВ, макро- та мікроелементів, необхідних для живлення мікробіоти [105].

Був доведений вплив температури бродіння на домінуючу мікрофлору стиглої закваски. Так, при температурі бродіння 23 °С домінуючим був штам *Leuconostoc citreum*, при 30 °С та 37 °С домінували *Lactobacillus fermentum*. Варто відмітити, що штаму *Lactobacillus sanfranciscensis* не було виявлено. Зроблено висновки про те, що борошняне середовище не є джерелом цього штаму [106].

Вид борошна, яке використовується в якості поживного середовища, також має значення. Було використано штам *Lactobacillus plantarum* для розведення заквасок з різних видів борошна: пшеничного, ячмінного, вівсяного. Встановлено, що кожен вид закваски мав різні показники кислотності, темпи росту мікробіоти та метаболізм вуглеводів, але їх можна охарактеризувати як високі. Дозування заквасок в кількості 5-10 % пшеничної, 5-20 % ячмінної та 5-15 % вівсяної дозволяє зменшити кількість акриламідів в готовому хлібі [107].

Перевагами використання заквасок в технології хліба є:

- підвищення кислотності та прискорення дозрівання тіста;
- пригнічення розвитку патогенної мікрофлори, в т.ч. попередження картопляної хвороби (спричиняється спорами картопляної палички *Bacillus subtilis* борошна в пшеничному хлібі);

- розпушення тіста (у випадку виробництва хліба без додавання пресованих хлібопекарських дріжджів);
- забарвлення скоринки під час випікання в результаті перетворення цукрів (реакції меланоїдиноутворення та карамелізації);
- вплив на реологічні характеристики тіста залежно від співвідношення летких та нелетких кислот (коефіцієнту бродіння);
- тривале збереження свіжості виробів та подовження термінів зберігання;
- підкреслення смако-ароматичних властивостей готового хліба;
- покращення перетравлювання хліба організмом людини [107-109].

Деякі дослідження вчених вказують також на такі переваги процесу заквашування:

- закваска може виступати природним натуральним консервантом, оскільки продукує бактерицидні (пептиди з бактеріальним ефектом), протигрибкові та інші антимікробні речовини;
- забезпечує вищу засвоюваність мінеральних речовин (в першу чергу, магнію, кальцію, міді, заліза) завдяки ферменту фітаза, який міститься в зерні, і починає активно діяти під час дозрівання закваски, розщеплюючи фітинову кислоту, тим самим перешкоджаючи утворенню солей макро- та мікронутрієнтів;
- знижує глікемічний індекс виробів;
- може слугувати підсилювачем смаку за рахунок вмісту молочної кислоти, дозволяє знизити кількість солі та цукру в рецептурах виробів [109-112].

В умовах дискретного режиму виробництва, за яким працюють підприємства малої потужності, ефективно використовувати ЗСБ. Підприємства малої потужності можуть використовувати закваски-підкислювачі, але органічні кислоти, які входять до складу, можуть негативно впливати на технологічний процес, зокрема, життєдіяльність дріжджових клітин та органолептичні показники готової продукції. Крім

того, недоліком є їх вартість. Перевагою цих заквасок-підкислювачів є зручність використання [113, 114].

Головна відмінність спонтанних заквасок і заквасок на чистих культурах мікроорганізмів полягає в домінуючій мікрофлорі.

Закваски з використанням чистих культур – це закваски, в яких водно-борошняна суміш зброджується внесеною селекціонованою, спеціально відібраною за біотехнологічними показниками, мікробіотою, переважаючою над мікрофлорою сировини.

ЗСБ – це закваски, в яких рушійною силою зброджування водно-борошняної суміші є природна мікрофлора самої сировини [99, 101].

Перевагами використання спонтанного зброджування є:

- спрощення процесу виробництва закваски;
- відсутня потреба в купівлі чистих культур дріжджів та молочнокислих бактерій;
- економія виробничих площ та устаткування;
- мобільність виробництва;
- ефективно для національних хлібобулочних виробів, виготовлених за автентичними технологіями (хліб ручної роботи, ремісничий, «артизанський») [101, 105, 114].

Періодичність процесу приготування закваски спонтанного бродіння та можливість її консервування дає можливість пристосовувати її до змінного режиму роботи підприємства та оперативно реагувати на потреби ринку в різних сортах хліба, змінювати об'єми та асортимент виробництва в залежності від попиту в різний період [114].

Технологію спонтанного зброджування використовують для приготування елітних сортів хлібобулочних виробів. Часто вони характеризуються складною рецептурою з включенням нетрадиційних видів сировини, яка надає виробам функціональних властивостей. Такі технології відрізняються складністю та тривалістю, потребують особливої майстерності фахівців. Приготування хлібних виробів на спонтанних заквасках більш

ефективно може бути реалізовано на пекарнях, міні-пекарнях, міні-виробництвах, як окремих, так і при хлібозаводах, в готельних, ресторанных і туристичних комплексах, де невеликі обсяги виробництва, мінімальні площі та обмеженість в ресурсах. Наближення виробництва до споживача у вигляді хлібозаводів, пекарень, з фірмовим магазином і кафе, ресторанных комплексів з власною випічкою може вирішити ряд техніко-економічних проблем, актуальних для сучасних потужних хлібозаводів [103-105].

За рахунок використання в рецептурі інгредієнтів (хміль, аніс тощо) з антисептичними властивостями можливо підвищити мікробіологічну стабільність закваски, у т.ч. при ризику підвищеної мікробіологічної контамінації сировини, що переробляється – борошна, висівок тощо.

Основними чинниками, які гальмують впровадження даних технологій є:

- відсутність глибокої теоретичної бази і розуміння наукових основ та суті складних взаємопов'язаних процесів технології хліба на спонтанних заквасках;

- відсутність загальних теоретичних підходів до організації виробництва, «примхливість», нестабільність біотехнологічних властивостей заквасок, відповідно параметрів приготування тіста та якості продукції;

- відсутність систематизованих даних щодо закономірностей розвитку бродильної мікрофлори у розвідному і виробничому циклах різних заквасок та швидкості набуття належних показників якості; механізмів перетворень біополімерів й інших складових тістових систем [112, 113, 116].

Всі вищезазначені чинники підтверджують необхідність проведення досліджень в цьому напрямку та систематизації отриманих результатів. В Україні переважна більшість досліджень присвячена дослідженню житніх та пшеничних ЗСБ.

Комплекс досліджень щодо ефективності використання спонтанних житньої та пшеничної заквасок в технології хліба за умов міні - підприємств і закладів ресторанного господарства були висвітлені в працях вітчизняних

науковців Національного університету харчових технологій (НУХТ) Т.А. Сильчук [114] та Одеської академії харчових технологій Т.Є. Лебеденко. Варто відмітити, що Т.Є. Лебеденко [117, 118] проведені глибокі дослідження щодо ефективності внесення рослинних збагачувачів при оновленні пшеничної спонтанної закваски, серед яких аніс та горохове борошно, хмельовий екстракт та винні дріжджі. Доведено, що такі збагачувачі сприяють росту дріжджових клітин та покращенню підйимальної сили, при цьому унеможливаючи переокисання середовища, такі закваски зберігають стійкі показники якості протягом 90 діб ведення.

В НУХТ було доведено позитивний вплив хмелевого екстракту на мікробіологічну стійкість спонтанної пшеничної закваски та готових виробів з додаванням цих заквасок [119, 120]. Іншими вченими цього ж університету було встановлено, що у процесі заквашування зернової маси із пророщеного зерна пшениці кількість дріжджів, гнильних бактерій та диких дріжджів значно зменшується, в той час як вміст молочнокислих бактерій у заквасках збільшується [121]. Варто відмітити, що використання закваски позитивно впливає на мікробіологічну безпеку хліба із пророщеного зерна пшениці, оскільки знижує кількість контамінантів при його виробництві та підвищує стійкість хліба до шкідників [122].

Іноземними дослідженнями доведено протигрибкові властивості хмелю - інгібітора росту *Aspergillus parasiticus*, *Penicillium carneum*, *Pn. polonicum*, *Pn. raneum*, *Pn. chermesinum*, *A. niger*, *Pn. roqueforti*. Закваска, збагачена екстрактом хмелю, мала вищу концентрацію вільних амінокислот, антиоксидантну та фітазну активність [123].

Розроблено спосіб приготування житньої рідкої закваски для житніх та житньо-пшеничних видів хліба, в якому борошно заквашується хмелевим екстрактом в кількості 2-4 % до маси борошна, що позитивно впливає на мікробіологічну стійкість спонтанної закваски та готових виробів з додаванням закваски [124, 125].

В Департаменті прикладних біологічних наук Брюсселю (Vrije Universiteit Brussel) проведено масштабне дослідження мікрофлори ЗСБ з пшеничного борошна, різноманіття композицій МКБ та дріжджів, які можливо отримати при спонтанному бродінні. Дослідженнями підтверджена необхідність контролю температурних умов навколишнього середовища при розведенні заквасок для забезпечення стабільності їх мікробіологічного стану [126].

Вчені оцінювали ступінь мікробіологічної стійкості спонтанних пшеничних заквасок з різних регіонів південної Італії, проводячи щоденні оновлення порцією живильної водно-борошняної суміші протягом одного року. Встановлено, що мікробіота всіх зразків заквасок була стабільною з точки зору видів. Деякі відмінності були на внутрішньовидовому рівні, оскільки поживне середовище (вміст вуглеводів, вільних амінокислот, спиртів та нелетких кислот) змінювались в одному зразку закваски, відібраної в різний період. Це пояснюється комбінованим впливом температури ферментації та концентрації поживних речовин в борошні, яка змінювалась протягом року. Зроблено висновки, що динаміка зміни популяції молочнокислих бактерій у заквасках протягом одного року щоденного розмноження в основному визначається мікробіотою борошна та його поживними речовинами [127, 128].

Для приготування ЗСБ з пшеничного борошна додатково було використано добавки: квіти та м'якоть яблука, гірчиці, ягоди глоду, гранат та оцет з метою з'ясування еволюції мікробіоти в кожному із зразка. Мікрофлора значною мірою не залежала від добавки, яка використовувалась. Зроблено висновки, що мікробіота в заквасках з додаванням рослинних матеріалів швидко стабілізувалась та була представлена *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. plantarum*, *Lb. graminis* або *Lb. rossiae* та *Saccharomyces cerevisiae*. В заквасках без додавання інгредієнтів активність такої ж мікрофлори була нижчою [129].

Рослинні субстрати, а саме, виноград, цукрова тростина, яблуко, було використано дослідниками [130] для пшеничних заквасок спонтанного бродіння. Найкращими показниками якості характеризувалась закваска з використанням винограду, яка мала вищий рН, але нижчу кислотність, при цьому в ній найкраще відбувалися процеси газоутворення. Через рік культивування закваски кількість МКБ зросла, водночас кількість дріжджів зменшилась. Варто відмітити, що всі закваски мали специфічні смако-ароматичні характеристики, які позитивно впливають на органолептичні показники якості готових виробів.

Із пшеничних спонтанних заквасок (ферментація при 30 °С протягом 24 годин) було виділено *Lb. brevis*, *Lb. plantarum*, *Lb. fermentum*. Із дріжджів домінували лише *S. cerevisiae* [131].

Вченими [132] була розроблена ЗСБ із борошна пшеничного та спельтового, досліджена спонтанна мікрофлора за різних значень рН. Результатом був вибір оптимального значення рН для росту всіх необхідних мікроорганізмів.

Науковцями [133] ізольовані штами МКБ (*Pn. acidilactici*, *Lb. plantarum*, *Lb. curvatus*) із спонтанної житньої закваски, що характеризуються високими біотехнологічними показниками, що дозволило зробити висновки про ефективність їх використання в циклах розведення заквасок.

Ще одним ефективним збагачувачем живильного середовища для заквасок серед фітодобавок є базилік. Вчені Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя з'ясували, що додавання 0,25-2 % екстракту базиліку позитивно впливає на розвиток мікробіоти та покращення підйімальної сили житньо-пшеничної закваски [134].

Популярними серед закордонного наукового доробку є закваски спонтанного бродіння, в яких ферментації піддають нетрадиційні поживні середовища.

Вченими досліджено, що крім традиційних видів МКБ (*Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*, *Lb. delbrückii*) в мікрофлорі спонтанних заквасок

домінуючими можуть бути мезофільні (*Lb. acidifarinae*, *Lb. büchneri*, *Lb. fructivorans*, *Lb. frumenti*, *Lb. hilgardii*, *Lb. panis*, *Lb. pontis*, *Lb. reuteri*, *Lb. rossiae*, *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. siliginis*, *Lb. spicheri*, *Lb. zumae*, *Lb. pentosus*, *Lb. alimentarius*, *Lb. paralimentarius*) та термофільні (*Lb. amylovorus*, *Lb. acidophilus*, *Lb. farciminis*, *Lb. mindensis*, *Lb. erispatus*, *Lb. johnsonii*, *Lb. amylolyticus*) бактерії.

Крім *S. cerevisiae*, в мікрофлорі спонтанного зброджування присутні дріжджі видів *Kazachstania humilis*, *Kazachstania exigua*, *Pichia kudriavzevii*, *Torulaspora delbrueckii* (*S. rosei*) [109-111].

Отримані зі спонтанних заквасок олійно-бобових культур бактерії видів *Pediococcus pentosaceus*, *Leuc. citreum*, вчені вважають перспективними за рахунок оптимальних показників кислотонакопичення та активного росту, а також *Acetobacter pasteurianus* та *Gluconobacter oxydans* як активні продуценти летких сполук [135, 136].

Іншими дослідженнями доведено домінуючу роль МКБ видів *Lb. fermentum*, *Lb. helveticus*, *Lb. pontis* та дріжджів *S. cerevisiae* в спонтанних заквасках на основі борошна з пшениці, жита, вівса, ячменю, рису, кукурудзи і проса [137-140]. В заквасках на основі гречки, амаранту, лободи домінували *Lb. paralimentarius*, дріжджі *S. cerevisiae* (крім гречаної закваски, в якій дріжджів виявлено не було). Варто відмітити, що стабільною мікрофлорою відрізнялась лише гречана закваска, в якій при внесенні *Lb. paralimentarius* як стартової культури, штам зберіг домінуючу роль протягом всього процесу розведення [141-143].

В заквасках з пшоняного борошна були виявлені і ідентифіковані види МКБ – *Lb. plantarum*, *Lb. pentosus*, *Pd. pentosaseus* і дріжджів *S. cereviasiae*, які показали високу ефективність в накопиченні летких сполук, екзополісахаридів, фенольних сполук, антибактеріальній та протигрибковій активності [144, 145].

Досліджено, що в спонтанних заквасках з вівсяного борошна, які піддавались ферментації при температурі 27 °С домінували види *Leuc.*

argentinum, *Pd. pentosaceus* і *Weissella cibaria*, а при температурі 37°C - *Lb. coryniformis*. Обидва види заквасок показали високу ефективність в технології вівсяного хліба. Незалежно від дозування закваски, поліпшувалась еластичність тіста, зростав питомий об'єм хліба та якість м'якушки [146].

Аналіз мікрофлори спонтанної закваски з борошна чіа показало, що найбільш активними і численними були види *Enterococcus faecium*, *Ent. mundtii*, *Lactococcus lactis*, *Lb. rhamnosus*, *W. cibaria* [147].

Ферментація нутового борошна показала високу ефективність. При температурі бродіння (28±2) °С, крім традиційних видів *Lb. brevis*, *Lb. plantarum*, яких була незначна кількість, було виявлено види *Ent. faecium*, *Ent. lactis*, *Leuc. mesenteroides*, *Leuc. mesenteroides subsp. Dextranum*, *Pd. acidilactici*, *Pd. pentosaceus*, *Streptococcus lutetiensis*. Домінуючою мікробіотою були *W. confusa*, *W. cibaria*, які відібрано для подальших досліджень з метою використання як стартові культури [148].

Інші вчені проводили ферментацію нутового борошна за температури 37 °С. Виявлена при цьому популяція МКБ дещо змінилась, виділено види *Ent. durans*, *Ent. mundtii*, *Lc. garvieae*, *W. paramesenteroides* та традиційний для нуту – *Pd. pentosaceus*. Всі види за своїми властивостями було використано в подальшому, для розробки інноваційних продуктів з використанням ферментованого нутового борошна [149-150].

Досліджено, що ферментація сприяє розщепленню та зниженню концентрації фенольних сполук, зокрема, хлорогенової кислоти, яка, як відомо, зумовлює небажану зміну кольору продукції. Види МКБ *Lb. plantarum*, *Pd. pentosaceus*, *Lb. gasseri* були домінуючими в заквасці спонтанного бродіння з борошна насіння соняшнику, показавши високу ефективність в розщепленні хлорогенової кислоти на хінну та кавову, яка продемонструвала високий антимікробний потенціал, що свідчить про наявність механізмів взаємодії фенольних сполук та МКБ [151].

Так, італійські вчені довели перспективність використання ферментованого конопляного борошна в технології безглютенового хліба.

Дослідження показали зростання ароматоутворюючих летких органічних сполук, підвищення концентрації протимікробних речовин та покращення смакового профілю в готових виробах [152-154].

В Україні недостатньо досліджень щодо використання борошна круп'яних культур як поживного середовища для заквасок. Перспективним напрямком є заміна частини житнього борошна в заквасці на нетрадиційні види борошна, а саме, гречане, спельтове, вівсяне та кукурудзяне, зважаючи на їх високу поживну цінність. Використання безглютенових видів борошна в якості поживного середовища дозволяє виготовляти хліб оздоровчо-профілактичного призначення, а додаткове введення симбіозу чистих культур молочнокислих бактерій забезпечує біобезпеку заквасок, що підтверджується дослідженнями [155].

Так, в Одеській національній академії харчових технологій було проведено дослідження щодо заміни частини житнього борошна в заквасці спонтанного бродіння на нетрадиційні види борошна (гречане, вівсяне та кукурудзяне). За вмісту 20 % борошна нетрадиційного виду в складі закваски спостерігалось покращення фізико-хімічних показників якості [156]. З огляду на невеликі потужності підприємств, було доведено ефективність консервування таких заквасок, зокрема, висушуванням. Хоча показники якості сухих заквасок були нижчі, вони знаходились в допустимих межах і закваски рекомендовані до використання [157]. Крім того, розроблено спосіб виготовлення закваски спонтанного бродіння, в якій бродильним агентом використано пророщене подрібнене зерно жита в кількості 5-10 % до маси борошна, що покращує харчову цінність готового хліба на заквасці [158].

Особливо корисними видами борошна вважаються вівсяне та ячмінне. Науковцями було виведено закваски з ячмінного борошна спонтанного бродіння та з чистими культурами мікроорганізмів. Встановлено, що наприкінці бродіння кількість β -глюкану в заквасці зменшується, що доводить його пребіотичні властивості [159-162].

Ірландськими вченими Школи харчових наук було досліджено закваски спонтанного бродіння із гречаного борошна в різних умовах ферментації та виявили в результаті широкий спектр розвиненої мікрофлори: види молочнокислих бактерій та дріжджів, які були традиційними для пшеничних і житніх заквасок, а деякі види, зокрема *Pd. pentosaceus*, *Leuc. holzapfelii*, *Lb. gallinarum*, *Lb. vaginalis*, *Lb. sakei*, *Lb. graminis*, *W. cibaria*, *Lb. plantarum* були нетрадиційними. В тісті із заквасками спостерігався позитивний вплив на реологічні властивості тіста, дріжджову активність та питомий об'єм тіста. Підвищилася харчова цінність готового хліба та тривалість зберігання, що довело ефективність додавання гречаної закваски до рецептури хліба [161, 163].

Сформовано безглютенову суміш із гречаного, борошна тефу, хіноїдного та рисового борошна, яку використано в якості живильного середовища для закваски, як ферментативно активнішу з підвищеною харчовою цінністю. Доведено, що використання такої закваски в технології безглютенового хліба поліпшує смако-ароматичний профіль хліба, зменшуючи додавання промислових пресованих дріжджів [164].

Спонтанне заквашування було використано в технології багетів, а саме, додавання кукурудзяної закваски. Спостерігалось покращення пористості, зокрема, зріс об'єм пор, сенсорних характеристик, до того ж кількість комерційних дріжджів в рецептурі зменшено [165].

Отже, перспективними напрямом є дослідження процесів ведення ЗСБ, в яких як заквашувальний субстрат використано БКК з метою використання отриманих напівфабрикатів в технології хліба.

Висновок до розділу 1

1. Аналіз стану ринку хлібних виробів показав, що перспективними для збагачення залишаються «масові» сорти хліба – пшеничні та пшенично-житні (або житньо-пшеничні), які займають найвищі позиції в структурі споживання. Перспективною групою є дієтичні сорти хліба, зокрема безглютенові, яких потребує населення внаслідок росту захворюваності на

целіакію. Подальшого розвитку набувають прискорені технології виготовлення хліба на підприємствах малої та середньої потужності, пекарнях, міні-пекарнях тощо. Це дозволяє оперативно реагувати на потреби споживачів, зокрема в «свіжій випічці», а також створює передумови для поширення національних технологій виготовлення хліба («ручної роботи, ремісничий»).

2. «Нехлібопекарські» види борошна слугують відмінною сировиною для збагачення хлібних виробів, завдяки особливостям хімічного складу, а саме, вмісту білків та амінокислотного складу, широкого спектру вітамінів та мікронутрієнтів, антиоксидантів та фенольних сполук.

3. Існуючі дослідження ефективності використання нетрадиційних видів борошна в рецептурах широкого асортименту виробів підтверджують необхідність подальшої роботи в цьому напрямку.

4. В умовах поширення прискорених технологій на підприємствах малої потужності та зацікавленості населення у виробках «на заквасках», ефективним рішенням є використання спонтанного зброджування для отримання закваски, що дозволяє в першу чергу відроджувати національне хлібопечення, а додаткове збагачення закваски нетрадиційним поживним середовищем створює можливості для розширення асортименту інноваційної лінійки хлібних виробів.

5. Борошно зеленої гречки, вівсяне та рисове є цінним джерелом білків зі збалансованим амінокислотним складом, розчинних та нерозчинних харчових волокон, макро- та мікронутрієнтів, біологічно активних сполук, органічних кислот тощо. Особливості хімічного складу БКК створюють передумови для їх використання як поживного середовища для ЗСБ. Це дозволить покращити видовий склад мікрофлори закваски та збагатити живильне середовище для її життєдіяльності. Використання таких заквасок розширить асортимент як автентичних (національних) технологій хлібопечення, так і хлібних виробів оздоровчого призначення з покращеною харчовою цінністю.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

На рис. 2.1 зображено блок-схему проведення досліджень із зазначенням етапів аналітичних та експериментальних досліджень.

Експериментальні дослідження виконувались:

- в лабораторіях кафедр: технології хлібопекарських і кондитерських виробів, технології консервування, технології зберігання і переробки зерна НУХТ (м. Київ);

- в лабораторіях відділів технологій хліба та біотрансформації зернових продуктів, цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів, біотехнології Інституту продовольчих ресурсів (м. Київ);

- лабораторії кафедри молекулярної фізики Національного університету ім. Тараса Шевченка (м. Київ);

- лабораторії кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика Національного університету біоресурсів та природокористування України.

Розроблені технології хліба пройшли виробничі випробування в умовах Словечанської пекарні Овруцької РПС в с. Словечне Коростенського району Житомирської області, пекарні «Два млина» в м. Бровари Київської області, пекарні відділу технологій хліба та біотрансформації зернових продуктів Інституту продовольчих ресурсів Національної аграрної академії наук України в м. Київ.

2.1. Характеристика сировини

Під час проведення досліджень, розробці рецептур та виробничих випробувань було використано таку основну та додаткову сировину:

- борошно пшеничне першого сорту згідно з ГСТУ 46.004-99;
- борошно житнє обдирне згідно з ДСТУ 8791:2018;
- вівсяне борошно згідно з ТУ У 10.6 – 36450561- 001: 2020;
- борошно зеленої гречки згідно з ТУ У 10.6. - 39229984-001:2019;

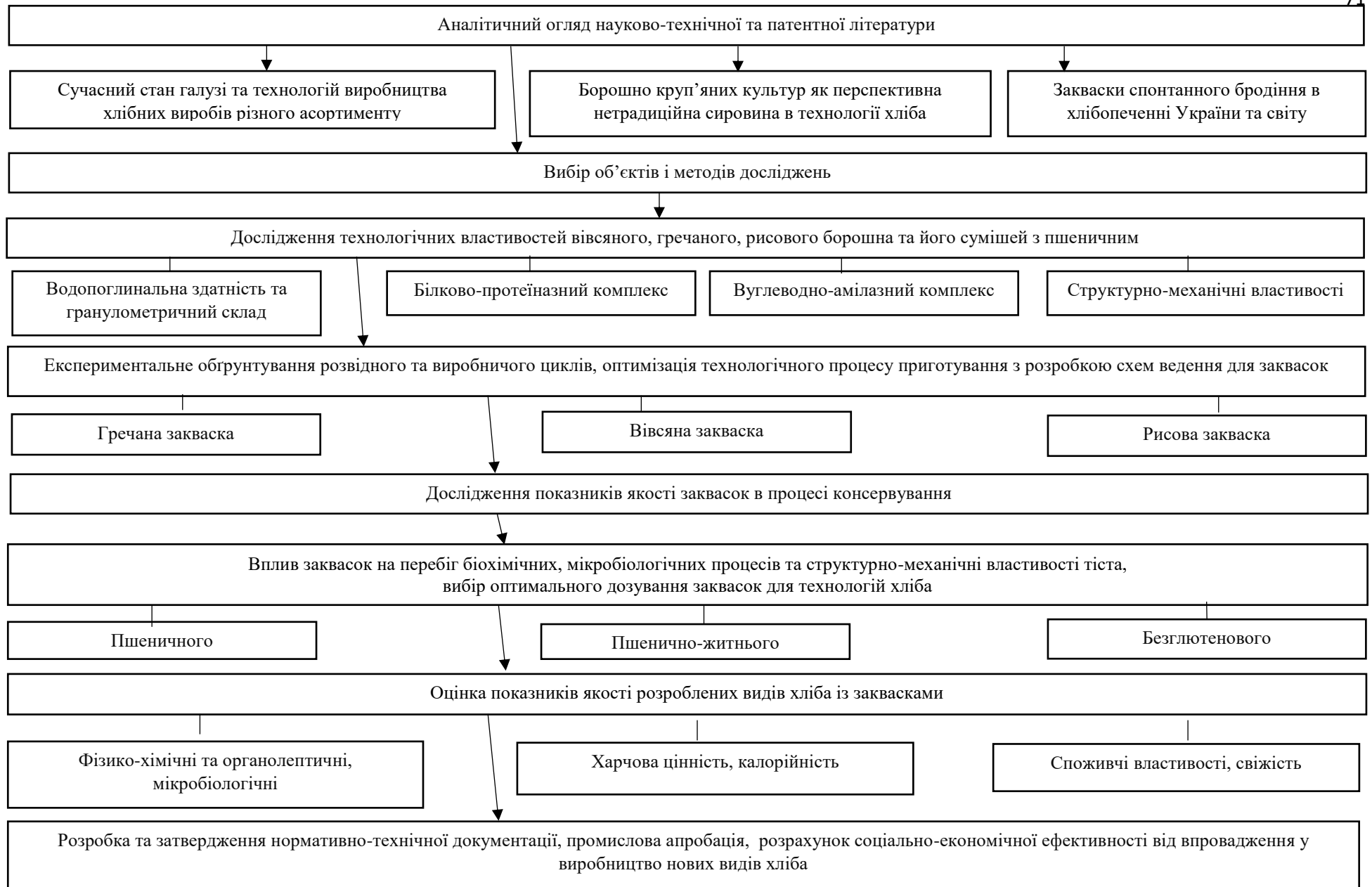


Рисунок 2.1 - Блок-схема проведення досліджень

- борошно рисове згідно з ТУ У 10.6. - 39229984-001:2019;
- борошно кукурудзяне згідно з ТУ У 15.6-13929625-001:2011;
- вівсяні пластівці згідно з ТУ У 15.6 – 30150670-004:2009;
- гречані пластівці згідно з ТУ У 10.6-00954544-008:2016;
- крохмаль кукурудзяний згідно з ДСТУ 3976-2000;
- дріжджі хлібопекарські пресовані згідно з ДСТУ 4812:2007;
- сіль кухонна харчова згідно з ДСТУ 3583:2015;
- цукор білий кристалічний згідно з ДСТУ 4623:2006;
- олія соняшникова згідно з ДСТУ 4492:2017;
- олія кукурудзяна згідно з ДСТУ ГОСТ 8808:2003;
- суха пшенична клейковина згідно з чинною НД;
- виноград сушений згідно з ТУ У 15.3-31338910-002;
- цибуля сушена згідно з ДСТУ 8103:2015;
- камедь ксантану та ГПМЦ відповідають сертифікатам відповідності та висновкам державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України;
- вода питна згідно з ДСанПін 2.2.4-171-10.

Таблиця 2.1 - Характеристика партій борошна пшеничного та житнього, використаних під час досліджень

Показник*	Партії борошна						
	Пшеничне першого сорту (ТМ «Наш млин»)				Житнє обдирне (ТМ «Своя лінія», ТМ «Наш млин»)		
	1	2	3	4	5	6	7
Масова частка вологи, %	14,0	13,2	14,0	13,6	13,2	13,0	12,5
Кислотність, град	3,0	3,0	2,8	2,6	3,4	3,8	3,4
Число падіння, с	315	325	300	305	225	185	190
Газоутворювальна здатність, см ³ /100 г	1400	1360	1410	1420	1750	1680	1600
Вміст сирі клейковини, %	26,8	26,0	28,4	28,9	-	-	-
ІДК, од. приладу	82,0	78,0	65,4	61,2	-	-	--
Розтяжність, см	11,0	11,2	12,0	14,0	-	-	-

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

Таблиця 2.2 - Характеристика партій борошна круп'яних культур, використаних під час досліджень

Показник*	Партії борошна								
	Зеленої гречки (ТМ «Органік Еко Продукт», ТМ «Ms.Tally»)			Вівсяне (ТМ «Альта Віста, ТМ «Органік Еко Продукт», ТМ «Пікантна кухня»)			Рисове (ТМ «Органік Еко Продукт», ТМ «Ms. Tally»)		
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Масова частка вологи, %	10,5	10,9	10,0	9,0	8,6	9,2	10,7	10,2	11,0
Кислотність, град	5,0	5,7	5,2	6,4	6,0	6,4	1,8	2,0	1,6
Зовнішній вигляд	Однорідний, сипкий продукт, з дрібними оболонковими частинами								
Колір	Сірувато – бежевий, кремовий			Білий з кремовим відтінком			Білий з сірувато-кремовим відтінком		
Смак та запах	Властивий круп'яній культурі, з якої виготовлене, сторонні запахи та мінеральні домішки відсутні								

* середньоарифметичні значення, n=3; $p \geq 0,95$; $\delta = 3-5\%$

2.2. Характеристика методів експериментальних досліджень

2.2.1. Методи визначення якості сировини

Якість сировини, що використовували в дослідженнях, аналізували за загальноприйнятими та спеціальними методиками. Відбір проб і виділення середньої проби сировини проводили згідно ДСТУ ISO 13690-2003 [166].

Було визначено показники якості борошна:

- органолептичні (колір, запах, смак) – згідно методик [167];
- масову частку вологи – прискореним методом висушування в сушильній шафі СЕШ-3М [168];
- кислотність – «за водною бовтанкою» в присутності індикатора [169];
- відмивання клейковини проводили за ДСТУ ISO 21415-1:2009 [170], досліджували її якість – за методиками [167];
- крупність – за допомогою лабораторного розсіву РЛУ-3 [168];
- число падіння – за методикою з ДСТУ ISO 3093:2009 [171].

Було досліджено технологічні властивості борошна:

- водопоглинальну здатність (ВПЗ) – методом центрифугування [172];
- фракційний склад білків – методом електрофорезу [173];
- вміст цукрів – йодометричним методом [174];
- цукроутворювальну здатність борошна визначали йодометричним методом за кількістю утвореної мальтози у водно-борошняній суспензії за методикою [168];
- автолітичну активність – за методом автолітичної проби згідно [168];
- газоутворювальну здатність – волюмометричним методом на приладі АГ-1М [169];
- активність протеолітичних ферментів – за методикою [175];
- активність амілолітичних ферментів – за методикою [176];
- фізичні властивості крохмалю борошна визначали за допомогою амілографа згідно ДСТУ 4235-2003 [177];
- зміну СМВ тіста з борошняних сумішей визначали за допомогою фаринографа фірми «Brabender» (Німеччина) згідно ДСТУ 4111.1-2002 [178], альвеографа фірми «Chopin» (Франція) згідно ДСТУ 4111.4-2002 [179];
- газотримувальну здатність тіста з борошняних сумішей – за зміною об'єму зразків від початку бродіння і до моменту опадання тіста в мірних циліндрах за температури 30 °С [169];
- формотримувальна здатність тіста з борошняних сумішей - методом розпливання кульки тіста, за зміною її діаметра в процесі ферментації за температури 30 °С протягом 180 хв [167];
- вигляд та розміри крохмальних зерен в борошні визначали в підготовленій водно-борошняній суспензії (співвідношення води і пшеничного борошна – 1:5; вівсяного, гречаного та рисового борошна – 1:10) на електронному мікроскопі «Opticon Bionic MAX» [180].

2.2.2. Способи приготування тіста та методи визначення показників якості напівфабрикатів

Пробні лабораторні випікання здійснювали за рецептурами, зазначеними в табл. 2.3-2.5.

Таблиця 2.3 - Рецептури пшеничного хліба, використані в дослідженнях

Найменування сировини, г	Контроль (з пшеничною закваскою, 15 %)	Зразки з додаванням закваски					
		Вівсяної, % до маси борошна			Гречаної, % до маси борошна		
		10	15	20	10	15	20
Борошно пшеничне першого сорту	100,0	96,0	94,0	92,0	95,0	93,0	91,0
Борошно гречане (в заквасці)	-	-	-	-	5,0	7,0	9,0
Борошно вівсяне (в заквасці)	-	4,0	6,0	8,0	-	-	-
Дріжджі пресовані	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Сіль кухонна	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Закваска	15	10	15	20	10	15	20
Вода	За розрахунком						

Таблиця 2.4 - Рецептури пшенично-житнього хліба, використані в дослідженнях

Найменування сировини, г	Контроль (з житньою закваскою, 30 %)	Зразки з додаванням закваски					
		Вівсяної, % до маси борошна			Гречаної, % до маси борошна		
		20	30	40	20	30	40
Борошно пшеничне першого сорту	70,0	62,0	58,0	54,0	61,0	56,0	51,0
Борошно житнє обдирне	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Борошно гречане (в заквасці)	-	-	-	-	9,0	14,0	19,0
Борошно вівсяне (в заквасці)	-	8,0	12,0	16,0	-	-	-

Найменування сировини, г	Контроль (з житньою закваскою)	Зразки з додаванням закваски					
		Вівсяної, % до маси борошна			Гречаної, % до маси борошна		
		20	30	40	20	30	40
Дріжджі пресовані	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Сіль кухонна	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Закваска	30	20,0	30,0	40,0	20,0	30,0	40,0
Вода	За розрахунком						

Таблиця 2.5 - Рецептури безглютенового хліба, використані в дослідженнях

Найменування сировини, г	Контроль	Зразки з додаванням закваски					
		Рисової, % до маси борошняно-крохмальної суміші			Гречаної, % до маси борошняно-крохмальної суміші		
		10	20	30	10	20	30
Борошно рисове	40,0	35,0	30,0	25,0	36,0	41,0	26,0
Борошно кукурудзяне	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Борошно зеленої гречки (в заквасці)	-	-	-	-	4,0	9,0	14,0
Крохмаль кукурудзяний	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Дріжджі пресовані	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Сіль кухонна	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Цукор	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Олія кукурудзяна	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Камедь ксантану	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
ГПМЦ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Закваска	-	10,0	20,0	30,0	10,0	20,0	30,0
Вода	За розрахунком						

Тісто для пшеничного хліба готували безопарним прискореним способом з використанням вівсяної та гречаної заквасок, для пшенично-житнього хліба - на гречаній та вівсяній заквасці. Для безглютенового хліба використовували рисову та гречану закваски. Для приготування тіста, цукор, сіль розчиняли у воді (температурою $(35\pm 2)^\circ\text{C}$), із дріжджів готували дріжджову суспензію, змішуючи з водою у співвідношенні 1:3.

Тісто для пшеничного та пшенично-житнього хліба готували, змішуючи борошно, закваску, сольовий розчин та дріжджову суспензію. Замішування проводили за допомогою тістомісильної машини («KVL4100S», Китай) впродовж (10 ± 2) хв. Тривалість бродіння становила (90 ± 2) хв за температури $(32 \pm 2)^\circ\text{C}$ до збільшення об'єму в 1,5 рази.

Далі тісто поділяли вручну на тістові заготовки масою (290 ± 10) г. Формування тістових заготовок проводили вручну і направляли на вистоювання.

Вистоювання тістових заготовок для пшеничного хліба відбувалось протягом (30 ± 5) хв, для пшенично-житнього – протягом (40 ± 5) хв за температури $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ в шафі для вистоювання («XLT 133-UNOX», Італія). Готовність тістових заготовок у процесі вистоювання визначали органолептично. Далі тістові заготовки направляли до печі («Unox XFT133», Італія), де вони випікались за температури $180\text{-}200^\circ\text{C}$ впродовж (30 ± 2) хв.

Для безглютенового хліба тісто готували наступним чином: борошно, крохмаль та структуроутворювачі попередньо змішували в сухому вигляді. Далі додавали закваску, сольовий, цукровий розчини та дріжджову суспензію і замішували тісто (5 ± 2) хв.

Тісто відразу поділяли на тістові заготовки масою (225 ± 5) г, які вистоювали у формах (без процесу бродіння) у шафі для вистоювання за температури $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ до готовності. Далі тістові заготовки направляли до печі, де вони випікались за температури $180\text{-}200^\circ\text{C}$ впродовж (25 ± 2) хв.

Контролем для пшеничного хліба було взято хліб з пшеничною закваскою спонтанного бродіння, для пшенично-житнього – з житньою закваскою спонтанного бродіння, для безглютенового – без закваски.

Масову частку вологи заквасок та тіста визначали експрес-висушування на приладі Чижова ПЧМЦ за методикою [99].

Титровану кислотність заквасок і тіста визначали титруванням наважки, активну кислотність - електрометричним методом із застосуванням лабораторного рН-метра згідно методик [168].

Активність молочнокислих бактерій заквасок визначали за зміною забарвлення метиленового синього [99].

Підймальну силу напівфабрикатів (заквасок, тіста) визначали за спливанням кульки згідно методики [169].

Кількість і якість клейковини в тісті із заквасками досліджували за методиками [167].

Газоутворення в тісті досліджували волюмометричним методом [169].

Газо- та формоутримувальну здатність тіста визначали за методиками [169].

Склад нелетких органічних кислот в заквасках та їх кількість визначали за методикою М.І. Княгинічева та Г.А. Дерновської-Зеленцової [99].

Визначення вмісту летких кислот в заквасках проводили за допомогою напівмікрометоду ВНДІХП [169].

Кількість клітин МКБ та дріжджів в заквасках визначали шляхом висіву розведених заквасок на агаризоване середовище МРС та Сабуро з наступним витримуванням при температурі (30 ± 2) °С протягом певного часу і підрахунком утворених колоній [181].

2.2.3. Методи визначення показників якості готових виробів

Показники якості хліба визначали через 4...72 год після проведення пробного випікання в лабораторних та виробничих умовах стандартними методами.

Визначення органолептичних показників якості готових виробів проводили згідно методик [182].

Масову частку вологи хліба визначали стандартним прискореним методом висушування в шафі СЕШ-2М, кислотність - арбітражним методом за ДСТУ 7045:2009 [183]. Об'єм хліба визначали за допомогою приладу марки ОХЛ [167]. Формостійкість (відношення висоти подового хліба (Н), до його діаметра (D) вимірювали на приладі ІФК [169]. Пористість визначали на приладі Журавльова за методикою [99].

Тривалість збереження хлібом свіжості оцінювали протягом його зберігання 4, 24 та 48 год за зміною структурно-механічних властивостей на пенетрометрі АП-4/1. Крихкуватість хліба та кількість води, яку поглинає м'якушка хліба визначали за методиками [169].

Аромат хліба оцінювали за кількістю бісульфітзв'язуючих сполук методом Токаревої та Кретовича [167, 169].

Для визначення мікробіологічних показників якості готових виробів проводили розведення подрібненої наважки хліба до 10^4 . Метод визначення КМАФаМ полягає в кількісному підрахунку колоній мікроорганізмів, що виростають на поверхні мясопептонного агару протягом 72 год за температури (30 ± 2) °С. Для визначення кількості пліснявих грибів проби висівали на середовище Сабуро, підраховуючи утворені колонії через 3-5 діб (температура (22 ± 2) °С). Патогенні мікроорганізми визначали методом прямого посіву проб на середовище Ендо (температура (30 ± 2) °С, тривалість – 24-48 год) [184].

Для виявлення картопляної хвороби при випічці хліба використовували партію борошна, заражену картопляною хворобою. Для дослідження стійкості виробів до плісняви та розвитку картопляної палички їх зберігали загорнутими в вологий папір за температури $(37 \pm 0,5)$ °С протягом 36-72 год [184].

Розрахунок харчової та енергетичної цінності розроблених виробів визначали за Інструкцією І-158.00389676.012:2009 «Розрахунок поживної та енергетичної цінності хлібобулочних виробів» [185].

Інтегральний скор хліба розраховували як відсоток покриття добової потреби в основних харчових речовинах та енергії за рахунок споживання 277 г хліба (добова норма вживання хліба, зазначена в «споживчому кошику») за методикою [99].

2.2.4. Спеціальні методи досліджень

Оптимізацію технологічних факторів приготування заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в циклах розвідному та

виробничому виконували методом експериментально-статистичного моделювання із застосуванням планів багатофакторного експерименту із взаємозалежними змінними, використовуючи метод Бокса-Уілсона. Такий план реалізує всі можливі неповторні комбінації так званих рівнів варіювання незалежних змінних, що забезпечує достовірність програмування величини критерію оптимальності. Такі задачі відносяться до класу «Технологія – Властивість» (Т – Q).

Одержані математичні моделі дають змогу використовувати їх для оптимізації технологічних процесів: визначити максимум і мінімум критеріїв оптимальності, відповідні йому значення вхідних змінних, прогнозувати якість продукту і коригувати значення керуючих факторів. Для отримання рівняння регресії застосовували метод найменших квадратів. Експеримент завершувався статистичним обробленням результатів та одержанням математичних моделей. На підставі отриманих залежностей здійснювали графічну інтерпретацію математичних моделей [186, 187].

Для оброблення результатів реалізації експерименту використовували програмний пакет MS Excel та MathCad.

Якість хлібобулочних виробів оцінювали за профілограмами якості, які будували на основі визначення показників, що характеризують виріб, переведення одиниць вимірювання в безрозмірні одиниці, складання математичної моделі, розрахунок комплексного показника якості готових виробів. Математична модель комплексного показника якості є нелінійною функцією значень окремих показників якості виробу та відповідає площі багатокутника, в якому відстані від його центра до вершин рівні нормованим значенням окремих показників якості, побудовою діаграми [188].

Висновки до розділу 2

1. З метою наукового обґрунтування вибору інноваційних рецептурних інгредієнтів обрано та охарактеризовано сировину, використану в дослідженнях.

2. Наведено блок-схему комплексних досліджень.

3. Підбрано стандартні та спеціальні методики для визначення хімічного складу, фізико-хімічних та технологічних властивостей сировини, оцінки якості напівфабрикатів та готових виробів.

4. Висвітлено спеціальні методи досліджень.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР

Для прогнозування якості хлібобулочних виробів недостатньо знати лише показники якості борошна, що вказані в нормативній документації. Важливе значення також мають технологічні показники, які не регламентуються в нормативній документації, але впливатимуть на хлібопекарські властивості борошна [99].

3.1. Дослідження гранулометричного складу та водопоглинальної здатності

Відомо, що технологічні властивості борошна залежать від його гранулометричного складу. З крупністю помелу пов'язана ВПЗ, піддатливість біополімерів борошна дії ферментів та перебіг мікробіологічних процесів в тістовій системі [167].

В роботі заплановано використовувати борошно зеленої гречки, вівсяне та рисове як поживне середовище для ЗСБ, які будуть використані в різних технологіях хліба (пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового). Тому досліджували гранулометричний склад цих видів борошна.

Крупність визначали за допомогою сит з різними розмірами отворів, результати наведені в таблиці 3.1. Контрольним зразком є пшеничне борошно першого сорту.

Таблиця 3.1 - Гранулометричний склад борошна, яке використано в дослідженнях

Крупність помелу*	Розмір отворів, мкм	Борошно			
		Пшеничне першого сорту	Вівсяне	Зеленої гречки	Рисове
Залишок на ситі, %					
№ 067	670	0,3	67,6	32,3	-
№ 23	329	0,5	6,2	25,7	0,3
№ 27	264	0,5	10,0	41,0	0,8
№ 33:36ПА	219	0,3	8,5	1,0	18,2
№ 49	144	9,0	7,7	-	34,7
Прохід крізь сито № 49	144	89,4	-	-	46,0

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5\%$

Як свідчать дані табл. 3.1, у вівсяному борошні 92,2 % частинок знаходиться в межах 219...670 мкм, а фракції менше 144 мкм практично відсутні, що свідчить про більшу крупність частинок, порівняно з пшеничним борошном.

Рисове борошно характеризується найвищою дисперсністю, порівняно з вівсяним та гречаним борошном - 81,8 % частинок фракцією менше 144 мкм. А борошно зеленої гречки має найнижчу дисперсність через відсутність вищезазначеної фракції. Натомість, 99 % частинок гречаного борошна мають розміри 264...670 мкм.

Аналіз гранулометричного складу показує, що борошно отримане з круп'яних культур, має вищу крупність, порівняно з пшеничним борошном першого сорту, що може впливати на структурно-механічні властивості (еластичність, пружність, тривалість утворення тіста), хід технологічного процесу.

Крім відмінностей в дисперсності частинок, всі досліджувані види борошна мають особливості хімічного складу. Відомо, що вівсяне та гречане борошно містить більшу кількість як розчинних, так і нерозчинних ХВ, а

рисове – крохмалю, порівняно з пшеничним борошном. Ці фактори також будуть впливати на ВПЗ борошна.

Визначали ВПЗ досліджуваних видів борошна методом центрифугування, результати представлені на рис. 3.2.

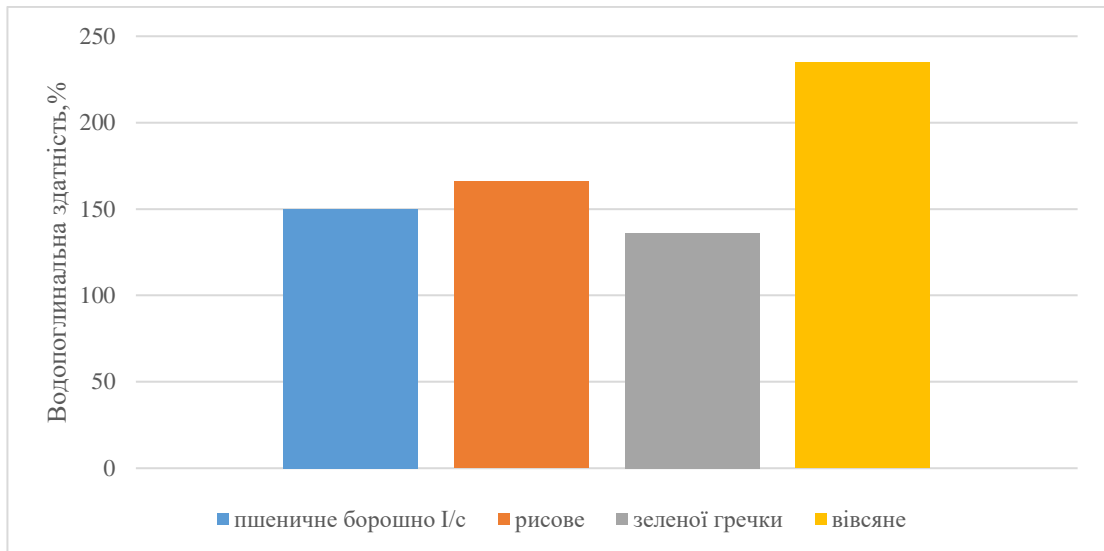


Рис. 3.2 - Показники ВПЗ БКК, порівняно з пшеничним

Результати свідчать, що найбільшу ВПЗ має вівсяне борошно (235 %), що пов'язано з особливостями хімічного складу. Це борошно відрізняється високим вмістом некрохмальних полісахаридів з високою водоутримувальною здатністю, пентозанів та ХВ, які інтенсивно поглинають вологу. До того ж овес містить ліхенін з груп слизей, які активно набухають та утримують воду [189]. Такі особливості впливають на збільшення ВПЗ.

Рисове борошно поглинає воду на 10,7 % більше, ніж пшеничне борошно, ймовірно внаслідок більшої кількості крохмалю. Крім того, вища ВПЗ БКК може пояснюватись меншим розміром їх крохмальних зерен, що показано в підрозд. 3.3.

Однак, борошно зеленої гречки має на 10,3 % нижчу ВПЗ, порівняно з контролем.

3.2. Дослідження білково-протеїназного комплексу борошна круп'яних культур

Білково-протеїназний комплекс борошна характеризується кількістю і якістю клейковини, яку утворюють білки проламіни (гліадин) і глютеліни

(глютенін), а також активністю протеолітичних ферментів. Цей комплекс характеризує силу борошна та є одним із факторів, що формує властивості пшеничного тіста [99]. Оскільки гречане та вівсяне борошно заплановано використовувати в складі ЗСБ в технології пшеничного хліба, досліджували показники білково-протеїназного комплексу цих видів борошна.

Таблиця 3.3 - Фракційний склад борошна

Вміст* % Борошно	Альбуміни	Глобуліни	Проламіни	Глютеліни	Небілковий азот
Пшеничне	7,3	10,6	23,6	58,5	5,3
Зеленої гречки	60,5	13,3	3,3	22,9	10,3
Вівсяне	10,1	44,07	12,3	33,5	15,1
Рисове	18,3	15,4	9,2	57,1	20,4

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ≤0,05%

З табл. 3.3 бачимо, що фракційний склад білків БКК суттєво відрізняється від білків пшеничного. В гречаному борошні переважає фракція водорозчинних альбумінів (60,5 %), значно менше, порівняно з білками пшеничного борошна, фракції глютелінів (22,9 %), при цьому проламінів найменше. У вівсяному борошні переважає фракція глобулінів (44,07 %), міститься достатньо велика кількість глютелінів (33,5 %), інші фракції представлені в значно меншій кількості. Щодо рисового борошна, то в ньому основна маса білків представлена фракцією глютелінів (57,1 %). Відомо, що в рисі глютеліни представлені білком оризеніном (93 % від всієї маси білка).

Гречане, вівсяне та рисове борошно відрізняються від пшеничного вищим вмістом небілкових азотистих сполук - на 9,4 %; 18,5 %; 28,5 % більше, відповідно.

Оцінку активності протеолітичних ферментів пшеничного, гречаного та вівсяного борошна визначали за казеїнолітичною одиницею [190].

Таблиця 3.4 - Протеолітична активність борошна, к. од./г білка

Показник*	Пшеничне	Зеленої гречки	Вівсяне	Рисове
Активність протеолітичних ферментів, к. од./г білка	11,7	9,3	5,8	3,6

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ≤0,05%

За даними табл. 3.4, БКК має нижчу протеолітичну активність, порівняно з пшеничним. В гречаному борошні активність протеаз дещо нижча, на 20,5 %, порівняно з пшеничним. Найменшу активність ферментів має рисове борошно - на 30,8 % нижче, ніж в пшеничному борошні.

3.3. Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу борошна круп'яних культур та борошняних сумішей

Досліджували стан вуглеводно-амілазного комплексу БКК, який, маючи свої особливості, безпосередньо впливає на перебіг технологічного процесу, розвиток мікробіоти заквасок і тіста та показники якості готових виробів [190].

Результати дослідження показників вуглеводно-амілазного комплексу БКК, порівняно з пшеничним борошном наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 - Показники вуглеводно-амілазного комплексу борошна

Показник*	Борошно			
	пшеничне першого сорту	зеленої гречки	вівсяне	рисове
Вміст цукрів, % на СР борошна	0,9	1,4	0,7	0,59
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози на 10 г борошна	180,0	78,4	145,0	47,0
Автолітична активність, % на СР борошна	26	14,8	16,4	8,0
Сумарне газоутворення, см ³ /100 г борошна	1401	945	986	518

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

Як свідчать дані табл. 3.6., гречане борошно має в 1,6 рази більшу кількість власних цукрів, порівняно з пшеничним, що позитивно впливатиме на газоутворення в тісті на початку бродіння та позитивно впливатиме на розвиток мікрофлори заквасок. Відомо, що власні цукри борошна забезпечують дозрівання пшеничного та пшенично-житнього тіста тільки протягом 30-60 хв. Подальше бродіння в тісті, його інтенсивність залежить від активності ферментативного комплексу борошна та податливості крохмалю до дії ферментів, які беруть участь в утворенні простих цукрів для протікання процесу бродіння [167].

Активність ферментативного комплексу визначали непрямим методом - за цукроутворювальною здатністю та автолітичною активністю.

Дослідження цих показників (табл. 3.6) показали, що активність амілаз борошна круп'яних культур нижча, порівняно з пшеничним борошном. Найбільш близьким до пшеничного борошна було вівсяне, на 19,4 % нижча цукроутворювальна здатність; на 36,9 % - автолітична активність. Найнижчі показники мало рисове борошно. Тобто, автолітична активність та цукроутворювальна здатність корелювали між собою, $r=0,93$ ($n = 5$, $p < 0,05$).

Також досліджували активність амілолітичних ферментів прямим методом - колориметричним, за кількістю розщепленого крохмалю в водній витяжці [190]. Для порівняння, аналогічно визначали активність амілолітичних ферментів пшеничного борошна. Результати досліджень представлено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 - Активність амілолітичних ферментів в борошні

Показник*	Витяжка з			
	пшеничного борошна	гречаного борошна	рисового борошна	вівсяного борошна
Амілолітична активність, ум. од	56	33,5	6,34	25,6
Активність α -амілази, ум. од	1,71	1,41	0,6	1,48
Активність β -амілази, ум. од	1,32	1,2	0,45	1,16

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5\%$

Дані табл. 3.7. підтверджують нижчу амілолітичну БКК та узгоджуються дослідженнями, описаними вище. Загальний показник амілолітичної активності гречаного та вівсяного борошна був нижчий на 40,2-54,3 %, відповідно, порівняно з пшеничним. Рисове борошно характеризувалось найнижчою активністю амілаз.

Порівняно з пшеничним, вівсяне борошно мало активність α - та β -амілази нижчу на 13,5-12,1 %, відповідно, а гречане – на 17,5-12,1 %, відповідно. Активність β -амілази у вівсяному та гречаному борошні близька до відповідного показника пшеничного борошна.

За низькою активністю амілаз можна прогнозувати, що у разі виготовлення виробів з дріжджового тіста лише з БКК, зокрема, безглютенових, до рецептури таких виробів необхідно включати цукор або патоку.

Для узагальнення результатів досліджували перебіг газоутворення в зразках тіста з пшеничного борошна першого сорту (контроль) та з борошна круп'яних культур протягом 5 годин бродіння.

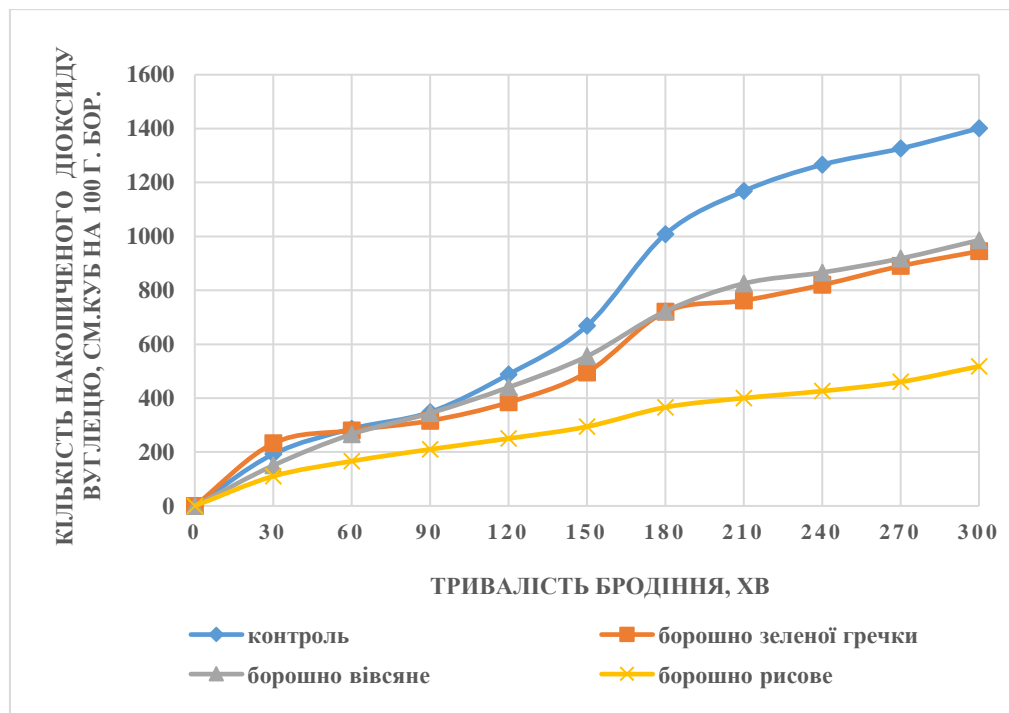


Рисунок 3.3 - Сумарне газоутворення досліджуваних видів борошна

Дані сумарного газоутворення свідчать (табл. 3.7, рис. 3.3), що тісто з БКК здатне виділити меншу кількість діоксиду вуглецю порівняно з пшеничним. Зокрема, вівсяне та гречане борошно накопичили на 32,5-29,6 % менше вуглекислого газу, ніж пшеничне. А найменша кількість накопиченого діоксиду вуглецю спостерігалась в зразку з рисовим борошном (518 см³ проти 1401 см³ в контролі).

Це пояснюється нижчою активністю амілолітичних ферментів цих видів борошна, зокрема β -амілази і підтверджується низькою цукроутворювальною здатністю (табл. 3.7).

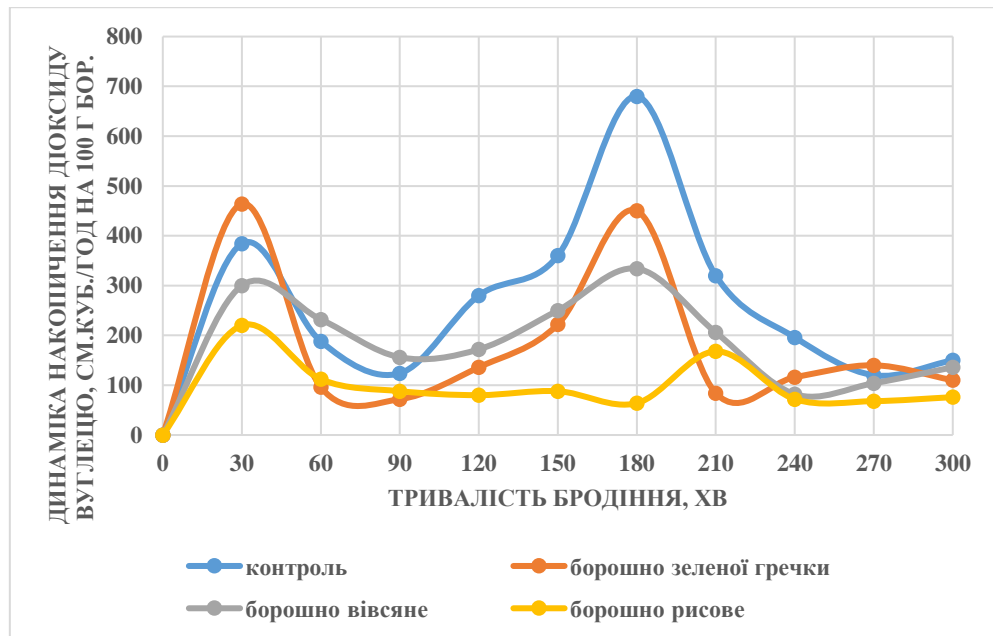


Рисунок 3.4 - Динаміка газоутворення досліджуваних видів борошна

Дані динаміки газоутворення показують (рис. 3.4), що перший пік для всіх видів борошна спостерігається через 30 хв. бродіння, і забезпечується вмістом власних цукрів. Внаслідок більшого вмісту цукрів в зразку з борошном зеленої гречки перший пік більш виражений.

Другий пік газоутворення характеризує перехід дріжджів на збродження мальтози, утвореної під час ферментації тіста. За даними рис. 3.4, він відбувається для контрольного та зразків з вівсяним і гречаним борошном через 180 хв. Найвищий пік спостерігається в пшеничному борошні, що свідчить про високу активність амілаз в ньому. В тісті з рисового борошна другий пік недостатньо виражений, відбувається пізніше на 30 хв, що є характерним для борошна з низькою активністю амілолітичних ферментів.

Важливим компонентом борошна, що відіграє значну роль у структуроутворенні тіста і формуванні якості готової продукції, є крохмаль – основна за кількістю складова частина борошна. При нагріванні крохмалю в присутності води відбувається його клейстеризація. Цей процес має величезне значення при випіканні тіста, так як при цьому відбувається глибока зміна властивостей системи і швидкості ферментативних процесів [191].

Тісто є складною, багатокомпонентною системою. Хоча в борошні кількісно переважає крохмаль, але в ньому присутні і інші полісахариди, зокрема пентозани і гексозани, розчинні у воді, які впливають на в'язкість суспензії, що клейстеризується. Присутність розчинних у воді білків також не може не вплинути на початкову та кінцеву в'язкість.

З точки зору технології, вивчення процесу клейстеризації крохмалю дає уявлення про формування структури виробів у процесі випікання. Зміна крохмалю при клейстеризації має вирішальне значення для утворення якісної м'якушки хліба [99, 167, 192].

Дослідження процесу клейстеризації крохмалю проводили за допомогою амілографа. Цей прилад відображає в графічній формі зміну в'язкості водно - борошняної суспензії при постійно зростаючій температурі [191, 192]. Результати розшифрування амілограм наведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 - Властивості водно-борошняної суспензії, отримані за допомогою амілографа

Показник*	Борошно			
	пшеничне першого сорту	зеленої гречки	вівсяне	рисове
Максимальна в'язкість суспензії, од. пр.	325	155	290	240
Температура початку клейстер. °С	54,0	51	53,5	50,5
Час початку клейстер., хв	8	7	7	6

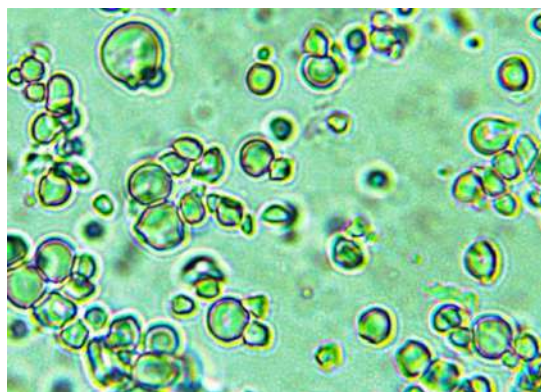
* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

Результати свідчать, що найвищу температуру початку клейстеризації має пшеничне борошно. Також це борошно починає клейстеризуватися пізніше, ніж БКК. Ймовірно це пов'язано з меншим розміром крохмальних зерен БКК, що підтверджено дослідженнями наведеними в табл. 3.10.

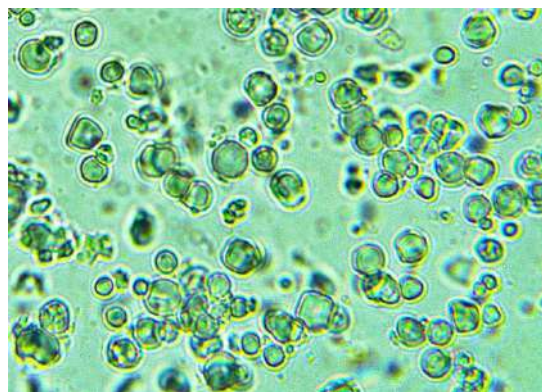
Пшеничне борошно характеризується найвищим показником максимальної в'язкості, що можна пояснити меншою деполімеризацією крохмалю амілолітичними ферментами під час нагрівання суспензії, а також

наявністю клейковинних білків в борошні, які набухають і підвищують в'язкість системи.

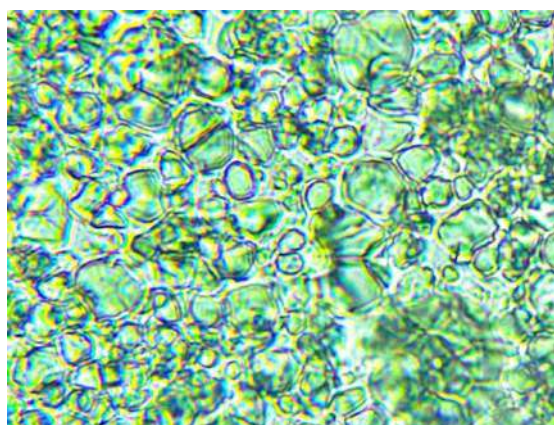
Досліджували вигляд та розміри крохмальних зерен за допомогою електронного мікроскопа. Результати мікроскопіювання зображені на рис. 3.7, а виміряні розміри крохмальних зерен наведено в табл. 3.10.



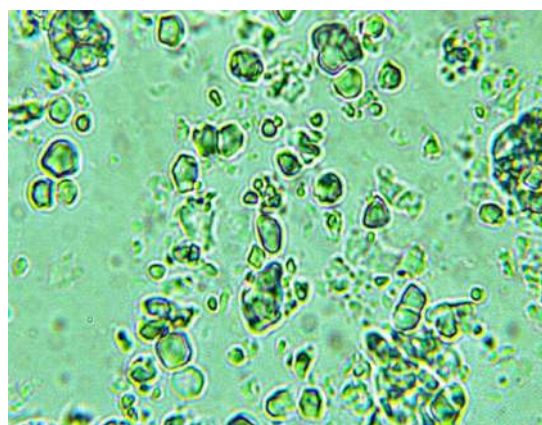
а)



б)



в)



г)

Рис. 3.7 - Вигляд крохмальних зерен в борошні: а) пшеничному; б) зеленої гречки; в) вівсяному; г) рисовому.

Таблиця 3.10 - Розміри крохмальних зерен

Показник*	Борошно			
	пшеничне першого сорту	зеленої гречки	вівсяне	рисове
Розмір крохмальних зерен, мкм	$9,5 \pm 0,4$	$6,6 \pm 0,9$	$8,0 \pm 1,0$	$5,7 \pm 0,4$

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5\%$

Результати табл. 3.10 свідчать, що БКК має менші розміри крохмальних зерен, порівняно з пшеничним. Найменші розміри мають зерна крохмалю гречаного та рисового борошна, на 30,5-40,0 %, відповідно.

Отримані результати узгоджуються з результатами дослідників [192, 193], які зазначають такі середні значення розмірів крохмальних зерен: пшеничного борошна першого сорту - $(12,4 \pm 1,9)$ мкм, вівсяного - $(7,4 \pm 0,87)$ мкм, гречаного - $(6,6 \pm 0,52)$ мкм, рисового - $(5,3 \pm 0,29)$ мкм.

Визначення технологічних показників борошна пшеничного в суміші з БКК. Оскільки закваски з гречаного та вівсяного борошна планується використовувати в технології пшеничного та пшенично-житнього хліба, досліджували вуглеводно-амілазний комплекс сумішей пшеничного борошна з вищезазначеними видами. Для рисового борошна, закваску з якого заплановано використовувати в технології безглютенового хліба, такі дослідження не проводили. Максимальне передбачуване внесення борошна із заквасками становить 15 %, тому для розуміння механізму впливу ББК на тісто з пшеничного борошна виконували модельні досліди, для яких готували борошняні суміші зі співвідношенням пшеничного і досліджуваних видів борошна 85:15. В борошняних сумішах визначали технологічні показники, які наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 - Технологічні показники сумішей пшеничного борошна з БКК

Показник*	Внесено 15 % борошна круп'яних культур замість маси пшеничного		
	Пшеничне борошно I сорту	Зеленої гречки	Вівсяне
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози на 10 г. борошна	180	201	212
Сумарне газоутворення, см ³ /100 г борошна	1401	1512	1604
Питомий об'єм тіста через 3 год. бродіння, см ³ /100 г тіста	280	268	224
Розпливання кульки тіста через 3 год. ферментації, мм	124	143	112

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

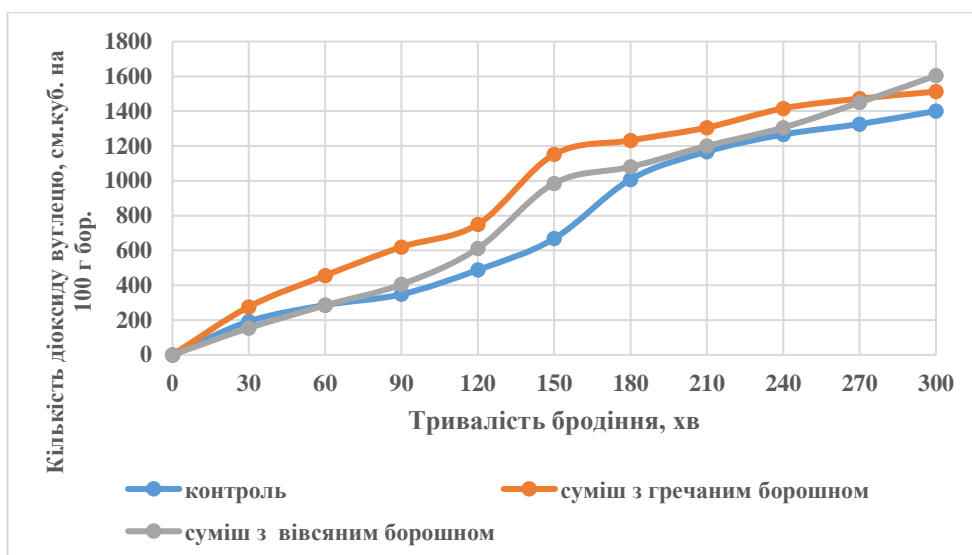


Рисунок 3.5 - Сумарне газоутворення сумішей пшеничного борошна з борошном круп'яних культур

Встановлено, що суміші пшеничного борошна з гречаним та вівсяним борошном мають вищу цукроутворювальну здатність на 11,7 та 17,8 % (табл. 3.8) та вищий показник сумарного газоутворення (рис. 3.5) - на 8 та 14,5 %, відповідно, ніж пшеничне борошно. Це пояснюється дією β -амілази, яка в достатній кількості міститься в пшеничному борошні, і, відповідно, в сумішах, а також, ймовірно, більшою піддатливістю до дії ферментів крохмальних зерен борошна круп'яних культур, завдяки їх меншому розміру.

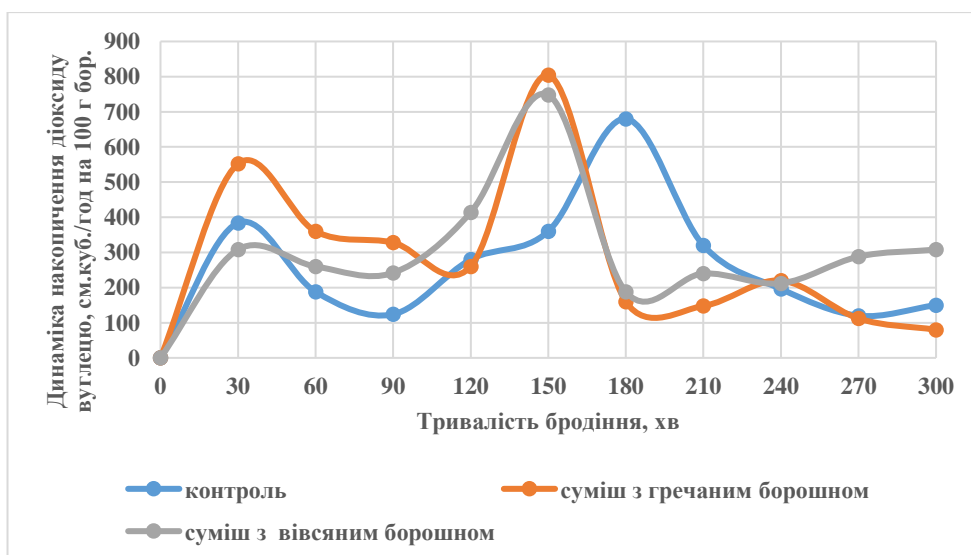


Рисунок 3.6 - Динаміка газоутворення сумішей пшеничного борошна з БКК

Рис. 3.6. показує, що найбільш інтенсивно зброджуються цукри в суміші з гречаним борошном, оскільки це борошно має більше власних цукрів,

ніж пшеничне, і завдяки цьому загальна кількість цукрів в цій суміші зростає. Перший пік відбувається однаково для всіх зразків – на 30 хв бродіння.

Другий пік газоутворення в сумішах гречаного та вівсяного борошна з пшеничним відбувається раніше на 30 хв, порівняно з контролем, тобто на 150 хв бродіння. Обидва піки яскраво виражені, вищі за контрольний зразок. Отримані результати підтверджують наші припущення щодо кращої піддатливості крохмальних зерен гречаного та вівсяного борошна, які є меншими за розмірами, дії активних амілолітичних ферментів пшеничного борошна.

Деякі з технологічних показників, зокрема газотримувальна та формотримувальна здатності тіста, значною мірою залежать від стану його вуглеводно-амілазного комплексу, що обумовлює інтенсивність бродіння тіста та вміст в ньому водорозчинних речовин.

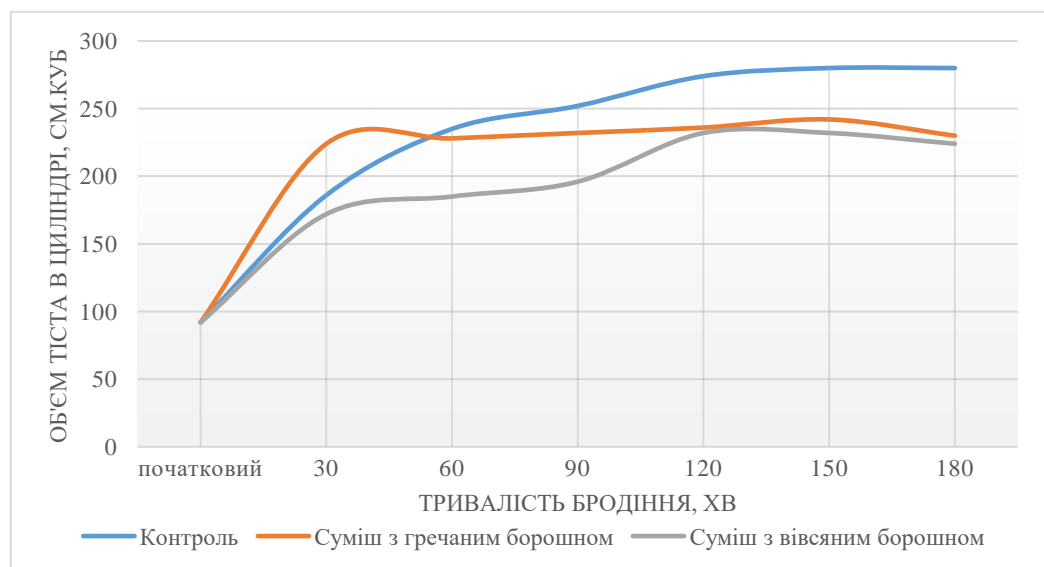


Рисунок 3.7 - Газотримувальна здатність сумішей пшеничного борошна з БКК

Дослідження газотримувальної здатності показало (табл. 3.8; рис.3.7), що зразки тіста з борошняних сумішей через 3 год бродіння мають менший питомий об'єм, ніж контрольний зразок. Це пояснюється тим, що, незважаючи на високий показник сумарного газоутворення, додавання БКК замість маси пшеничного борошна зменшує вміст клейковини в тісті, тому погіршується його здатність утримувати діоксид вуглецю. Слід відмітити, що питомий об'єм

тіста з суміші пшеничного борошна з борошном зеленої гречки погіршується несуттєво. Практично всі зразки тіста з борошняних сумішей починають опадати в циліндрі через 150 хв бродіння, тоді як контрольний зразок не опадає навіть через 180 хв. Це свідчить про необхідність скорочення тривалості дозрівання та вистоювання в разі виготовлення хліба з додаванням борошна круп'яних культур.

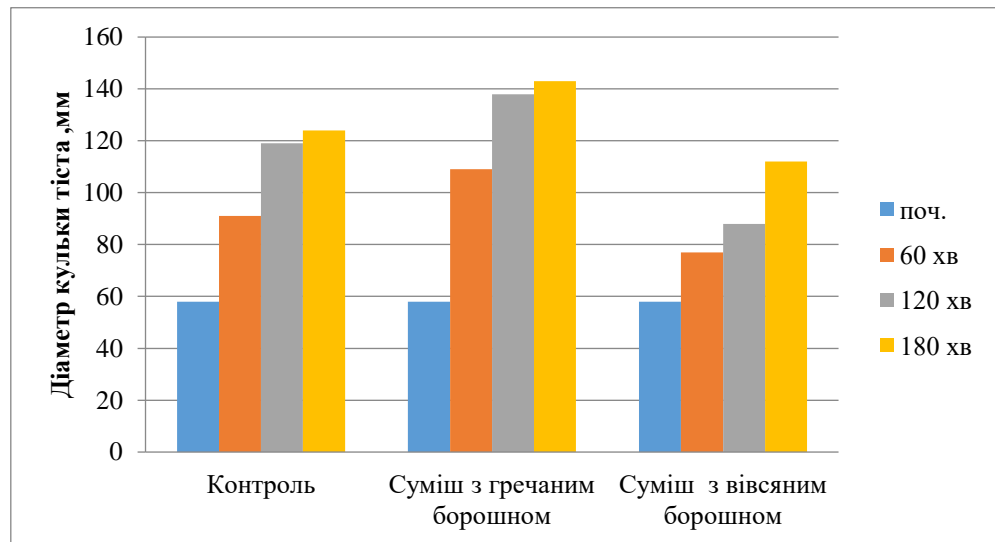


Рисунок 3.8 - Формоутримувальна здатність сумішей пшеничного борошна з БКК

Дослідження формоутримувальної здатності показали (табл. 3.8; рис. 3.8), що вівсяне борошно можливо застосовувати в рецептурах не лише формового, але й подового хліба, адже показники розпливання кульки тіста були нижчі за контрольні, або несуттєво відрізнялись. У тісті із суміші із зеленою гречкою спостерігалось розрідження тіста, тому хліб з додаванням цього виду борошна рекомендуємо виготовляти формовим.

3.4. Дослідження реологічних властивостей тіста з борошняних сумішей за допомогою фаринографа та альвеографа

Вівсяне та гречане борошно пропонується використовувати у складі заквасок в технології пшеничного та пшенично-житнього хліба, тому проводили модельні досліди з метою з'ясування впливу цих видів борошна на СМВ тіста за допомогою фаринографа та альвеографа.

Фаринограма характеризує такі властивості тіста як: консистенцію, тривалість утворення тіста, еластичність і розтяжність, стійкість (стабільність) та розрідження тіста [178].

Досліджено СМВ за допомогою фаринографа пшеничного тіста з пшеничного борошна першого сорту з додаванням 15 % БКК замість маси борошна пшеничного. На рис. 3.8 наведено фаринограми досліджуваних видів борошна та контролю- пшеничного борошна. Максимально передбачуваний вміст борошна в складі заквасок становить 15 %.

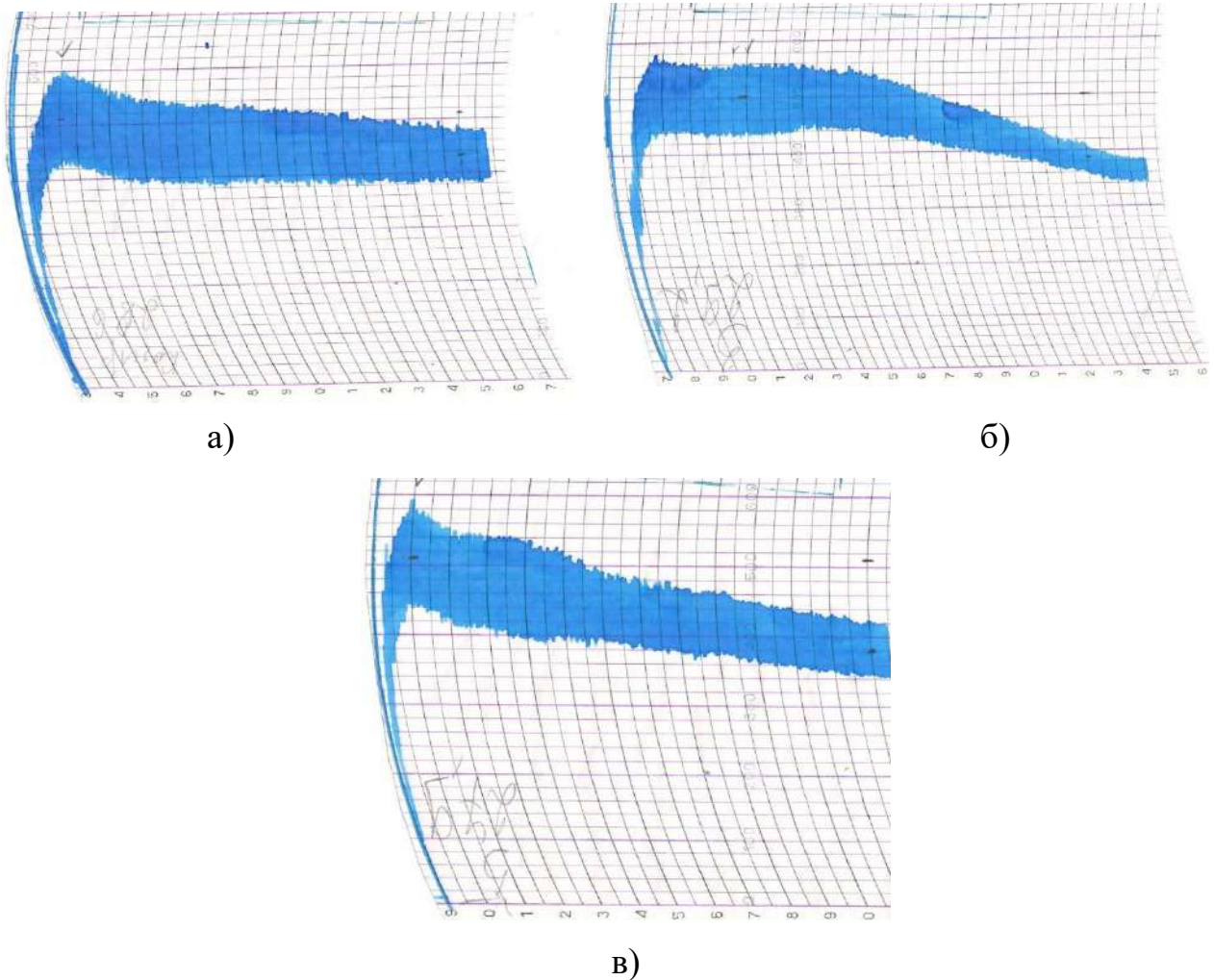


Рисунок 3.8 - Фаринограми: а) контроль; б) вівсяне борошно; в) борошно зеленої гречки

Таблиця 3.11 - Властивості тіста, визначені за допомогою фаринографа

Показник*	Пшеничне першого сорту	Внесено 15 % замість маси пшеничного борошна	
		зеленої гречки	вівсяного
Водопоглинальна здатність, %	56,6-57,2	54,8-56,4	57,0-58,2
Тривалість утворення тіста, хв	1,5	1,0	4,0
Стійкість тіста, хв	0,5	0,2	1,2
Розрідження, од. ф.	75	120	90
Еластичність, од. ф.	140	135	125

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

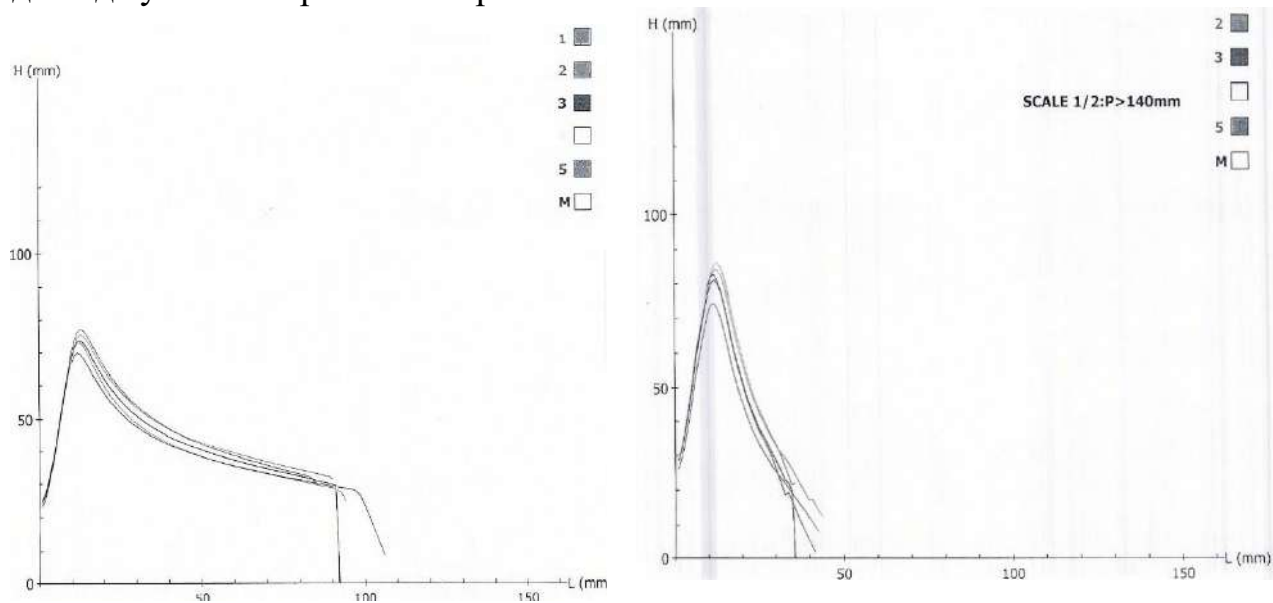
Результати розшифрування фаринограм (табл. 3.11) показали, що зразок з додаванням вівсяного борошна має більшу ВПЗ та подовжену тривалість утворення тіста, ніж контрольний зразок. При цьому спостерігається зростання стійкості тіста, що можна пояснити високою водопоглинальною та водоутримувальною здатністю вівсяного борошна.

Зразки з БКК мають вищу величину розрідження, що ймовірно пов'язано з піддатливістю складових цих видів борошна дії амілолітичних та протеолітичних ферментів. Еластичність тіста в зразку з гречаним борошном була близька до контролю, а в зразку з вівсяним борошном погіршилась на 10,7 %, що пояснюється відсутністю клейковинних білків в даних видах борошна та більшою кількістю розчинних білків – альбумінів та глобулінів.

На альвеографі тісто, замішане згідно з інструкцією до приладу, формується та видувається у вигляді пухиря, доки не лопне.

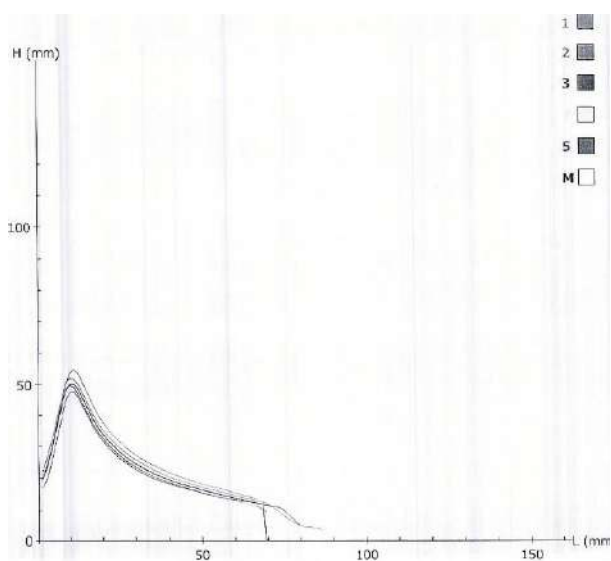
Отримані під час досліджень альвеограми дозволяють характеризувати показники СМВ тіста, а саме – пружність, розтяжність тіста та збалансованість між ними. Робота деформації W, виражається в Джоулях на 1 г тіста і показує силу борошна.

На рис. 3.9 зображено альвеограми пшеничного та в суміші з досліджуваними зразками борошна.



а)

б)



в)

Рисунок 3.9 - Альвеограми: а) контроль; б) вівсяне борошно; в) борошно зеленої гречки

Таблиця 3.12 - Властивості тіста, визначені за допомогою альвеографа

Показник*	Пшеничне першого сорту	Внесено 15 % замість маси пшеничного борошна	
		зеленої гречки	вівсяного
Пружність, P, мм	79	54	88
Розтяжність, L, мм	92	69	37
Індекс розширення, G	21,1	19,4	15,2
Робота деформації, W, Дж	261×10^{-4}	150×10^{-4}	135×10^{-4}
Відношення P/L	0,86	0,78	2,4

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

Результати розшифрування альвеограм показали (табл. 3.12), що найбільшу пружність має зразок з вівсяним борошном. Поряд з цим, цей зразок має найменший показник розтяжності і відповідно, найбільше відношення P/L. Це пояснюється більшою крупністю та неоднорідним розміром частинок борошна, які утворюють менш еластичну тістову масу.

При цьому в гречаному борошні відношення P/L близьке до відповідного показника в пшеничному, що свідчить про утворення більш зв'язаної та еластичної тістової маси. Ймовірно, в цьому відіграють роль менші за розміром крохмальні зерна.

Індекс розширення, що характеризує об'єм повітря, витраченого на надування кульки тіста, найбільший в контрольному зразку, дещо менше значення має зразок з борошном зеленої гречки.

При замішуванні тіста з пшеничного борошна, питомі витрати енергії на його деформацію склали 261×10^{-4} Дж, тоді як додавання БКК знижує цей показник в 1,7-1,9 разів, що характерно для борошна слабкого за силою.

Таким чином, внесення БКК погіршує СМВ тіста, що потребує впровадження заходів, які б забезпечили покращення пружно-еластичних властивостей.

Висновки до розділу 3

1. Досліджено, що БКК, а саме зеленої гречки та вівсяне характеризуються вищою крупністю, порівняно з контролем - пшеничним борошном першого сорту. У вівсяному та гречаному борошні фракції менше 144 мкм практично відсутні, натомість в рисовому борошні такої фракції 81,8 % частинок.

2. Показник ВПЗ вівсяного борошна вищий на 50 %, рисового - на 10,7 %, а борошна зеленої гречки - нижчий на 10,3 %, порівняно з пшеничним борошном першого сорту.

3. Фракційний склад білків БКК суттєво відрізняється від білків пшеничного. В гречаному борошні переважає фракція альбумінів (60,5 %), у вівсяному борошні - глобулінів (44,07 %), а в рисовому основна частка білків представлена фракцією глютелінів (57,1 %).

4. БКК має нижчу активність протеолітичних та амілолітичних ферментів, порівняно з пшеничним. Найменші значення має рисове борошно, 3,6 к. од./г білка та 6,34 ум. од., що на 30,8 % та 80,0 %, відповідно, нижче, ніж в пшеничному. Активність β -амілази у вівсяному та гречаному борошні близька до відповідного показника пшеничного борошна.

5. Встановлено, що у гречаному борошні в 1,6 рази більше власних цукрів, що забезпечує інтенсивне бродіння та пік газоутворення на початку бродіння, але нижча цукроутворювальна здатність та автолітична активність, порівняно з пшеничним. Дослідження процесу газоутворення показало, що тісто з БКК здатне накопичити в 1,4-2,7 рази менше діоксиду вуглецю.

6. БКК має менші на 15,8-40,0 % розміри крохмальних зерен, порівняно з пшеничним, а також нижчу температуру початку клейстеризації крохмалю та максимальну в'язкість суспензії, що пояснюється нижчою активністю ферментів та вищою крупністю частинок цього борошна.

7. Визначено, що суміші пшеничного борошна з гречаним та вівсяним мають вищий показник сумарного газоутворення, ніж пшеничне

борошно. Другий пік газоутворення в цих зразках спостерігається на 150 хв бродіння, тоді як в пшеничному на 180 хв. Інтенсифікація процесу газоутворення пояснюється позитивною дією амілолітичних ферментів, які в достатній кількості містяться в пшеничному борошні, і, відповідно, в сумішах, вищою піддатливістю до дії ферментів крохмальних зерен борошна круп'яних культур та їх меншими розмірами.

8. Додавання гречаного та вівсяного борошна до пшеничного зумовлює зростання розрідження тіста та погіршення його еластичності на 3,6-10,7 %, відповідно. При додаванні вівсяного борошна подовжується заміс тіста та зростає його ВПЗ. Також спостерігається незбалансованість між показниками пружності та розтяжності (P/L). В гречаному борошні відношення P/L близьке до відповідного показника в пшеничному.

9. Результати досліджень, які описані в розділі, опубліковано в працях [193, 194], які наведено в додатку Д.

РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КУЛЬТИВУВАННЯ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ З БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР В ДИСКРЕТНИХ УМОВАХ

Приготування ЗСБ пов'язано з комплексом біохімічних, мікробіологічних та фізико-хімічних процесів. Їх швидкість та особливості перебігу залежать від технологічного режиму їх приготування, тривалості і температури бродіння, масової частки вологи, виду поживного середовища та його хімічного складу тощо. Разом з тим при зміні параметрів приготування буде змінюватись видовий склад мікрофлори та кількість мікроорганізмів. Лише за дотримання оптимальних умов приготування можливо отримати закваски з показниками, які забезпечать необхідний перебіг технологічного процесу приготування хліба та високі показники якості [99, 101].

4.1. Науково-практичне обґрунтування технології заквасок спонтанного бродіння в циклі розведення

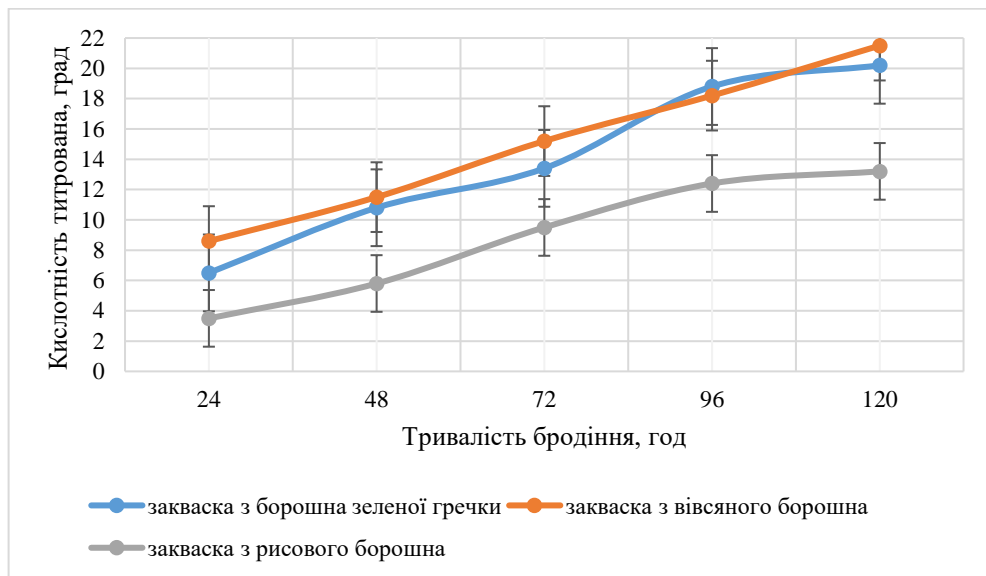
Одними із основних технологічних факторів, що визначають якість заквасок є масова частка вологи, кислотність та температура культивування, які можуть змінюватись в певних межах, забезпечуючи при цьому високу якість. Вважається, що всі мікроорганізми добре реагують на зниження температури в середовищі. А ось підвищення температури може пригнічувати їх діяльність і зі зростанням тривалості дії високих температур вони втрачають активність.

Існує твердження, що оптимальними умовами для розвитку МКБ та кислотостійких дріжджів є температура 26-28 °С та масова частка вологи 48-50 %, але ці параметри здебільшого використовують для житніх заквасок. Також рекомендовано вести такі закваски з масовою часткою вологи 55-56 %, що сповільнює процеси «перекисання» заквасок [105, 195].

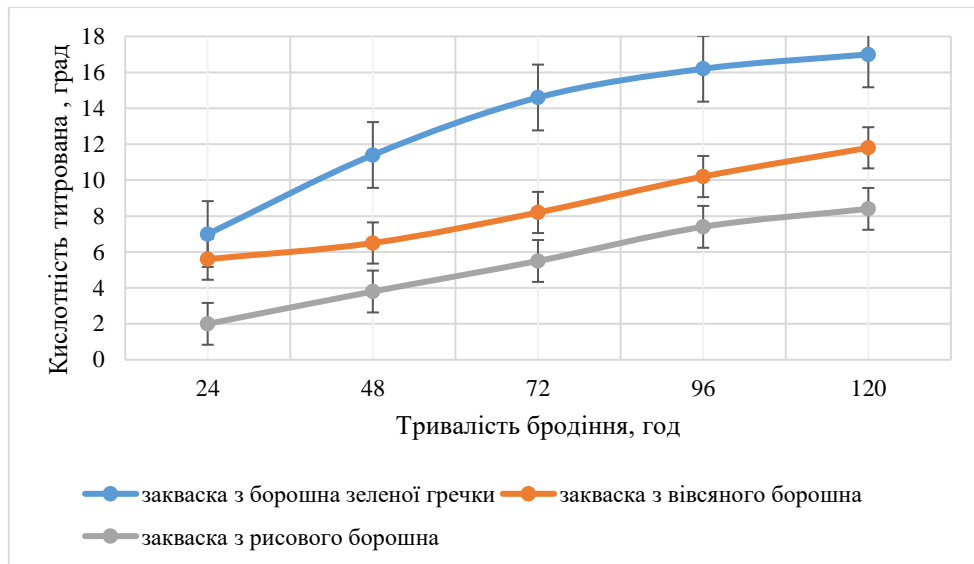
В нашій роботі для приготування заквасок використовувались нетрадиційні види борошна, які мають відмінності в технологічних показниках та хімічному складі, що спонукає до проведення додаткових досліджень оптимальних режимів приготування заквасок на їх основі.

Для дослідження впливу масової частки вологи заквасок на титровану кислотність готували закваски з борошна круп'яних культур (вівсяного, рисового, зеленої гречки) різної вологості: 48-52 % (густа закваска), 63-67 % (напівгуста), 68-72 % (рідка).

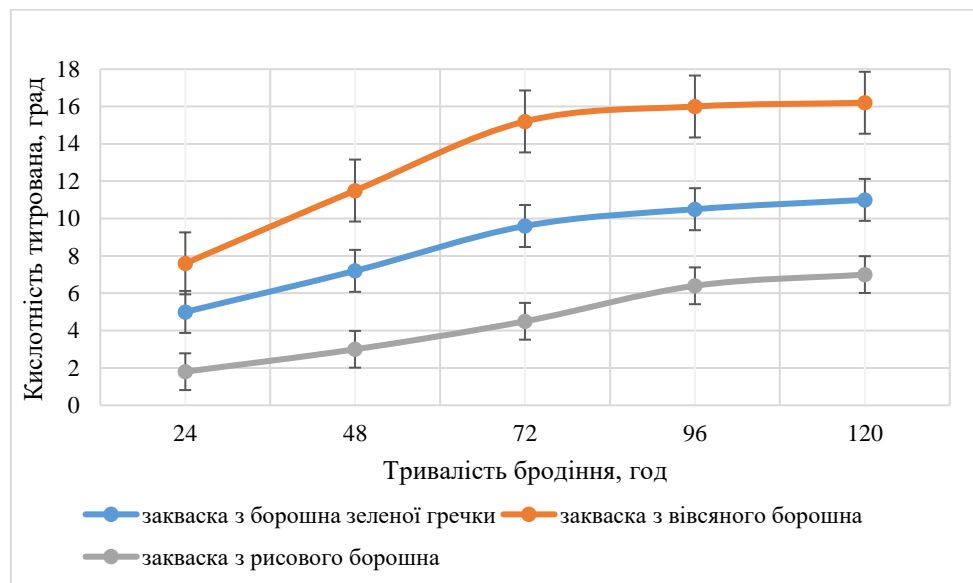
Для цього змішували борошно з водою (температурою 28-30 °С) за необхідного співвідношення та культивували протягом 120 год (така тривалість циклу розведення є поширеною в умовах дискретних виробництв [104, 102, 109, 115]). Прийнято використовувати температуру бродіння заквасок - 26-28 °С, оскільки вона знижує ризик «перекисання» останніх [195]. Через кожні 24 год вимірювали кислотність та вносили поживну суміш з борошна та води. Результати наведено на рис. 4.1.



а)



б)



в)

Рисунок 4.1 - Накопичення титрованої кислотності в заквасках залежно від масової частки вологи: а) $(50\pm 2)\%$; б) $(65\pm 2)\%$; в) $(70\pm 2)\%$

З рис. 4.1 видно, що показники титрованої кислотності залежить від масової частки вологи заквасок. Накопичення кислотності у всіх зразках заквасок інтенсивніше відбувається за нижчої вологості, 48-52 %, при цьому гречана та вівсяна закваски мають високі показники кислотності 20,0 та 17,6 град, що ймовірно призведе до їх перекидання. Використання заквасок з нижчою кислотністю дозволить збільшити їх дозування, і, відповідно, збагатити вироби корисними складовими борошна круп'яних культур.

В гречаній та вівсяній заквасках, вологістю 63-67 % і вище інтенсивність накопичення кислотності уповільнюється. Варто відмітити, що рисова закваска за будь-якої з представлених діапазонів масової частки вологи менш інтенсивно накопичувала кислотність, порівняно з гречаною та вівсяною. Очевидно, це пов'язано з недостатньою кількістю поживних речовин та низькою ферментативною активністю амілаз та протеїназ в складі борошна, але за масової частки вологи (50±2) % кислотність була близька до кислотності традиційних хлібопекарських заквасок.

В рисовій заквасці вологістю (50±2) %, титрована кислотність за 120 год бродіння становила 13,8 град. В гречаній заквасці вологістю (65±2) %, титрована кислотність за 120 год бродіння становила 16,6 град. А вівсяна закваска вологістю (70±2) % за 120 год бродіння накопичила 16,2 град. Такі діапазони масової частки вологи для кожної із заквасок обрано оптимальними з точки зору зменшення ризику «перекисання» та максимального збагачення виробів поживними речовинами даних видів борошна. Ці діапазони використано в подальших дослідженнях.

Для отримання якісної закваски методом спонтанного зброджування, важливо витіснити патогенну мікрофлору, яка, разом з корисною мікрофлорою, в достатній кількості потрапляє з борошном. Досліджено динаміку розвитку МКБ, дріжджів в розвідному циклі, а також показники якості для кожної закваски залежно від кількості поновлень.

Відомо, що в ЗСБ мікрофлора, яка бере участь в заквашуванні, різноманітна. Найбільш пристосовані до таких умов МКБ. За рахунок більш швидкого розмноження, вони інтенсивно утворюють молочну кислоту, яка пригнічує діяльність інших організмів, зокрема гнилісних бактерій, що діють в лужному середовищі, бактерій групи кишкової палички, що розмножуються в нейтральному середовищі. Плісняві гриби, інші види бактерій, дріжджів, які є факультативними аеробами, пригнічуються в анаеробних умовах хлібопекарських напівфабрикатів. Дріжджі роду *Saccharomyces* здатні розмножуватись і існувати в безкисневих умовах, тому

вкінці циклу розведення залишаються МКБ та кислотостійкі дріжджі (наприклад, *S. minor*), а також певна кількість *S. cerevisiae* [196].

Аналізували якість заквасок з масовою часткою вологи для рисової (50±2) %, гречаної – (65±2) %, вівсяної – (70±2) % за температури культивування 26-28 °С в циклі розведення. Результати наведено в табл. 4.1-4.4.

Таблиця 4.1 - Динаміка розвитку МКБ та дріжджів в гречаній заквасці

Тривалість бродіння	Кількість клітин, КУО/г	
	Молочнокислі бактерії	Дріжджі
Через 24 години	$2,2 \times 10^5$	$1,1 \times 10^4$
Через 48 години	$1,9 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$
Через 72 години	$1,8 \times 10^8$	$4,8 \times 10^6$
Через 96 годин	$5,8 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$
Через 120 годин	$3,1 \times 10^9$	$1,5 \times 10^9$

Таблиця 4.2 - Динаміка розвитку МКБ та дріжджів в рисовій заквасці

Тривалість бродіння, год	Кількість клітин, КУО/г	
	Молочнокислі бактерії	Дріжджі
Через 24 години	$<10^3$	$5,6 \times 10^4$
Через 48 години	$1,9 \times 10^5$	$2,2 \times 10^5$
Через 72 години	$3,6 \times 10^6$	$3,1 \times 10^7$
Через 96 годин	$6,8 \times 10^8$	$4,1 \times 10^8$
Через 120 годин	$1,2 \times 10^9$	$5,2 \times 10^8$

Таблиця 4.3 - Динаміка розвитку МКБ та дріжджів у вівсяній заквасці

Тривалість бродіння, год	Кількість клітин, КУО/г	
	Молочнокислі бактерії	Дріжджі
Через 24 години	$7,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
Через 48 години	$1,2 \times 10^6$	$2,8 \times 10^6$
Через 72 години	$1,8 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$
Через 96 годин	$3,9 \times 10^9$	$1,7 \times 10^8$

Таблиця 4.4 - Показники якості заквасок в розвідному циклі залежно від кількості поновлень

Кількість поновлень	Тривалість бродіння, год від поч. замісу	Гречана закваска		Вівсяна закваска		Рисова закваска	
		К, град*	Активність МКБ, хв*	К, град*	Активність МКБ, хв*	К, град*	Активність МКБ, хв*
1	24	7,2	110	7,8	95	4	120
2	48	11,6	90	11,4	80	6,2	105
3	72	14,4	70	15,4	70	10,5	90
4	96	16,4	55	16,8	65	12,8	80
5	120	17,2	45	17,0	55	13,6	75
6	144	17,4	45	17,2	50	13,6	70

* середньоарифметичні значення, n=3; $p \geq 0,95$; $K \pm 0,2$ град; Актив. МКБ ± 2 хв.

З табл. 4.1-4.3 видно, що при кожному новому підживленні закваски інтенсифікується накопичення дріжджових клітин та МКБ, що сприяє активному протіканню спиртового та молочнокислого бродіння.

Утворення продуктів гомо- та гетероферментативного молочнокислого бродіння сприяє поступовій зміні специфічного аромату на традиційний кислотно-спиртовий з ароматом використовуваного виду борошна, для рисової характерний «молочний» аромат, що свідчить про повне витіснення МКБ та дріжджами патогенної мікрофлори.

Через 120 год для гречаної, рисової та 96 годин для вівсяної за органолептичними, біотехнологічними та фізико-хімічними показниками закваска готова до використання. Найбільше КУО МКБ утворилося в складі гречаної та вівсяної заквасок в умовах високої кислотності. Кращі умови для життєдіяльності дріжджів в низькокислотному середовищі сприяли накопиченню високої їх кількості в рисовій заквасці.

Високій кислотності та активному накопиченню МКБ в гречаній та вівсяній заквасках сприяє наявний в хімічному складі цих видів борошна β – глюкан, який, як відомо, суттєво впливає на розвиток молочнокислих бактерій та має пребіотичні властивості [46].

Результати табл. 4.4 свідчать, що закваски після 4 підживлення (96 год бродіння) набувають стабільних показників якості та можуть бути використані у виробничому циклі. Так, зі збільшенням кількості поновлень, зростала титрована кислотність та активність МКБ.

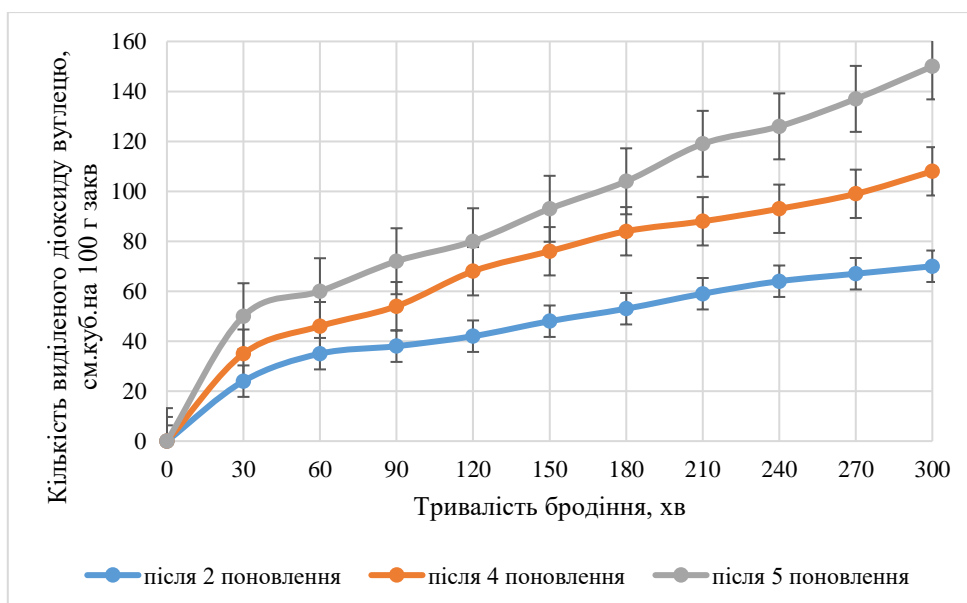
Для вівсяної закваски оптимальною кількістю поновлень є чотири, оскільки подальше поновлення не призводило до зростання кислотності (0,2 град після п'ятого поновлення). Крім того, вона схильна до «перекисання», тому подальше поновлення неефективне.

Для гречаної та рисової заквасок ріст кислотності та активності МКБ практично припиняється на п'ятому поновленні (120 год).

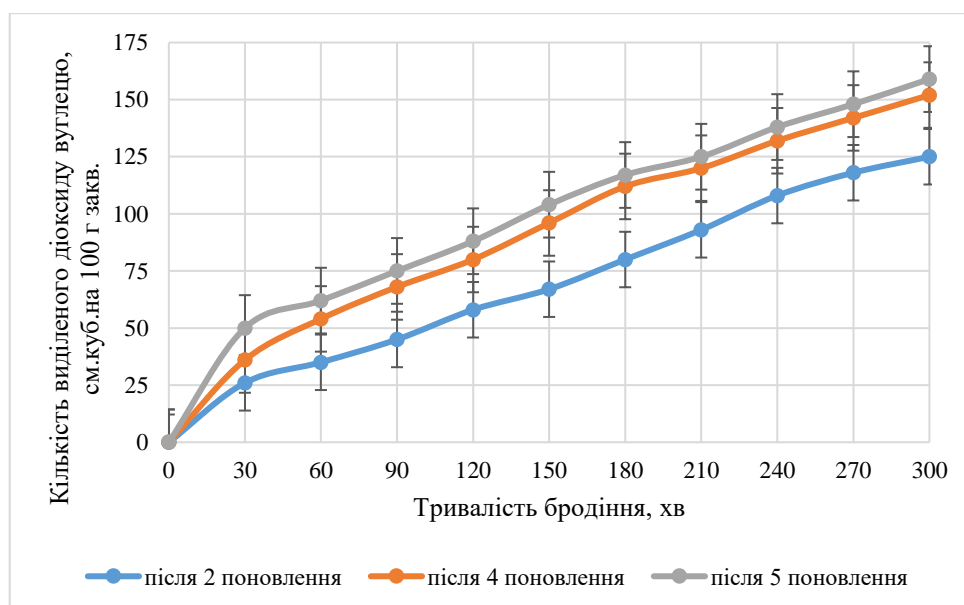
Молочнокисле та спиртове бродіння є основними мікробіологічними процеси, що відбуваються в напівфабрикатах під час дозрівання. Це забезпечує формування їх структурно-механічних властивостей, розпушення напівфабрикатів та готових виробів та накопичення речовин, що беруть участь в створенні смаку та аромату хліба [99, 195].

Дріжджі роду *Saccharomyces*, які традиційно присутні в мікрофлорі заквасок виконують роль розпушувачів закваски та тіста, виділяючи вуглекислий газ та формуючи показники якості хліба. В процесі бродіння напівфабрикатів, разом зі спиртом та вуглекислим газом, утворюються побічні продукти: альдегіди, органічні кислоти, ефіри та інші смако-ароматичні речовини [196].

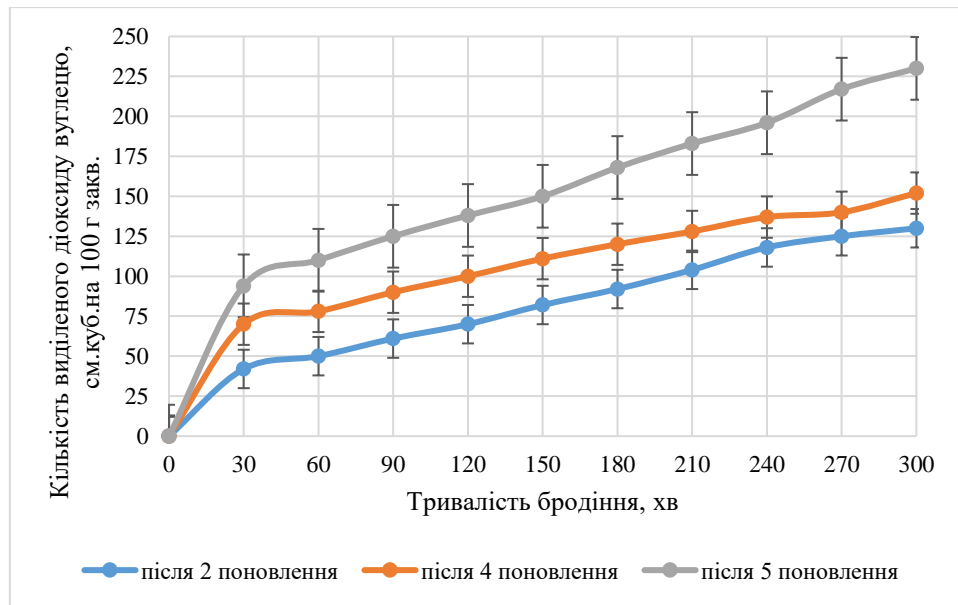
Досліджували інтенсивність накопичення діоксиду вуглецю в процесі бродіння закваски після 2, 4 та 5 поновлень. Результати наведено на рис. 4.2.



а)



б)



в)

Рисунок 4.2 - Накопичення діоксиду вуглецю в процесі розвідного циклу в заквасках: а) гречаній; б) вівсяній; в) рисовій.

З рис. 4.2 видно, що після другого поновлення інтенсивність газоутворення низька для кожного зразку закваски. В рисовій та гречаній заквасці інтенсивність накопичення вуглекислого газу максимальна після п'ятого поновлення. У вівсяній заквасці газоутворення після четвертого та п'ятого поновлень незначно відрізняється. Так, за період бродіння, рисова закваска накопичила $226 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$, гречана – $155 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$, вівсяна – $150 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$. Висока інтенсивність газоутворення при обраній кількості поновлень пояснюється накопиченням гетероферментативних МКБ та дріжджових клітин, які сприяють виділенню газу. Отримані результати підтверджуються дослідженнями, описаними вище.

На основі експериментальних даних для визначення оптимальних умов культивування кожної закваски в циклі розведення здійснювали оптимізацію експериментально-статистичним методом Бокса-Уілсона.

В процесі експериментально-статистичного моделювання досліджували залежність кількості виділеного діоксиду вуглецю (Y_1) від параметрів приготування закваски: масової частки вологи (X_1), тривалості бродіння (X_2), температури бродіння закваски (X_3).

Оптимізація оптимальних умов культивування рисової закваски в розвідному циклі. Оптимізувальні фактори, їх рівні, а також інтервали варіювання наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 - Діапазони факторного простору для рисової закваски

Рівні фактори	Позначення	Досліджувані фактори		
		Масова частка вологи закваски (X_1), %	Тривалість бродіння закваски (X_2), год	Температура бродіння закваски (X_3), °C
Нульовий рівень	X_1^0	48	116	26
Верхній рівень	X_1^+	53	140	28
Нижній рівень	X_1^-	43	92	24
Інтервал варіювання	λ_i	5	24	2

За критерій оптимальності обрано кількість CO_2 , яку здатна накопичити закваска, як обмежувальний фактор обрано кислотність. Матриця планування експерименту і результати досліджень наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 - Матриця плану експерименту та його результати

№	Рівні факторів						Критерій оптимальності, $cm^3/100\text{ г}$	
	X_1	В натур. вигляді	X_2	В натур. вигляді	X_3	В натур. вигляді	$Y_{\text{експ.}}$	$Y_{\text{розр.}}$
1	+	53	+	140	+	28	312	294,7
2	-	43	+	140	+	28	287	269,7
3	+	53	-	92	+	28	267	258,22
4	-	43	-	92	+	28	251	233,22
5	+	53	+	140	-	24	296	280,78
6	-	43	+	140	-	24	267	255,78
7	+	53	-	92	-	24	264	244,3
8	-	43	-	92	-	24	234	219,3

Оброблення експериментальних даних методом експериментально-статистичного моделювання дало змогу отримати адекватне рівняння регресії, яке дозволяє оцінити ступінь впливу досліджуваних факторів на якість закваски в кодованому (1) та натуральному (2) вигляді.

$$Y = 272,292 + 12,458 \times X_1 + 18,292 \times X_2 + 6,958 \times X_3 \quad (1)$$

$$Y = -41,64 + 2,5 \times X_1 + 0,76 \times X_2 + 3,48 \times X_3 \quad (2)$$

Множинний коефіцієнт кореляції становить 0,042, критерій Фішера розрахунковий, F_p - 1,777; табличний, F_T - 2,85. Оскільки $F_T > F_p$, рівняння адекватне, його можна використовувати далі для пошуку області оптимуму об'єкта дослідження.

Як свідчать дані експерименту, здійсненого за програмою «крутого сходження» (табл. 4.7), при збільшенні значень оптимізувальних факторів (масової частки вологи, температури і тривалості бродіння закваски) зростає критерій оптимальності (кількість накопиченого діоксиду вуглецю). При цьому відбувається підвищення кислотності закваски.

Таблиця 4.7 - Програма «крутого сходження» та результати її реалізації

№ досліджу	Значення оптимізувальних факторів			Критерій оптимальності, Y , $\text{cm}^3/100 \text{ г}$	Обмеження
	X_1	X_2	X_3		
9	48	116	26	257	10,6
10	50	124	27	271,56	11,8
11	52	120	28	277	12,8
12	54	122	29	287	15,2

З табл. 4.7 можна зробити висновок, що оптимальними технологічними параметрами приготування рисової закваски в циклі розведення слід вважати наступні значення: X_1 – 52 %; X_2 – 120 год; X_3 – 28 °С.

Оптимізація оптимальних умов культивування гречаної закваски в розвідному циклі. Оптимізувальні фактори, їх рівні, а також інтервали варіювання наведено в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 - Діапазони факторного простору для гречаної закваски

Рівні фактори	Позначення	Досліджувані фактори		
		Масова частка вологи закваски (X_1), %	Тривалість бродіння закваски (X_2), год	Температура бродіння закваски (X_3), °C
Нульовий рівень	X_i^0	56	104	26
Верхній рівень	X_i^+	61	128	28
Нижній рівень	X_i^-	51	80	24
Інтервал варіювання	λ_i	5	24	2

За критерій оптимальності обрано кількість CO_2 , яку здатна накопичити закваска, як обмежувальний фактор обрано кислотність. Матриця планування експерименту і результати досліджень наведено в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 - Матриця плану експерименту та його результати

№	Рівні факторів						Критерій оптимальності, $cm^3/100\text{ г}$	
	X_1	В натур. вигляді	X_2	В натур. вигляді	X_3	В натур. вигляді	$Y_{\text{експ.}}$	$Y_{\text{розн.}}$
1	+	61	+	128	+	28	215	186,57
2	-	51	+	128	+	28	187	162,57
3	+	61	-	80	+	28	163	148,17
4	-	51	-	80	+	28	153	124,17
5	+	61	+	128	-	24	195	179,81
6	-	51	+	128	-	24	167	155,81
7	+	61	-	80	-	24	165	141,41
8	-	51	-	80	-	24	135	117,41

Оброблення експериментальних даних методом експериментально-статистичного моделювання дало змогу отримати адекватне рівняння регресії, яке дозволяє оцінити ступінь впливу досліджуваних факторів на якість закваски в кодованому (3) та натуральному (4) вигляді.

$$Y = 172,63 + 11,88 \times X_1 + 18,46 \times X_2 + 7,04 \times X_3 \quad (3)$$

$$Y = -109,55 + 2,376 \times X_1 + 0,769 \times X_2 + 1,69 \times X_3 \quad (4)$$

Множинний коефіцієнт кореляції становить 0,057, критерій Фішера розрахунковий, F_p - 2,441; табличний, F_T - 2,85. Табличний коефіцієнт Фішера більший за розрахунковий, $F_p < F_T$, тому рівняння є адекватне, і його можна використовувати для пошуку області оптимальних параметрів приготування закваски.

Як свідчать дані експерименту, здійсненого за програмою «крутого сходження» (табл. 4.10), при збільшенні значень оптимізувальних факторів зростає критерій оптимальності, але при цьому зростає кислотність закваски.

Таблиця 4.10 - Програма «крутого сходження» та результати її реалізації

№ досліду	Значення оптимізувальних факторів			Критерій оптимальності, Y , $\text{cm}^3/100 \text{ г}$	Обмеження
	X_1	X_2	X_3		
9	56	104	26	148,87	14,6
10	58	112	27	161,52	15,8
11	60	120	28	174,17	17,0
12	62	122	28,5	181,355	18,6

Оптимальними технологічними параметрами приготування гречаної закваски в циклі розведення слід вважати наступні значення: X_1 – 60 %; X_2 – 120 год; X_3 – 28 °С. За таких параметрів кількість діоксиду вуглецю є високою, при цьому кислотність закваски не перевищує прийняті значення.

Оптимізація оптимальних умов культивування вівсяної закваски в розвідному циклі. Оптимізувальні фактори, їх рівні, а також інтервали варіювання наведено в табл. 4. 11.

Таблиця 4. 11 - Діапазони факторного простору для вівсяної закваски

Рівні фактори	Позначення	Досліджувані фактори		
		Масова частка вологи закваски (X_1), %	Тривалість бродіння закваски (X_2), год	Температура бродіння закваски (X_3), °C
Нульовий рівень	X_i^0	66	84	26
Верхній рівень	X_i^+	71	108	28
Нижній рівень	X_i^-	61	60	24
Інтервал варіювання	λ_i	5	24	2

За критерій оптимальності обрано кількість CO_2 , яку здатна накопичити закваска, як обмежувальний фактор обрано кислотність. Матриця планування експерименту і результати досліджень наведено в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 - Матриця плану експерименту та його результати

№	Рівні факторів						Критерій оптимальності, $cm^3/100\text{ г}$	
	X_1	В натур. вигляді	X_2	В натур. вигляді	X_3	В натур. вигляді	$Y_{\text{експ.}}$	$Y_{\text{розн.}}$
1	+	71	+	108	+	28	197	170,52
2	-	61	+	108	+	28	177	142,52
3	+	71	-	60	+	28	163	139,32
4	-	61	-	60	+	28	146	111,32
5	+	71	+	108	-	24	185	150,44
6	-	61	+	108	-	24	147	122,44
7	+	71	-	60	-	24	154	119,24
8	-	61	-	60	-	24	117	91,24

Оброблення експериментальних даних методом експериментально-статистичного моделювання дало змогу отримати адекватне рівняння регресії, яке дозволяє оцінити ступінь впливу досліджуваних факторів на якість вівсяної закваски в кодованому (5) та натуральному (6) вигляді.

$$Y = 160,7 + 13,96 \times X_1 + 15,6 \times X_2 + 10,04 \times X_3 \quad (5)$$

$$Y = -239,04 + 2,792 \times X_1 + 0,65 \times X_2 + 5,02 \times X_3 \quad (6)$$

Множинний коефіцієнт кореляції становить $(-0,022)$, $F_T > F_p (2,85 > 0,495)$. Тобто, отримане рівняння адекватне і його можна використовувати для пошуку області оптимуму об'єкта дослідження.

Як свідчать дані експерименту, здійсненого за програмою «крутого сходження» (табл. 4.13), при зростанні масової частки вологи, температури і тривалості бродіння закваски зростає кількість накопиченого діоксиду вуглецю. При цьому відбувається підвищення кислотності закваски.

Таблиця 4.13 - Програма «крутого сходження» та результати її реалізації

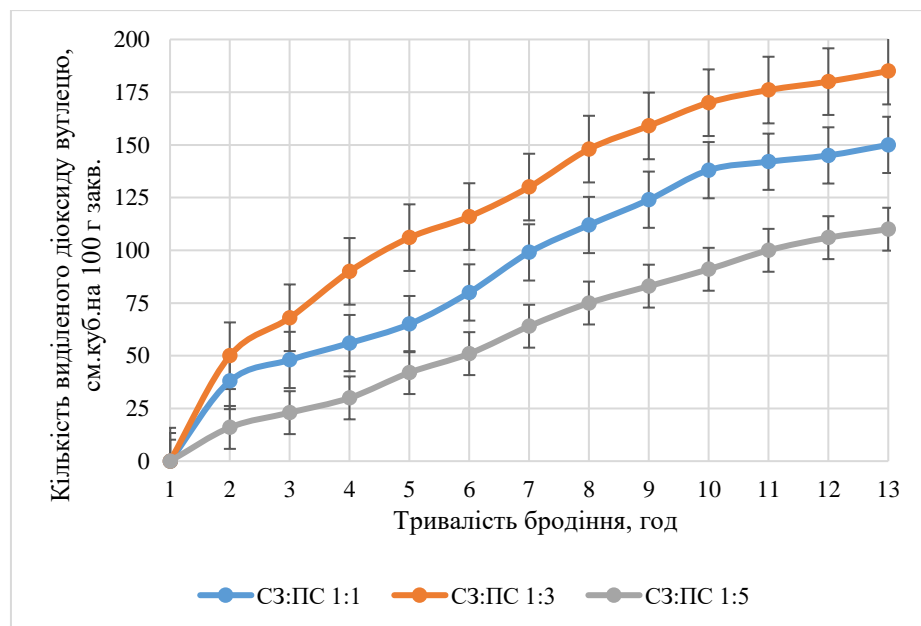
№ досліду	Значення оптимізувальних факторів			Критерій оптимальності, Y , $\text{cm}^3/100 \text{ г}$	Обмеження
	X_1	X_2	X_3		
9	66	84	26	130,88	14,4
10	68	90	27	145,4	15,6
11	70	96	28	159,92	17,2
12	72	102	29	174,44	18,8

Враховуючи прийняті обмеження, можна зробити висновок, що оптимальними технологічними параметрами приготування вівсяної закваски в циклі розведення слід вважати наступні значення: $X_1 - 70 \%$; $X_2 - 96 \text{ год}$; $X_3 - 28 \text{ }^\circ\text{C}$.

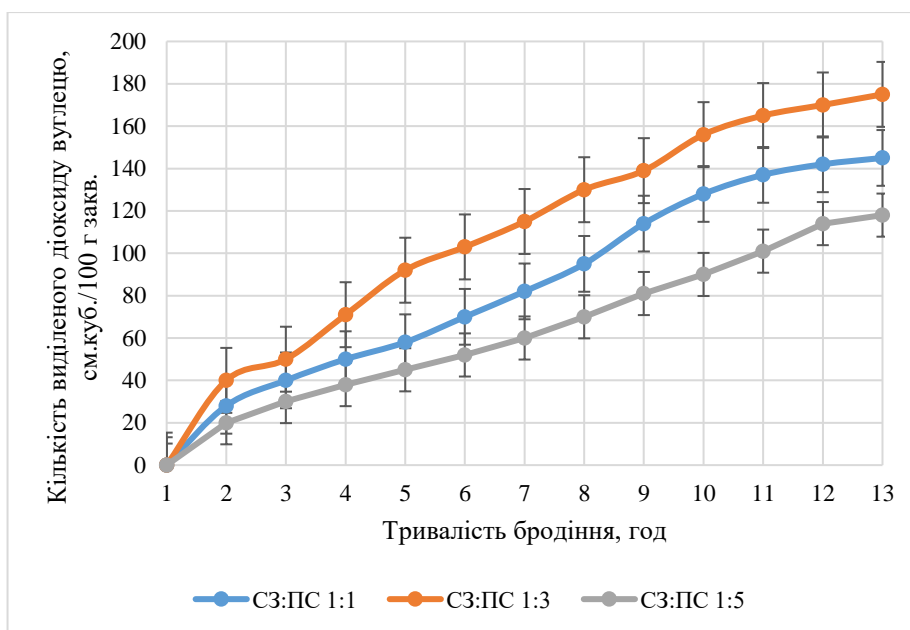
4.2. Експериментальне обґрунтування оптимальних параметрів ведення заквасок спонтанного бродіння у виробничому циклі

З метою вивчення біотехнологічних властивостей заквасок у виробничому циклі їх поновлювали через 12 год бродіння при співвідношенні стиглої закваски (СЗ) та поживної (водно-борошняної) суміші (ПС) 1:1, 1:3 та 1:5. Для цього СЗ змішували з ПС та культивували 12 год. Зазначені співвідношення обирали, опираючись на дискретний режим роботи невеликих за потужністю підприємств.

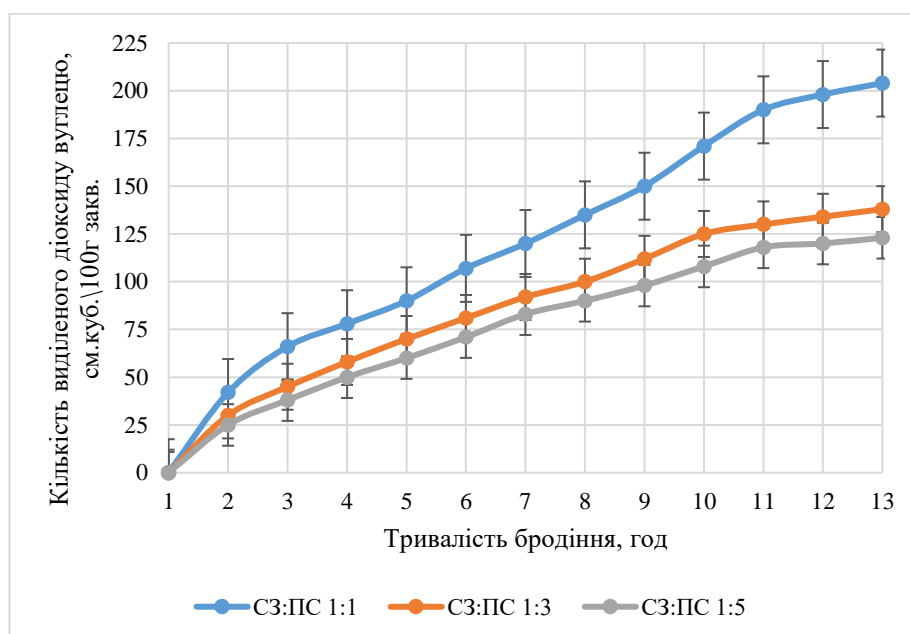
Визначали бродильну активність мікрофлори заквасок у виробничому циклі за кількістю накопиченого діоксиду вуглецю, оскільки це головний показник для характеристики спиртового бродіння. Результати зображено на рис. 4.3.



а)



б)



в)

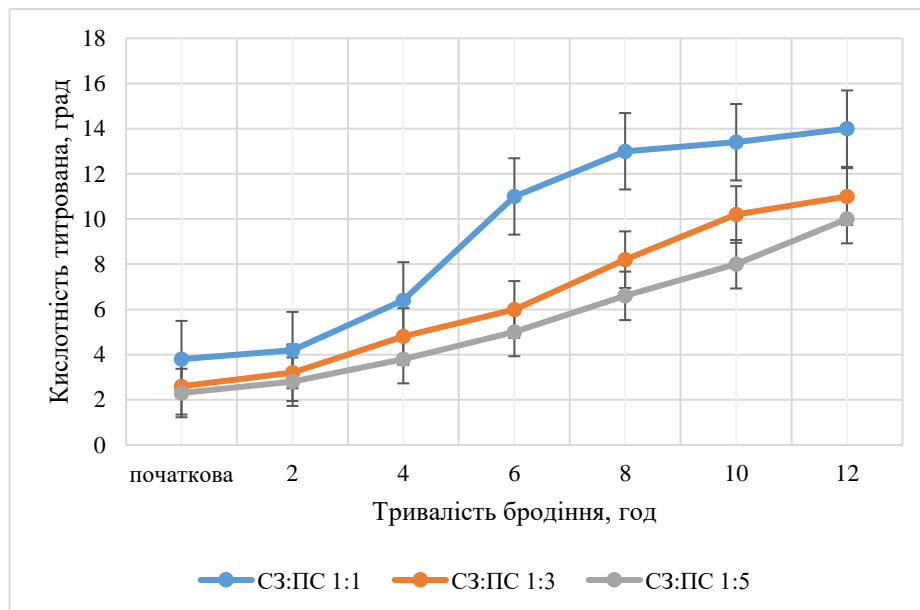
Рисунок 4.3. Накопичення діоксиду вуглецю у виробничому циклі залежно від співвідношення СЗ та ПС в заквасках: а) гречаній; б) вівсяній; в) рисовій.

Результати свідчать, що інтенсивне газоутворення та більше накопичення газу в рисовій заквасці відбувається за співвідношення СЗ та ПС 1:1, що можна пояснити вищим вмістом стиглої закваски. Що стосується гречаної та вівсяної заквасок, то найвища кількість накопиченого

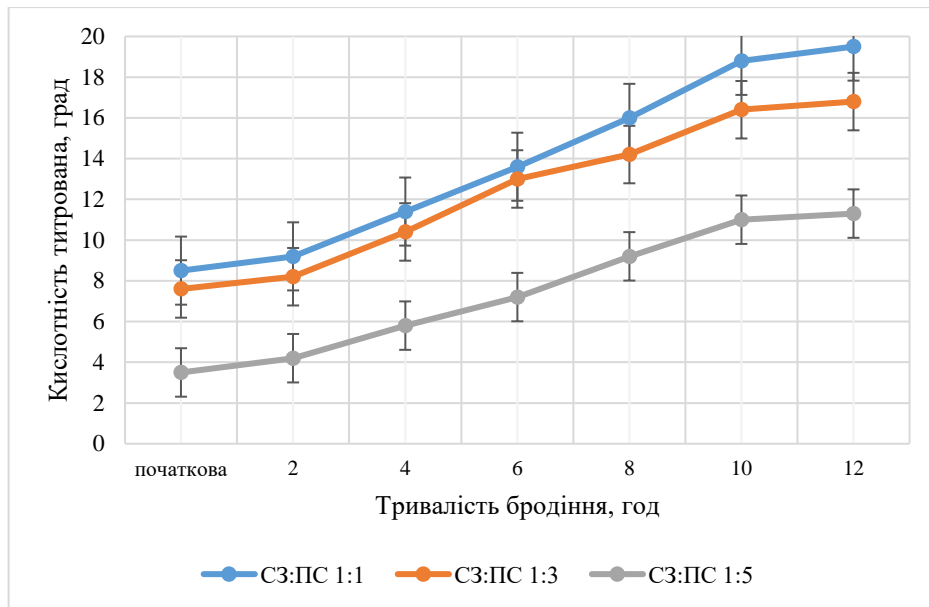
вуглекислого газу в них спостерігається при співвідношення СЗ та ПС 1:3, тобто, коли живильного середовища внесено більше. Ймовірно, більша кількість поживних речовин в системі активізує живлення мікрофлори, і за низької концентрації клітин мікроорганізмів, вони бродять краще.

Кислотонакопичення в заквасці впливає на ступінь пептизації білків, активність амілолітичних ферментів та реологічні властивості тіста із заквасками. Вагоме значення має накопичення летких та нелетких кислот, які визначають смако-ароматичні властивості тіста [112, 114].

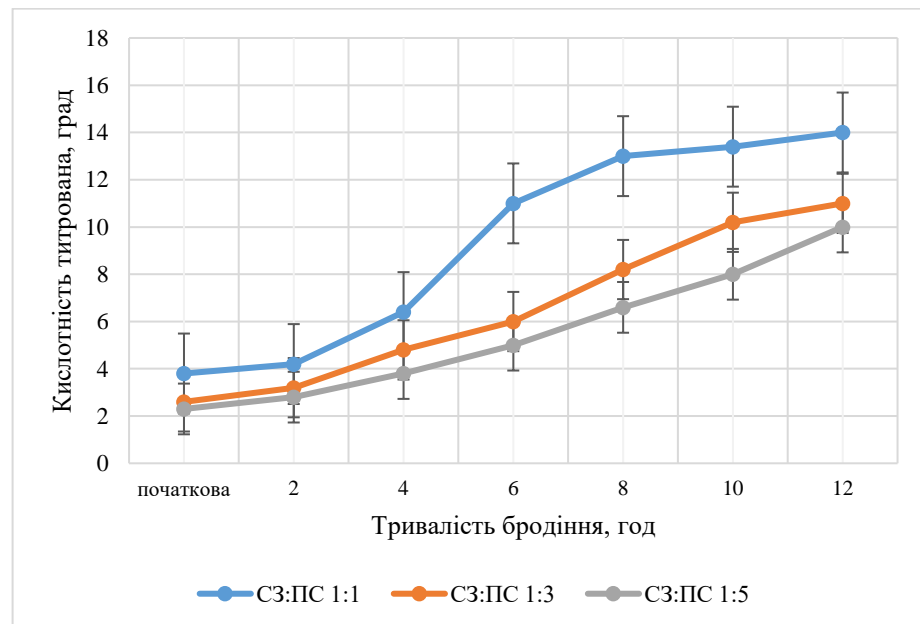
Досліджували титровану кислотність в заквасках під час їх бродіння у виробничому циклі. Готували три зразки кожної із заквасок при співвідношенні СЗ та ПС 1:1, 1:3 та 1:5, в яких досліджували кислотність за температури 26-28 °С. Тривалість бродіння становила 12 год, за умови її використання на підприємстві з такою тривалістю зміни. Результати наведено на рис. 4.4.



а)



б)



в)

Рисунок 4.4 - Накопичення кислотності титрованої у виробничому циклі залежно від співвідношення СЗ та ПС в заквасках: а) гречаний; б) вівсяний; в) рисовий.

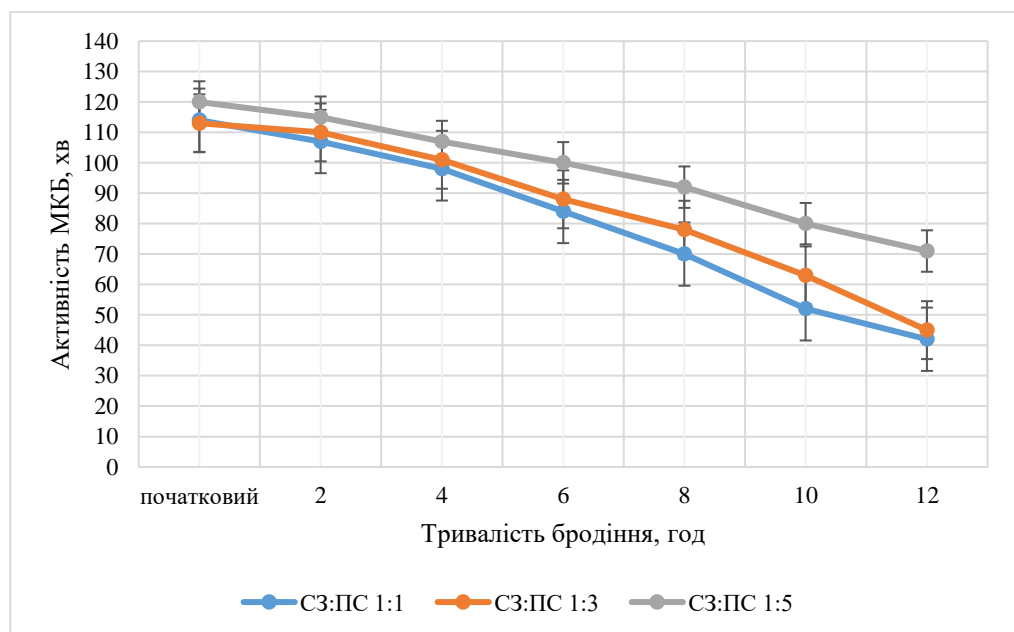
Дані рис. 4.4 свідчать, що початкова кислотність зразків заквасок зі співвідношенням СЗ та ПС 1:1 є вищою, в межах 4,0-9,0 град, що пояснюється більшим вмістом МКБ в стиглій заквасці, порівняно зі співвідношенням СЗ та ПС 1:3 та 1:5. Рисова закваска інтенсивніше

накопичувала кислотність за співвідношення СЗ та ПС 1:1, приріст кислотності за 12 год бродіння становив 10 град.

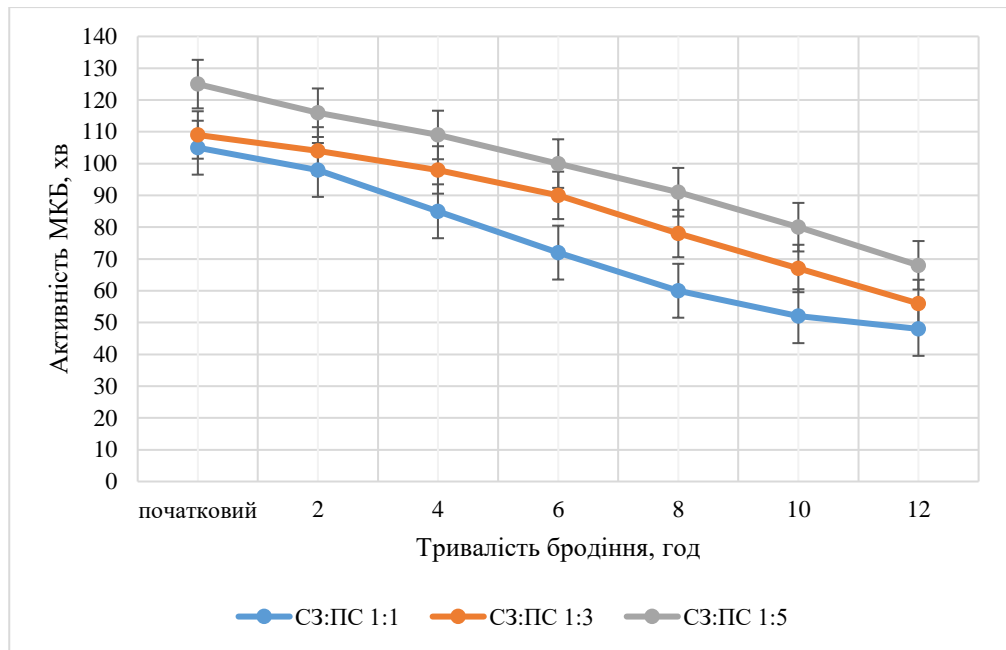
Гречана та вівсяна закваски за такого ж співвідношення СЗ та ПС накопичили до 19,8-20,0 град, відповідно, але такі значення є досить високі, при цьому існує ризик «перекисання» заквасок. До того ж, висока кислотність зменшує максимально можливий відсоток дозування заквасок до рецептур хліба з пшеничного борошна або безглютенового.

Якщо проаналізувати накопичення кислотності цих заквасок за співвідношення СЗ та ПС 1:3, бачимо, що приріст кислотності за 12 год бродіння становив 9,2 град для вівсяної, 10 град для гречаної, тобто значення зросли з 7,2 до 17,2 град та з 7,6 до 16,8 град. Таке співвідношення СЗ та ПС забезпечує оптимальні показники якості заквасок.

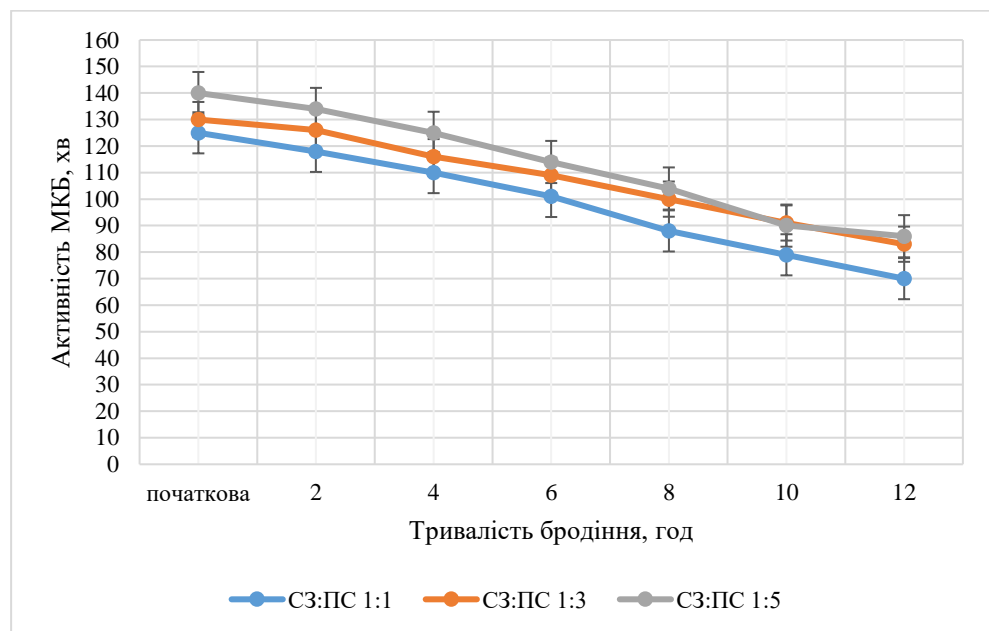
Досліджували активність МКБ в заквасках під час їх бродіння. Готували три зразки кожної із виробничих заквасок при співвідношенні СЗ та ПС 1:1, 1:3 та 1:5, в яких досліджували активність МКБ за температури 26-28 °С. Результати наведено на рис. 4.5.



а)



б)



в)

Рисунок 4.5 - Зміна активності МКБ у виробничому циклі залежно від співвідношення СЗ та ПС в заквасках: а) гречаний; б) вівсяній; в) рисовій.

Аналіз зміни активності МКБ показав, що зі збільшенням в системі ПС знижується показник активності МКБ. Найнижчі показники активності МКБ закваски мали за співвідношення СЗ:ПС 1:5. Ймовірно це відбувається внаслідок внесення менш активної мікрофлори з водно-борошняною сумішшю. Найвищий показник активності МКБ і більш інтенсивний ріст

показника спостерігався за співвідношення СЗ:ПС 1:1. За 12 год бродіння активність МКБ в рисовій заквасці зросла з 125 до 70 хв, в гречаної – з 114 до 42 хв, у вівсяної – з 105 до 48 хв. Варто відмітити, що за співвідношення СЗ:ПС 1:3 в гречаній і вівсяній заквасці активність МКБ несуттєво знизилась.

На основі експериментальних даних для визначення оптимальних умов культивування кожної закваски у виробничому циклі здійснювали оптимізацію експериментально-статистичним методом.

Оптимізація оптимальних умов культивування рисової закваски у виробничому циклі. Оптимізувальні фактори, їх рівні, а також інтервали варіювання наведено в табл. 4.17.

Таблиця 4.17. Діапазони факторного простору для рисової закваски

Рівні фактори	Позначення	Досліджувані фактори		
		Кількість СЗ (X_1), %	Тривалість бродіння закваски (X_2), год	Температура бродіння закваски (X_3), °С
Нульовий рівень	X_i^0	35	8	26
Верхній рівень	X_i^+	50	12	28
Нижній рівень	X_i^-	20	4	24
Інтервал варіювання	λ_i	15	4	2

За критерій оптимальності обрано кислотність закваски. Матриця планування експерименту і результати досліджень наведено в табл. 4.18.

Таблиця 4.18 - Матриця плану експерименту та його результати

№	Рівні факторів						Критерій оптимальності, град	
	X_1	В натур. вигляді	X_2	В натур. вигляді	X_3	В натур. вигляді	$Y_{\text{експ.}}$	$Y_{\text{розн.}}$
1	+	50	+	12	+	30	15,7	15,58
2	-	20	+	12	+	30	12,3	11,74
3	+	50	-	4	+	30	11,8	12,09
4	-	20	-	4	+	30	7,8	8,25

5	+	50	+	12	-	26	12,6	13,48
6	-	20	+	12	-	26	9,9	9,64
7	+	50	-	4	-	26	11,0	9,99
8	-	20	-	4	-	26	5,7	12,65

Оброблення експериментальних даних методом експериментально-статистичного моделювання дало змогу отримати адекватне рівняння регресії, яке дозволяє оцінити ступінь впливу досліджуваних факторів на якість закваски в кодованому (5) та натуральному (6) вигляді.

$$Y = 10,87 + 1,92 \times X_1 + 1,75 \times X_2 + 1,05 \times X_3 \quad (5)$$

$$Y = -11,81 + 0,128 \times X_1 + 0,437 \times X_2 + 0,525 \times X_3 \quad (6)$$

Множинний коефіцієнт кореляції (-0,205), критерій Фішера розрахунковий (2,564) менший за табличний (2,85), тому рівняння є адекватним і може бути використано в подальшому.

Як свідчать дані експерименту, здійсненого за програмою «крутого сходження» (табл. 4.13), збільшення кількості стиглої закваски, тривалості та температури бродіння веде до зростання критерію оптимальності.

Таблиця 4.19 - Програма «крутого сходження» та результати її реалізації

№ досліду	Значення оптимізувальних факторів			Критерій оптимальності, Y, град
	X ₁	X ₂	X ₃	
9	35	8	26	9,8
10	50	12	28	14,5
11	65	16	30	19,3
12	80	20	32	24,0

Оптимальними технологічними параметрами приготування рисової закваски у виробничому циклі слід вважати наступні значення: X₁ – 50 %; X₂ – 12 год; X₃ – 28 °С.

Оптимізація оптимальних умов культивування гречаної закваски у виробничому циклі. Оптимізувальні фактори, їх рівні, а також інтервали варіювання наведено в табл. 4.20.

Таблиця 4.20 - Діапазони факторного простору для гречаної закваски

Рівні фактори	Позначення	Досліджувані фактори		
		Кількість стиглої закваски (X ₁), %	Тривалість бродіння закваски (X ₂), год	Температура бродіння закваски (X ₃), °C
Нульовий рівень	X _i ⁰	25	12	27
Верхній рівень	X _i ⁺	35	16	29
Нижній рівень	X _i ⁻	15	8	25
Інтервал варіювання	λ _i	10	4	2

За критерій оптимальності обрано кислотність закваски. Матриця планування експерименту і результати досліджень наведено в табл. 4.21.

Таблиця 4.21. Матриця плану експерименту та його результати

№	Рівні факторів						Критерій оптимальності, град	
	X ₁	В натур. вигляді	X ₂	В натур. вигляді	X ₃	В натур. вигляді	Y _{експ.}	Y _{розр.}
1	+	35	+	16	+	29	19,3	18,02
2	-	15	+	16	+	29	14,9	14,36
3	+	35	-	8	+	29	15,9	14,26
4	-	15	-	8	+	29	9,2	10,6
5	+	35	+	16	-	25	16,2	15,56
6	-	15	+	16	-	25	11,6	11,9
7	+	35	-	8	-	25	14,0	11,8
8	-	15	-	8	-	25	7,8	8,14

Оброблення експериментальних даних методом експериментально-статистичного моделювання дало змогу отримати адекватне рівняння регресії, яке дозволяє оцінити ступінь впливу досліджуваних факторів на якість закваски в кодованому (5) та натуральному (6) вигляді.

$$Y = 13,62 + 2,75 \times X_1 + 1,88 \times X_2 + 1,22 \times X_3 \quad (5)$$

$$Y = -13,74 + 0,183 \times X_1 + 0,47 \times X_2 + 0,615 \times X_3 \quad (6)$$

Множинний коефіцієнт кореляції становить 0,016, розрахунковий критерій Фішера – 2,791, табличний критерій Фішера – 2,85. Вимоги до адекватності рівняння виконуються ($F_p < F_T$), його можна використовувати для пошуку області оптимуму об'єкта дослідження.

Як свідчать дані експерименту, здійсненого за програмою «крутого сходження» (табл. 4.22), зростання значень оптимізувальних факторів зумовлює підвищення критерію оптимальності.

Таблиця 4.22. Програма «крутого сходження» та результати її реалізації

№ досліду	Значення оптимізувальних факторів			Критерій оптимальності, Y, град
	X ₁	X ₂	X ₃	
9	25	12	27	13,08
10	35	14	28	16,47
11	45	16	29	19,9
12	55	18	30	23,24

Отже, оптимальними технологічними параметрами приготування гречаної закваски у виробничому циклі слід вважати наступні значення: X₁ – 35 %; X₂ – 14 год; X₃ – 28 °С.

Оптимізація оптимальних умов культивування вівсяної закваски у виробничому циклі. Оптимізувальні фактори, їх рівні, а також інтервали варіювання наведено в табл. 4.23.

Таблиця 4.23 - Діапазони факторного простору для вівсяної закваски

Рівні фактори	Позначення	Досліджувані фактори		
		Кількість стиглої закваски (X ₁), %	Тривалість бродіння закваски (X ₂), год	Температура бродіння закваски (X ₃), °С
Нульовий рівень	X _i ⁰	25	12	27
Верхній рівень	X _i ⁺	35	16	29
Нижній рівень	X _i ⁻	15	8	25
Інтервал варіювання	λ _i	10	4	2

За критерій оптимальності обрано кислотність закваски. Матриця планування експерименту і результати досліджень наведено в табл. 4.24.

Таблиця 4.24 - Матриця плану експерименту та його результати

№	Рівні факторів						Критерій оптимальності	
	X ₁	В натур. вигляді	X ₂	В натур. вигляді	X ₃	В натур. вигляді	Y _{експер.}	Y _{розн.}
1	+	35	+	16	+	29	19,7	18,22
2	-	15	+	16	+	29	15,2	14,74
3	+	35	-	8	+	29	16,6	14,57
4	-	15	-	8	+	29	9,5	11,09
5	+	35	+	16	-	25	16,1	15,5
6	-	15	+	16	-	25	11,9	12,02
7	+	35	-	8	-	25	13,7	11,86
8	-	15	-	8	-	25	8,5	8,37

Оброблення експериментальних даних методом експериментально-статистичного моделювання дало змогу отримати адекватне рівняння регресії, яке дозволяє оцінити ступінь впливу досліджуваних факторів на якість закваски в кодованому (5) та натуральному (6) вигляді.

$$Y = 13,892 + 2,608 \times X_1 + 1,825 \times X_2 + 1,358 \times X_3 \quad (5)$$

$$Y = -14,859 + 0,174 \times X_1 + 0,456 \times X_2 + 0,679 \times X_3 \quad (6)$$

Множинний коефіцієнт кореляції становить 0,044, критерій Фішера розрахунковий, F_p – 1,626, табличний, F_T - 2,85. Оскільки F_p < F_T, отримане рівняння є адекватним і його можна використовувати для пошуку області оптимуму об'єкта дослідження.

Як свідчать дані експерименту, здійсненого за програмою «крутого сходження» (табл. 4.25), збільшення кількості стиглої закваски, температури та тривалості бродіння зумовлює зростання критерію оптимальності – кислотності закваски.

Таблиця 4.25. Програма «крутого сходження» та результати її реалізації

№ досліду	Значення оптимізувальних факторів			Критерій оптимальності, Y, град
	X ₁	X ₂	X ₃	
9	25	12	27	13,3
10	35	14	28	16,6
11	45	16	29	20,0
12	55	18	30	23,3

Оптимальними технологічними параметрами приготування вівсяної закваски у виробничому циклі слід вважати наступні значення: X₁–35 %; X₂–14 год; X₃– 28 °С.

4.3. Схеми ведення заквасок спонтанного бродіння з гречаного, вівсяного та рисового борошна

Попередніми дослідженнями було визначено оптимальні параметри приготування гречаної, вівсяної та рисової заквасок в розвідному циклі та розроблені схеми ведення, які було використано для розробки схем ведення кожної закваски.

Процес ведення заквасок складається з циклу розведення та виробничого. Проводити цикл розведення ЗСБ з гречаного, вівсяного, рисового борошна запропоновано за такими схемами (табл. 4.26 - 4.28).

Таблиця 4.26. Послідовність виведення ЗСБ з борошна зеленої гречки в циклі розведення

Стадія циклу розведення	Біотехнологічні показники закваски наприкінці стадії
1 стадія. Замішування компонентів: борошно– 0,05 кг; вода – 0,075 л. Бродіння*	Кислотність - 3,2 град Активність МКБ > 120 хв
2 стадія. Перше поновлення: Закваска 1 стадії – 0,125 кг; Борошно, – 0,05 кг; Вода – 0,075 л. Бродіння*	Кислотність – 6,4 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,1 Активність МКБ - 115 хв

Продовження табл. 4.26

Стадія циклу розведення	Біотехнологічні показники закваски наприкінці стадії
3 стадія. Друге поновлення: Закваска 2 стадії – 0,25 кг; Борошно – 0,1 кг; Вода – 0,15 л. Бродіння*	Кислотність – 10,4 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,21 Активність МКБ, хв – 92 хв
4 стадія. Третє поновлення: Закваска 3 стадії – 0,5 кг; Борошно – 0,2 кг; Вода – 0,3 л. Бродіння*	Кислотність – 14,6 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,3 Активність МКБ, хв – 74 хв
5 стадія. Четверте поновлення: Закваска 4 стадії – 1,0 кг; Борошно – 0,4 кг; Вода – 0,6 л. Бродіння*	Кислотність – 16,0 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,35 Активність МКБ, хв – 70 хв
6 стадія. П'яте поновлення: Закваска 5 стадії – 2,0 кг; Борошно – 0,8 кг; Вода – 1,2 л. Бродіння*	Кислотність – 16,6 град рН – 3,79 од. приладу Масова частка вологи – 60,5% Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,3 Активність МКБ – 45 хв

Цикл розведення тривав ($120 \pm 0,5$) годин за температури ($28 \pm 0,2$) °С. Такі параметри є оптимальними для розвитку молочнокислих бактерій та кислотостійких дріжджів. В цьому циклі, через кожні ($24 \pm 0,5$) години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30 °С) за співвідношення 1:1,25. Після п'ятого поновлення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, а м'яко виражений кислотно-спиртовий, «гречаний» запах свідчить про витіснення неспецифічної мікрофлори борошна. Далі закваска може бути використана у виробничому циклі для приготування хліба.

Таблиця 4.27. Послідовність виведення ЗСБ з вівсяного борошна в циклі розведення

Стадія циклу розведення	Біотехнологічні показники закваски наприкінці стадії
1 стадія. Замішування компонентів: борошно – 0,05 кг; вода – 0,1 л. Бродіння*	Кислотність – 3,8 град Активність МКБ > 120 хв
2 стадія. Перше поновлення: Закваска 1 стадії – 0,15 кг; Борошно – 0,05 кг; Вода – 0,1 л. Бродіння*	Кислотність – 7,8 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,4 Активність МКБ - 100 хв
3 стадія. Друге поновлення: Закваска 2 стадії – 0,3 кг; Борошно – 0,1 кг; Вода – 0,2 л. Бродіння*	Кислотність – 11,0 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,56 Активність МКБ - 85 хв
4 стадія. Третє поновлення: Закваска 3 стадії – 0,6 кг; Борошно – 0,2 кг; Вода – 0,4 л. Бродіння*	Кислотність – 15,6 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,63 Активність МКБ - 68 хв
5 стадія. Четверте поновлення: Закваска 4 стадії – 1,2 кг; Борошно – 0,4 кг; Вода – 0,8 л. Бродіння*	Кислотність – 17,5 град рН, – 3,63 од. приладу Масова частка вологи – 67,0% Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,68 Активність МКБ – 48 хв

Цикл розведення тривав ($96 \pm 0,5$) годин за температури ($28 \pm 0,2$) °С. Такі параметри є оптимальними для розвитку молочнокислих бактерій та кислотостійких дріжджів. В цьому циклі, через кожні ($24 \pm 0,5$) години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30 °С) за співвідношення 1:2. Після п'ятого поновлення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, а м'яко виражений кислотно-спиртовий «вівсяний» запах свідчить про витіснення неспецифічної мікрофлори борошна. Далі закваска може бути використана у виробничому циклі для приготування хліба.

Таблиця 4.28. Послідовність виведення ЗСБ з рисового борошна в циклі розведення

Стадія циклу розведення	Біотехнологічні показники закваски наприкінці стадії
1 стадія. Замішування компонентів: Борошно – 0,05 кг; Вода – 0,05 л. Бродіння*	Кислотність – 1,8 град Активність МКБ > 120 хв Підймальна сила > 120 хв
2 стадія. Перше поновлення: Закваска 1 стадії – 0,1 кг; Борошно – 0,05 кг; Вода – 0,05 л. Бродіння*	Кислотність – 3,4 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,1 Активність МКБ > 120 хв Підймальна сила > 120 хв
3 стадія. Друге поновлення: Закваска 2 стадії – 0,2 кг; Борошно – 0,1 кг; Вода – 0,1 л. Бродіння*	Кислотність – 4,8 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,21 Активність МКБ – 108 хв Підймальна сила > 120 хв
4 стадія. Третє поновлення: Закваска 3 стадії – 0,4 кг; Борошно – 0,2 кг; Вода – 0,2 л. Бродіння*	Кислотність – 6,6 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,3 Активність МКБ – 90 хв Підймальна сила > 100 хв
5 стадія. Четверте поновлення: Закваска 4 стадії – 0,8 кг; Борошно – 0,4 кг; Вода – 0,4 л. Бродіння*	Кислотність – 10,0 град Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,45 Активність МКБ – 82 хв Підймальна сила – 55 хв
6 стадія. П'яте поновлення: Закваска 5 стадії – 1,6 кг; Борошно – 0,8 кг; Вода – 0,8 л. Бродіння*	Кислотність – 13,2 град рН – 4,26 од. приладу Масова частка вологи – 52,8 % Коефіцієнт збільшення об'єму – 1,48 Активність МКБ – 74 хв

Цикл розведення тривав ($120 \pm 0,5$) годин за температури ($28 \pm 0,2$) °С.

Такі параметри є оптимальними для розвитку МКБ та кислотостійких дріжджів. В цьому циклі, через кожні ($24 \pm 0,5$) години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30°С) за співвідношення 1:1. Після п'ятого поновлення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, а м'яко виражений кислотно-спиртовий, «молочний» запах свідчить про витіснення неспецифічної мікрофлори борошна. Далі закваска може бути використана у виробничому циклі для приготування хліба.

Виробничий цикл приготування заквасок полягає в тому, що частину стиглої закваски відбирають на виробництво, а решту використовують для оновлення.

Витрати сировини, необхідні параметри процесу приготування ЗСБ з гречаного, вівсяного та рисового борошна наведено в табл. 4.29.

Таблиця 4.29. Витрати сировини, параметри технологічного процесу приготування ЗСБ

Сировина, напівфабрикати, параметри процесу	Кількість сировини, напівфабрикатів, показники процесу для закваски		
	гречаної	вівсяної	рисової
Стигла закваска, кг	1,2	0,75	1,6
Живильна суміш, кг:	2,8	1,65	1,6
<i>Борошно вівсяне</i>	-	0,6	-
<i>Борошно гречане</i>	1,3	-	-
<i>Борошно рисове</i>	-	-	0,8
<i>Вода</i>	1,5	1,05	0,8
Масова частка вологи, %	60±2	70±2	50±2
Тривалість бродіння, год	14±0,5	14±0,5	12±0,5
Кінцева кислотність, град	16,5±1,0	16,5±1,0	14,0±1,0
Активність МКБ, хв	55-65	55-65	70-85

Виробничий цикл передбачає приготування закваски певної масової частки вологи (табл. 4.29), в якому відбір закваски відбувається через кожні 12 год. Відбирають на виробництво 50-70 % готової закваски, залежно від виду, а до маси, що залишилася вносять поживну суміш з борошна і води, співвідношення 1:1-1:2, залежно від закваски.

4.3. Дослідження складу органічних кислот в заквасках

Оскільки, співвідношення летких і нелетких кислот буде впливати на смак і аромат виробів, досліджували їх вміст після 12 годин бродіння у виробничому циклі. Результати наведено в табл. 4.30.

Таблиця 4.30. Вміст органічних кислот в заквасках

Закваска	Вміст органічних кислот, мг/100 продукту			Леткі % до заг. кислот.
	нелеткі			
	молочна	сума яблучної та бурштинової	сума винної та лимонної	
Гречана	695	110	50	30,5
Вівсяна	720	80	92	28,0
Рисова	480	168	115	48,4

Низький вміст летких кислот спостерігається у вівсяній та гречаній заквасках, 28,0 та 30,5 % мг/100 г. Це свідчить, про домінуючу роль та більший вміст гомоферментативних МКБ, які продукують переважно молочну кислоту (до 88 %), решта (до 10 %) – леткі кислоти. Так, кількість молочної кислоти в гречаній та вівсяній заквасках висока і складає, відповідно, 81,3 та 80,7 мг/100 г, крім того, суми яблучної та бурштинової, винної та лимонної кислот становили для вівсяної – 9,0 та 10,3; для гречаної – 12,9 та 5,8 мг/100 г.

Вважається, що молочна кислота створює умови для життєдіяльності дріжджів, що підтверджується даними аналізу складу мікрофлори. Ймовірно, переважання молочної кислоти зумовить формування в готових виробів із додаванням даних заквасок більш вираженого специфічного кислого смаку [195].

Рисова закваска має вищу кількість летких кислот, близько 50 %. Тобто, в складі превалюють гетероферментативні МКБ, які продукують до 30 % летких кислот, основним чином оцтову, а також діоксид вуглецю, незначну кількість спирту, до 8 % ди- та трикарбонів кислот. Кількість нелетких кислот, яку вони утворюють, менше 60 %. Такі закономірності сприятимуть більш вираженому аромату готових виробів з рисовою закваскою. Щодо складу нелетких кислот, то кількість молочної була 62,9 мг/100 г, суми яблучної та бурштинової, винної та лимонної кислот становили 22,0 та 15,1 мг/100 г.

За отриманими результатами, можна прогнозувати видовий склад бактеріальної мікрофлори заквасок. Для рисової закваски, яка відноситься до

густих, домінуючу роль будуть відігравати гетероферментативні МКБ, серед яких традиційними є *Lb. fermentum*, *Lb. brevis*, *Leuc. mesenteroides*. Ці бактерії здатні як інтенсивно виділяти газ, так і накопичувати кислотність. Крім того виділяють етиловий спирт, декстрин і ефіри, ароматичні речовини - ацетоїн і діацетил.

Leuc. mesenteroides – менш поширений серед традиційної мікрофлори заквасок рід МКБ. Ці мікроорганізми є ароматоутворюючими складовими частинами заквасок [195, 196].

В гречаній та вівсяній заквасках молочнокисле бродіння буде відбуватись за рахунок домінуючих гомоферментативних МКБ - *Lb. casei*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. fermentum*, *Lb. plantarum*. Ця група бактерій майже не бере участі в газоутворенні, її основна функція – кислотонакопичення.

Крім того, як свідчать дані літературного огляду, в заквасках з нетрадиційних поживних середовищ, поряд з класичними представниками мікрофлори, присутня значна кількість менш поширених штамів МКБ.

4.5. Дослідження ефективності консервування готових заквасок

Дискретні умови виробництва нерідко змушують виробників консервувати закваски. Одним із способів є зберігання заквасок в умовах низьких температур. Було досліджено, як змінюється якість заквасок при зберіганні в умовах холодильника ($(6\pm 2)^\circ\text{C}$) протягом 1 місяця без поновлень.

Результати досліджень наведені в табл. 4.31.

Таблиця 4.31. Зміна показників якості заквасок при консервуванні охолодженням

Тривалість, діб	Гречана				Рисова				Вівсяна			
	К, град	Актив. МКБ, хв	МКБ, КУО/г	Кількість дріжджів, КУО/г	К, град	Актив. МКБ, хв	МКБ, КУО/г	Кількість дріжджів, КУО/г	К, град	Актив. МКБ, хв	МКБ, КУО/г	Кількість дріжджів, КУО/г
7	17,0	65	$3,2 \times 10^9$	$1,8 \times 10^9$	14,0	80	$1,0 \times 10^9$	$5,0 \times 10^8$	16,0	60	$3,9 \times 10^9$	$1,5 \times 10^8$
14	16,2	78	$2,0 \times 10^9$	$1,5 \times 10^9$	12,2	103	$4,5 \times 10^8$	$4,0 \times 10^8$	14,8	72	$3,0 \times 10^9$	$4,8 \times 10^7$
21	15,5	90	$1,8 \times 10^9$	$1,0 \times 10^8$	11,6	135	$2,4 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$	14,8	85	$2,1 \times 10^9$	$3,5 \times 10^7$
28	13,4	108	$2,8 \times 10^8$	$3,3 \times 10^8$	8,0	150	$1,1 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$	14,0	100	$1,0 \times 10^9$	$3,0 \times 10^7$

Як свідчать отримані дані, в процесі холодильного зберігання найбільше погіршується якість рисової закваски. Спостерігається різке зниження активності МКБ та поступове зниження їх кількості, на 14 добу зберігання активність МКБ зменшилась на 28,8 %, на 21 добу – на 63,5 %. Кількість дріжджів рисової закваски знижується помірно, в межах одного порядку. Варто відмітити, що після 14 доби в рисовій заквасці спостерігається процес розшарування рідкої та густої фази, що, ймовірно, свідчить про низьку водоутримувальну та ВПЗ. За показником активності МКБ варто відмітити вівсяну та гречану закваски: через 21 добу значення зменшилось на 38,5 % та 41,7 % відповідно. Видовий склад мікрофлори протягом 21 доби зберігання знизився незначно, в межах одного порядку, оскільки більшість мікроорганізмів добре переносять зниження температури.

Кислотність всіх заквасок на 21 добу зберігання зменшується незначно – на 1,5-1,2 град. Але при подальшому зберіганні якість погіршується за всією групою показників. Отже проведені дослідження показують, що

оптимальним терміном зберігання за такого способу для рисової закваски не більше 14 діб, а для гречаної і вівсяної – не більше 21 доби.

Ще один спосіб консервування заквасок – додавання солі на початку розвідного циклу. Як стверджують автори [195], до заквасок із житнього борошна можна додавати 0,5 % солі до маси борошна в тісті. Вважається, що сіль запобігає перекисанню закваски. Було проведено дослідження, чи можливо використовувати такий спосіб консервування для заквасок з БКК.

Для цього проводили цикли розведення кожної закваски за прийнятими схемами в попередньому підрозділі. На першій стадії циклу розведення додавали в закваску 0,5 % до маси борошна. Далі проводили виробничий цикл та досліджували зміни в якості заквасок. Результати наведені в табл. 4.32.

Таблиця 4.32. Показники якості заквасок у виробничому циклі при внесенні солі як консерванту

Показник	Закваска					
	гречана		вівсяна		рисова	
	контроль	із сіллю	контроль	із сіллю	контроль	із сіллю
<i>Титрована кислотність, град</i>						
На початку бродіння	11,2	10,8	11,4	11,0	9,8	8,0
Через 4 год бродіння	12,6	11,4	12,9	12,0	11,6	9,2
Через 8 год бродіння	14,5	12,1	14,4	12,8	12,4	10,2
Через 12 год бродіння	16,0	13,2	16,8	13,4	13,8	11,6
<i>Активність МКБ, хв</i>						
На початку бродіння	50	65	95	100	48	60
Через 4 год бродіння	45	60	85	100	40	56
Через 12 год бродіння	40	55	70	90	40	52
<i>Кількість МКБ, КУО/г</i>						
На початку бродіння	$1,1 \times 10^7$	$3,5 \times 10^6$	$2,1 \times 10^7$	$1,9 \times 10^6$	$2,5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$
Через 12 год бродіння	$2,4 \times 10^9$	$1,2 \times 10^7$	$3,0 \times 10^9$	$2,2 \times 10^8$	$3,4 \times 10^9$	$5,2 \times 10^8$
<i>Кількість дріжджів, КУО/г</i>						
На початку бродіння	$4,1 \times 10^7$	$1,4 \times 10^5$	$6,1 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$4,4 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$

Через бродиння	12 год	$3,4 \times 10^9$	$2,6 \times 10^7$	$2,8 \times 10^8$	$4,5 \times 10^7$	$5,0 \times 10^8$	$1,2 \times 10^7$
-------------------	-----------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Результати табл. 4.28 свідчать, що внесення солі зумовило зниження титрованої кислотності заквасок за 12 год бродіння на 15,9-20,2 %, активності МКБ – на 28,6-37,5 %, порівнюючи з контрольними зразками, які розводили за традиційними схемами без внесення солі. За 12 год бродіння закваски із внесеною сіллю накопичили меншу кислотність, зокрема, рисова закваска – на 2,2 град, вівсяна – на 3,4 град, гречана – на 2,8 град.

Мікробіологічний склад також зазнав змін. Спостерігається тенденція зниження початкової кількості МКБ та дріжджів, порівняно з контролем. Через 12 год бродіння кількість КУО мікроорганізмів значно зросла в кожному зразку закваски, але була нижчою за контроль.

Варто відмітити, що за такого способу консервування найкраще зберегла свою якість рисова закваска. Так, кислотність знизилась на 15,9 %, активність МКБ – на 30,0 %, за мікробіологічним складом - кількість КУО МКБ та дріжджів була нижчою, ніж в контрольному зразку, але несуттєво.

Тому, такий спосіб консервування рекомендовано використовувати для рисової закваски з метою більш повного збереження показників якості. Для гречаної і вівсяної закваски при виборі цього методу доцільно зменшити кількість внесеної солі до 0,3-0,4 % до маси борошна, очевидно, що при цьому негативний вплив солі на показники якості дещо знизиться.

Висновки до розділу 4

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень описано та обґрунтовано особливості протікання циклу розведення та виробничого циклу приготування ЗСБ з борошна зеленої гречки, вівсяного та рисового.

1. Встановлено оптимальні умови для циклу розведення заквасок:
 - масова частка вологи: для гречаної закваски - 60 %; вівсяної - 70 %; рисової - 52 %;
 - температура бродіння для всіх заквасок - 28 °С;

- тривалість бродіння: для рисової та гречаної заквасок - 120 год, вівсяної - 96 год.

2. Встановлено оптимальні умови для виробничого циклу заквасок:

- кількість СЗ : для гречаної та вівсяної - 35 %; для рисової - 50 %;

- температура бродіння для всіх заквасок - 28 °С;

- тривалість бродіння: для рисової закваски - 12 год; для гречаної та вівсяної - 14 год.

3. На основі отриманих результатів розроблено схеми ведення, а саме циклу розведення та виробничого циклу, для рисової, гречаної та вівсяної заквасок, дотримання яких дозволить забезпечити високі та стабільні показники якості.

3. Досліджено вміст летких та нелетких кислот в заквасках. У вівсяній та гречаній заквасках спостерігався низький вміст летких кислот, 28,0 та 30,5 % мг/100 г, але ось нелеткі кислоти переважали. Кількість молочної кислоти склала, відповідно, 81,3 та 80,7 мг/100 г, крім того, суми яблучної та бурштинової, винної та лимонної кислот становили для вівсяної – 9,0 та 10,3; для гречаної – 12,9 та 5,8 мг/100 г закваски. Рисова закваска накопичила близько 50 % летких кислот. Такі закономірності сприятимуть більш вираженому аромату готових виробів з рисовою закваскою, а вироби з гречаною та вівсяною закваскою матимуть виражений смак.

4. Встановлено, що консервування досліджуваних заквасок внесенням солі та охолодженням є ефективними методами для дискретного режиму роботи підприємств. Кислотність всіх зразків заквасок протягом 21 добу зберігання зменшується незначно – на 1,2-2,4 град. Встановлено, що оптимальним терміном зберігання при консервуванні охолодженням є: для гречаної і вівсяної заквасок – не більше 21 доби; для рисової - не більше 14 діб. Внесенні солі найбільш ефективно використовували для рисової закваски, оскільки її показники якості збереглись найкраще. Так, кислотність знизилась на 15,9 %, активність МКБ – на 30,0 %, за мікробіологічним

складом - кількість КУО МКБ та дріжджів була нижчою, ніж в контрольному зразку, але несуттєво.

5. Результати досліджень, описані в розділі 4, висвітлено в [197, 198, 199], які наведено в додатку Д.

РОЗДІЛ 5. ВИКОРИСТАННЯ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА

Прискорені технології є найбільш поширеними в дискретних умовах підприємств малої потужності. Поширеними серед таких технологій є безопарні способи тістоприготування.

Відомо, що в напівфабрикатах особливо із сортового борошна дефіцитні або відсутні деякі сполуки, необхідні для інтенсивного розмноження та розвитку бродильної активності мікрофлори. Це насамперед біостимулятори та олігобіогенні елементи – амінокислоти, органічні кислоти, вітаміни, макро-та мікрелементи тощо. Крім того, утворені в пшеничному тісті умови за хімічним складом, фізичними характеристиками, параметрами ведення при безопарному способі приготування не відповідають потребам бродильної мікрофлори, що і ускладнює формування якості хліба. Такі тенденції поширені і в технології безглютенових виробів, в яких тістова система, що, здебільшого, складається з крохмалю, ще більше потребує збагачення біогенними речовинами та покращення смако-ароматичних властивостей готових виробів [200, 201].

З метою збагачення борошняного середовища дефіцитними або відсутніми сполуками і створення більш повноцінної, збалансованої за вмістом поживних речовин, суміші та умов для культивування мікроорганізмів, формування необхідних біотехнологічних характеристик напівфабрикатів в рецептурі хліба дозували закваски з гречаного, вівсяного борошна.

5.1. Вплив заквасок на органолептичні та фізико-хімічні показники якості виробів з пшеничного борошна

Для визначення впливу заквасок на технологічний процес готували тісто з пшеничного борошна першого сорту безопарним прискореним способом за рецептурами, які наведені в розд. 2.

В тісто додавали 10, 15, 20 % гречаної або вівсяної закваски до маси борошна. У разі зазначеного дозування, кількість борошна, яка вноситься із

закваскою становить 4-9 %, таким чином, відповідна кількість пшеничного борошна замінюється круп'яним. При виборі діапазону дозувань, орієнтувалися на те, що кислотність готового хліба буде відповідати нормативним вимогам. Кислотність хліба з борошна пшеничного першого сорту за ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови» не повинна перевищувати 4,0 град [202].

Контролем слугував хліб з пшеничною ЗСБ, яка мала такі показники якості: кислотність – 14,8 град, масова частка вологи – 56,9 %, активність МКБ – 48 хв, підймальна сила – 58 хв. Традиційно, закваски з пшеничного борошна додають в пшеничне тісто в кількості 10-15 % до маси борошна [99, 167, 203].

Результати досліджень показників якості тіста та хліба, а також параметри технологічного процесу наведено в табл. 5.1-5.2. Зовнішній вигляд готового хліба зображено на рис. 5.1-5.2.

Таблиця 5.1. Параметри технологічного процесу, показники якості напівфабрикатів та пшеничного хліба з додаванням гречаної закваски

Показник*		Зразок з додаванням закваски			
		15 % пшеничної (контроль)	10 % гречаної	15 % гречаної	20 % гречаної
Тісто					
Масова частка вологи тіста, %		43,9	43,8	44,0	44,2
Кислотність тіста, град.	початкова	2,4	2,2	2,8	3,4
	кінцева	3,0	2,8	3,8	4,4
рН, од. приладу	початкова	5,89	5,87	5,86	5,81
	кінцева	5,79	5,77	5,75	5,71
Підймальна сила, с		49	52	45	40
Тривалість бродіння, хв		90-100			
Тривалість вистоювання, хв		40	42	35	32
Хліб					
Питомий об'єм, см ³ /100 г		280	274	270	268
Пористість, %		80,0	78,0	78,0	76,0
Формостійкість		0,46	0,45	0,44	0,44
Масова частка вологи, %		43,4	43,2	43,4	43,6
Кислотність, град		3,0	3,0	3,2	4,0

Продовження табл. 5.1

Показник*	Зразок з додаванням закваски			
	15 % пшеничної (контроль)	10 % гречаної	15 % гречаної	20 % гречаної
Стан м'якушки	Еластична			
Структура пористості	Рівномірна, дрібна, більш розвинена	Рівномірна, середня, розвинена	Рівномірна, дрібна, більш розвинена	
Смак та аромат	Властивий пшеничному хлібу	Властивий пшеничному хлібу	Більш виражений, з «гречаним» присмаком та ароматом	

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%



Рис. 5.1. Хліб з додаванням гречаної закваски: *K*- контроль; *1*- 10 % закваски; *2* - 15 % закваски; *3* - 20 % закваски

Таблиця 5.2. Параметри технологічного процесу, показники якості напівфабрикатів та пшеничного хліба з додаванням вівсяної закваски спонтанного бродіння

Показник	Зразок з додаванням закваски			
	15 % пшеничної (контроль)	10 % вівсяної	15 % вівсяної	20 % вівсяної
Тісто				
Масова частка води тіста, %	43,7	44,0	44,2	44,0
Кислотність тіста, град.	початкова	2,4	2,6	3,0
	кінцева	3,0	3,2	4,4
рН, од. приладу	початкова	5,89	5,87	5,81
	кінцева	5,79	5,77	5,71
Підймальна сила, с	49	50	46	42
Тривалість бродіння, хв	90-100			

Продовження табл. 5.2

Показник	Зразок з додаванням закваски			
	15 % пшеничної (контроль)	10 % вівсяної	15 % вівсяної	20 % вівсяної
Тривалість вистоювання, хв	40	40	37	35
Хліб				
Питомий об'єм, см ³ /100 г	280	270	268	265
Пористість, %	80,0	78,0	76,0	75,0
Формостійкість	0,46	0,46	0,47	0,48
Масова частка вологи, %	43,0	43,4	43,5	43,2
Кислотність, град	2,5	2,8	3,0	3,8
Стан м'якушки	Еластична			
Структура пористості	Рівномірна, середня, розвинена	Рівномірна, дрібна, більш розвинена		
Смак та аромат	Властивий пшеничному хлібу	Властивий пшеничному хлібу	Яскраво виражений, з «вівсяним» присмаком та ароматом	

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

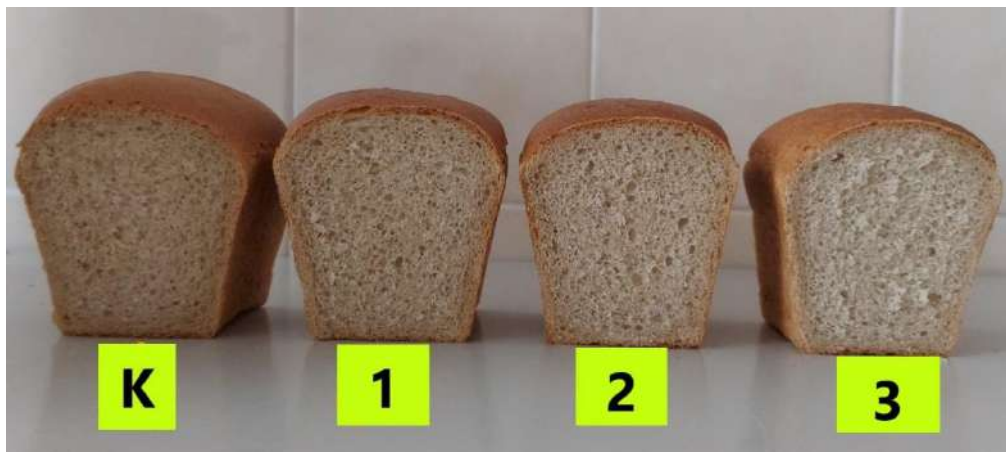


Рис. 5.2. Хліб з додаванням вівсяної закваски: *K*- контроль; *1*- 10 % закваски; *2* - 15 % закваски; *3* - 20 % закваски

В зразках з 15 та 20 % гречаної та вівсяної заквасок інтенсифікуються процеси дозрівання, про що свідчать показники підйимальної сили та тривалості вистоювання. Кислотність за період бродіння зростає на 0,6-1,4 град залежно від дозування заквасок. Дозування 10 % закваски є недостатнім, оскільки показники кислотонакопичення та бродильної активності є нижчими, порівняно з контролем, крім зразку з 20 % вівсяної закваски, де кінцева кислотність була вищою. Внесення 20 % закваски зумовлює відчутне

зростання кислотності готового хліба, тому існує ризик перевищення вимог нормативної документації.

Питомий об'єм та пористість хліба з круп'яними заквасками є нижчими, порівняно з контролем, залежно від дозування на 3,6-5,4 % та 2,5-6,3 %, відповідно. Формостійкість виробів зі збільшення дозування гречаної закваски незначно зменшується, а вівсяної – збільшується, порівняно з контролем.

Результати показали, що додавання гречаної та вівсяної заквасок в кількості 15-20 % покращує органолептичні показники якості продукції. Смак та аромат із зазначеним дозуванням більш виражений з присмаком доданих видів борошна. М'якушка виробів – еластична, з рівномірною дрібною розвиненою структурою пористості.

За умови дозування 15 % заквасок до маси борошна значення кислотності не перевищує нормативного, об'єм, пористість та формостійкість несуттєво відрізняються від контролю, вироби мають приємний слабо виражений кислуватий смак з відтінком гречки або вівса.

Дозрівання тіста – це стадія технологічного процесу, при якій в тісті відбуваються глибокі зміни у вуглеводно-амілазному і білково-протеїназному комплексах борошна. Внаслідок цього тісто набуває певної еластичності, пружності, в'язкості та пластичності.

В основі процесів, що відбуваються під час дозрівання тіста, лежить життєдіяльність мікроорганізмів, активація ферментної діяльності та взаємодія полімерів тіста з водою.

Процеси спиртового та молочнокислого бродіння, які є основними при дозріванні тіста, є ланцюгом складних перетворень, що обумовлені взаємодією ферментів дріжджів і кислотоутворюючих бактерій тіста та ферментів борошна. Для нормального протікання біохімічних та мікробіологічних процесів необхідна наявність в тісті поживних речовин для дріжджової клітини і МКБ.

Закваски, як рецептурні компоненти тіста, здатні прискорювати процес бродіння, укріплювати клейковину тіста та покращувати смакові властивості готових виробів [105, 109, 204, 206].

Досліджували інтенсивність накопичення діоксиду вуглецю протягом 180 хв бродіння тіста з додаванням 10, 15, 20 % вівсяної та гречаної заквасок та аналізували динаміку газоутворення. За контроль взято тісто з пшеничною ЗСБ (15 % до маси борошна). Результати наведено на рис. 5.2-5.5.

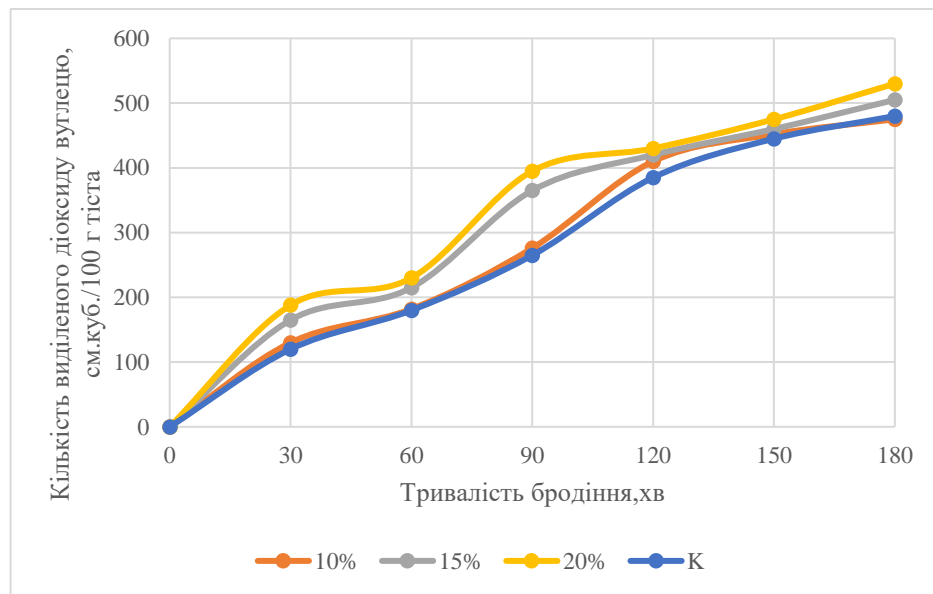


Рис. 5.2. Накопичення діоксиду вуглецю в тісті з гречаною закваскою

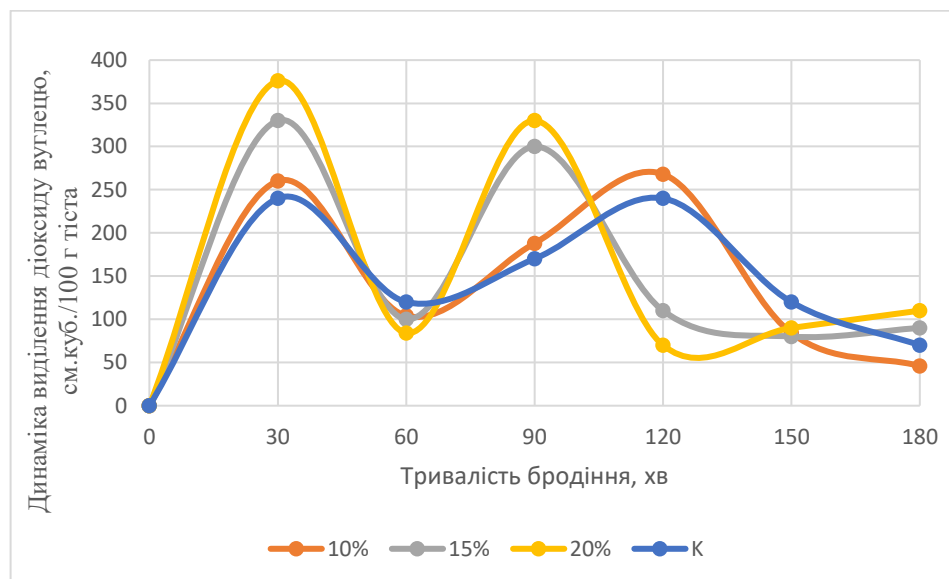


Рис. 5.3. Динаміка накопичення діоксиду вуглецю в тісті з гречаною закваскою

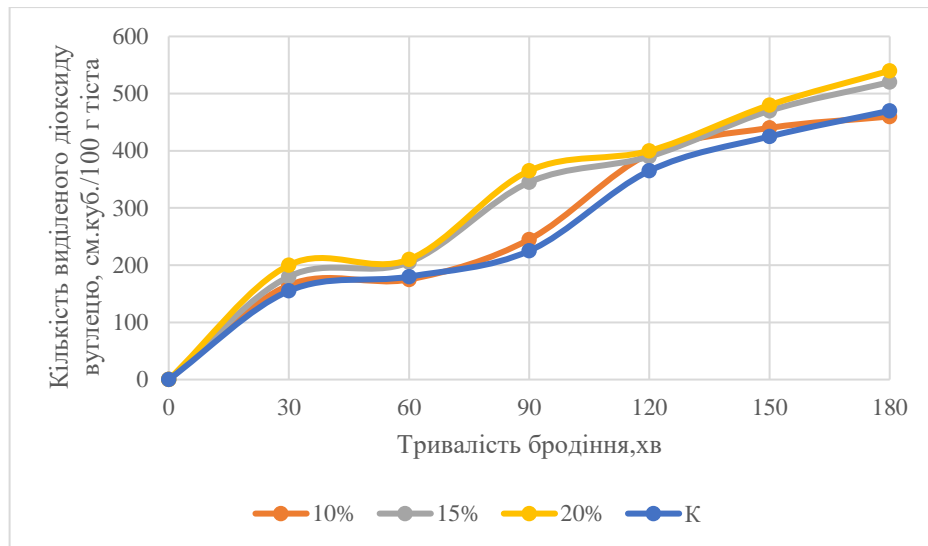


Рис. 5.4. Накопичення діоксиду вуглецю в тісті з вівсяною закваскою

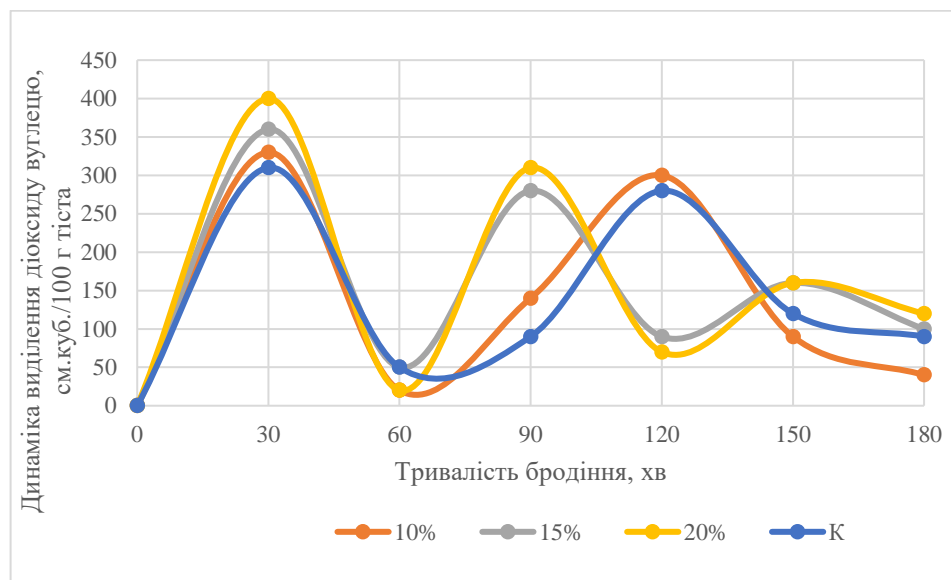


Рис. 5.5. Динаміка накопичення діоксиду вуглецю в тісті з гречаною закваскою

З рис. 5.2 та 5.4 видно, що інтенсивність накопичення CO_2 та його кількість зростає зі збільшення дозування заквасок, тому максимальні значення накопиченого газу, $500\text{-}530 \text{ см}^3/100 \text{ г тіста}$, спостерігаються при дозуваннях 20 % заквасок. Це пов'язано зі зростанням активної бродильної мікрофлори в тісті та поживних речовин для живлення дріжджів. Контрольний зразок та дозування 10 % заквасок мали близькі значення кількості виділеного CO_2 і варіювались в межах $480\text{-}495 \text{ см}^3 \text{ CO}_2/100 \text{ г тіста}$, а після 120 хв інтенсивність знижується.

Дані динаміки газоутворення (рис. 4.3 та 4.5) показують, що перший пік наступив для всіх зразків через 30 хв., висота піків зростала зі збільшення заквасок в тістовій системі, що пов'язано зі зростанням кількості простих цукрів за рахунок внесення вівсяного та гречаного борошна із заквасками.

Другий пік газоутворення спостерігається в зразках з 15 та 20 % гречаної та вівсяної заквасок через 90 хв., а решта зразків – через 120 хв. Тобто, порівняно з контролем, перехід дріжджів на зброджування мальтози в зразках з більшим дозуванням заквасок відбувається на 30 хв. раніше і тісто дозріває швидше.

Основними показниками технологічного процесу, що підлягають контролю є вологість, титрована кислотність, рН напівфабрикатів. Саме від них залежить інтенсивність процесів дозрівання тіста.

У процесі бродіння тістових напівфабрикатів накопичуються кислореагуючі речовини, що зумовлюють збільшення титрованої й активної кислотності тістової системи.

Інтенсивність підвищення кислотності залежить від складу мікрофлори, рецептури тіста, інтенсивності перебігу біохімічних і мікробіологічних процесів та технологічних заходів, що використовувалися в процесі його приготування [200, 203, 206].

Всі види борошна, на основі яких виведені закваски, відрізняються між собою за хімічним складом і технологічними властивостями, що зумовило необхідність дослідження динаміки титрованої та активної кислотності в тісті з різним дозуванням заквасок протягом 180 хв бродіння. Отримані дані порівнювали з контролем. Результати наведено на рис. 5.6 та 5.8.

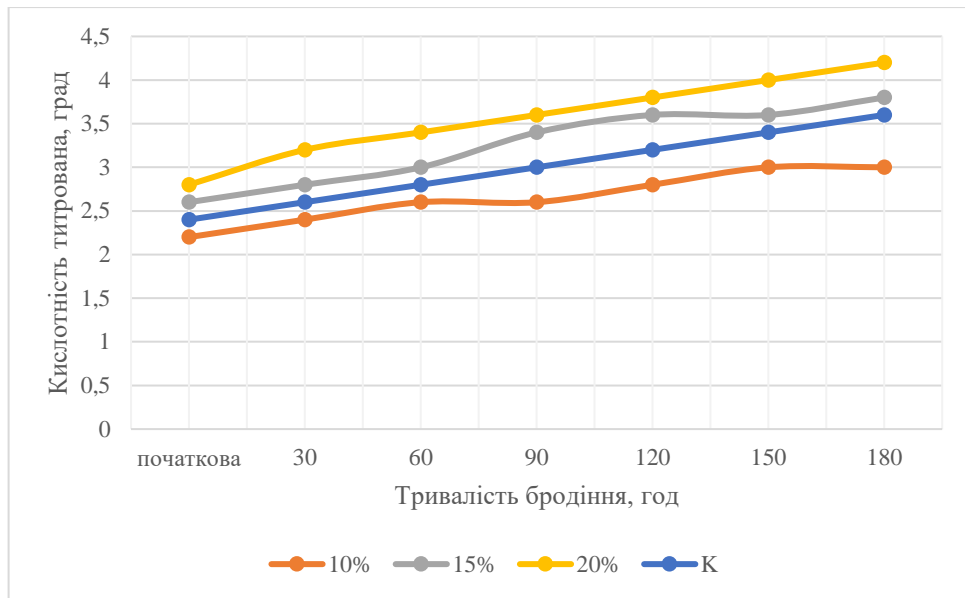


Рис. 5.6. Зміна титрованої кислотності в тісті з гречаною закваскою

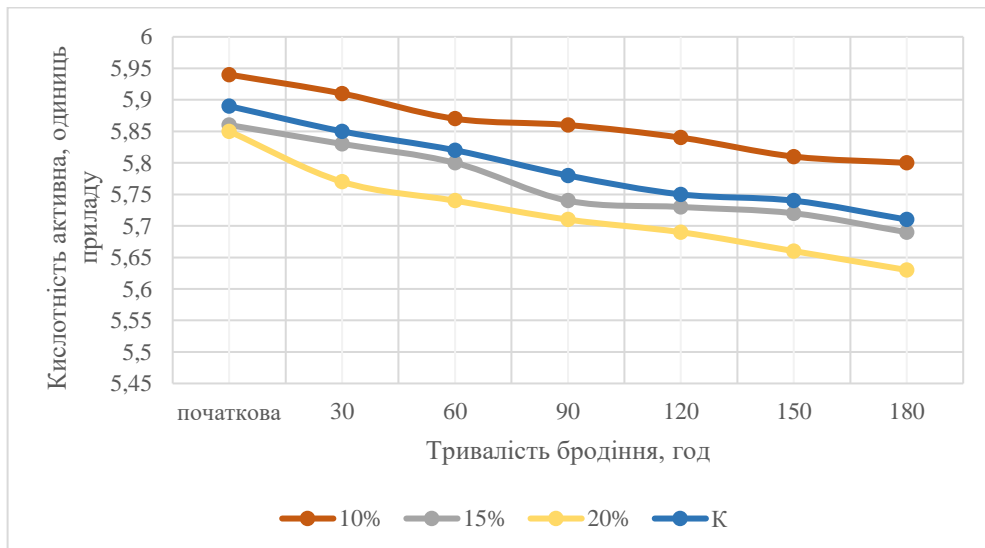


Рис. 5.7. Зміна активної кислотності в тісті з гречаною закваскою

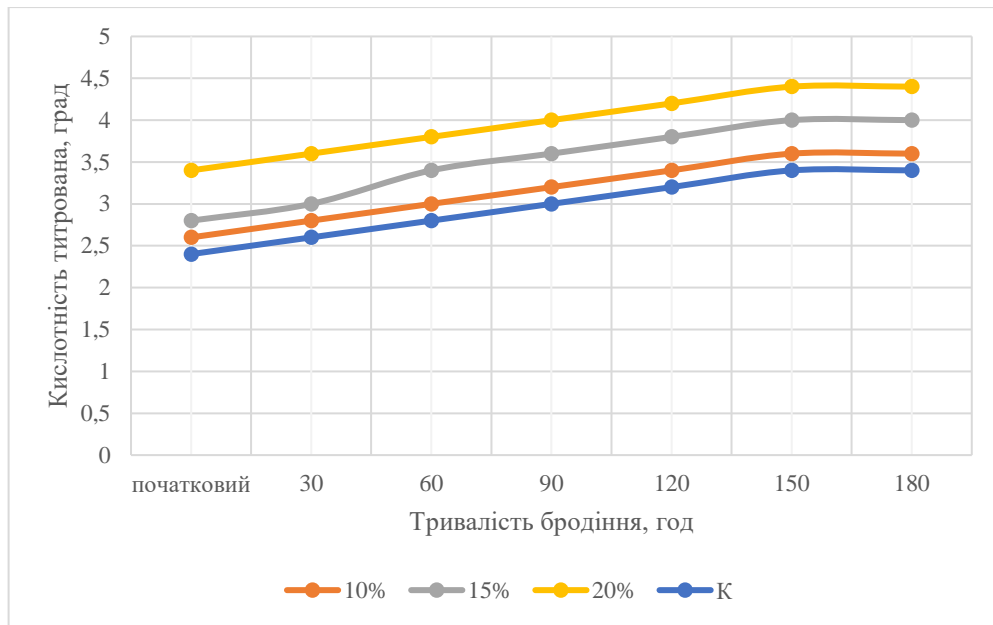


Рис. 5.8. Зміна титрованої кислотності в тісті з вівсяною закваскою

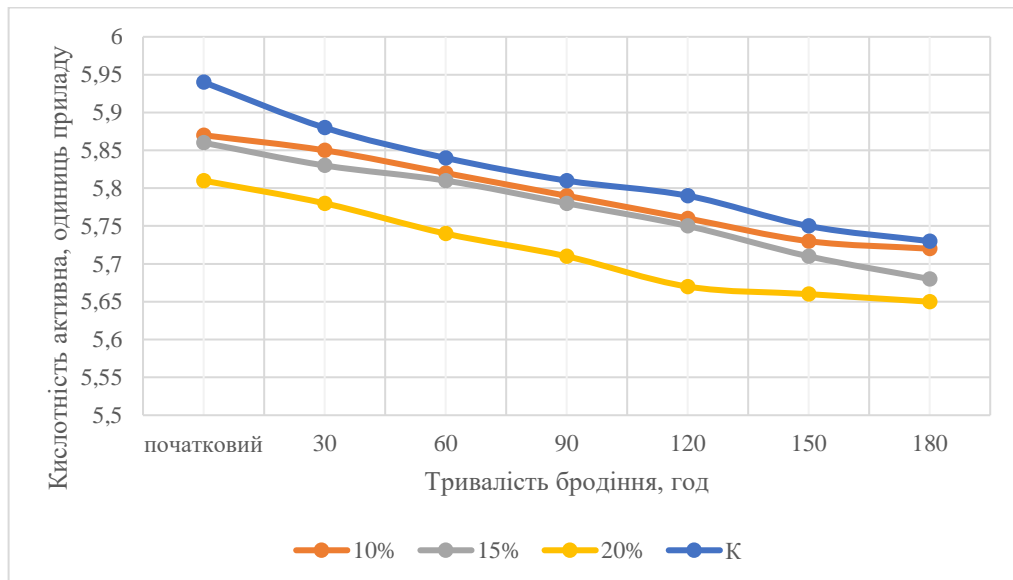


Рис. 5.9. Зміна активної кислотності в тісті з вівсяною закваскою

Встановлено (рис. 5.6 та 5.8), що додавання заквасок в кількості 15 та 20 % сприяє кращому кислотонакопиченню, про що свідчить показник титрованої кислотності протягом всього періоду бродіння. Початкова кислотність тіста зростає на 0,2-0,4 град залежно від дозування гречаної закваски та 0,2-0,8 град – вівсяної. Зразок з 10 % мав нижчу інтенсивність накопичення кислотності: початкова кислотність була нижче на 0,2 град за контроль, а за 90 хв бродіння зростання становить 0,6 град.

Інтенсивне підвищення кислотності в зразках з 15 та 20 % заквасок відбувається через високу кислотність даних заквасок та внаслідок накопичення продуктів життєдіяльності МКБ, які вносяться із закваскою в тісто.

Найбільше кислотність зросла в зразках тіста з гречаною закваскою – на 1,0 - 1,4 град. Найнижчу кінцеву кислотність мав контроль (3,4 град) та зразки з 10 % (3,2-3,6 град) заквасок.

Аналіз динаміки активної кислотності (рис. 5.7 та 5.9) показав, що при внесенні заквасок у тісто, рН середовища знижується в міру зростання дозування від 10 до 20 % заквасок до маси борошна, тобто спостерігається зворотня залежність активної кислотності до титрованої з коефіцієнтом кореляції (-0,98).

В пшеничному тісті підкислення середовища сприяє прискоренню процесів конверсії біополімерів борошна, при цьому тісто швидше набуває необхідних реологічних характеристик перед формуванням, що важливо для безопарних способів, а також позитивно впливає на формування об'єму та м'якушки хліба.

Було проведено дослідження щодо впливу різного дозування заквасок на газо- та формоутримувальну здатність тіста.

Показником, що характеризує газоутримувальну здатність, може бути збільшення об'єму тіста в процесі 180 хв бродіння. Результати порівнювали з тістом з пшеничною ЗСБ (контроль). Результати наведено на рис. 5.10-5.11.

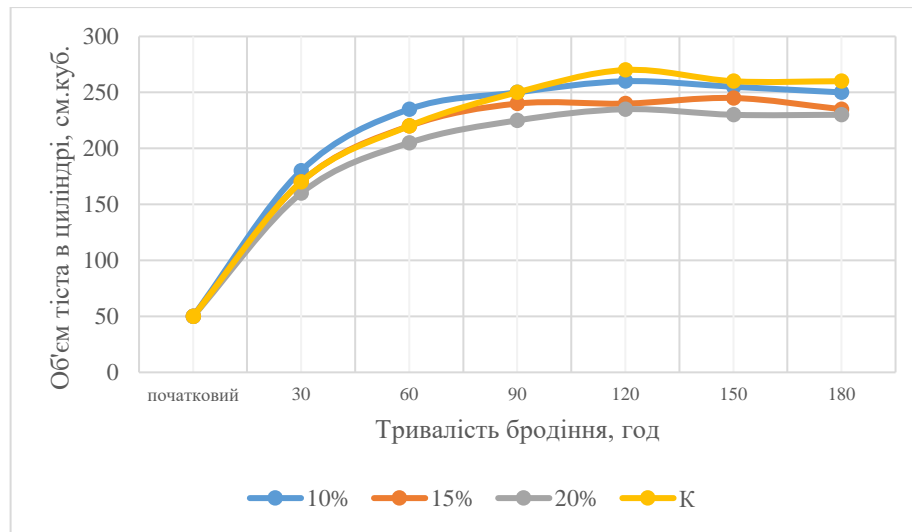


Рисунок 5.10. Питомий об'єм тіста з гречаною закваскою

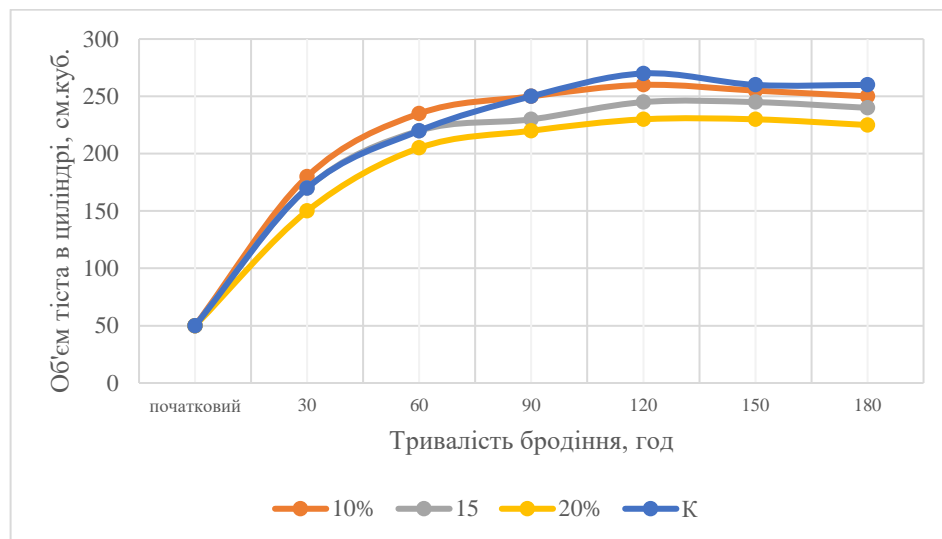


Рисунок 5.11. Питомий об'єм тіста з вівсяною закваскою

Дані досліджень питомого об'єму тіста зразків із заквасками (рис. 5.10-5.11) свідчать про зменшення питомого об'єму тіста зі збільшенням кількості заквасок, на 3,8-17,3 %, відповідно. Це узгоджується з дослідженнями технологічних властивостей цих видів борошна (див. розд. 3), які показали погіршення СМВ тіста з їх додаванням, але зменшення цього показника є незначним, оскільки БКК ми вносимо у вигляді заквасок, які здатні укріплювати клейковину і покращувати утримування діоксиду вуглецю в тістовій системі, що показано нижче.

Ймовірно це пов'язано зі зниженням кількості клейковини в тісті, оскільки пшеничне борошно замінюється круп'яним. Крім того, харчові

волокна, оболонкові частини БКК можуть вбудовуватись в клейковинний каркас, порушуючи його цілісність та здатність повною мірою утримувати газ.

Очевидно варто впроваджувати певні заходи для збереження традиційних споживчих властивостей виробів, наприклад, вносити добавки-структурутворювачі.

Додавання 10 та 15 % практично не впливало на газоутримувальну здатність, значення об'єму тіста були близькі до контролю. Із 120 хв бродіння інтенсивність знижується як в тісті з гречаною закваскою, так і вівсяною закваскою, що свідчить про закінчення процесу дозрівання.

Про зміни в'язко-пластичних характеристик робили висновок за розпливанням кульки тіста, тобто його формоутримувальною здатністю, в процесі ферментації протягом 180 хв бродіння. Результати наведено на рис. 5.12 – 5.13.

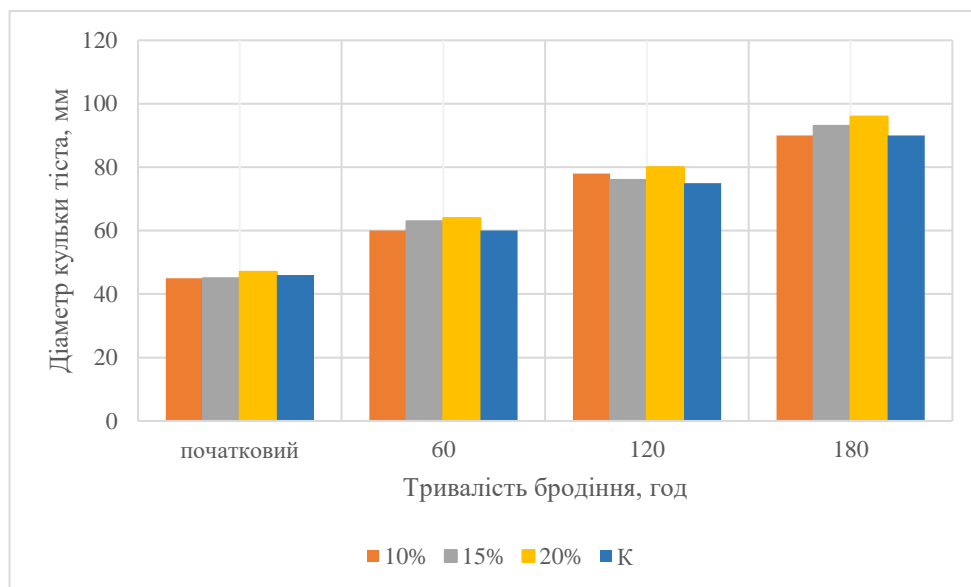


Рисунок 5.12. Розпливання кульки тіста з гречаною закваскою

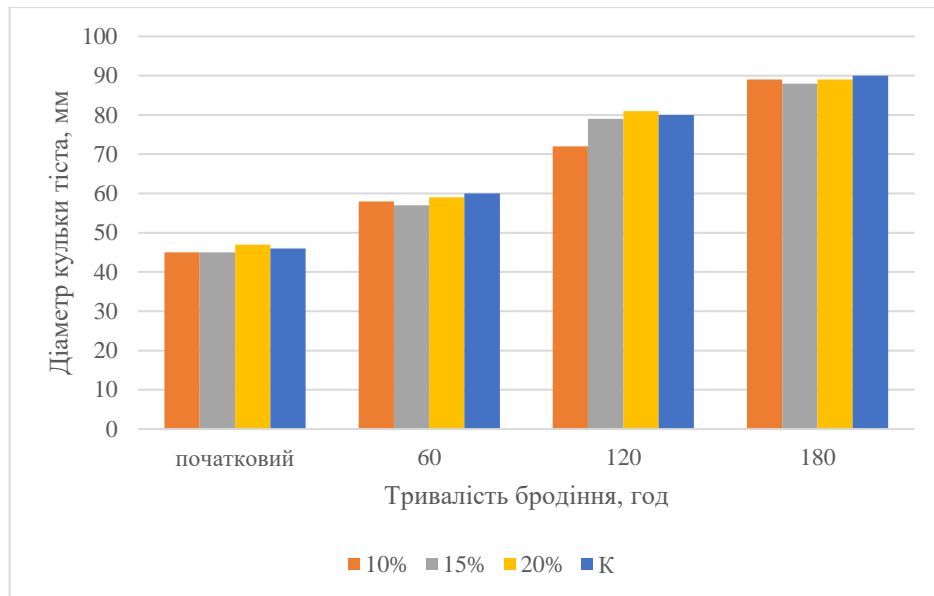


Рисунок 5.13. Розпливання кульки тіста з вівсяною закваскою

Графіки розпливання кульок тіста із заквасками ілюструють, що при додаванні гречаної закваски від 10 до 20 % формоутримувальна здатність погіршується на 3,3-6,7 %, порівняно з контролем. Ймовірно, це пов'язано із зростанням показника розрідження тіста та зменшенням формоутримувальної здатності в борошняній суміші з пшеничного та гречаного борошна, що було досліджено в розд. 3.

Формоутримувальна здатність тіста з додаванням вівсяної закваски незначно покращувалась. Очевидно, це пов'язано з підвищеною кількістю ХВ та пентозанів, які мають високу водопоглинальну та водоутримувальну здатність, а також крохмалю, який відрізняється від пшеничного за структурою. Отримані результати узгоджуються з дослідженнями формоутримувальної здатності борошняної суміші з пшеничного та вівсяного борошна (див. розд. 3).

Відомо, що мікрофлора заквасок здатна впливати на клейковинний каркас пшеничного тіста, укріплюючи його [204, 205, 207].

Оскільки максимально можливим дозуванням гречаної та вівсяної заквасок обрано 15 % до маси борошна, досліджували вплив такої кількості закваски на кількість та якість клейковини пшеничного борошна. Результати досліджень представлено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3. Вплив заквасок з борошна круп'яних культур на кількість та якість клейковини пшеничного борошна

Показники	Контроль (без закваски)	Пшеничне тісто із закваскою	
		гречаною	вівсяною
Вміст сирої клейковини, %	28,9	26,9	25,5
Вміст сухої клейковини, %	10,4	9,8	9,4
Гідратаційна здатність, %	178	173	171
Пружність, од. пр.	61,2	56,5	52,4
Розтяжність, см	14	13,0	12,5
Еластичність	хороша	хороша	хороша

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

За даними табл. 5.3, додавання гречаної та вівсяної заквасок до тістової системи з пшеничного борошна зумовлює зниження кількості сирої клейковини на 6,9-11,8 %, що, ймовірно, пов'язано зі зменшенням її гідратаційної здатності на 1,7-2,8 %, відповідно. При цьому пружність підвищується на 7,7 % в зразку з гречаною закваскою та 14,4 % в зразку з вівсяною закваскою, тісто стає менш розтяжне.

Також спостерігаємо незначне зменшення сухої клейковини, яке пояснюється тим, що білкові речовини, нерозчинні ХВ вівсяного та гречаного борошна (зокрема, пентозани) утворюють комплекси з білками клейковини пшеничного борошна, які частково втрачаються з промивними водами.

Укріплення клейковини при додаванні заквасок пояснюється кислотним гідролізом гліадинової фракції білка пшеничного борошна та зміною співвідношення глютенін:гліадин. Оскільки вівсяне та гречане борошна має достатньо глютеніну, в системі глютенін:гліадин починає переважати глютенін, який, як відомо, відповідає за пружність маси та зменшення її розтяжності.

Ймовірно, укріплення клейковини в зразку з вівсяним борошном також пов'язано з великою кількістю в його складі жирів та продуктів їх гідролізу і окислення, які здатні укріплювати клейковину. Крім того, пентозани та інші нерозчинні ХВ також здатні впливати на силу борошна, підвищуючи пружність тіста.

5.2. Вплив заквасок на технологічний процес, органолептичні та фізико-хімічні показники якості пшенично-житнього хліба

Для пробних лабораторних випікань пшенично-житнього хліба використовували рецептуру, яку наведено в розд. 2, де співвідношення пшеничного та житнього борошна 70:30. Додавали гречану та вівсяну закваски в кількості 20, 30, 40 % до загальної маси борошна. У разі зазначеного дозування, кількість борошна, яка вноситься із закваскою становить 13-18 %, таким чином, відповідна кількість пшеничного борошна замінюється круп'яним. Таке дозування було обрано згідно технологічних інструкцій [208].

Як контроль використовували хліб з житньою ЗСБ в кількості 30 % з показниками якості: кислотність – 16,8 град, масова частка вологи – 60,3 %, активність МКБ – 83 хв, підймальна сила – 65 хв. Результати пробних лабораторних випікань наведено в табл. 5.4-5.5. Готові вироби в розрізі зображені на рис. 5.14-5.15.

Таблиця 5.4. Параметри технологічного процесу та показники якості пшенично-житнього хліба з додаванням гречаної закваски

Показник	Зразок з додаванням закваски			
	30 % житньої (контроль)	20 % гречаної	30 % гречаної	40 % гречаної
Тісто				
Масова частка вологи тіста, %	47,0	47,0	46,8	46,8
Кислотність тіста, град.	початкова	5,4	4,6	5,0
	кінцева	6,8	6,0	7,6
рН, од. приладу	початкова	5,29	5,52	5,42
	кінцева	5,1	5,43	5,24
Підймальна сила, с	112	122	110	106
Тривалість бродіння, хв	90-100			
Тривалість вистоювання, хв	35	38	32	30
Хліб				
Питомий об'єм, см ³ /100 г	240	238	235	232
Пористість, %	75	75	74	72
Формостійкість	0,46	0,45	0,44	0,42
Масова частка вологи, %	46,4	46,5	46,0	46,2
Кислотність, град	6,0	5,2	5,6	6,8
Стан м'якушки	Еластична			

Продовження табл. 5.4

Показник	Зразок з додаванням закваски			
	30 % житньої (контроль)	20 % гречаної	30 % гречаної	40 % гречаної
Структура пористості	Рівномірна, середня, розвинена	Рівномірна, дрібна, більш розвинена		
Смак та аромат	Яскраво виражений, оцтовокислий	Слабо виражений	Яскраво виражений, в міру кислий, з «гречаним» присмаком та ароматом	

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5\%$



Рисунок 5.14. Пшенично-житній хліб з закваскою: *K*- контроль; *1*- 20 % гречаної закваски; *2* - 30 % гречаної закваски; *3* - 40 % гречаної закваски

Таблиця 5.5. Параметри технологічного процесу та показники якості пшенично – житнього хліба з додаванням вівсяної закваски

Показник	Зразок з додаванням закваски				
	житньої (30%) (контроль)	20 % вівсяної	30 % вівсяної	40 % вівсяної	
Тісто					
Масова частка вологи тіста, %	47,0	47,5	47,8	47,8	
Кислотність тіста, град.	початкова	5,6	5,0	5,2	6,0
	кінцева	6,8	6,4	6,8	8,0
рН, од. приладу	початкова	5,29	5,46	5,36	5,27
	кінцева	5,1	5,33	5,14	5,13
Підймальна сила, с	112	120	110	108	
Тривалість бродіння, хв	90-100				
Тривалість вистоювання, хв	35	40	33	30	
Хліб					
Питомий об'єм, см ³ /100 г	236	232	232	230	

Продовження табл. 5.5

Показник	Зразок з додаванням закваски			
	житньої (30%) (контроль)	20 % вівсяної	30 % вівсяної	40 % вівсяної
Пористість, %	74	73	73	72
Формостійкість	0,46	0,46	0,44	0,44
Масова частка вологи, %	46,4	47,0	47,2	47,1
Кислотність, град	6,2	5,6	7,0	7,2
Стан м'якушки	Еластична			
Структура пористості	Рівномірна, середня, розвинена	Рівномірна, дрібна, більш розвинена		
Смак та аромат	Яскраво виражений, оцтовокислий	Слабо виражений	Яскраво виражений, в міру кислий, з «вівсяним» присмаком та ароматом	

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5\%$

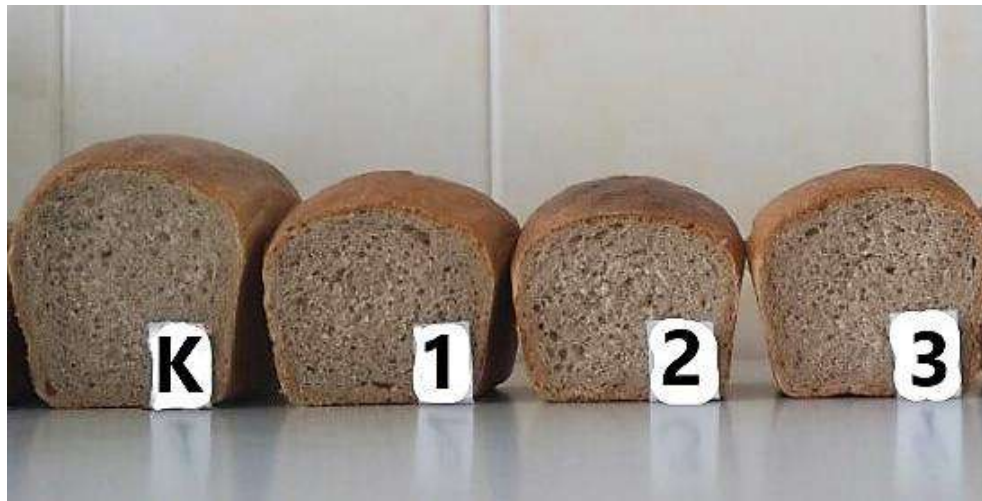


Рисунок 5.15. Пшенично-житній хліб із закваскою: *K* – контроль; *1* - 20 % вівсяної закваски; *2* - 30 % вівсяної закваски; *3* - 40 % вівсяної закваски

Встановлено позитивний вплив 30 та 40 % заквасок на процеси дозрівання тіста, на що вказує показник підйимальної сили. Тривалість вистоювання скоротилась на 5,7-8,6 %, відповідно. Найвища інтенсивність накопичення кислотності спостерігалась при додаванні 40 % заквасок, на 1,8 град.

Питомий об'єм та формостійкість хліба знижувались зі зростанням дозування заквасок. Порівняно з контролем, при додаванні гречаної закваски ці показники знизились на 2,1-3,3 % та 2,2-8,7 %, а при внесенні вівсяної – на 1,7-2,5 % та 4,3 %, відповідно.

За умови дозування вівсяної та гречаної заквасок в кількості 30-40 % до маси борошна, вироби характеризувались яскраво вираженим ароматом, властивим певному виду борошна з кислуватим присмаком, на відміну від контролю, який мав характерний оцтовокислий аромат.

Комплексно проаналізувавши результати можна зробити висновок, що за внесення закваски не більше 30 % до маси борошна, це несуттєво впливає на якість готових виробів. За фізико-хімічними показниками вироби відповідали вимогам нормативної документації. Для поліпшення фізико-хімічних показників хліба рекомендовано вносити добавки-структуруювачі.

Проводили дослідження інтенсивності процесів дозрівання та газоутворення в зразках пшенично-житнього тіста з додаванням 20, 30, 40 % заквасок протягом 180 хв бродіння. На рис. 5.16-5.19 наведено графіки сумарного газоутворення та динаміки.

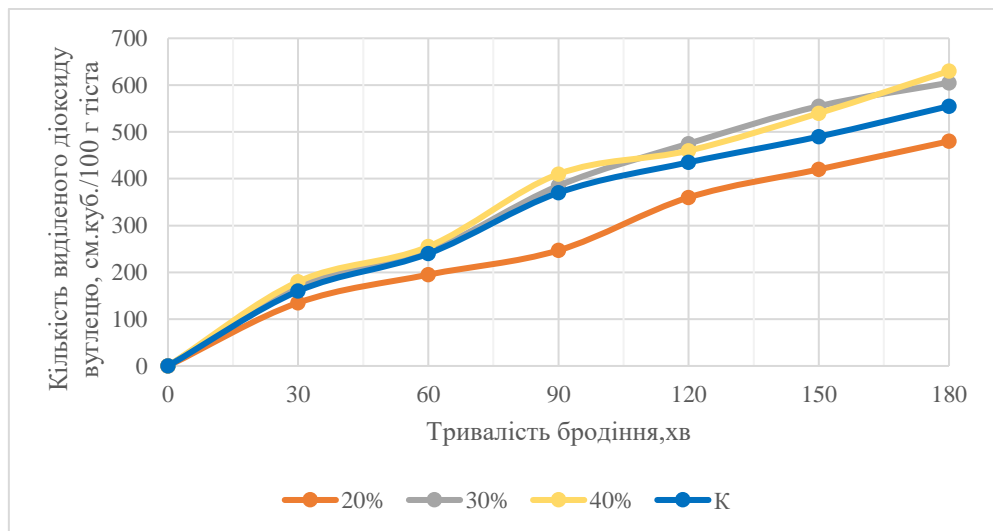


Рис. 5.16. Накопичення діоксиду вуглецю в тісті з гречаною закваскою

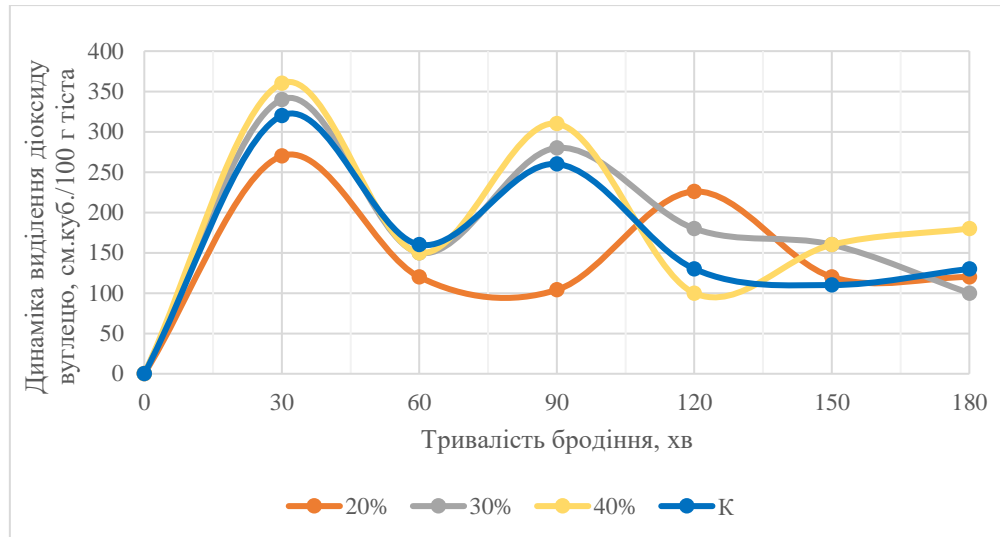


Рис. 5.17. Динаміка накопичення діоксиду вуглецю в тісті з гречаною закваскою

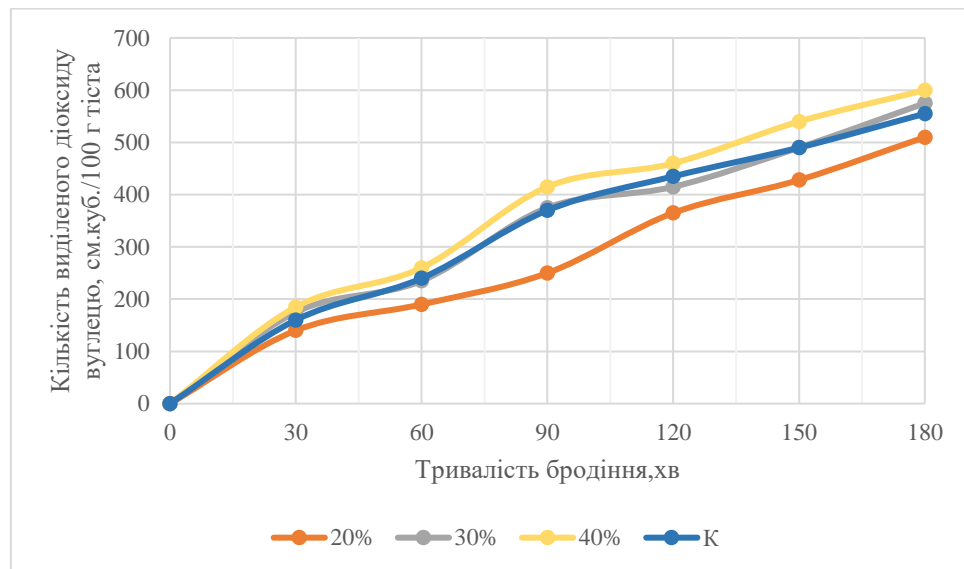


Рис. 5.18. Накопичення діоксиду вуглецю в тісті з вівсяною закваскою

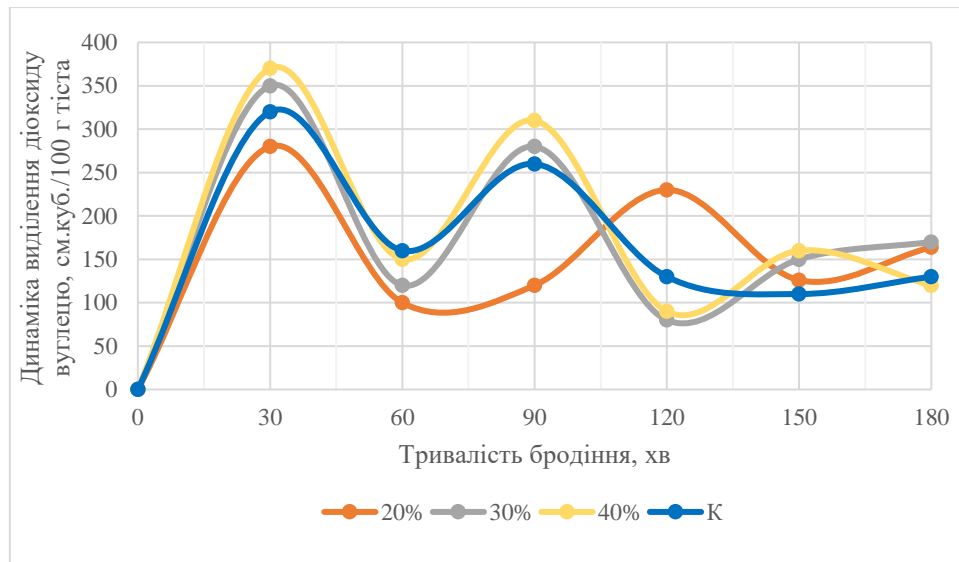


Рис. 5.19. Динаміка накопичення діоксиду вуглецю в тісті з вівсяною закваскою

З рис. 5.16 та 5.18 видно, що інтенсивність накопичення CO_2 та його кількість зростає при дозуванні 30 та 40 % заквасок. Найбільша кількість виділеного діоксиду вуглецю, 600-630 $\text{см}^3/100$ г тіста, спостерігаються при дозуваннях 40 % вівсяної та гречаної заквасок. Очевидно, що це відбувається внаслідок зростання бродильної мікрофлори закваски в тісті та поживних речовин для живлення дріжджів. В розд. 3 також було встановлено, що крохмаль круп'яних культур більш піддатливий до дії ферментів, які містяться в достатній кількості як в пшеничному, так і житньому борошні. Крім того, ці закваски багаті гетероферментативними МКБ, які виділяють CO_2 . Контрольний зразок та дозування 30 % заквасок мали наближені значення кількості CO_2 . В зразках з мінімальним внесенням заквасок (20 %) спостерігалось помірне газоутворення, а кількість виділеного газу менша на 8,1 - 13,5 %.

Дані динаміки газоутворення (рис. 5.18-5.19) показують, що досягнення першого екстремуму наступило для всіх зразків через 30 хв., висота піків зростала зі збільшення заквасок в тісті, що пояснюється достатнім вмістом моно- та дицукрів в тістовій системі за рахунок внесення заквасок та власних цукрів вівсяного та гречаного борошна.

Другий екстремум газоутворення спостерігається через 90 хв в контрольному зразку та при додаванні 30, 40 % вівсяної та гречаної заквасок. В зразку з 20 % заквасок перехід дріжджів на зброджування мальтози в відбувається на 120 хв, що свідчить про повільніше дозрівання тіста внаслідок накопичення меншої кількості поживних речовин та недостатньої активності бродильної мікрофлори.

Для тістової системи, яка містить житнє борошно, особливо важливо створення високої кислотності для зниження активності α -амілази та поглиблення набухання складових частин цього борошна [99, 195].

Проведено дослідження процесів кислотонакопичення в пшенично-житньому тісті з додаванням гречаної та вівсяної заквасок. На рис. 5.20-5.23 зображено зміни титрованої та активної кислотності в пшенично-житньому тісті протягом 180 хв бродіння. За контроль прийнято тісто з житньою закваскою.

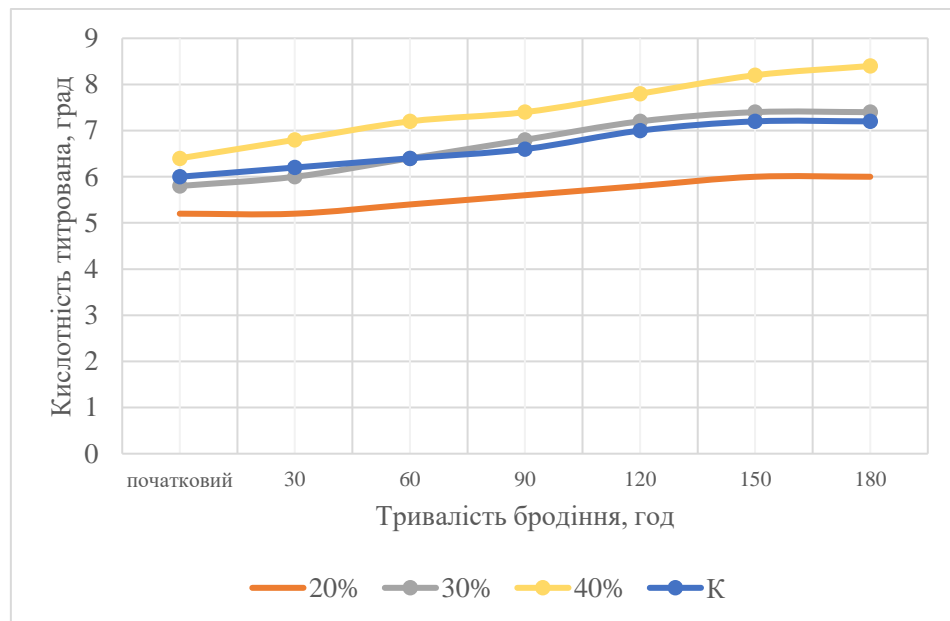


Рис. 5.20. Накопичення титрованої кислотності в тісті з гречаною закваскою

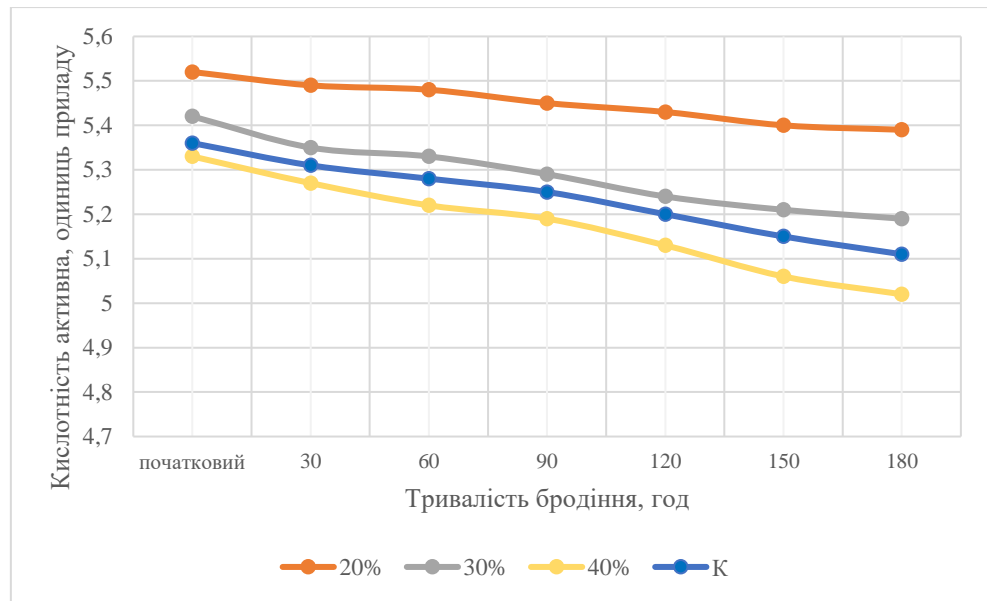


Рис. 5.21. Накопичення активної кислотності в тісті з гречаною закваскою

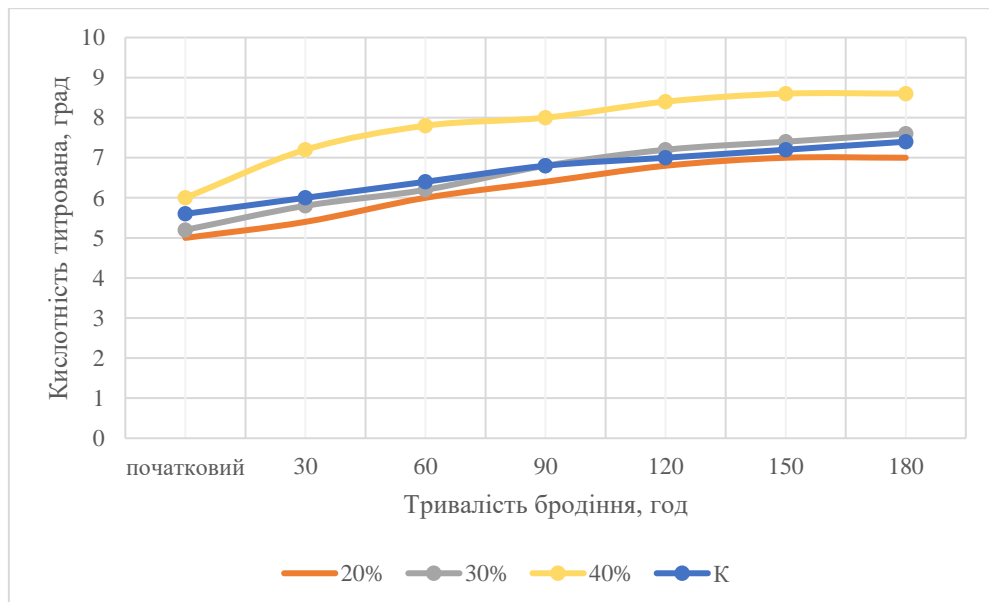


Рис. 5.22. Накопичення титрованої кислотності в тісті з вівсяною закваскою

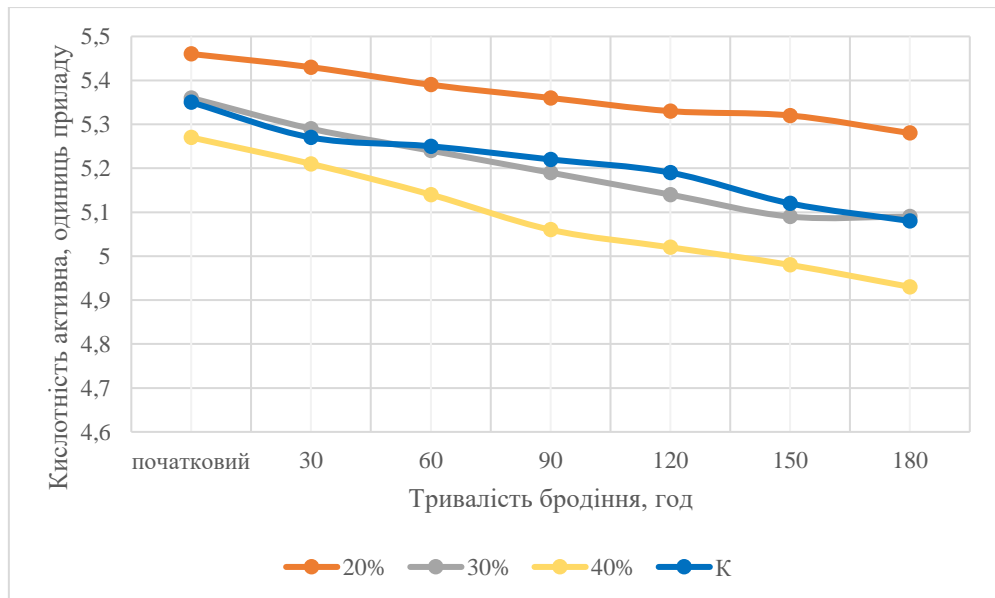


Рис. 5.23. Накопичення активної кислотності в тісті з вівсяною закваскою

Встановлено (рис. 5.20 та 5.22), що додавання заквасок в кількості 30 та 40 % сприяє інтенсивному протіканню процесів кислотонакопичення в пшенично-житньому тісті. За 180 год бродіння кислотність зразків тіста з гречаною закваскою, порівняно з контролем, зросла на 0,8-2,0 град, зі зростанням кількості внесеної закваски. А додавання вівсяної закваски зумовило зростання кислотності на 1,0-2,0 град. Водночас при додаванні заквасок в кількості 20 % спостерігається нижче кислотонакопичення в тісті з помірним зростанням показника титрованої кислотності, ніж решта зразків. Очевидно, такого дозування недостатньо для протікання всіх мікробіологічних та біохімічних процесів, набухання білків, пентозанів та оболонкових частинок житнього борошна.

Аналіз динаміки активної кислотності (рис. 5.22 - 5.23) показав, що при внесенні заквасок у тісто, рН середовища знижується і корелює зі зростанням титрованої кислотності ($r=(-0,98)$ при додаванні гречаної; $r=(-0,97)$ – вівсяної). За 180 год бродіння значення зросли на 0,13-0,31 од. приладу в тісті з гречаною закваскою та 0,18-0,34 од. приладу в тісті з вівсяною закваскою. Отримані результати підтверджують створення закваскою сприятливих умов для життєдіяльності дріжджів.

Про зміни в'язко-пластичних характеристик тіста в результаті високої активності протеолітичних ферментів борошна, робили висновок за розпливанням кульки тіста, тобто його формоутримувальної здатності, в процесі ферментації протягом 3 годин за температури 30 °С. Результати порівнювали з тістом з пшеничного тіста (контроль).

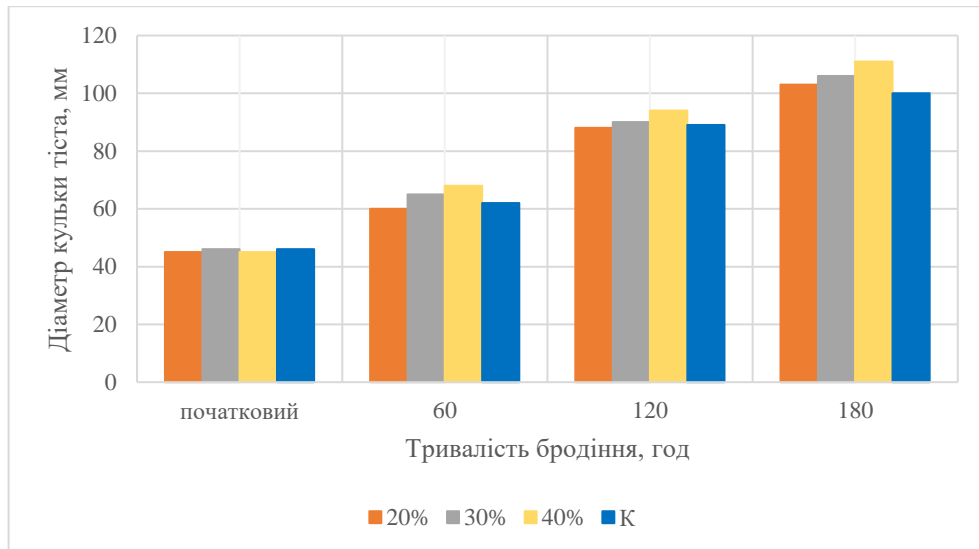


Рисунок 5.24. Формоутримувальна здатність тіста з гречаною закваскою

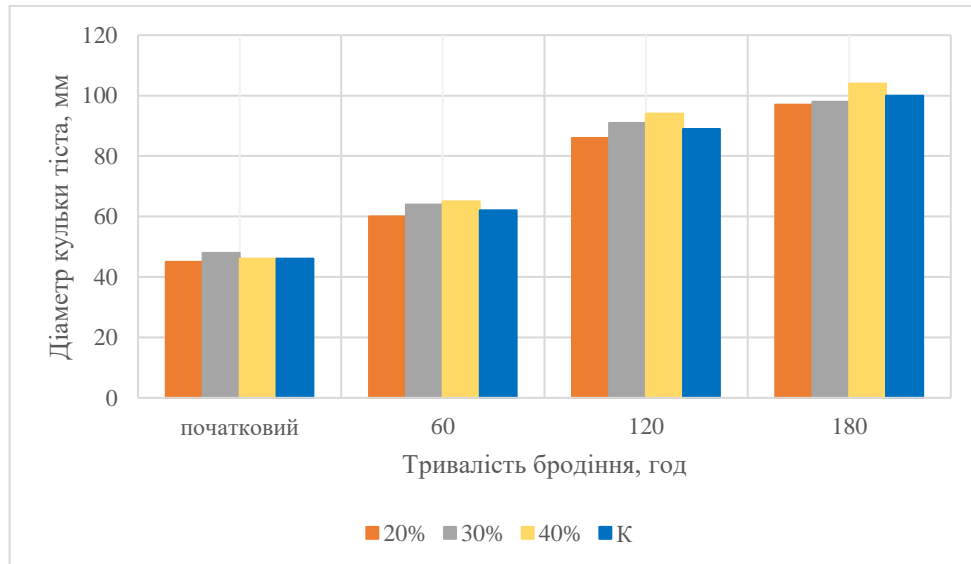


Рисунок 5.25. Формоутримувальна здатність тіста з вівсяною закваскою

Дослідження формоутримувальної здатності тіста із заквасками (рис. 5.25-5.26) показали, що розпливання кульки тіста зростає, але найкраще тримали форму зразки з 20 та 30 % гречаної та вівсяної заквасок, значення були наближені до контрольного зразка. При збільшенні кількості закваски

до 40 % розпливання кульки тіста зросло найбільше в хлібі з гречаною закваскою - на 6-11 %. Очевидно, це відбувається за рахунок зниження пшеничного борошна в рецептурі та зменшення вмісту клейковини. Такі результати узгоджуються з дослідженнями СМВ тіста з пшеничного та БКК, що описані в розд 3. При заміні частини пшеничного борошна гречаним був більший показник розрідження тіста та формоутримувальної здатності.

Показником, що характеризує газотримувальну здатність, може бути збільшення об'єму тіста в процесі 180 хв бродіння. Результати наведено на рис. 5.27 - 5.28.

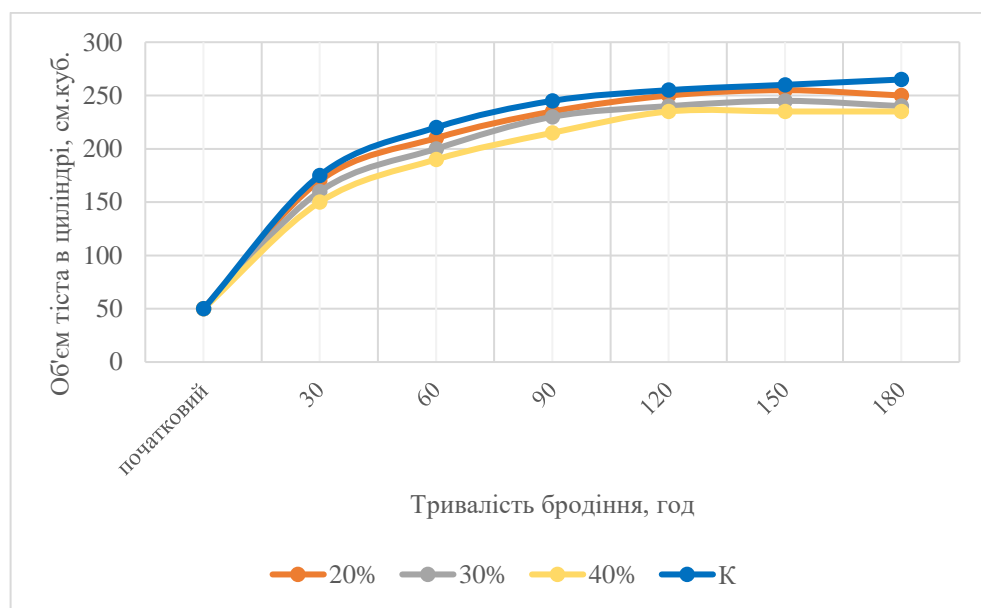


Рисунок 5.26. Газотримувальна здатність тіста з гречаною закваскою

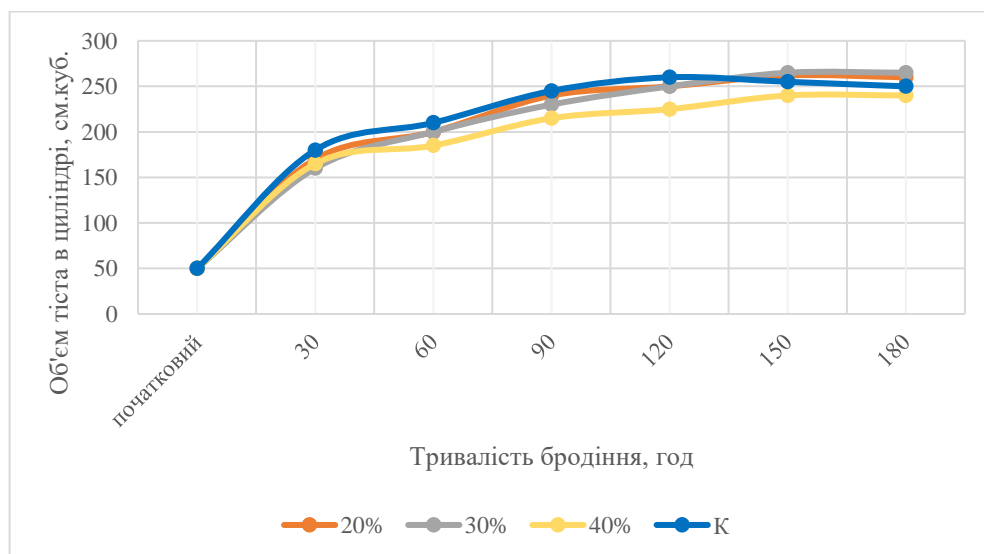


Рисунок 5.27. Газотримувальна здатність тіста з вівсяною закваскою

Результати свідчать (рис. 5.25-5.26), що додавання 20 та 30 % заквасок практично не впливає на газоутримувальну здатність тіста, а в зразках з 40 % заквасок утримування газу дещо погіршилось. Після 120 хв зростання об'єму тіста знижується у всіх зразків. Суттєве зниження утримування вуглецю при додаванні 40 % заквасок можна пояснити відсутністю клейковинних білків у внесеному борошні гречки та вівса та зростанням рідкої фази в тісті за рахунок вищої вологості заквасок. Крім того, ХВ, оболонкові частини БКК можуть вбудовуватись в клейковинний каркас, порушуючи його цілісність та здатність повною мірою утримувати газ.

5.3. Вплив заквасок на технологічний процес, органолептичні та фізико-хімічні показники якості безглютенового хліба

Для безглютенового хліба використовували рецептуру «Хліб безглютеновий смачний» (наведено в розд. 2) [209]. Контролем слугував хліб без закваски. Дозували рисову та гречану закваски в кількості 10, 20, 30 % до маси борошняно-крохмальної суміші. Таким чином, із закваскою вноситься 5-15 % «зброженого» борошна. Замішане тісто поміщали в форми та вистоювали без бродіння.

Результати пробних лабораторних випікань наведено в табл. 5.6 - 5.7. Зовнішній вигляд виробів зображено на рис. 5.27 - 5.28.

Таблиця 5.6. Параметри технологічного процесу та показники якості напівфабрикатів та безглютенового хліба з додаванням рисової закваски

Показник*	Контроль (без закваски)	З додаванням рисової закваски			
		10 %	20 %	30 %	
Тісто					
Масова частка вологи, %	50,5	50,7	50,8	50,8	
Кислотність тіста, град.	початкова	1,6	1,8	2,0	2,4
	кінцева	1,8	2,2	2,6	3,2
рН тіста, од. приладу	початкове	6,06	6,03	5,99	5,91
	кінцеве	5,97	5,95	5,9	5,81

Продовження табл. 5.6

Показник*	Контроль (без закваски)	З додаванням рисової закваски		
		10 %	20 %	30 %
Тривалість вистоювання, хв	60	58	55	50
Хліб				
Питомий об'єм, см ³ /100 г	215	216	218	225
Пористість, %	67	67	68	69
Масова частка вологи, %	50,0	50,0	50,2	50,2
Кислотність, град	1,4	1,6	1,8	2,4
Стан м'якушки	Менш еластична		Еластична	Еластична
Структура пористості	Рівномірна, середня		Рівномірна, середня, краще розвинена	
Смак та аромат	Слабо виражений, прісний	Слабо виражений, прісний	Приємний, яскраво виражений	

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

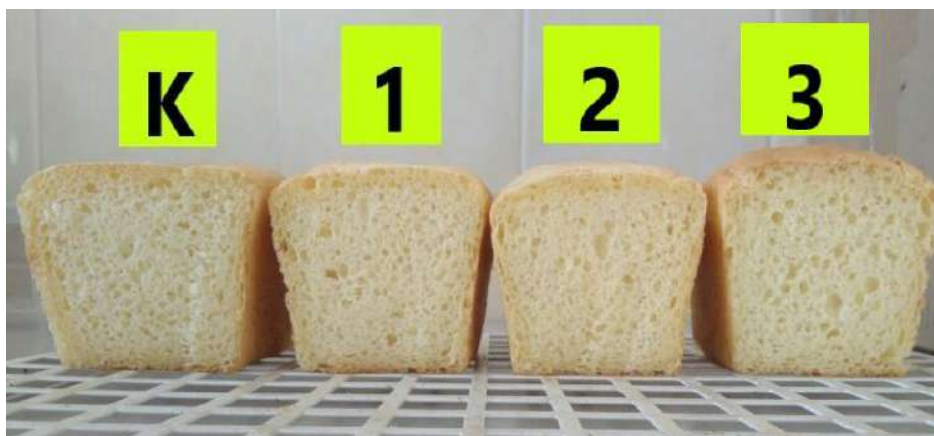


Рисунок 5.28. Хліб з рисовою закваскою: *К*- контроль; *1*- 10 % закваски; *2* - 20 % закваски; *3* - 30 % закваски

Встановлено, що додавання рисової закваски інтенсифікує накопичення кислот у тісті, зумовлюючи підвищення кислотності на 0,2-1,0 град, залежно від дозування. Тривалість вистоювання скорочується на 3,3-16,7 %, порівняно з контролем, за рахунок внесення частини «зброженого» борошна. Активація мікробіологічних та біохімічних процесів в тісті із закваскою позитивно впливає на об'єм виробів та пористість. В зразку з 30 % рисової закваски об'єм та пористість зросли на 4,7 та 3,0 % відповідно.

Мікрофлора закваски позитивно впливає на органолептичні показники, які, у виробках із заквасками вигідно відрізняються від контрольного зразка більш яскраво вираженим смаком та ароматом, а також розвинутою,

рівномірною пористістю. Хліб без додавання закваски мав прісний смак та більш бліду скоринку.

Із збільшенням дозування рисової закваски якість хліба покращується, за групою показників оптимальним обрано 30 % закваски.

Таблиця 5.7. Параметри технологічного процесу та показники якості напівфабрикатів та безглютенового хліба з додаванням гречаної закваски

Показник*	Контроль (без закваски)	З додаванням гречаної закваски		
		10 %	20 %	30 %
Тісто				
Масова частка вологи, %	50,5	50,4	50,6	50,8
Кислотність тіста, град.	початкова	1,6	2,0	2,6
	кінцева	1,8	2,4	3,4
рН тіста, од. приладу	початкове	6,06	5,97	5,86
	кінцеве	5,98	5,88	5,76
Тривалість вистоювання, хв	60	56	52	50
Хліб				
Питомий об'єм, см ³ /100 г	215	223	220	218
Пористість, %	67	65	68	70
Масова частка вологи, %	50,0	49,8	50,0	50,2
Кислотність, град	1,4	1,8	2,8	3,2
Правильність форми	Плоска поверхня верхньої скоринки	Помітно випукла верхня скоринка		
Стан м'якушки	Менш еластична		Еластична	Еластична
Структура пористості	Рівномірна, середня	Рівномірна, дрібна	Рівномірна, дрібна, краще розвинена	
Смак та аромат	Слабо виражений, прісний	Виражений, приємний	Приємний, яскраво виражений, «гречаний»	Яскраво виражений, з «гречаним» присмаком, кислуватий

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

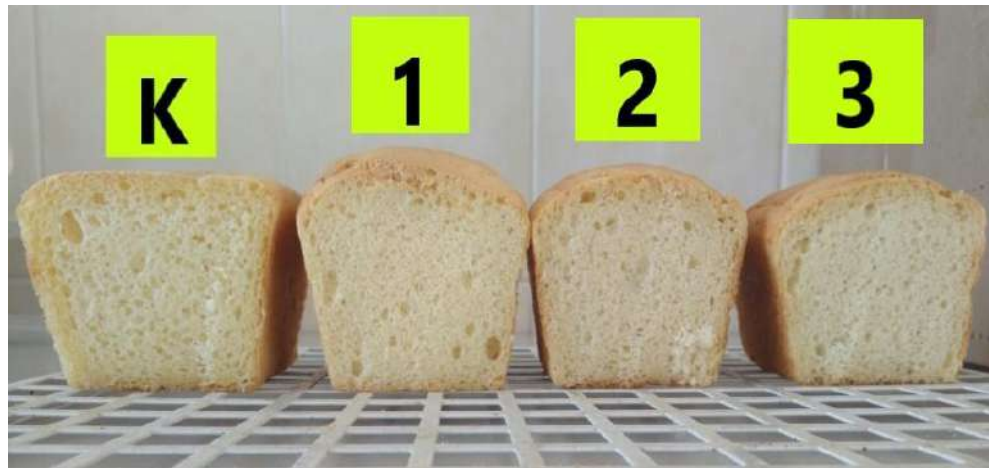


Рисунок 5.29. Хліб з гречаною закваскою: *K*- контроль; *1*- 20 % закваски; *2* - 30 % закваски; *3* - 40 % закваски

Встановлено, що за рахунок вищої кислотності закваски інтенсивніше відбувається накопичення кислот у тісті, кислотність зросла на 0,4-1,6 град, залежно від дозування. Тривалість вистоювання скоротилась на 4-10 хв порівняно з контролем, залежно від частки внесеного «збродженого» борошна із гречаною закваскою.

У виробках із заквасками спостерігались яскраво виражені смако-ароматичні властивості, порівняно з контролем, зокрема «гречаний» смак і аромат та розвинута, тонкостінна структура пористості, а також еластична м'якушка.

Додавання заквасок покращило стан поверхні та форму хліба. Всі зразки хліба із заквасками мали опуклу гладеньку верхню скоринку та глянцеvu поверхню.

Хліб без додавання закваски мав прісний смак та бліду скоринку, плоску верхню скоринку.

Внесення закваски позитивно впливає на колір скоринки для виробу з гречаною закваскою. Ймовірно, її додавання сприяє кращому накопиченню низькомолекулярних сполук в тісті, і, відповідно більш інтенсивному перебігу реакції меланоїдиноутворення. Але хліб з додаванням 30 % гречаної закваски має кислуватий присмак, тому рекомендованим є дозування закваски в кількості 10-20 % до маси борошняно-крохмальної суміші.

Досліджували вплив заквасок на перебіг технологічного процесу, а саме, кислотонакопичення, виділення CO₂ та газотримувальну здатність тіста з додаванням 10, 20, 30 % гречаної та рисової заквасок. За контроль взято тісто без закваски. Результати наведено в табл. 5.8.

Таблиця 5.8. Вплив заквасок на процеси кислотонакопичення, виділення CO₂ та газотримувальну здатність безглютенового тіста

Показник	К	Дозування рисової закваски, % до маси крохмально- борошняної суміші			Дозування гречаної закваски, % до маси крохмально- борошняної суміші		
		10 %	20%	30 %	10%	20 %	30 %
Кислотність титрована, град							
початкова	1,6	1,8	2,0	2,4	2,0	2,6	2,8
30 хв	1,6	2,0	2,2	2,8	2,2	3,0	3,2
кінцева	1,8	2,2	2,6	3,2	2,4	3,4	3,6
Кислотність активна, од. приладу							
початкова	6,06	6,03	5,99	5,91	5,97	5,86	5,84
30 хв	6,02	5,98	5,95	5,84	5,93	5,81	5,78
кінцева	5,98	5,97	5,9	5,81	5,88	5,76	5,75
Кількість накопиченого діоксиду вуглецю, см ³ CO ₂ /100 г тіста							
початкова	0	0	0	0	0	0	0
30 хв	118	135	145	150	125	138	148
60 хв	300	325	338	350	335	340	345
Об'єм тіста в циліндрі (газотримувальна здатність), см ³							
початкова	50	50	50	50	50	50	50
30 хв	125	128	130	138	128	132	130
60 хв	142	145	154	160	142	150	157

* середньоарифметичні значення, n=3; p≥0,95; δ=3-5%

З табл. видно, що кількість виділеного CO₂ зростає зі збільшенням дозування заквасок, найвище значення накопиченого CO₂ - 350 см³/100 г тіста з додаванням 30 % рисової та 335 см³/100 г тіста з додаванням 30 % гречаної. Контрольний зразок накопичив 300 см³ CO₂/100 г тіста.

Краще газоутворення в зразках з додаванням рисового борошна може бути пов'язано з також переважанням в складі гетероферментативних МКБ, які здатні виділяти газ.

Додавання заквасок сприяє зростанню початкової та кінцевої кислотності тіста, порівняно з контролем. Початкова кислотність тіста зросла на 0,4-0,8 град при додаванні гречаної та 0,2-0,8 град при додаванні рисової закваски.

Найбільше кислотність зросла за період бродіння в зразках тіста з 20 % та 30 % заквасок до маси борошняно-крохмальної суміші, на 0,8 град при додаванні гречаної та 0,6-0,8 град при додаванні рисової. Найнижчу накопичену кислотність мав контроль, в ньому кислотність зросла на 0,4 град.

Аналіз динаміки активної кислотності показав, що при внесенні заквасок у тісто, рН середовище знижується в міру зростання дозування від 10 до 30 %, з коефіцієнтами зворотної кореляції: (-0,97) – для гречаної закваски, (-0,99) – для рисової закваски.

Дані досліджень питомого об'єму тіста зразків із заквасками свідчать про покращення питомого об'єму тіста, порівняно з контролем, що узгоджується з даними газоутворювальної здатності. Ймовірно, зростання цього показника пов'язано як з інтенсифікацією бродіння в тісті, так і з кращим набуханням гідроколоїдів (ГПМЦ та камеді ксантану), внесених в тісто в якості структуроутворювачів.

Висновки до розділу 5

1. Експериментально доведено ефективність використання гречаної та вівсяної ЗСБ в технології пшеничного та пшенично-житнього хліба. Встановлено, що для пшеничного хліба додавання заквасок незначно погіршує об'єм хліба, гречана закваска дещо знижує показник формостійкості. В технології пшенично-житнього хліба також спостерігалось зниження об'єму та формостійкості зі зростанням дозування заквасок. Але

при цьому вироби мають приємний, яскраво виражений смак та аромат, еластичну м'якушку, рівномірну дрібну більш розвинену структуру пористості.

2. Обрано раціональні дозування заквасок для кожної технології. Встановлено, що в технології хліба з пшеничного борошна дозування вівсяної та гречаної заквасок становить 15 % до маси борошна; в технології пшенично-житнього хліба - 30 % до маси борошна.

Доведено позитивний ефект від використання гречаної та рисової заквасок в технології безглютенового хліба. Рекомендовано використовувати рисову закваску в кількості 30 %, а гречану закваску - в кількості 20 % до маси крохмально-борошняної суміші. За зазначеного дозування зростає об'єм та пористість виробів на 4-5 %, кислотність – на 0,8 град. Вони яскраво виражені смако-ароматичні властивості, опуклу гладеньку верхню скоринку та глянцеvu поверхню, покращується колір скоринки у виробах з гречаною закваскою.

3. Дослідження впливу заквасок на перебіг технологічного процесу, показали, що закваски здатні інтенсифікувати процеси дозрівання тіста, кислотонакопичення, виділення діоксиду вуглецю, а також забезпечення в'язко-пластичних характеристик.

4. Результати досліджень, висвітлені в розділі, опубліковано в [210-213], які наведено в додатку Д.

РОЗДІЛ 6. СПОЖИВЧА ТА ФІЗІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ

6.1. Обґрунтування рецептур та технології виробів з використанням заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур

Споживчу цінність хлібобулочних виробів формує їх хімічний склад, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості. Вони залежать від рецептурних інгредієнтів, технології та способу приготування тіста [214].

Попередніми дослідженнями (розд. 5) обґрунтовано ефективність використання ЗСБ із гречаного, вівсяного та рисового борошна в технології хліба. Це підтверджено актами промислової апробації таких технологій на підприємствах з дискретними умовами виробництва. Але тієї кількості борошна, яка міститься в заквасці, недостатньо для повноцінного збагачення виробів есенціальними речовинами з метою надання виробам оздоровчої дії. Для цього було проведення моделювання нових рецептур пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового видів хліба, виконано підбір рецептурних компонентів.

Крім борошна, до групи продуктів переробки круп'яних культур входять пластівці. Їх використання сумісно з пшеничним борошном дає можливість виробникам розширити асортимент продукції, оптимізувати технологічний процес та подовжити терміни збереження виробами свіжості.

Аналітичний огляд літератури показав, що найбільш цінними серед круп'яних культур за якістю білка, вмістом вітамінів, мінеральних речовин та ХВ є гречка та овес, тому обрано вівсяні та гречані пластівці. Варто звернути увагу, що гречані пластівці найбільш збалансовані за вітамінним складом, але відрізняються яскравим смаком та ароматом, тому внесення їх навіть невеликої кількості надає виробам специфічного «гречаного» присмаку [189].

Дослідження проведено в НУХТ показали, що дозування пластівців, яке дозволяє покращити хімічний склад виробів і при цьому незначно

впливає на їх якість, становить 10-20 %. Крім того, ефективним є замочування пластівців (в співвідношенні з водою 1:2), оскільки внесення їх в сухому вигляді погіршує показники якості виробів [189].

Дослідженнями в розд. 3 та 5 встановлено, що борошно зеленої гречки та вівсяне, які вносяться із ЗСБ, здатні погіршувати СМВ тіста, а заміна ними пшеничного борошна в рецептурі спричиняє зниження вмісту клейковини в тісті. Тому доцільно включати до складу рецептур виробів з їх додаванням 2-3 % СПК як структуроутворювача. Це дозволить покращити СМВ тіста, збільшити питомий об'єм та пористість готових виробів.

Для додаткового покращення смако-ароматичних властивостей обрано цукор білий кристалічний, виноград сушений, цибулю сушену, олію соняшникову.

При проведенні пробних лабораторних випікань безглютенового хліба за основу було взято рецептуру з патенту «Хліб безглютеновий смачний» [209]. Але борошняно-крохмальна суміш, яка використана в цій рецептурі, не забезпечує повною мірою покращення харчової цінності, оскільки в ній переважають крохмалевмісні інгредієнти, менш збалансовані за хімічним складом.

Попередніми дослідженнями, що описані в статті [212], підтверджено ефективність зменшення додавання рисового борошна з 40 % до 30 %, а замість борошна кукурудзяного додано борошно зеленої гречки, що покращить харчову цінність виробів. До того ж, більша кількість поживних речовин в тістовій системі сприятиме покращення життєдіяльності МКБ та дріжджів. Крім того, підібрано дозування ГПМЦ та камеді ксантану, яке забезпечує кращий стан поверхні та пористість безглютенового хліба. Розроблені рецептурні композиції хліба пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Рецептури розроблених виробів

Найменування сировини, кг	Хліб «Вівсяний аромат»	Хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Хліб безглютеновий «Гречано-рисовий»
Борошно пшеничне першого сорту	83,0	55,0	-
Борошно житнє обдирне	-	20,0	-
Борошно зеленої гречки	-	15,0	40,0
Борошно вівсяне	7,0	-	-
Борошно рисове	-	-	30,0
Вівсяні пластівці	10,0	-	-
Гречані пластівці	-	10,0	-
Крохмаль кукурудзяний	-	-	30,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,5	2,0	3,0
Сіль кухонна харчова	1,8	1,8	2,0
Цукор білий кристалічний	4,0	3,0	4,0
Олія соняшникова	3,0	3,0	-
Олія кукурудзяний	-	-	5,0
Суша пшенична клейковина	3,0	3,0	-
Виноград сушений	8,0	-	-
Цибуля сушена	-	1,0	-
ГПМЦ	-	-	1,0
Камедь ксантану	-	-	0,5
Вівсяні пластівці (посипка)	1,5	-	-
Гречані пластівці (посипка)	-	1,5	-

Проведено виробничу апробацію даних рецептур. Хліб «Вівсяний аромат» та «Пшенично-житній з гречаною закваскою» представлено на дегустаційному конкурсі новітніх розробок, де отримано високу оцінку експертів та дипломи I ступеня, що підтверджує їх високу споживчу цінність.

Для врахування всіх факторів, які впливають на якість розроблених виробів, проводили оцінку якості готових виробів за 100-бальною шкалою, рекомендованою МДУХП. За методикою [214] розраховано комплексний показник якості (КПЯ), побудовано профілограми якості розроблених виробів та контролю (рис. 6.1-6.3), а також розраховано їх площі. Результати розрахунку КПЯ, а також площі профілограм наведено в табл. 6.2-6.3. Для порівняння використовували контрольні зразки – хліб, випечений за рецептурами, які наведені в розд. 2.

Показники	Коефіцієнт вагомості	Зразки хліба					
		Пшеничний		Пшенично-житній		Безглютеновий	
		Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Гречано-рисовий»
Стан поверхні	0,5	Гладенька, глянцева, без, пухирців, тріщин та підривів (5,0)		Гладенька, глянцева, без, пухирців, тріщин та підривів (5,0)		Досить гладенька, глянцева, одиничні дрібні пухирці, ледь помітні дрібні тріщини та підриви (4,0)	
		2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0
Правильність форми	0,5	Куполоподібна верхня скоринка (5,0)		Куполоподібна верхня скоринка (5,0)		Помітно випукла верхня скоринка (3,0)	Випукла верхня скоринка (4,0)
		2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,0
Структура пористості	1,0	Пори дрібні і середні, тонкостінні, досить рівномірно розподілені (4,0)	Пори дрібні, тонкостінні, рівномірно розподілені (5,0)	Пори дрібні, тонкостінні, рівномірно розподілені (5,0)		Пори дрібні і середні, тонкостінні, досить рівномірно розподілені (4,0)	Пори дрібні, тонкостінні, рівномірно розподілені (5,0)
		4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Еластичність м'якушки	1,0	М'яка, еластична (4,0)	Дуже м'яка, ніжна, еластична (5,0)	Дуже м'яка, ніжна, еластична (5,0)		М'яка, еластична (4,0)	Дуже м'яка, ніжна, еластична (5,0)
		4,0	5,0	5,0	5,0	4,0	5,0
Колір м'якушки	1,0	Світло-жовтий, кремовий (5,0)	Жовтий з сірим відтінком (4,0)	Світло-коричневий (5,0)	Сірувато-коричневий (5,0)	Дуже світлий (5,0)	Світлий (4,0)
		5,0	4,0	5,0	5,0	5,0	4,0

Показники	Коефіцієнт вагомості	Зразки хліба					
		Пшеничний		Пшенично-житній		Безглютеновий	
		Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Гречано-рисовий»
Аромат	1,0	Виражений, властивий хлібу (4,0)	Виражений, з вівсяним ароматом, властивий хлібу (5,0)	Виражений оцтовокислий, властивий хлібу (4,0)	Виражений, «гречаний», властивий хлібу (5,0)	Слабо виражений, властивий хлібу (3,0)	Інтенсивно виражений, властивий хлібу (5,0)
		4,0	5,0	4,0	5,0	3,0	5,0
Смак	1,0	Виражений, характерний хлібний (4,0)	Інтенсивно виражений, з вівсяним присмаком, характерний хлібний (5,0)	Виражений, характерний хлібний (4,0)	Виражений, з гречано-цибулевим присмаком, характерний хлібний (5,0)	Недостатньо виражений, характерний хлібний (3,0)	Інтенсивно виражений, характерний хлібний (5,0)
		4,0	5,0	4,0	5,0	3,0	5,0
Розжовуваність м'якушки	0,5	Дуже ніжна, соковита, добре розжовується (5,0)		Дуже ніжна, соковита, добре розжовується (5,0)		Досить ніжна, соковита, добре розжовується (4,0)	Дуже ніжна, соковита, добре розжовується (5,0)
		2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5
Питомий об'єм	2,5	370	389	350	365	305	320
		11,5	12,0	10,5	11,5	8,5	9,0
Кислотність	2,5	2,8	4,0	6,2	6,5	1,6	3,4
		7,0	10,0	10,5	12,5	7,5	12,5
Комплексний показник якості		79,2	87,6	92,8	98,4	66,8	83,2

Таблиця 6.2. Бальна оцінка якості розроблених виробів (порівняно з контролем) з урахування коефіцієнтів вагомості



Рисунок 6.1. Профілограма якості пшеничного хліба



Рисунок 6.2. Профілограма якості пшенично-житнього хліба



Рисунок 6.3. Профілограма якості безглютенового хліба

Таблиця 6.3. Розраховані площі профілограм якості розроблених виробів

Показник	Зразки хліба					
	Пшеничний		Із суміші пшеничного та житнього борошна		Безглютеновий	
	Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Гречано-рисовий»
Площа профілограм якості, см ²	2,8	3,12	2,92	3,05	2,4	2,85

Використання ЗСБ спільно з підібраними рецептурними інгредієнтами дозволяє поліпшити якість пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового хліба. Порівнюючи з контрольними зразками, спостерігається зростання КПЯ в пшеничному хлібі на 10,7 % та площі профілограми – на 11,4 %; в пшенично-житньому – на 6 та 4,5 %; в безглютеновому – на 24,6 та 18,8 %, відповідно.

Принципово-технологічні схеми для кожного виду виробу зображені на рис. 6.4-6.6. Апаратурно-технологічна схема зображена на рис. 6.7.

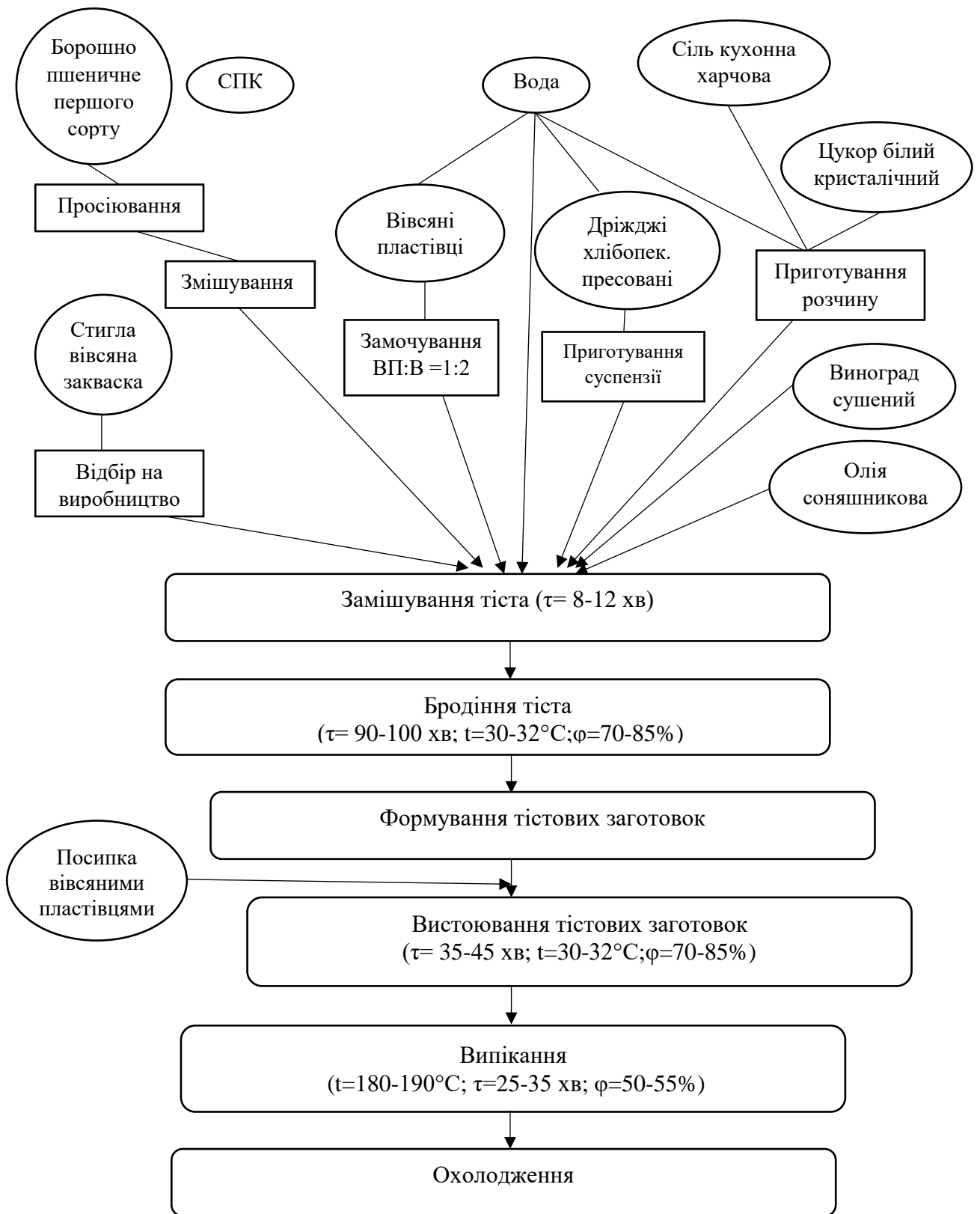


Рисунок 6.4. Принципово-технологічна схема виробництва хліба «Вівсяний аромат»

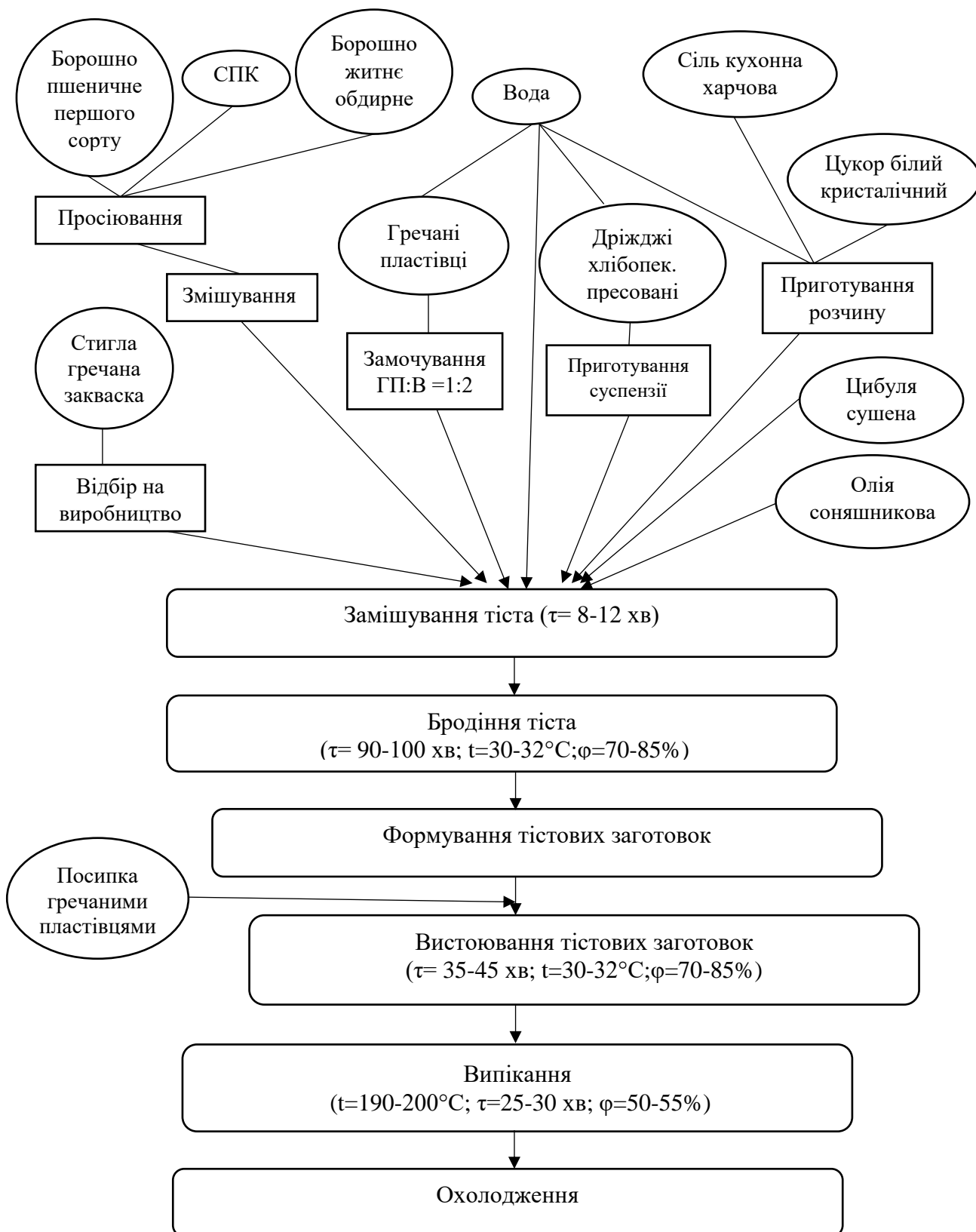


Рисунок 6.5. Принципово-технологічна схема виробництва хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою»

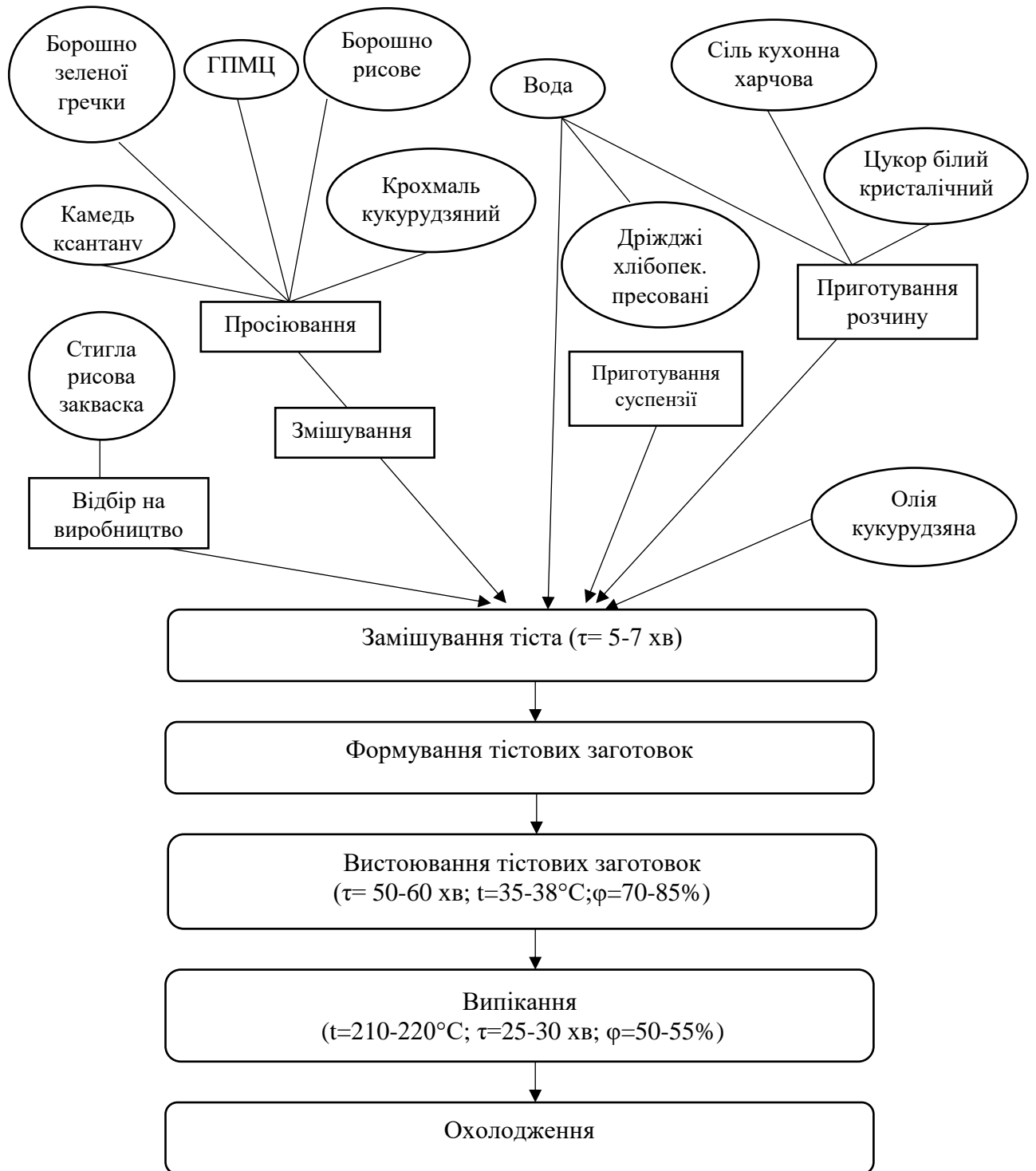


Рисунок 6.6. Принципово-технологічна схема виробництва безглютенового хліба «Гречано-рисовий»

Підготовка сировини до виробництва проводиться згідно з «Правилами з організації та ведення технологічного процесу на хлібопекарських

підприємствах», затвердженого наказом Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» від 19.07.2000 р. №37.

Для впровадження даних технологій виробів, ми пропонуємо для приготування заквасок використовувати ферментатор, який створює умови як для розвідного, так і для виробничого циклів ведення закваски. Ферментатори мінімізують ризики впливу навколишнього середовища на процес розведення заквасок, створюючи анаеробні умови ведення (без доступу кисню). Вони оснащені спеціальними місильними органами (лопатами), які забезпечують необхідну інтенсивність перемішування, адаптуючись до об'єму закваски та сенсорним дисплеєм, який здійснює зважування, необхідні розрахунки рецептури тощо. Вбудована холодильна установка в конструкцію ферментатора забезпечує консервування заквасок, ефективність якого було експериментально доведено в розд. 4. Найбільш поширеними марками ферментаторів є Tradilevain (Італія), Arach (Італія) [215]. У разі відсутності ферментатора приготування закваски можна здійснювати в діжах.

Апаратурно-технологічні схеми виготовлення виробів наведені на рис. 6.7-6.9.

Опис технології пшеничного хліба «Вівсяний аромат».

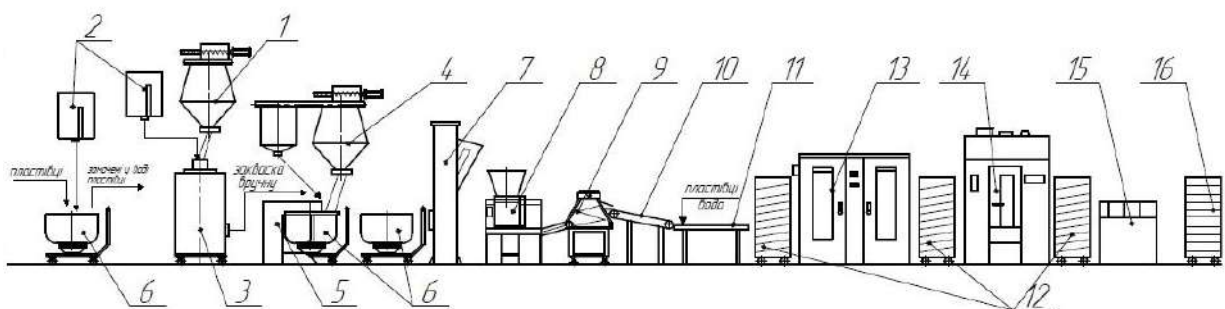


Рисунок 6.7. Апаратурно-технологічна схема виготовлення пшеничного хліба «Вівсяний аромат»: 1- дозатор борошна; 2- водомірний бачок; 3- ферментатор; 4- комплексний дозатор рідких та сипких компонентів; 5- тістомісильна машина; 6- діжа; 7- діжеперекидач; 8- тістоподільник; 9-

тістоокруглювач; 10- транспортер; 11- виробничий стіл; 12- вагонетки для випікання та вистоювання; 13- шафа для вистоювання; 14- ротаційна піч; 15- пакувальна машина; 16- вагонетка для готової продукції.

СПК попередньо змішують з борошном пшеничним першого сорту. Готують дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, вівсяні пластівці попередньо замочують у воді в діжі (6) (співвідношення 1:2). Кількість води розраховують, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста. Закваску вівсяну готують в ферментаторі (3), куди дозатором (1) та водомірним бачком (2) подається вівсяне борошно та вода.

Приготування тіста здійснюється у тістомісильній машині періодичної дії (5), тривалість замісу тіста 8-12 хв залежно від типу машини. В тістомісильну машину дозують комплексним дозатором рідких та сипких компонентів (4): борошно пшеничне першого сорту із сухою пшеничною клейковиною, вівсяні пластівці, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію соняшникову. Вівсяну закваску, попередньо вимитий та висушений виноград дозують вручну. Після замішування тісто залишають для бродіння до накопичення необхідної кислотності і досягнення максимального об'єму 90-100 хв.

Готове тісто поділяють на шматки масою 0,37-0,47 кг за допомогою тістоподільнику (8), далі тісто надходить до тістоокруглювача (9). Сформовані заготовки укладають вручну в форми на столі (11), форми укладають на вагонетки (12) і направляють на остаточне вистоювання в шафу (13).

Тривалість вистоювання становить 35-45 хв залежно від маси тістових заготовок за температури 30-32 °С та відносної вологості повітря 70-85 %. Перед посадкою в піч тістові заготовки обприскують водою та посипають вівсяними пластівцями.

Випікання здійснюють у зволоженій пекарській камері (13) за температури 180-190 °С протягом 25-35 хв залежно від маси виробу. Охолоджуються та упаковуються на пакувальній машині (15).

Опис технології хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою».

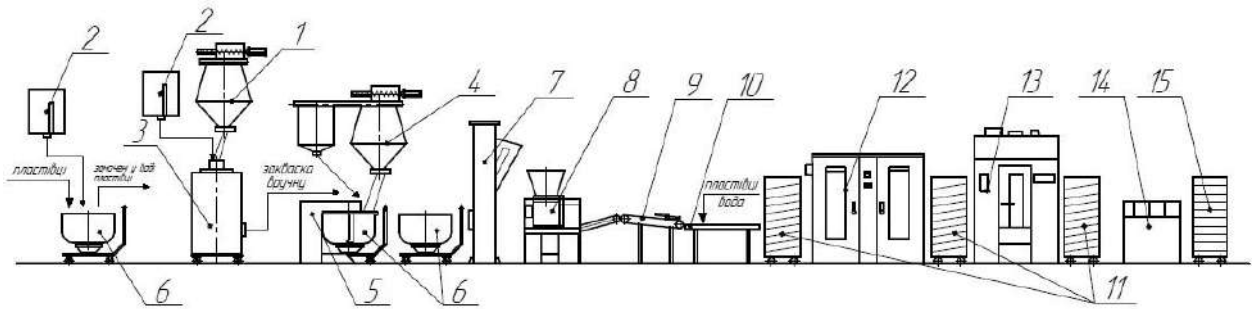


Рисунок 6.8. Апаративно-технологічна схема виготовлення хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою»: 1- дозатор борошна; 2- водомірний бачок; 3- ферментатор; 4- комплексний дозатор рідких та сипких компонентів; 5- тістомісильна машина; 6- діжа; 7- діжеперекидач; 8- тістоподільник; 9- стрічковий округлювач; 10- виробничий стіл; 11- вагонетки для випікання та вистоювання; 12- шафа для вистоювання; 13- ротаційна піч; 14- пакувальна машина; 15- вагонетка для готової продукції.

СПК попередньо змішують з борошном пшеничним першого сорту та житнім обдирним. Готують дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, гречані пластівці попередньо замочують у воді в діжі (6) (співвідношення 1:2). Кількість води розраховують, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста. Закваску гречану готують в ферментаторі (3), куди дозатором (1) та водомірним бачком (2) подається борошно зеленої гречки та вода.

Приготування тіста здійснюється у тістомісильній машині періодичної дії (5), тривалість замісу тіста 8-12 хв залежно від типу машини. В тістомісильну машину дозують комплексним дозатором рідких та сипких компонентів (4): борошно пшеничне першого сорту та житнє борошно обдирне із сухою пшеничною клейковиною, гречані пластівці, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію соняшникову. Після замішування тісто залишають для бродіння до накопичення необхідної кислотності і досягнення максимального об'єму (90-100 хв). Гречану закваску та сушену цибулю додають вручну.

Готове тісто поділяють на шматки масою 0,42-0,52 кг на тістоподільнику (8) і піддають формуванню на стрічковому округлювачі (9) на тістові заготовки овальної форми. Сформовані заготовки укладають вручну в форми на столі (10), форми укладають на вагонетки (11) і направляють на вистоювання в шафу (12).

Тривалість вистоювання 35-45 хв залежно від маси тістових заготовок за температури 30-32 °С та відносної вологості повітря 70-85 %. Перед посадкою в піч тістові заготовки обприскують водою та посипають гречаними пластівцями.

Випікання здійснюють у зволоженій пекарській камері печі (13) за температури 190-200 °С протягом 25-30 хв залежно від маси виробу. Охолоджуються та упаковуються на пакувальній машині (14).

Опис технології безглютенового хліба «Гречано-рисовий».

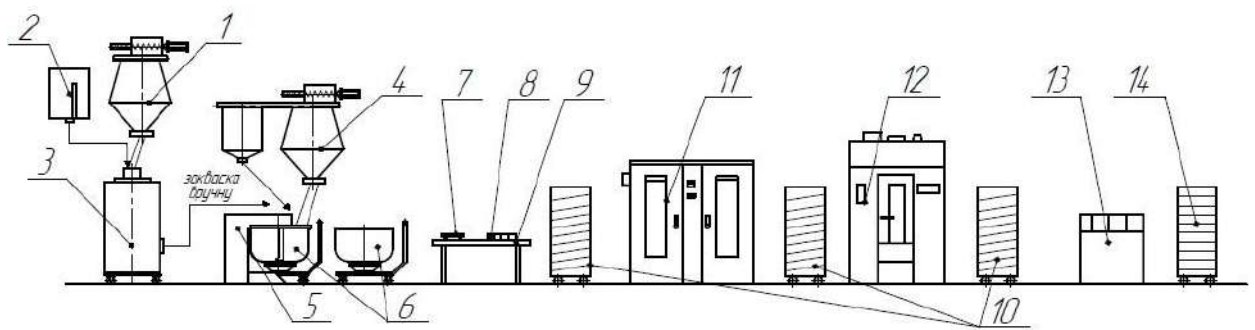


Рисунок 6.8. Апаратурно-технологічна схема виготовлення хліба «Гречано-рисовий»: 1- дозатор борошна; 2- водомірний бачок; 3- ферментатор; 4- комплексний дозатор рідких та сипких компонентів; 5- тістомісильна машина; 6- діжа; 7- ваги; 8- форми; 9- стіл для зважування тіста та укладення в форми; 10- вагонетки для випікання та вистоювання; 11- шафа для вистоювання; 12- ротаційна піч; 13- пакувальна машина; 14- вагонетка для готової продукції.

За допомогою дозатора сипких компонентів в діжу дозується гречане та рисове борошно. Вручну подається до тістомісильної машини крохмаль, камедь ксантану та ГПМЦ. Сипкі компоненти попередньо перемішуються протягом 1-2 хв, потім в діжу подається дріжджова суспензія, цукровий та

сольовий розчини, олія. Рисову закваску додають вручну. Попередньо готується закваска спонтанного бродіння з рисового борошна в ферментаторі (3), куди дозатором (1) та водомірним бачком (2) подається борошно рисове та вода.

В тістомісильну машину дозують комплексним дозатором рідких та сипких компонентів (4): попередньо змішані сухі компоненти (борошно гречане, рисове, крохмаль, ГПМЦ, камедь ксантану), Замішують тісто у тістомісильній машині (5) до утворення однорідної маси протягом 5-7 хв залежно від типу машини.

Готове тісто ділять на тістові заготовки масою 0,22-0,33 кг, зважуючи вручну на вагах (7) в форми (8) на виробничому столі (9). Процес бродіння в технології безглютенових виробів відсутній, тому після поділу в форми, їх укладають на вагонетки (10) та відразу направляють на вистоювання в шафу (11).

Вистоювання тістових заготовок проводять у шафі для вистоювання при температурі 35-38 °С і відносній вологості 75-80 %. Тривалість вистоювання становить 50-60 хв залежно від умов вистоювання, якості сировини та маси тістової заготовки.

Вистояні тістові заготовки випікають у зволоженій хлібопекарській камері печі (12) при температурі 210-220 °С протягом 25-30 хв залежно від маси виробів. Охолоджуються та упаковуються на пакувальній машині (13).

Температурний режим, тривалість вистоювання та випікання виробів можуть змінюватися, залежно від якості сировини та умов виробництва.

6.2. Аналіз харчової цінності та калорійності

За Інструкцією [185], було проведено розрахунки харчової цінності та калорійності розроблених виробів, порівняно з контрольними зразками. Результати наведено в табл. 6.8.

Таблиця 6.8. Харчова та енергетична цінність виробів

Харчові речовини, г (мг) на 100 г виробу	Зразки хліба					
	Пшеничний		Із суміші пшеничного та житнього борошна		Безглютеновий	
	Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Гречано-рисовий»
Білки, г	7,9	8,9	8,0	10,0	1,85	4,1
Жири, г	1,4	4,1	1,5	3,3	2,1	3,0
з них насичені жирні кислоти	0,2	0,6	0,3	0,5	0,3	0,7
Вуглеводи, г	50,1	47,0	48,2	40,0	50,5	41,0
в т.ч. цукри	2,1	4,8	2,75	2,8	2,5	2,7
крохмаль	47,8	40,8	45,3	37,0	47,6	38,3
Харчові волокна, г	3,0	4,0	3,4	4,9	0,7	1,4
Вітаміни, мг:						
В ₃ (ніацин)	-	-	-	0,5	0,2	0,8
В ₄ (холін)	0,6	1,3	-	-	-	-
В ₉ (фолієва кислота)	10,2	19,3	-	4,4	1,2	8,6
РР	0,6	0,8	0,2	1,5	0,2	1,4
Н	0,8	1,5	-	2,8	1,0	4,7
Е	0,1	0,2	-	0,9	0,3	1,5
Мінеральні речовини, мг.:						
Mg	25,6	35,0	18,2	50,3	10,1	117,8
P	88,2	95,3	38,4	106,3	60,0	87,4
Zn	0,5	1,2	-	0,5	0,2	0,8
Fe	1,2	2,1	0,5	2,1	0,3	1,7
Енергетична цінність, ккал/кДж	250/1046	255/1067	277,0/1159	230,0/962	222,6/931,4	218/912

Отримані результати свідчать, що найбільше харчова цінність покращується для безглютенового хліба. Так, підібрана композиція рецептурних інгредієнтів підвищує вміст білка в 2,2 рази, ХВ – в 2,0 рази, вітамінів В₉, РР та Е – в 7,2 рази, 7 разів та 5 разів, відповідно. При цьому вміст крохмалю зменшується в 1,2 рази. Кількість макро та мікронутрієнтів (Mg, Fe, Zn, Fe) зросла в середньому в 4-11,8 разів. В пшеничному хлібі зросла кількість білка в 1,1 рази, харчових волокон – 1,3 рази, а мікронутрієнтів (Zn, Fe) – в 1,8-2,4 рази. При цьому вміст крохмалю

зменшується на 1,2 рази. Щодо пшенично-житнього хліба, вміст білка та харчових волокон зростає в 1,25 та 1,4 рази, а кількість крохмалю зменшується в 1,2 рази. Вміст макро та мікронутрієнтів (Mg, Fe, Zn, Fe) зростає в середньому в 2,8-4,2 разів.

Розраховували покриття добової потреба в основних нутрієнтах для жінок 30-39 років, працівників переважно розумової праці з легкою фізичною активністю (група фізичної активності - 1, коефіцієнт фізичної активності - 1,4) при споживанні 277 г хліба (денна норма хліба) відповідно до «Норм фізіологічних потреб населення в основних харчових речовинах та енергії» [216].

Таблиця 6.9. Забезпечення добової потреби в основних нутрієнтах при споживанні 277 г пшеничного хліба

Харчові речовини	Добова потреба	Пшеничний			
		Міститься в 277 г хліба		Покриття добової потреби,%	
		Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Вівсяний аромат»
Білки	52 г	21,9	24,7	43,1	47,5
Жири	53 г	3,9	11,4	7,4	21,5
Вуглеводи	304 г	138,8	130,0	45,7	42,8
Харчові волокна	25 г	8,3	11,08	33,2	44,3
Вітаміни:					
В ₉ (фолієва кислота)	200 мкг	28,3	53,5	14,2	26,8
РР	16 мг	1,7	2,2	10,6	13,8
Н	100 мкг	2,2	4,2	2,2	4,2
Е	15 мг	0,3	0,6	2,0	4,0
Мінеральні речовини:					
Mg	350 мг	70,9	97,0	20,3	27,7
P	1200 мг	244,3	264,0	20,4	22,0
Zn	12 мг	1,4	3,3	11,7	27,5
Fe	17 мг	3,3	5,8	19,4	34,1
Енергетична цінність	2300 ккал	692,5	637,1	30,1	30,7

При споживанні 277 г пшеничного хліба підвищується покриття добової потреби в ХВ з 33,2 % в контрольному зразку до 44,3 % в хлібі «Вівсяний аромат» з додаванням функціональних інгредієнтів. Дещо зростає

і забезпечення добової потреби білка (на 10,2 % більше, ніж в контролі). Також покривається потреба в рослинних жирах на 21,5 %.

Із вітамінів, варто відмітити фолієву кислоту, покриття добової потреби якої зросло в 1,9 раз, а з мікронутрієнтів - цинк, залізо – в 2,4 та 1,8 разів, порівняно з контролем.

Таблиця 6.10. Забезпечення добової потреби в основних нутрієнтах при споживанні 277 г пшенично-житнього хліба

Харчові речовини	Добова потреба	Із суміші пшеничного та житнього борошна			
		Міститься в 277 г хліба		Покриття добової потреби, %	
		Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»
Білки	52 г	22,2	27,7	42,7	53,3
Жири	53 г	4,2	9,1	7,9	17,2
Вуглеводи	304 г	116,3	110,8	38,3	36,4
Харчові волокна	25 г	9,4	13,6	37,6	54,4
Вітаміни:					
В ₃ (ніацин)	20 мг	-	1,4	-	7,0
В ₉ (фолієва кислота)	200 мкг	-	12,2	-	6,1
РР	16 мг	0,6	4,2	3,8	26,3
Н	100 мкг	-	7,8	-	7,8
Е	15 мг	-	2,5	-	16,7
Мінеральні речовини:					
Mg	350 мг	50,4	139,3	14,4	39,8
P	1200 мг	106,4	294,5	8,9	24,5
Zn	12 мг	-	1,4	-	11,7
Fe	17 мг	1,4	5,8	8,2	34,1
Енергетична цінність	2300 ккал	637,1	767,3	27,7	33,4

При споживанні 277 г пшенично-житнього хліба підвищується покриття добової потреби в білках та ХВ на 24,8 та 44,7 %, відповідно, порівняно з контролем.

Із вітамінів та макроелементів, варто відмітити фолієву кислоту, вітамін Е та цинк, які відсутні у контрольного зразка, а в розробленій рецептурі хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою» потреба в них покривається на 6,1, 16,7 та 11,7 %, відповідно. А покриття добової потреби

РР та заліза зросло з 3,8 та 8,2 % в контролі до 26,3 та 34,1 % в збагаченому хлібі.

Таблиця 6.11. Забезпечення добової потреби в основних нутрієнтах при споживанні 277 г безглютенового хліба

Харчові речовини	Добова потреба	Безглютеновий			
		Міститься в 277 г хліба		Покриття добової потреби, %	
		Контроль	«Гречано-рисовий»	Контроль	«Гречано-рисовий»
Білки	52 г	5,1	11,4	9,8	21,9
Жири	53 г	5,8	8,3	10,9	15,7
Вуглеводи	304 г	144,3	113,6	47,5	37,4
Харчові волокна	25 г	0,19	4,0	0,008	16,0
Вітаміни:					
В ₃ (ніацин)	20 мг	0,6	2,2	3,0	11,0
В ₉ (фолієва кислота)	200 мкг	3,3	23,8	1,7	11,9
РР	16 мг	0,6	4,0	3,8	25,0
Н	100 мкг	2,8	13,0	2,8	13,0
Е	15 мг	0,8	4,2	5,3	28,0
Мінеральні речовини:					
Mg	350 мг	27,0	326,3	7,7	93,2
P	1200 мг	166,2	242,1	13,9	20,2
Zn	12 мг	0,6	2,2	5	18,3
Fe	17 мг	0,8	4,7	4,7	27,6
Енергетична цінність	2300 ккал	616,6	603,9	26,8	26,3

При споживанні 277 г безглютенового хліба покриття добової потреби в білку та ХВ становить 21,9 та 16,0 %, відповідно. Також покривається потреба в рослинних жирах на 15,7 %.

Із вітамінів, покриття добової потреби зростає для всіх, які наведені в табл. 6.11, але варто відмітити ніацин, РР та Е – в 3,7-6,6 раз.

Щодо мікро- та макроелементів, то найбільше зросли значення для магнію та заліза – добова потреба в них покривається на 93,2 та 27,6 %.

6.3. Вплив заквасок на зміни структурно-механічних властивостей м'якушки хліба в процесі зберігання

Черствіння хліб є результатом складних фізико-хімічних колоїдних і біохімічних процесів, змін в крохмальній та білковій структурах, втратою

вологи та летких сполук. Процес черствіння найчастіше пов'язують з ущільненням структури та об'єму крохмальних зерен, що відбувається в результаті його ретроградації (старіння).

Такі зміни призводять до погіршення СМВ м'якушки хліба. Вона набуває жорсткості, втрачає пружність та еластичність, здатність поглинати воду, смак та аромат виробів, підвищується крихкуватість [99, 195, 217].

Досліджували як змінюються СМВ хліба в зразках хліба за розробленими рецептурами, порівняно з контрольними. Про вплив заквасок та інших рецептурних інгредієнтів робили висновок за зміною деформації м'якушки за допомогою пенетрометра на початку та вкінці зберігання. Результати наведено в табл. 6.12.

Таблиця 6.12. Зміна структурно-механічних властивостей м'якушки хліба (за пенетрометром)

Зразки хліба, термін зберігання	Загальна деформація м'якушки, од. приладу ΔH_1^*	Збереження свіжості, %
Пшеничний		
<i>4 год зберігання</i>		
Контроль	78	100
«Вівсяний аромат»	74	100
<i>48 год зберігання</i>		
Контроль	35	44,9
«Вівсяний аромат»	40	54,0
Із суміші пшеничного та житнього борошна		
<i>4 год зберігання</i>		
Контроль	87	100
«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	88	100
<i>48 год зберігання</i>		
Контроль	45	51,7
«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	55	62,5

Продовження табл. 6.12

Зразки хліба, термін зберігання	Загальна деформація м'якушки, од. приладу ΔH_1^*	Збереження свіжості, %
Безглютеновий		
<i>4 год зберігання</i>		
Контроль	86	100
«Гречано-рисовий»	90	100
<i>48 год зберігання</i>		
Контроль	18	20,9
«Гречано-рисовий»	25	27,8

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5$ %

Дані табл. 6.12 свідчать, що в розроблених видах хліба спостерігалась менша ступінь черствіння, тобто вище значення деформації через 48 год зберігання. Так, підібрані рецептурні композиції дозволили зменшити черствіння в пшеничному хлібі на 20,3 %, пшенично-житньому хлібі – на 20,9 % та безглютенового – на 33,0 %, порівняно з контрольними зразками.

Хліб з вівсяною закваскою проявляє меншу схильність до черствіння, ймовірно через структуру вівсяного крохмалю, який здатний уповільнювати процес «старіння», що досягається високою ВПЗ та водоутримувальною здатністю. В хлібі з гречаною закваскою та пластівцями це може бути пов'язано з високою здатністю поглинати та утримувати вологу продуктів переробки гречки. Також позитивний вплив на гальмування процесів черствіння має СПК [189]. Поряд з дослідженням СМВ досліджували зміни крихкуватості м'якушки та зміну гідрофільних властивостей хліба протягом 48 год зберігання. Результати дослідження наведені в табл. 6.13-6.14.

Таблиця 6.13. Крихкуватість м'якушки досліджуваних видів хліба

Термін зберігання, % через*	Зразки хліба					
	Пшеничний		Із суміші пшеничного та житнього борошна		Безглютеновий	
	Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Пшенично- житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Гречано- рисовий»
4 год	3,0	2,8	2,6	2,4	3,4	3,0
24 год	4,6	4,3	5,0	4,2	5,6	5,3
48 год	5,6	5,1	7,0	6,0	8,0	7,4

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5$ %

Таблиця 6.14. Водопоглинальна здатність м'якушки

Кількість води, яку поглинає м'якушка, % через*	Зразки хліба					
	Пшеничний		Із суміші пшеничного та житнього борошна		Безглютеновий	
	Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Гречано-рисовий»
4 год	405	430	495	520	260	270
24 год	380	424	460	508	220	235
48 год	320	358	430	490	180	190

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5$ %

Дослідження крихкуватості м'якушки хліба показало, що в процесі зберігання, внаслідок зменшення міцності стінок пор досліджуваного хліба, цей показник збільшувався [217]. Крихкуватість хліба протягом зберігання збільшувалась рівномірно, що пояснюється поступовим зниженням масової частки вологи. Порівняно з контрольними зразками, хліб «Вівсяний аромат» мав на 8,9 % меншу крихкуватість. Це може пояснюватись внесенням вівсяного борошна із закваскою та вівсяних пластівців, які мають в складі компоненти з високою водоутримувальною здатністю. Хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою» мав меншу крихкуватість на 14,3 %, порівняно з контролем, очевидно, що завдяки сумісному впливу закваски та гречаних пластівців, які повільніше поглинають воду, але утримують її значно довше. [189]. Приготування безглютенового хліба на заквасці сприяло зниженню крихкуватості м'якушки хліба на 7,5 %.

Визначення гідрофільних властивостей м'якушки хліба показали, що через 48 год зберігання хліб «Вівсяний аромат», «Пшенично-житній з гречаною закваскою», «Гречано-рисовий» поглинають на 11,9, 14,0, 5,6 % більше води, порівняно з контролем, що свідчить про зменшення черствіння виробів та можливість подовження терміну зберігання. Очевидно, в цьому відіграє роль додавання пластівців та вівсяного борошна в заквасці, які

характеризуються високим поглинанням води. Зміна крихкуватості в безглютеновому хлібі «Гречано-рисовий» була близька до контролю.

Отримані дані аналізу крихкуватості та гідрофільних властивостей м'якушки узгоджуються з результатами зміни її деформації, тобто, хліб, виготовлений за розробленими рецептурами проявляє кращі споживчі властивості, порівняно з контрольними зразками.

6.4. Вплив заквасок на вміст ароматичних речовин в хлібі

Аромат хліба є одним із основних органолептичних показників якості виробів, що забезпечують переваги вибору даного виду продукції у споживачів, тому його стійкість в процесі зберігання є суттєвою ознакою. Аромат формують карбонільні сполуки (леткі кислоти, спирти, ефіри, альдегіди та кетони), які утворюються в процесі бродіння тіста та випікання хліба і залежать від складу рецептури, способу приготування тіста та стадії його випікання [207, 205]. Було досліджено вміст бісульфітзв'язуючих сполук в скоринці та м'якушці виробів протягом 72 год зберігання за методом Токаревої та Кретовича, який базується на зв'язуванні карбонільних сполук бісульфіт натрієм. Результати наведено в табл. 6.15.

Таблиця 6.15. Вміст ароматоутворюючих речовин в хлібі, мг-екв на 100 г СР

Зона відбору	Зразки хліба					
	Пшеничний		Із суміші пшеничного та житнього борошна		Безглютеновий	
	Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Гречано-рисовий»
<i>Через 4 год*</i>						
м'якушка	5,1	8,2	8,4	11,0	3,1	7,6
скоринка	16,2	22,1	20,8	25,6	10,0	18,0
<i>Через 24 год</i>						
м'якушка	5,8	8,8	9,5	12,0	3,5	8,4
скоринка	15,6	20,8	19,0	24,4	9,0	17,2
<i>Через 48 год</i>						
м'якушка	4,8	7,6	8,0	10,4	2,5	7,2
скоринка	15,0	20,2	18,2	23,2	8,1	16,2
<i>Через 72 год</i>						

м'якушка	4,4	7,2	7,4	9,8	2,4	6,5
скоринка	14,5	19,8	17,4	23,0	7,8	16,0

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5\%$

Встановлено, що у всіх розроблених зразках хліба підвищується початковий вміст ароматичних сполук. Їх приріст був найбільшим в безглютеновому хлібі, в скоринці в 1,8 разів більше, а в м'якушці – в 1,9 раз більше, ніж в контрольному зразку. Найменший приріст був в пшенично-житньому хлібі - в 1,2 рази більше в скоринці, а в м'якушці – в 1,3 рази більше, ніж в контрольному зразку. Але протягом зберігання їх кількість безперервно знижується.

В перші 24 год зберігання кількість бісульфітзв'язуючих сполук в м'якушці хліба незначно зростає. Ймовірно, це пов'язано з їх переходом зі скоринки в м'якушку, оскільки основна частка ароматичних сполук накопичується в скоринці. При подальшому зберіганні вміст ароматоутворюючих знижується, як в м'якушці, так і в скоринці.

Варто відмітити, що на 72 год зберігання втрати карбонільних сполук були більшими в безглютеновому хлібі «Гречано-рисовий», на 12,5 % більше в скоринці та 16,9 % більше в м'якушці, порівняно з іншими розробленими зразками.

Порівняно з контрольними зразками, хліб «Вівсяний аромат» та «Пшенично-житній з гречаною закваскою» втратили менше ароматичних сполук. В хлібі «Вівсяний аромат» кількість сполук зменшилась на 11,6 % в скоринці та 13,9 % в м'якушці, тоді як в контрольному зразку – на 15,9 % та 15,7 %, відповідно. В хлібі «Пшенично-житній з гречаною закваскою» значення зменшились на 11,3 % в скоринці та 12,2 % в м'якушці, тоді як в контрольному зразку – на 13,5 % та 19,5 %, відповідно. Отримані результати можуть бути пов'язані з більш глибоким гідролізом високомолекулярних сполук до низькомолекулярних, в результаті чого накопичується більша кількість ароматичних сполук, а також життєдіяльністю ароматоутворюючих мікроорганізмів заквасок.

6.5. Вплив заквасок на мікробіологічні показники готових виробів

Важливими із групи споживчих властивостей є мікробіологічний стан готової продукції. Оскільки, закваски здатні впливати на мікробіологічну чистоту хліба, проводили дослідження мікробіологічних показників якості контрольних та розроблених зразків через 72 год зберігання (після зберігання за температури (20 ± 2) °C та відносної вологості (75 ± 2) %). Результати наведені в табл. 6.16.

Таблиця 6.16. Мікробіологічні показники готових виробів

Показник, КУО/Г*	Зразки хліба					
	Пшеничний		Із суміші пшеничного та житнього борошна		Безглютеновий	
	Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Гречано-рисовий»
КМАФАМ	$5,1 \times 10^3$	$2,6 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$6,0 \times 10^3$	$4,5 \times 10^3$
Плісеневі гриби	$0,8 \times 10^2$	$0,5 \times 10^2$	$0,9 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,5 \times 10^3$	$0,3 \times 10^2$
Спороутвор. бактерії	$3,8 \times 10^3$	$6,6 \times 10^2$	$4,4 \times 10^2$	$7,0 \times 10^2$	$8,4 \times 10^3$	$4,0 \times 10^2$
Бактерії групи кишкової палички	Не виявлено		Не виявлено		Не виявлено	
Гнильні бактерії	$<10^3$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^3$	$<10^2$
Бактерії <i>Leuconostoc</i>	$<10^2$		$<10^2$		$<10^2$	

* середньоарифметичні значення, $n=3$; $p \geq 0,95$; $\delta=3-5$ %

Результати аналізу підтверджують позитивний вплив заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур на мікробіологічний стан хліба. Так, в безглютеновому хліба кількість КМАФАМ несуттєво зменшилась, порівняно з контролем, але при цьому кількість гнильних та спороутворюючих бактерій суттєво знизилась. Ймовірно, використання вівсяної закваски в хлібі «Вівсяний аромат», яка має вищу кислотність, позитивно вплинуло на пригнічення розмноження спороутворюючих та гнильних бактерій, кількість яких зменшилась, порівняно з контролем. В пшенично-житньому хлібі, між контрольним зразком та хлібом з гречаною

закваскою суттєвих відмінностей в мікробіологічних показниках не відбулось, перевищення кількості мікроорганізмів не зафіксовано.

Зберігання хліба в вологому середовищі та високій температурі може провокувати процеси пліснявіння. Як відомо, внесення заквасок сприяє гальмуванню цих процесів та покращенню мікробіологічної чистоти хліба [196]. Було досліджено ефективність заквасок проти пліснявіння хліба. Результати дослідження наведено в табл. 6.17.

Таблиця 6.17. Мікробіологічний стан хліба при зберіганні в умовах, які здатні спровокувати пліснявіння

Зберігання протягом, год	Зразки хліба					
	Пшеничний		Із суміші пшеничного та житнього борошна		Безглютеновий	
	Контроль	«Вівсяний аромат»	Контроль	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Контроль	«Гречано-рисовий»
24 год	Ознак пліснявіння не виявлено		Ознак пліснявіння не виявлено		Ознак пліснявіння не виявлено	
48 год	Ознак пліснявіння не виявлено		Ознак пліснявіння не виявлено		Виявлено плісняву	Ознак пліснявіння не виявлено
72 год	Ознак пліснявіння не виявлено		Ознак пліснявіння не виявлено		Виявлено плісняву	Ознак пліснявіння не виявлено

Згідно даних табл. 6.17, при зберіганні хліба протягом 72 год пліснявіння спостерігалось в безглютеновому хлібі без внесення закваски.

Використання вівсяної та гречаної заквасок в пшеничному та пшенично-житньому видах хліба було так само ефективно, як і традиційні пшенична та житня закваска, що були внесені в контрольні зразки хліба.

Відомо, що кисле середовище, яке створюють закваски в тістовій системі, пригнічує розвиток картопляної хвороби в пшеничному хлібі [196]. Досліджували ефективність вівсяної закваски в гальмуванні розвитку картопляної хвороби хліба «Вівсяний аромат», паралельно порівнювали результати з контрольним зразком з пшеничною закваскою.

Таблиця 6.18. Вплив закваски на розвиток картопляної хвороби в пшеничному хлібі

Тривалість термостатування протягом, год	Зразки пшеничного хліба	
	Контроль	«Вівсяний аромат»
24 год	Запах відсутній, м'якушка без ознак хвороби	Запах відсутній, м'якушка без ознак хвороби
48 год	Запах відсутній, м'якушка без ознак хвороби	Запах відсутній, м'якушка без ознак хвороби
72 год	Запах відсутній, м'якушка без ознак хвороби	Запах відсутній, м'якушка без ознак хвороби

Результати свідчать, що при зберіганні хліба протягом 72 год в контрольному зразку з пшеничною та досліджуваному зразку з вівсяною закваскою ознаки хвороби не проявились, в м'якушці хліба характерних змін не виявилось. Тобто, вівсяна закваска, як і пшенична, яку ми додавали до контрольного зразку, здатна сповільнювати швидкість розвитку картопляної хвороби протягом нормативного терміну зберігання хліба (72 год).

Висновок до розділу 6

1. Розроблено нові види хліба: пшеничний «Вівсяний аромат» з вівсяною закваскою, «Пшенично-житній з гречаною закваскою» та безглютеновий «Гречано-рисовий» з рисовою закваскою. Підібрані рецептурні композиції спільно із заквасками покращують споживчі властивості хліба, про що свідчить зростання КПЯ в пшеничному хлібі на 10,7 % та площі профілограми – на 11,4 %; в пшенично-житньому – на 6,0 та 4,5 %; в безглютеновому – на 24,6 та 18,8 %, відповідно, порівняно з контрольними зразками.

2. Додавання борошна зеленої гречки в безглютеновий хліб підвищує вміст білка в 2,2 рази, харчових волокон – в 2,0 разів, вітамінів В₉, РР та Е – в 7,2 рази, 7 разів та 5 разів, відповідно. В пшеничному хлібі за рахунок вівсяної закваски, пластівців та СПК зросла кількість білка в 1,1 рази, харчових волокон – в 1,3 рази. В пшенично-житньому хлібі, завдяки додаванню гречаної закваски, пластівців та СПК вміст білка та харчових волокон зросли в 1,25 та 1,4 рази, відповідно.

3. При споживанні 277 г безглютенового хліба жінками 30-39 років, що зайняті розумової праці з легкою фізичною активністю підвищується

покриття добової потреби в білку та харчових волокнах, вітамінах РР, Е, макро- та мікронутрієнтах магнію, цинку, заліза.

4. В розроблених видах хліба спостерігалась менша ступінь черствіння через 48 год зберігання. Так, підібрані рецептурні композиції дозволили зменшити черствіння в пшеничному хлібі на 20,3 %, пшенично-житньому хлібі – на 20,9 %, та безглютенового – на 33,0 %, порівняно з контрольними зразками.

5. Порівняно з контрольними зразками, хліб «Вівсяний аромат» мав на 8,9 % меншу крихкуватість. Хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою» мав меншу крихкуватість на 14,3 %, порівняно з контролем. Приготування безглютенового хліба на заквасці сприяло зниженню крихкуватості м'якушки хліба на 7,5 %.

6. Визначення гідрофільних властивостей м'якушки хліба показали, що через 48 год зберігання хліб «Вівсяний аромат», «Пшенично-житній з гречаною закваскою» поглинають на 11,9 та 14,0 % більше води, порівняно з контролем, що свідчить про зменшення черствіння виробів та можливість подовження терміну зберігання.

7. Встановлено, що приріст ароматичних сполук був найбільшим в безглютеновому хлібі, в скоринці в 1,8 разів більше, а в м'якушці – в 2,5 раз більше, ніж в контрольному зразку. Найменший приріст був в пшенично-житньому хлібі - в 1,2 рази більше в скоринці, а в м'якушці – в 1,3 рази більше, ніж в контрольному зразку.

8. Досліджено, що додавання заквасок сприяє пригніченню розвитку спороутворюючих та гнильних бактерій, плісневих грибів та гальмує швидкість розвитку картопляної хвороби протягом нормативного терміну зберігання хліба (72 год) в пшеничному хлібі.

9. Результати досліджень, які висвітлені в розділі, опубліковано в [217, 218] та наведено в додатку Д.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі здійснених теоретичних та експериментальних досліджень покращено споживчу та харчову цінність, удосконалено технології хліба різного асортименту (пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового) з використанням ЗСБ з борошна зеленої гречки, вівсяного та рисового.

1. Аналіз теоретичних даних показав, що пріоритетними для збагачення залишаються «масові» сорти хліба – пшеничні та пшенично-житні, а серед дієтичних сортів хліба - безглютенові, яких потребує населення внаслідок росту захворюваності на целиакію. БКК є джерелом білків, ХВ, широкого спектру вітамінів та мікронутрієнтів, антиоксидантів та фенольних сполук. В умовах поширення прискорених технологій та зростання інтересу населення до виробів «на заквасках», ефективним є спонтанне бродіння. Використання БКК для заквашування дозволить збагатити живильне середовище для життєдіяльності закваски. Використання таких заквасок розширить асортимент національних технологій хлібопечення та виробів оздоровчого призначення.

2. Дослідження технологічних властивостей показали, що борошно зеленої гречки, вівсяне та рисове характеризуються більшою крупністю, нижчою активністю протеолітичних та амілолітичних ферментів, порівняно з пшеничним борошном першого сорту. Показник ВПЗ вівсяного борошна вищий на 50 %, рисового - на 10,7 %, а борошна зеленої гречки - нижчий на 10,3 %, порівняно з пшеничним. Аналіз фракційного складу білків борошна круп'яних культур, показав, що в гречаному борошні переважає фракція альбумінів (60,5 %), у вівсяному борошні - глобулінів (44,07 %), а в рисовому - глютелінів (57,1 %). БКК має менші на 15,8-40,0 % розміри крохмальних зерен, порівняно з пшеничним, а також нижчу температуру початку клейстеризації крохмалю та максимальну в'язкість суспензії. Тісто з борошном круп'яних культур здатне накопичити в 1,4-2,7 рази менше діоксиду вуглецю, а в суміші пшеничного борошна з гречаним та вівсяним показник сумарного газоутворення вищий, ніж пшеничне борошно.

Інтенсифікація процесу газоутворення пояснюється позитивною дією амілолітичних ферментів, які в достатній кількості містяться в пшеничному борошні, і, відповідно, в сумішах, вищою піддатливістю до дії ферментів крохмальних зерен БКК та їх меншими розмірами. Додавання гречаного та вівсяного борошна до пшеничного зумовлює зростання розрідження тіста та погіршення його еластичності на 3,6-10,7 %, відповідно. При додаванні вівсяного борошна подовжується заміс тіста та зростає його ВПЗ.

3. Встановлено оптимальні умови для циклу розведення заквасок: масова частка вологи: для гречаної закваски – 60 %; вівсяної – 70 %; для рисової – 52 %; температура бродіння для всіх заквасок - 28 °С; тривалість бродіння: для рисової та гречаної заквасок - 120 год, вівсяної – 96 год. Встановлено оптимальні умови для виробничого циклу заквасок: кількість стиглої закваски: для гречаної та вівсяної – 35 %; для рисової – 50 %; температура бродіння для всіх заквасок – 28 °С; тривалість бродіння: для гречаної та вівсяної – 14 год; для рисової закваски - 12 год.

4. Дослідження вмісту летких та нелетких кислот в заквасках показали, що у вівсяній та гречаній заквасках спостерігався низький вміст летких кислот, а кількість молочної кислоти склала, відповідно, 81,3 та 80,7 мг/100 г. Рисова закваска накопичила близько 50 % летких кислот. Такі закономірності сприятимуть більш вираженому аромату готових виробів з рисовою закваскою, а вироби з гречаною та вівсяною закваскою матимуть виражений смак. Встановлено, що консервування досліджуваних заквасок внесенням солі та охолодженням є ефективними методами для дискретного режиму роботи підприємств. Кислотність всіх зразків заквасок за 21 добу зберігання зменшується незначно – на 1,2-2,5 град. Встановлено, що оптимальним терміном зберігання при консервування охолодженням є: для гречаної і вівсяної – не більше 21 доби; для рисової закваски - не більше 14 діб. Внесенні солі найбільш ефективно використовували для рисової закваски, оскільки її показники якості збереглись найкраще. Так, кислотність знизилась на 15,9 %, активність МКБ – на 30 %.

5. Встановлено, що в технології хліба з пшеничного борошна дозування вівсяної та гречаної заквасок становить 15 % до маси борошна; в технології хліба із суміші пшеничного та житнього борошна дозування гречаної та вівсяної заквасок - 30 % до маси борошна; в технології безглютенового хліба - 30 % рисової або 20 % гречаної закваски до маси крохмально-борошняної суміші. Встановлено, що для пшеничного хліба додавання заквасок незначно погіршує об'єм хліба, гречана закваска дещо знижує показник формостійкості. В технології пшенично-житнього хліба також спостерігалось зниження об'єму та формостійкості зі зростанням дозування заквасок. Але при цьому вироби мають приємний, яскраво виражений смак та аромат, еластичну м'якушку, рівномірну дрібну більш розвинену структуру пористості. Безглютенові вироби із заквасками яскраво виражені смако-ароматичні властивості, опуклу гладеньку верхню скоринку та глянцеvu поверхню, покращується колір скоринки у виробах з гречаною закваскою.

6. Дослідження впливу заквасок на перебіг технологічного процесу, показали, що закваски здатні інтенсифікувати процеси дозрівання тіста, кислотонакопичення, виділення діоксиду вуглецю, а також забезпечення в'язко-пластичних характеристик.

7. Розроблено нові види хліба: пшеничний «Вівсяний аромат» з вівсяною закваскою, пластівцями сушеним виноградом та СПК, «Пшенично-житній з гречаною закваскою» з гречаними пластівцями, сушеною цибулею та СПК, безглютеновий хліб «Гречано-рисовий» з рисовою закваскою на основі суміші борошна зеленої гречки та рисового в кількості 40:30, зі співвідношенням ГПМЦ: камедь ксантану – 3:1. Затверджено рецептури і технологічні інструкції на дані вироби. Технічну ефективність розроблених технологій пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового видів хліба з використанням заквасок підтверджено у виробничих умовах підприємств: ПСК «Словечанська хлібопекарня» Овруцької РПС в с. Словечно Коростенського району Житомирської області, Приватного малого

підприємства «Два млина» в м. Бровари Київської області та пекарні відділу технологій хліба та біотрансформації зернових продуктів Інституту продовольчих ресурсів НААН України в м. Київ.

1. З'ясовано, що підібрані рецептурні композиції інгредієнтів спільно із заквасками підвищують КПЯ, порівняно з хлібом без їх додавання. В розроблених виробках підвищується вміст білка, харчових волокон, вітамінів В₉, РР, Е, макро- та мікронутрієнтів (магнію, цинку, заліза). Підібрані рецептурні композиції дозволили зменшити черствіння в пшеничному хлібі на 20,3 %, пшенично-житньому хлібі – на 20,9 %, та безглютенового – на 33,0 %, порівняно з контрольними зразками. Хліб «Вівсяний аромат» мав на 8,9 % меншу крихкуватість. Хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою» мав меншу крихкуватість на 14,3 %, порівняно з контролем. Приготування безглютенового хліба на заквасці сприяло зниженню крихкуватості м'якушки хліба на 7,5 %. Визначення гідрофільних властивостей м'якушки хліба показали, що через 48 год зберігання хліб «Вівсяний аромат», «Пшенично-житній з гречаною закваскою» поглинають на 11,9 та 14,0 % більше води, порівняно з контролем, що свідчить про зменшення черствіння виробів та можливість подовження терміну зберігання. Встановлено, що приріст ароматичних сполук був найбільшим в безглютеновому хлібі, в скоринці в 1,8 разів більше, а в м'якушці – в 2,5 раз більше, ніж в контрольному зразку. Найменший приріст був в пшенично-житньому хлібі - в 1,2 рази більше в скоринці, а в м'якушці – в 1,3 рази більше, ніж в контрольному зразку. Досліджено, що додавання заквасок сприяє пригніченню розвитку спороутворюючих та гнильних бактерій, плісневих грибів та гальмує швидкість розвитку картопляної хвороби протягом нормативного терміну зберігання хліба (72 год) в пшеничному хлібі.

9. Хліб «Вівсяний аромат» та «Пшенично-житній з гречаною закваскою» представлено на дегустаційному конкурсі новітніх розробок, де отримано високу оцінку експертів та дипломи I ступеня, що підтверджує їх

високу споживчу цінність. Згідно економічних розрахунків, ціна хліба «Вівсяний аромат» становить 26,86 грн, хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою» - 30,64 грн, безглютенового хліба «Гречано-рисовий» 22,90 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ніколаєнко С.М., Куліш С.Г., Янченко А.В. Аналіз виробництва хліба та хлібобулочних виробів в Україні. *Приазовський економічний вісник*. 2020. №3(20). С. 252-257. DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-3-43>.
2. Ринок хлібобулочних виробів. *Хлібопекарська галузь: інформаційний вісник*. Київ, 2019. №17. С.4-6.
3. Соколова Н., Котузаки О., Пожиткова Л. Аналіз проблем хлібопекарської галузі, стан ринку та актуальні шляхи розширення асортименту. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2018. №18(3). С. 20-24. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i3.1074>
4. Дурбалова Н.І. Інноваційно-інвестиційний вектор розвитку хлібопекарських підприємств. *Food Industry Economics*. 2019. №11(3). С. 66-72. <https://doi.org/10.15673/fie.v11i3.1463>
5. Strashynska L. The market of bread and bakery products of Ukraine: tendencies, problems and prospects of development. *Scientific Works of NUFT*. 2018. №5. P.70-80. <http://dx.doi.org/10.24263/2225-2924-2018-24-5-10>
6. Виробництво промислової продукції за видами. Державна служба статистики України: веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 15.06.2021).
7. Сичевський М. П., Шпичак О. М., Коваленко О. В., Куць О. І., Бокій О. В. Тенденції та перспективи розвитку хлібопекарського виробництва в європейських країнах. *Економіка АПК*. 2020. №7. С.54-67. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202007054>
8. Лебеденко Т. Є., Кананихіна О. М., Соколова Н. Ю., Юрескул О. І. Сучасні погляди щодо удосконалення технології приготування хліба. *Наукові праці ОНАХТ*. 2009. №36(1). С.225-228.
9. Новойтенко І. В., Малиновський В. В. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. *Ефективна економіка*. 2020. №11. С.33-40. DOI: [10.32702/2307-2105-2020.11.52](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.52)

10. Дробот В. І. Хліб і здоров'я населення. *Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві*: матеріали міжнародних науково-практичних конференцій, 14-15 вересня 2020 р. Київ: НУХТ, 2020. С.37-38.
11. Kaprelyants, L., Yegorova, A., Trufkati, L. & Pozhitkova, L. Functional foods: prospects in Ukraine. *Food science and technology*. 2009. №13(2). P.15-23. <https://doi.org/10.15673/fst.v13i2.1382>
12. Дробот В.І. Інноваційні технології оздоровлення асортименту хлібобулочних виробів. *Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві*: матеріали міжнародних науково-практичних конференцій, 14-15 вересня 2017 р. Київ: НУХТ, 2017. С.12-19.
13. Губська О.Ю. Способи та алгоритми діагностики целиакії в дорослих з урахуванням сучасних діагностичних можливостей регіонів України: методичні рекомендації для впровадження в закладах охорони здоров'я, закладах первинної медико-санітарної допомоги, відділеннях стаціонарів терапевтичного, гастроентерологічного профілів. Київ: НМУ імені О.О. Богомольця. 2019. 34 с.
14. Дробот В.І. Грищенко А.М. Розробка нових видів безбілкових хлібобулочних виробів. *Наукові праці ОНАХТ*. 2010. №38 (1). С.164-167.
15. Михонік Л. А., Гетьман І. А. Технологія безглютенового хліба з використанням заквасок спонтанного бродіння. *Товари і ринки*. 2019. №1(29). С.95-103. [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(29\)09](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(29)09).
16. Ryasnyanska A., Kostanian M. Features of formation of competitiveness of the enterprises specializing in the production of bread and bakery products. *Economics and enterprise management*. 2020. №43. С.262-269. <https://doi.org/10.32843/infrastructure43-47>
17. Лебеденко Т. Є., Соколова Н. Ю. Аналіз сучасних технологій хлібобулочних виробів із пшеничного борошна та перспективи їх удосконалення. *Зернові продукти і комбікорми*. 2012. №2. С.38-43.
18. Лебеденко, Т. Е., Соколова Н. Ю., Кожевникова В. О. Современные представления о пищевой ценности хлебобулочных изделий.

Основные направления для их коррекции. *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. №2(58). С.19-25.

19. Грищенко А. М., Дробот В. І. Технологічні властивості безглютеинових видів сировини. *Наукові праці ОНАХТ*. 2014. №46(1). С.162-166.

20. Vogelmann S. A., Seitter M., Singer U., Brandt M. J., Hertel C. Adaptability of lactic acid bacteria and yeasts to sourdoughs prepared from cereals, pseudocereals and cassava and use of competitive strains as starters. *International Journal of Food Microbiology*. 2009. 130(3). P.205-212. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.01.020>

21. Tang C.H., Wang X.Y. Physicochemical and structural characterisation of globulin and albumin from common buckwheat (*Fagopyrum Esculentum* Moench) seeds. *Food Chemistry*. 2010. №121(1). P.119-126. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.016>

22. Полезные нутриенты зеленой гречки. *Агроном-эксперт: веб-сайт*. URL:<https://agronom.expert/posadka/ogorod/drugie-rasteniya/grechka/kaloriynost-i-bzhu-varenoy-zelenoy.html> (дата звернення: 12.04.2021)

23. Podolska G., Gujska E., Klepacka J., Aleksandrowicz E. Bioactive Compounds in Different Buckwheat Species. *Plants*. 2021. №10. P.961-980. <https://doi.org/10.3390/plants10050961>

24. Bojňanská T, Frančáková H, Chlebo P, Gažar R. Možnosti využitia pohánky pri výrobe chleba a výhody jeho konzumácie (possibilities of using buckwheat in the production of bread and the benefits of its consumption). *Potravinárstvo (Slovak Journal of Food Sciences)*. 2010. №4(1). P.8-12.

25. Bonafaccia G., Marocchini M., Kreft I. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry*. 2003. №80 (1). P.9-15. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00228-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00228-5)

26. Dziadeka K., Kopeć A., Pastucha E., Piątkowska E., Leszczyńska T., Pisulewska E., Witkiewicz R., Francik R. Basic chemical composition and bioactive

compounds content in selected cultivars of buckwheat whole seeds, dehulled seeds and hulls. *Journal of Cereal Science*. 2016. №69. P.1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.004>

27. Дубініна А., Попова Т., Ленерт С. Вітамінний і мінеральний склад крупи із гречки різних сортів. *Товари і ринки*. 2014. №2. P.106-115.

28. Giménez-Bastida J.A., Piskula M.K., Zieliński H. Recent Advances in Processing and Development of Buckwheat Derived Bakery and Non-Bakery Products – a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2015. №65(1). P.9-20. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0005>

29. Bojňanská T., Chlebo P., Horna A., Gažar R. Buckwheat enrichment bread production and its nutrition benefits. *European Journal of Plant Science and Biotechnology, Global Science Books*. 2009. №3(1). P.49-55.

30. Flander L., Salmenkallio-Marttila M., Suortti T., Autio K. Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. *Food Science and Technology*. 2007. №40(5). P.860-870. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.05.004>

31. Galanakis C., Popa C.-N., Tamba-Berehoiu R.-M. Trends in wheat and bread making. Chapter 10: Oat flour in bread manufacturing. India, Chennai: Charlotte Cockle, 2021. 469 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821048-2.00010-6>

32. Rasane P., Jha A., Sabikhi L., Kumar A., Unnikrishnan V.S. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods - a review. *Journal of Food Science and Technology*. 2015. №52(2). P.662-675. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1>

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

34. Berski W., Ptaszek A., Ptaszek P., Ziobro R., Kowalski G., Grzesik M., Achremowicz B. Pasting and rheological properties of oat starch and its derivatives.

- Carbohydrate Polymers.* 2011. №83(2). P.665-671.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.08.036>
35. Sontag-Strohm T., Lehtinen P., Kaukovirta-Norja A. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages. Chapter 8: Oat products and their current status in the celiac diet.* Ireland: University College Cork, 2008. 470 p.
36. Шаповаленко О. І., Скорікова Г. І., Корж Т. В., Степчук Ю. П. Поживна цінність продуктів, виготовлених із зерна круп'яних культур. *Хранение и переработка зерна.* 2003. №12. С. 44-45.
37. Жигунов Д. А. Исследование технологических и биохимических показателей качества муки из различных зерновых культур. *Зернові продукти і комбікорми.* 2015. №4(60). С.19-24.
38. Арсиненко Н.О., Арсеньєва Л.Ю. Технологічні властивості борошняно-зернової суміші заданого хімічного складу. *Наукові праці ОНАХТ.* 2010. №38(1). С.257-261.
39. Медвідь І. М., Федоренко Ю. О., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф. Рисове борошно - перспективна сировина для виробництва безглютенового хліба. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека:* матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 25-26 травня 2017 р. Київ: НУХТ, 2017. С.58-60.
40. *Technology of rice bread making/* published by S.B Navaratna. Sri Lanka, Anuradhapura: University of Sri Jayawardenapura, 2015. 30 p.
41. Bodie A. R, Micciche A.C., Atungulu G.G., Rothrock M. J., Ricke S.C. Current trends of rice milling byproducts for agricultural applications and alternative food production systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems.* 2019. №3(47). P.1-13. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00047>
42. Schmidt M. Cereal beta-glucans: an underutilized health endorsing food ingredient. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2022. №62(12). P.3281-3300. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1864619>

43. Koehler P., Wieser H. Chemistry of cereal grains. In: *Handbook on Sourdough Biotechnology*/ published by Gobbetti M., Gänzle M. G. New York: Springer, 2013. 298 p.
44. Henrion M., Francey C., Lê K.-A., Lamothe L. Cereal β -Glucans: The Impact of Processing and How It Affects Physiological Responses. *Nutrients*. 2019. №11. P.1729-1743. <https://doi.org/10.3390/nu11081729>
45. Yang J.L., Jang J.H., Radhakrishnan V., Kim Y.H., Song Y.S. β -Glucan suppresses LPS-stimulated NO production through the down-regulation of iNOS expression and NF κ B transactivation in RAW 264.7 macrophages. *Food Science and Biotechnology*. 2008. №17(1). P.106-113.
46. Hozová B., Kuniak L., Moravčíková P., Gajdošová A. Determination of water-insoluble β -d-glucan in the whole-grain cereals and pseudocereals. *Czech Journal of Food Sciences*. 2007. №25. P.316-324. <https://doi.org/10.17221/747-CJFS>
47. Lu J., Shan L., Xie Y., Min F., Gao J., Guo L., Ren C., Gilissen J., Yuan L., Chen H. Effect of fermentation on content, molecule weight distribution and viscosity of β -glucans in oat sourdough. *International Journal of Food Science & Technology*. 2019. №54 (1). P.62-67. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13902>
48. Andersson, A., Armö, E., Grangeon, E., Fredriksson, H. Molecular weight and structure units of (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -glucans in dough and bread made from hull-less barley milling fractions. *Journal of Cereal Science*. 2004. 40(3). 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2004.07.001>
49. Перегуда М. А., Харченко Є. І. Технологія борошномельного виробництва: конспект лекцій. Київ: НУХТ, 2011. 80 с.
50. Kowalski S. Nutritional properties and amino acid profile of buckwheat bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2022. №59 (8). P.3020-3030. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05518-w>
51. Psodorov Dj., Vujić Dj., Ačanski M., Pastor K., Razmovski R., Kravić S. The content of buckwheat flour in wheat bread. *Acta Periodica Technologica*. 2014. №45. P.79-87 <https://doi.org/10.2298/APT1445079P>

52. Гуца І. А. Розробка технології хліба пшеничного з додаванням ячмінного та гречаного борошна: випускна кваліфікаційна робота: 181 «Харчові технології»/ НУ «Чернігівська політехніка». Чернігів, 2021. 55 с.
53. Drobot V., Semenova A., Smirnova J., Mykhonik L. Effect of Buckwheat Processing Products on Dough and Bread Quality Made from Whole-Wheat Flour. *International Journal of Food Studies*. 2014. №3(1). P.1-12. <http://dx.doi.org/10.7455/ijfs/3.1.2014.a1>
54. Гордієнко Т. В., Семенова А. Б., Михонік Л. А., Дробот В. І. Білково-пшеничний хліб з гречаним борошном. *Наукові праці ОНАХТ*. 2012. №1(42). С.143-146.
55. Bondarenko Yu., Mykhonik L., Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Andronovich G., Hetman I. Study of the influence of buckwheat flour and flax seeds on consumption properties of long-stored bakery products. *EUREKA: Life Sciences*. 2019.№4. P.9-18. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2019.00973>
56. Дробот В. І., Михонік Л. А., Тесля О. Д., Семенова А. Б. Використання зернових пластівців у технології оздоровчих продуктів. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2013. №1(98). С.3-4.
57. Семенова А. Б., Дробот В. І., Михонік Л. А. Білково-гречаний хліб. *Хлібопекарська та кондитерська промисловість України*. 2015. №5(126). С.9-11.
58. Кошельник Є. С., Михонік Л. А. Дослідження вуглеводно – амілазного комплексу пшеничного тіста з суцільнозмеленого зерна з додаванням гречаних пластівців. *Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квітня 2013 р. Київ: НУХТ, 2012. С.161-162.*
59. Chauhan D., Kumar K., Kumar S., Kumar H. Effect of incorporation of oat flour on nutritional and organoleptic characteristics of bread and noodles. *Current Research in Nutrition and Food Science*. 2018. №6(1). P.148-156. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.1.17>

60. Flander L. Bioprocessing to improve oat bread quality: Dissertation, Doctor Degree/ University of Helsinki. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland, 2012. 98 p.
61. Flander L, Rouau X, Morel M. H, Autio K, Seppänen-Laakso T, Kruus K, Buchert J. Effects of laccase and xylanase on the chemical and rheological properties of oat and wheat doughs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. №56(14). P.5732-5742. <https://doi.org/10.1021/jf800264a>
62. Renzetti S., Courtin, C.M., Delcour J.A., Arendt E.K. Oxidative and proteolytic enzyme preparations as promising improvers for oat bread formulations: Rheological, biochemical and microstructural background. *Food Chemistry*. 2010. №119(4). P.1465-1473.
63. Flander L., Suortti T., Katina K., Poutanen K. Effects of wheat sourdough process on the quality of mixed oat-wheat bread. *LWT - Food Science and Technology*. 2010. №44(3). P.656-664. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.007>
64. Flander L., Salmenkallio-Marttila M., Suortti T., Autio K. Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. *LWT-Food Science and Technology*. 2007. №40(5). P.860-870. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.05.004>
65. Bondarenko Yu., Mykhonik L., Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Andronovich G., Hetman I. The use of golden flax seeds and oats sourbread in the production of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol 4. №11(100). P.46-55. <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174643>
66. Кордонський І., Лагур І., Михонік Л. Вивчення можливості використання пластівців зернових культур у виробництві хліба з борошна спельти. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 10-11 квітня 2014 р. Київ: НУХТ, 2014. С.181.

67. Семенова А. Б., Михонік Л. А., Грищенко А. М. Обґрунтування застосування вівсяних та гречаних пластівців у хлібопеченні. *Хранение и переработка зерна*. 2014. №5. С.75-78.

68. Петрусь А. А., Михонік Л. А. Вивчення технологічних властивостей пшеничного тіста з додаванням пластівців круп'яних культур. *Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р. Київ: НУХТ, 2016. С.142.

69. Ласлов Н. Й., Михонік Л. А. Вивчення можливості використання гречаних пластівців в технології хліба з пшеничного цільнозернового борошна. *Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р. Київ: НУХТ, 2016. С.145.

70. Кравчук Д. В., Михонік Л. А. Дослідження впливу вівсяних пластівців на перебіг газоутворення в тісті та його формоутримувальну здатність. *Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р. Київ: НУХТ, 2016. С.143.

71. Дробот В.І., Грищенко А.М. Вимоги до хлібобулочних виробів для хворих на целіакію. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2009. №6 (55). С.33-34.

72. Дробот В.І., Грищенко А.М. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2013. №30. С.52-58.

73. Медвідь І.М., Шидловська О.Б., Доценко В.Ф. Доцільність використання структуроутворювачів у технології безглютенового хліба. *Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 135-річчю

Національного університету харчових технологій, 19-20 березня 2019 р. Київ: НУХТ, 2019. С.47-48.

74. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф. Дослідження впливу гідроколоїдів на структурно-механічні властивості тіста і якість безглютенового хліба. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Технічні науки*. 2019. Vol. 30 (69). №4. С.104-110.

75. Дробот В. І., Приходько Ю.С., Бережна Г.О., Белая Н.І. Ефективність використання гідроколоїдів різного походження у технології безглютенового хліба. *Продовольчі ресурси*. 2019. №12. С.87-93. <https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-10>

76. Мироевская Е. Различные дозировки рисовой муки в хлебобулочных и кондитерских изделиях. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2007. №12. С.50-51.

77. Хліб безглютеновий з рисовим борошном: пат. 53001 Україна: МПК А21D 2/00. № 201001102; заявл. 03.02.2010; опубл. 27.09.2010, Бюл. №18.

78. Дробот В. І., Михонік Л. А., Грищенко А. М. Вплив структуроутворювачів на якість безглютенового хліба із суміші рисового та кукурудзяного борошна. *Наукові праці НУХТ*. 2017. №23(6). С.169-175.

79. Михонік Л. А., Грищенко А. М. Використання рисового борошна в технології безглютенового хліба. *Наукові праці НУХТ*. 2017. №23(2). С.241-246.

80. Грищенко А. М., Ситниченко Н. О. Безглютеновий хліб з кукурудзяним борошном поліпшеної якості. *Inżynieria i technologia. Nauka wczoraj, dziś, jutro.: Zbiyr raportyw naukowych*, 30-31.01.2016. Warszawa: Diamond trading tour, 2016. P.25-28.

81. Hera E., Martinez M., Gómez M. Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *Food Science and Technology*. 2013. №54(1). P.199-206. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.019>

82. Sakač M., Torbica A., Sedej I., Hadnađev, M. Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours. *Food Research International*. 2011. №44 (9). P.2806-2813. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.026>
83. López A.C.B., Pereira A.J.G., Junqueira R.G. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2004. №47(1). P.356-363. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000100009>
84. Тонкевич Т., Криськова Л. Теоретичні аспекти технології безглютенового бездріжджового хліба. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, 10-11 жовтня 2019 р. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. С.118.*
85. Грищенко А. М., Удворгелі Л. І., Михонік Л. А., Ковалевська Є. І. Дослідження структурно-механічних властивостей безбілкового тіста з камедями гуару і ксантану. *Харчова наука і технологія*. 2010. №1(10). С.63-65.
86. Шаніна О. М., Мінченко С. М. Обґрунтування складу борошняних сумішей у виробництві безглютенових продуктів. *Інженерія переробних і харчових виробництв*. 2017. №2(1). С.63-67.
87. Галясний І. В., Гавриш Т. В., Шаніна О. М. Дослідження піноподібної структури безглютенового бездріжджового тіста з використанням гідроколоїдів та концентратів тваринних білків. *Продовольчі ресурси*. 2018. №10. С.67-75.
88. Шаніна О.М., Лобачова Н.Л., Зверев В.О. Вплив ферменту трансглютаміназа на властивості білків борошна. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2014. Вып. 5. №11(71). С.28-33.
89. Писарець О.П., Бела Н.І., Гетьман І.А., Семенова А.Б. Доцільність застосування псиліуму у якості структуроутворювача в технології безглютенових хлібобулочних виробів. *Продовольчі ресурси*. 2018. №10. С. 232-236. <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-28>

90. Кучерук Е. С., Кучерук З. И., Цуканова Е. С. Влияние ксантановой камеди на свойства «муки безбелковой». *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*. 2014. № 2(5). С. 51-53.

91. Шаніна О.М., Мінченко С.М., Власова К.Г. Вплив харчової добавки карбоксиметилцелюлози на тривалість зберігання безглютенового парового хліба. *Харчові технології, хлібопродукти та комбікорми*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Одеса: ОНАХТ, 2015. С. 61-62.

92. Lazaridou A., Duta D., Papageorgiou M., Belc N., Biliaderis C.G. Effects of hydrocolloid on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*. 2007. №79 (3). P.1033-1047. <https://doi.org/10.1177%2F1082013210382350>

93. Дробот В.І., Приходько Ю.С., Бережна Г.О. Борошно сорго у технології безглютенового хліба. *Наукові праці НУХТ*. Київ: НУХТ, 2019. №25(1). С.208-214.

94. Дробот В.І., Сорочинська Ю.С., Грищенко А.М. Перспектива збагачення хлібобулочних виробів казеїном. *Наукові праці НУХТ*. Київ: НУХТ, 2019. №25(5). С.117-124.

95. Доценко В. Ф., Цирульнікова В. В., Тищенко О. М., Різник А. О. Продукт переробки вівса як альтернативна сировина в технології аглютенених хлібобулочних виробів. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Серія: Технічні науки*. 2021. №25. Р.89-97.

96. Бондар М.С., Твердохлебова М. Використання соргового і лляного борошна в технології дієтичного безглютенового хліба. *Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді*: Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених, 8 квітня 2021 р. Харків: ХДУХТ, 2021. С.29.

97. Марцин Т.О. Використання борошна кіноа у технології безглютенового хлібу. *Туристичний, готельний і ресторанний бізнес*:

інновації та тренди: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2016. С.264-266.

98. Ершова Т.А., Божко С.Д., Мухортов С.А., Алексеев Н.Н., Текутьева Л.А., Сон О.М. Новый ассортимент сухих растительных каш. *Научные труды SWorld*. 2012. №10(4). С.6-8.

99. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навчальний посібник. Київ: ПрофКнига, 2019. 580 с.

100. ДСТУ 2120-93. Хлібопекарське виробництво. Терміни та визначення. Держспоживстандарт України. Київ, 1993. 20 с.

101. Дробот В. І., Тесля О. Д. Шляхи інтенсифікації дозрівання тіста. *Наукові праці ОДАХТ*. 2007. Т. 2, №30. С. 170-172.

102. Пшеничнюк Г.Ф., Чабан А.Б. Збагачення хімічного складу житньо-пшеничних виробів на основі консервованих заквасок спонтанного бродіння. *Харчова наука і технологія*. 2013. №1(22). С.12-14.

103. Лебеденко Т. Є., Кожевнікова В. О., Карацуба Н. Л. Відродження старовинних технологій: артизанський хліб на спонтанних заквасках – новий тренд хлібопекарського і ресторанного бізнесу. «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»: матеріали міжнародних науково-практичних конференцій, 13 вересня 2018 р. Київ: НУХТ, 2018. С.48-53.

104. Челябинцева В., Соседова К. Використання заквасок спонтанного бродіння та борошна бобових культур у виробництві хліба. *Технічні науки та технології*. 2018. №3. С.251-257. [http://dx.doi.org/10.25140/2411-5363-2018-3\(13\)-251-257](http://dx.doi.org/10.25140/2411-5363-2018-3(13)-251-257)

105. Lebedenko T., Kozhevnikova V., Kotuzaki O., Novichkova T. 2019. Determining the efficiency of spontaneous sourdough for stabilizing the quality of bread products in bakeries and catering enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Вип.4(11). №100. P.22-35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174289>

106. Vrancken, G., Rimaux, T., Weckx, S., Leroy, F., De Vuyst, L. Influence of temperature and backslopping time on the microbiota of a type I propagated laboratory wheat sourdough fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*. 2011. №77. P.2716-2726. <https://doi.org/10.1128/AEM.02470-10>
107. Minervini F., Lattanzi A., Dinardo F. R., De Angelis M., Gobbetti M. Wheat endophytic lactobacilli drive the microbial and biochemical features of sourdoughs. *Food Microbiology*. 2018. №70. P.162-171. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.09.006>
108. Minervini F, Dinardo F.R, Celano G., De Angelis M., Gobbetti M. Lactic acid bacterium population dynamics in Artisan sourdoughs over one year of daily propagations is mainly driven by flour microbiota and nutrients. *Frontiers in Microbiology*. 2018. №9. P.1984-1999. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01984>
109. Вебінар «Пшеничні закваски. Стартові культури LB1, LB2 ТМ «LIVENDO» - доступність та стабільність.». Організатор ТОВ «Lesaffre Україна». Режим доступу: <http://www.lesaffre.ua/?fbclid=IwAR2AbNIC09QoI-EMz3RsIPbFhEUJS5meTqmPdW1xBbHtIMHInq1DdUuyA9I>
110. De Vuyst L., Comasio A., Kerrebroeck S.V. Sourdough production: fermentation strategies, microbial ecology, and use of non-flour ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021. №15. P.1-33 <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1976100>
111. Rupesh S. C., Shraddha R. C. Sourdough technology traditional way for wholesome foods: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2011. №10(3). P.169-182. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00148.x>
112. Лебеденко Т. Є., Кожевнікова В. О., Оніщук А. М., Сортуренко М. В. Хліб на пшеничних заквасках: переваги, проблеми і перспективи виробництва. *Збірник тез доповідей 78-ї наукової конференції викладачів академії*, 23-27 квіт. 2018 р. Одеса: ОНАХТ, 2018. С. 51-53.
113. Calvert M.D., Madden A.A., Nichols L.M., Haddad N.M., Lahne J., Dunn R.R., McKenney E.A. A review of sourdough starters: ecology, practices, and

sensory quality with applications for baking and recommendations for future research. *PeerJ*. 2021. №9. С.1- 37. <http://doi.org/10.7717/peerj.11389>

114. Sylchuk T., Bilyk O., Kovbasa V., Zuiko V. Investigation of the effect of multicomponent acidulants on the preservation of freshness and aroma of rye-wheat bread. *Eastern-european journal of enterprise technologies*. 2017. №11(89). С.4-9. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110154>

115. Дробот В. І., Сильчук Т. А. Використання закваски спонтанного бродіння при виробництві житньо-пшеничного хліба. *Наукові праці НУХТ*. 2016. №22(1).С.180-184.

116. Лебеденко Т. Є., Новічкова Т. П., Соколова Н. Ю., Місержи М. Д., Тулейбіч О. М. Перспективи виробництва національних хлібобулочних виробів в умовах хлібо заводів та пекарень. *Харчова наука і технологія*. 2011. №1.С.17-23.

117. Лебеденко Т., Кананыхина Е., Новичкова Т., Соколова Н. Хмелевые закваски – анализ качества и их перспектива в условиях современных предприятий. *Хранительна наука, техніка и технологии 2010: научни трудове на УХТ: сборник материалов Международной конференции, 15-16 окт. 2010 г. Болгария, Пловдив: Университет по хранительни технологии, 2010. Т.57. №1. С.221-226.*

118. Лебеденко Т. Є., Новічкова Т. П., Соколова Н. Ю., Бицюра О. В. Відродження старовинних технологій приготування хліба на винних дріжджах. *Харчова наука і технологія*. 2012. №1(18). С.86-90.

119. Юрчак В., Рак В., Дахно Б., Церковна С. Повертаємося до призабутої технології випікання хліба на хмелевих заквасках. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2009. № 3 (52). С.39-41.

120. Юрчак В. Г., Рак В. П., Ковалевська Є. І., Яйко М. О. Дослідження реологічних властивостей заварок і хмельових заквасок. *Наукові праці ОНАХТ*. 2012. №42(1). С.168-173.

121. Дорош, А.П., Грегирчак Н.Н. Исследование антагонистических свойств закваски с направленным культивированием и оценка

микробиологических показателей хлеба на ее основе. *Техника и технология пищевых производств*. 2015. №37(2). С.10-15.

122. Рушай О. С., Грегірчак Н. М. Дослідження мікробіологічних показників закваски та хліба із пророщеного зерна пшениці. *Ukrainian food journal*. 2012. №2. С.39-42.

123. Nionelli L., Pontonio E., Gobbetti M., Giuseppe Rizzello C. Use of hop extract as antifungal ingredient for bread making and selection of autochthonous resistant starters for sourdough fermentation, *International Journal of Food Microbiology*. 2018. №2 (266). P.173-182.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.12.002>

124. Bartkiene E., Bartkevics V., Pugajeva I., Krungleviciute V., Mayrhofer S., Domig K. The contribution of *P. acidilactici*, *L. plantarum*, and *L. curvatus* starters and L-(+)-lactic acid to the acrylamide content and quality parameters of mixed rye - wheat bread. *LWT-FOOD science and technology*. 2017. №80. P.43-50. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.005>

125. Banu Iu., Vasilean I., Aprodu I. Effect of lactic fermentation on antioxidant capacity of rye sourdough and bread. *Food Science and Technology Research*. 2010. №16 (6). P.571-576. <https://doi.org/10.3136/FSTR.16.571>

126. De Vuys L., Neysens P. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions, *Trends in Food Science & Technology*. 2005. №16(4). P.43-56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.012>

127. Lattanzi A., Minervini F., Di Cagno R., Diviccaro A., Antonielli L., Cardinali G. The lactic acid bacteria and yeast microbiota of eighteen sourdoughs used for the manufacture of traditional Italian sweet leavened baked goods. *International Journal of Food Microbiology*. 2013. №163. P.71-79. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.02.010>

128. Corsetti A., Lavermicocca P., Morea M., Baruzzi F., Tosti N., Gobbetti M. Phenotypic and molecular identification and clustering of lactic acid bacteria and yeasts from wheat (species *Triticum durum* and *Triticum aestivum*) sourdoughs of

Southern Italy. International journal of food microbiology. 2001. №64(1-2). P.95-104. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(00\)00447-5](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(00)00447-5)

129. Ripari V., Gänzle M., Berardi E. Evolution of sourdough microbiota in spontaneous sourdoughs started with different plant materials. International Journal of Food Microbiology. 2016. №232. P.35-42. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.05.025>

130. Singer Aplevicz K., Zarpellon Mazo J., dos Santos N., Newton K., Nalevaiko Siqueira F., Sant'Anna, Ernani S. Evaluation of sourdoughs for the production of bread using spontaneous fermentation technique. Acta Scientiarum. Technology. 2014. №36(4). P.713-719. <http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v36i4.19703>

131. Katsi P., Kosma I., Michailidou S., Argiriou A., Badeka A., Kontominas M. Characterization of artisanal spontaneous sourdough wheat bread from central greece: evaluation of physico-chemical, microbiological, and sensory properties in relation to conventional yeast leavened wheat bread. Foods. 2021. №10(3). P.1-23. <https://doi.org/10.3390/foods10030635>

132. Coda R., Nionelli L., Rizzello C. G., De Angelis M., Tossut P., Gobbetti M. Spelt and emmer flours: Characterization of the lactic acid bacteria microbiota and selection of mixed starters for bread making. Journal of Applied Microbiology. 2010. №108. P.925-935. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04497.x>

133. Weckx S., Van der Meulen R., Maes D., Scheirlinck I., Huys G., Vandamme P., De Vuyst L. Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations. Food Microbiology. 2010. №8(12). P.1000-1008. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.06.005>

134. Савченко О., Калініченко Ю. Технологія виготовлення житньо-пшеничного хліба на заквасках з використанням базилику. *Технічні науки та технології*. 2019. №4. P.183-191.

135. Montemurro M., Pontonio E., Gobbetti M., Giuseppe Rizzello C. Investigation of the nutritional, functional and technological effects of the sourdough

fermentation of sprouted flours, *International Journal of Food Microbiology*. 2019. №302. P.47-58. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.08.005>

136. Curiel J. A., Coda R., Centomani I., Summo C., Gobbetti M., Rizzello C. G. Exploitation of the nutritional and functional characteristics of traditional Italian legumes: The potential of sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 2015. №196. P.51-61. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.11.032>

137. Bartkiene E., Bartkevics V., Pugajeva I., Krungleviciute V., Mayrhofer S., Domig K. Parameters of rye, wheat, barley, and oat sourdoughs fermented with *Lactobacillus plantarum* LUHS135 that influence the quality of mixed rye-wheat bread, including acrylamide formation. *International Journal of Food Science Technology*. 2017. №52(6). P.1473-1482. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13412>

138. Bartkiene E., Juodeikiene G., Vidmantiene D., Viskelis P., Urbonaviciene D. Nutritional and quality aspects of wheat sourdough bread using *L. luteus* and *L. angustifolius* flours fermented by *Pediococcus acidilactici*. *International Journal of Food Science & Technology*. 2011. №46(8). P.1724-1733. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02668.x>

139. Galle S., Schwab C., Arendt E. K., Gänzle M. G. Structural and rheological characterisation of heteropolysaccharides produced by lactic acid bacteria in wheat and sorghum sourdough. *Food Microbiology*. 2011. №28(3). P. 547-553. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.11.006>

140. Păcularu-Burada B., Turturică M., Rocha J., Bahrim G.-E. Statistical approach to potentially enhance the postbiotication of gluten-free sourdough. *Advances of Lactic Fermentation for Functional Food Production*. 2021. №11(11). 25 p. <https://doi.org/10.3390/app11115306>

141. Venturi M., Galli V., Pini N., Guerrini S., Granchi L. Use of selected *Lactobacilli* to increase γ -Aminobutyric acid (GABA) content in sourdough bread enriched with amaranth flour. *Foods (Basel, Switzerland)*. 2019. №8(6). 13 p. <https://doi.org/10.3390/foods8060218>

142. Franco W., Pèrez-Díaz I. M., Connelly L., Diaz J. T. Isolation of exopolysaccharide-producing yeast and lactic acid bacteria from quinoa (*Chenopodium quinoa*) sourdough fermentation. *Foods*. 2020. №9(3). 18 p. <https://doi.org/10.3390/foods9030337>
143. Adisa A. M., Ifesan B. O. T., Enujiugha V. N., Adepeju A. B. Microbiological and physicochemical properties of wholegrain millet sourdough breads. *International Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2019. №4. P.74-82.
144. Akinola S. A., Osundahunsi O. F. Lactic acid bacteria and yeast diversities in spontaneously fermented millet sourdoughs. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2017. №6(4). P. 1030-1035. <http://dx.doi.org/10.15414/jmbfs.2017.6.4.1030-1035>
145. Hajinia F., Sadeghi A., Mahoonak A. S. The use of antifungal oat-sourdough lactic acid bacteria to improve safety and technological functionalities of the supplemented wheat bread. *Journal of Food Safety*. 2021. №41(1). 12 p. <https://doi.org/10.1111/jfs.12873>
146. Hüttner E., Dal Bello F., Arendt E. K. Identification of lactic acid bacteria isolated from oat sourdoughs and investigation into their potential for the improvement of oat bread quality. *European Food Research and Technology*. 2010. №230 (6). P.849-857. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-010-1236-4>
147. Maidana S. D., Fico seco C. A., Bassi D., Cocconcelli P. S., Puglisi E., Savoy G., Vignolo G., Fontana C. Biodiversity and technological-functional potential of lactic acid bacteria isolated from spontaneously fermented chia sourdough. *International Journal of Food Microbiology*. 2020. 316. 10 p. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108425>
148. Galli V., Venturi R. M. Coda, Maina N. H., Granchi L. Isolation and characterization of indigenous *Weissella confusa* for *in situ* bacterial exopolysaccharides (EPS) production in chickpea sourdough. *Food Research International*. 2020. №138. 9 p. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109785>
149. Gunduz C. P. B., Gaglio R., Franciosi E., Settanni L., Erten H. Molecular analysis of the dominant lactic acid bacteria of chickpea liquid starters

and doughs and propagation of chickpea sourdoughs with selected *Weissella confusa*. *Food Microbiology*. 2020. №91. 49-55.

<https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103490>

150. Sáez G. D., L. Saavedra E. M. Hèbert, Zàrate G. Identification and biotechnological characterization of lactic acid bacteria isolated from chickpea sourdough in northwestern Argentina. *Food Science and Technology*. 2018.№ 93. P.249-256. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.040>

151. Fritsch C., Heinrich V., Vogel R. F., Toelstede S. Phenolic acid degradation potential and growth behavior of lactic acid bacteria in sunflower substrates. *Food Microbiology*. 2016. 57. 178-186. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.03.003>

152. Sáez G. D., Hèbert E. M., Saavedra L., Zàrate G. Molecular identification and technological characterization of lactic acid bacteria isolated from fermented kidney beans flours (*Phaseolus vulgaris* L. and *P. coccineus*) in northwestern Argentina. *Food Research International*. 2017. №102. P.605-615. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.042>

153. Nionelli L., Montemurro M., Pontonio E., Verni M., Gobbetti M., Rizzello C. G. Pro-technological and functional characterization of lactic acid bacteria to be used as starters for hemp (*Cannabis sativa* L.) sourdough fermentation and wheat bread fortification. *International Journal of Food Microbiology*. 2018. №279. P.14-25. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.04.036>

154. Nissen L., Bordoni A., Gianotti A. Shift of volatile organic compounds (VOCs) in gluten-free hemp-enriched sourdough bread: A metabolomic approach. *Nutrients*. 2020. №12. P.1050-1069. <https://doi.org/10.3390/nu12041050>

155. Корнієнко І. М. Фізико-хімічні та мікробіологічні дослідження бездріжджових заквасок для хлібобулочних виробів функціонального призначення. *Проблеми екологічної біотехнології*. 2019. №2. С.75-90. <https://doi.org/10.18372/2306-6407.2.14756>

156. Пшеничнюк Г.Ф., Демченко А.Б., Ковпак Ю.С. Покращення якості житньо-пшеничних виробів на житніх заквасках спонтанного бродіння. *Харчова наука і технологія*. 2012. №1(18). С.82-84.
157. Пшенишнюк Г.Ф., Ковпак Ю.С. Вплив житніх заквасок спонтанного бродіння на кінетику кислотонакопичення в тісті та якість хліба. *Харчова наука і технологія*. 2011. №1(14). С.43-46.
158. Спосіб приготування закваски для виробництва житнього та житньо-пшеничного хліба: пат. 89408 Україна: МПК А21D 2/36. № u201310212; заявл. 19.08.2013; опубл. 25.04.2014, Бюл. № 8.
159. Zannini E., Garofalo C., Aquilanti L., Santarelli S., Silvestri G., Clementi F. Microbiological and technological characterization of sourdoughs destined for bread-making with barley flour. *Food Microbiology*. 2009. №26(7), P.744-753. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.07.014>
160. Harth H., Kerrebroeck S. V., De Vuyst L. Community dynamics and metabolite target analysis of spontaneous, backslopped barley sourdough fermentations under laboratory and bakery conditions. *International Journal of Food Microbiology*. 2016. №228 (2). P.22-32. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.04.011>
161. Çakır, E., Muhammet A., Durak M. Z. Biodiversity and techno-functional properties of lactic acid bacteria in fermented hull-less barley sourdough. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2020. №130 (5). P.450-456. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2020.05.002>
162. Moroni A.V., Arendt E. K., Dal Bello F. Biodiversity of lactic acid bacteria and yeasts in spontaneously- fermented buckwheat and teff sourdoughs. *Food microbiology*. 2011. №28(3). P.497-502. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.10.016>
163. Moroni, A. V., Zannini, E., Sensidoni, G., Arendt, E. K. Exploitation of buckwheat sourdough for the production of wheat bread. *European Food Research and Technology*. 2012. №235(4). P.659-668. <https://doi.org/10.1007/S00217-012-1790-Z>

164. Mixture for gluten-free fermentation: Pat. 32528U1 Czech: МПК А21D 13/066. № 2018-35704; Application 05.12.2018. Publication 30.01.2019.

165. Baguette using sourdough of fermented rice bran and method for preparing the same: Pat. 101603829B1 Korea: МПК А21D 8/00, А21D 2/36, А21D 13/00, А21D 8/02. № 10-2015-0093287; Application 06.02.2014; Publication 15.03.2016.

166. ДСТУ ISO 13690:2003 Зернові, бобові та продукти їх помелу. Відбір проб. Держспоживстандарт України. Київ, 2003. 5 с.

167. Лебеденко, Т. Є., Пшенишнюк, Г. Ф., Соколова, Н. Ю. Технологія хлібопекарського виробництва: практикум. Одеса: Освіта України. 2014. 392.

168. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навчальний посібник. Київ: Кондор-Видавництво, 2015. 958 с.

169. Дробот В.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського і макаронного виробництва. Навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.

170. ДСТУ ISO 21415-1:2009 Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирої клейковини ручним способом. Держспоживстандарт України. Київ, 2009. 8 с.

171. ДСТУ ISO 3093:2019 Пшениця, жито та борошно з них, пшениця тверда й манні крупи з твердої пшениці. Визначення числа падіння методом Хагберга-Пертена. ДП «УкрНДНЦ». Київ, 2019. 6 с.

172. Арсеньєва Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами: дис. доктора техн. наук: спец. 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів»/ Арсеньєва Лариса Юріївна. К., 2007. 325 с.

173. Yukalo V., Datsyshyn K., Storozh L. Electrophoretic system for express analysis of whey protein fractions. *Eastern-European Journal of Enterprise*

Technologies. 2019. 2 (11). 37-44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.160186>

174. Manual of Methods of Analysis of Food, Beverages, Sugar and Confectionery Product. 2012; Lab. Manual 4. Available online: <https://old.fssai.gov.in/Portals/0/Pdf/15Manuals/BEVERAGES,%20SUGARS%20&%20CONFECTINERY.pdf> (accessed on 31 October 2022)

175. Dojczew D., Sobczyk M. The effect of proteolytic activity on the technological value of wheat flour from pre-harvest sprouted grain. *Acta Sci.Pol. Technol. Aliment.* 2007. 6 (4). 45-53.

176. ДСТУ 8453:2015 Препарати ферментні. Методи визначення амілолітичної активності. Інститут кормів Національної академії аграрних наук України. Київ, 2015. 6 с.

177. ДСТУ 4235:2003 Зернові культури і продукти помелу зернових. Визначення в'язкості борошна. Метод з використанням амілографа. ДП «УкрНДНЦ». Київ, 2003. 5 с.

178. ДСТУ 4111.1-2002 Борошно пшеничне. Фізичні характеристики тіста. Частина 1. Визначення водовбиральності та реологічних властивостей фаринографом. Технічний комітет зі стандартизації «Зернові культури та продукти їх переробки». Київ, 2002. 7 с.

179. ДСТУ 4111.4-2002 Борошно пшеничне. Фізичні характеристики тіста. Частина 4. Визначення реологічних властивостей альвеографом. Технічний комітет зі стандартизації «Зернові культури та продукти їх переробки». Київ, 2002. 8 с.

180. Vernon-parry K. D. Scanning electron microscopy: an introduction. *III-Vs review*. 2000. 13(4). 40-44.

181. Lattanzi, A., Minervini, F., Di Cagno, R., Diviccaro, A., Antonielli, L., Cardinali, G., Cappelle, S., De Angelis, M., Gobbetti, M. The lactic acid bacteria and yeast microbiota of eighteen sourdoughs used for the manufacture of traditional Italian sweet leavened baked goods. *International Journal of Food Microbiology*. 2013. 163. 71-79.

182. ДСТУ 7044:2009 Вироби хлібобулочні. Правила приймання, методи відбирання проб, методи визначання органолептичних показників і маси виробів. Держспоживстандарт України. Київ, 2009. 9 с.

183. ДСТУ 7045-2009 Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико-хімічних показників. Держспоживстандарт України. Київ, 2009. 33 с.

184. Пирог Т.П., Решетняк Л.Р., Поводзинський В.М., Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: навч. посібник. В.: Нова книга. 2007. 464 с.

185. Інструкція І-158.00389676.012:2009. Розрахунок поживної та енергетичної цінності хлібобулочних виробів. Укрхлібпром. 2009. 26 с.

186. Юрчак В. Г. Оптимізація та вдосконалення технологічних процесів галузі: конспект лекцій для студ. спец. 7.091702 «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» денної форми навчання; Національний ун-т харчових технологій. К.: НУХТ, 2002. 62 с.

187. Островська О.В. Математичне програмування: конспект лекцій для студентів економічних спеціальностей денної та заочної форм навчання // О.В. Островська. К.: НУХТ, 2007. 129 с.

188. Бурченко Л.М. Технологія хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності з подовженим терміном зберігання: дисертація доктора філософії: 181 «Харчові технології» / Бурченко Людмила Миколаївна, Національний університет харчових технологій. К., 2021. 317 с.

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

190. Писарець О.П. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням кукурудзяного борошна: дис. канд. техн. наук: спец. 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів» / Писарець Ольга Петрівна. К.: НУХТ, 2015. 191 с.

191. Бутрим С. М., Канарская З. А., Канарский А. В., Литвяк В. В. Морфология и размеры зерен крохмала разного ботанического происхождения. Вестник технологического университета. 2018. № 3. С. 64-69.
192. Иоргачева Е. Г., О. В. Макарова, Е. Н. Котузаки, И. В. Быстрыка Технологические свойства компонентов безглютеновых мучных смесей. Наукові праці ОНАХТ. 2011. Т.1, № 40. С. 104-107.
193. 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>
194. Михонік Л.А., Гетьман І.А. Наукові та практичні аспекти використання пшеничного цільозернового борошна та продуктів переробки круп'яних культур у виробництві хлібобулочних виробів. *Здорове харчування від дитинства до довголіття: стан та перспективи: програма та тези матеріалів II Міжнародної науково-практичної мультидисциплінарної конференції, 24 листопада 2022 р., м. Київ.* К.: НУХТ, 2022 р. С.34-35.
195. Сильчук Т. А. Наукове обґрунтування та розроблення прискорених технологій хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.16 «Технологія харчової продукції» / Сильчук Тетяна Анатоліївна. К. НУХТ, 2018. 330 с.
196. Науменко О. В., Чиж В. М. Біотехнологічні показники хлібопекарських заквасок (огляд літератури). *Продовольчі ресурси.* 2022. 19. С. 107-115. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-12>
197. Hetman I., Mykhonik L., Kuzmin O., Shevchenko A. Influence of spontaneous fermentation leavens from cereal flour on the indicators of the technological process of making wheat bread. *Ukrainian Food Journal.* 2021. 10 (3). P.492-506. DOI: <http://dx.doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-3-6>
198. Михонік Л.А., Гетьман І.А., Бела Н.А., Богдан Г.С. Показники якості заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в процесі

низькотемпературного консервування. Продовольчі ресурси. 2018. 11. С.116 – 122. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-13%20>

199. Hetman I.A., Mikhonik L.A., Naumenko O.V. Perspectives of usage spontaneous fermentation starters of cereal crops cultures in bread technologies. *Science and innovations in the 21st century*: матеріали I Всеукраїнської Інтернет-конференції студентів та молодих вчених, 12 травня 2021 р. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021. С.12-15.

200. Лебеденко Т. Є. Науково-практичні засади стабілізації якості хлібобулочних виробів з використанням фітоекстрактів: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів» / Лебеденко Тетяна Євгеніївна. Одеса. ОНАХТ, 2016. 383 с.

201. Brandt M.J. Sourdough products for convenient use in baking. *Food Microbiology*. 2007. 24. P. 161-164. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.010>

202. ДСТУ 7517:2014 Хліб з пшеничного борошна. Загальні технічні умови. Держспоживстандарт України. Київ, 2014. 11 с.

203. Хліб з пшеничного борошна. Рецептури, технологічні інструкції. Київ:Укрхлібпром. 2015. 243 с.

204. Rehman S., Paterson A., Piggott J.R. Flavour in sourdough breads: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 2006. 17. P. 557-566. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.03.006>

205. Sanz Penella J.M., Collar C., Haros M. Effect of wheat bran and enzyme addition on dough functional performance and phytic acid levels in bread. *J. of Cereal Science*. 2008. 48 (3). P. 715-721. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.03.006>

206. Chaoui A., Faid M., Belahsen R. Making bread with sourdough improves iron bioavailability from reconstituted fortified wheat flour in mice. *J. of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2006. 20. P. 217-220. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2006.04.002>

207. Katina K. et al. Potential of Lactic Acid Bacteria to Inhibit Rope Spoilage in Wheat Sourdough Bread. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 2002. 35(1). P. 38-45. <https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0808>

208. Хліб житній, житньо-пшеничний та пшенично-житній. Рецептури, технологічні інструкції. Київ: Укрхлібпром. 2008. 164 с.

209. Михонік Л. А., Дробот В. І., Шупило К. О. Хліб «Безглютеновий смачний»: пат. на корисну модель 120726 Україна: МПК А21D 13/066. № u201706035; заявл. 16.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21.

210. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Закваски спонтанного бродіння в технології пшенично-житнього хліба. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*: програма та тези матеріалів XI Міжнародної науково-технічної конференції, 8 листопада 2022 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2022 р. С.100-102.

211. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Особливості використання заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в технології хліба. *«Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві», «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій. Київ: НУХТ, 2021. С. 25-30.

212. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. Effect of structure-forming agents and spontaneously fermented buckwheat sourdough on the quality of gluten-free bread. *Food science and technology*. 2022. 16, 2. P. 32-39. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i2.2373>

213. Гетьман І., Смуток П., Михонік Л. Дослідження впливу заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур на процеси газоутворення в пшеничному тісті. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 84 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2018 р. Київ: НУХТ, 2018. Ч.1. С. 161.

214. Бурченко Л.М. Технологія хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності з подовженим терміном зберігання: дисертація доктора

філософії: 181 «Харчові технології» / Бурченко Людмила Миколаївна, Національний університет харчових технологій. К., 2021. 317 с.

215. Ферментатори для закваски. Ферментація JAC. Режим доступу: <https://www.rodals.com.ua/fermentaciya-jac?lang=uk> (дата звернення 04.06.2023 р.)

216. Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії, затверджених наказом МОЗ України №272 від 18.11.99.

217. Дробот В., Грищенко А. Зміни показників якості безглютенового хліба при зберіганні. *Ukrainian food journal*. 2013. 2 (3). С. 347-353.

218. Гетьман І.А., Чіхрай В.І., Коломієць М.Я., Михонік Л.А. Покращення споживчих властивостей безглютенових хлібних виробів. *Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі: матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої до 70-річчя з дня народження професора В.Ф. Доценка, 17 травня 2022 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2022. С. 86-87.*

219. Bondarenko Yu., Mykhonik L., Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Andronovich G., Hetman I. The use of golden flax seeds and oats sourbread in the production of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. 4/11 (100). P.46-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174643>

220. П (С) БО 16. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 «Витрати»: затверджені наказом Міністерства фінансів України від 31.12.1999 р. №318. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0027-00#Text>

221. Подольчак Н.Ю. Соціально – економічна ефективність систем менеджменту підприємств. *Актуальні проблеми економіки*. 2013. № 2 (140). 47. 56 с.

222. Державна служба статистики. Ціни на продукцію. Режим доступу: http://od.ukrstat.gov.ua/stat_info/ciny/ciny2.htm (дата звернення (10.04.2023 р.)

223. Гіпермаркет «Метро». Каталог продукції, ціни. Режим доступу: <https://metro.zakaz.ua/uk/products/> (дата звернення 12.03.2023 р.)
224. Гіпермаркет «Епіцентр». Каталог продукції, ціни. Режим доступу: <https://epicentrk.ua/ua/shop/> (дата звернення 12.03.2023 р.)
225. Супермаркет «Новус». Каталог продукції, ціни. Режим доступу: <https://novus.online/search?text=%D1%85%D0%BB%D1%96%D0%B1%20%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9> (дата звернення 12.03.2023 р.)
226. «Голландська пекарня». Каталог продукції, ціни. Режим доступу: <https://bakery21-3.com/shop/>
227. Супермаркет «АТБ-Маркет». Каталог продукції, ціни. Режим доступу: <https://www.atbmarket.com/product/> (дата звернення 12.03.2023 р.)
228. Bezgluten – магазин продуктів без глютену. Каталог продукції, ціни. Режим доступу: <https://bezglutex.com.ua/uk/katalog-tovarov/bezglyutenovye-produkty/> (дата звернення 12.03.2023 р.)
229. BASKET HEALTH - інтернет-магазин дієтичних продуктів. Каталог продукції, ціни. Режим доступу: <https://basket-health.com.ua/ua/product/> (дата звернення 12.03.2023 р.)

ДОДАТОК А.
СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ



РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

У процесі розроблення та впровадження у виробництво нових видів хлібобулочних виробів необхідно розрахувати їх собівартість. Під собівартістю ми розуміємо витрати підприємства на виробництво та реалізацію продукції у грошовому вимірі. Це комплексний економічний показник вимірювання матеріальних витрат та живої праці. Від собівартості продукції залежать фінансові результати діяльності підприємств і основний показник-прибутковість продукції. При визначенні ціни продукції застосовують різноманітні методи, які враховують попит і пропозицію на ринку, стан конкуренції і аналіз витрат. У дослідженні застосовано метод аналізу витрат, відповідно до методичних рекомендацій з формування собівартості продукції у промисловості та складу витрат. Застосовано дані з відкритих джерел щодо середніх цін на сировину і матеріали, структури витрат у сегменті виробництва та реалізації хлібобулочних виробів [220, 221].

Розрахунок собівартості проведено для виробів, виготовлених за розробленими рецептурами - хліба пшеничного «Вівсяний аромат», хліба пшенично-житнього з гречаною закваскою, хліба безглютенового «Гречано-рисовий».

Розрахунок собівартості продукції. Стаття П(С)БО 16 «Сировина і матеріали» включає вартість сировини і матеріалів, що входять до складу продукції, що виготовляється, або є необхідним компонентом для виготовлення продукції, а також матеріали, що закуповуються та використовуються в процесі виробництва продукції. До цієї статті також належать витрати, пов'язані з використанням природної сировини (вода, що відбирається з водогосподарських систем і йде на технологічні потреби [220, 221]) (табл. 1-3).

Таблиця 1. Розрахунок вартості сировини та матеріалів для хліба «Вівсяний аромат»

Назва сировини	Норма витрат сировини на 1 т продукції, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість сировини на 1 т продукції, грн
Борошно пшеничне першого сорту	514,6	10,40	5351,84
Вівсяне борошно	43,4	30,00	1302,00
Вівсяні пластівці	64,2	14,80	950,16
Дріжджі хлібопекарські пресовані	11,2	95,00	1064,00
Сіль кухонна харчова	10	25,30	253,00
Цукор білий кристалічний	22,3	30,80	686,84
Олія соняшникова	16,7	46,20	771,54
Суша пшенична клейковина	16,7	125,00	2087,50
Виноград сушений	44,6	82,60	3683,96
<i>Всього витрати на сировину</i>	1145,7	-	16150,84
Вода на технологічні потреби	402	31,18	12534,36
Транспортно-заготівельні витрати			807,54
Пакувальні матеріали			500,00
Всього витрати			29992,74

Норма виходу хліба «Вівсяний аромат» - 161,3 %.

Таблиця 2. Розрахунок вартості сировини та матеріалів для хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою»

Назва сировини	Норма витрат сировини на 1 т продукції, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість сировини на 1 т продукції, грн
Борошно пшеничне вищого сорту	336,2	10,70	3597,34
Борошно житнє обдирне	122,2	7,00	855,40
Гречане борошно	91,7	60,00	5502,00
Гречані пластівці	63,3	100,00	6330,00
Дріжджі хлібопекарські пресовані	11	95,00	1045,00
Сіль кухонна харчова	9,9	25,30	250,47
Цукор білий кристалічний	16,5	30,80	508,20
Олія соняшникова	16,5	46,20	762,30
Суша пшенична клейковина	16,5	71,22	1175,13

Цибуля сушена	5,5	152,00	836,00
<i>Всього витрати на сировину</i>	689,3		20861,84
Вода на технологічні потреби	412,6	31,18	12864,87
Транспортно-заготівельні витрати	-	-	1043,09
Пакувальні матеріали			500,00
<i>Всього витрати</i>			35269,80

Норма виходу хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою» - 163,6 %.

Таблиця 2. Розрахунок вартості сировини та матеріалів для безглютенового хліба «Гречано-рисовий»

Назва сировини	Норма витрат сировини на 1 т продукції, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість сировини на 1 т продукції, грн
Борошно гречане	216,1	60,00	12966,00
Борошно рисове	162,1	26,00	4214,60
Крохмаль кукурудзяний	162,10	35,0	5673,50
Дріжджі хлібопекарські пресовані	16,2	95,00	1539,00
Сіль кухонна харчова	10,8	25,30	273,24
Цукор білий кристалічний	21,6	30,80	665,28
Олія кукурудзяна	27,0	26,00	702,00
Камедь ксантану	2,7	300,00	810,00
ГМПЦ (гідроксиметилпропілцелюлоза)	5,4	223,00	1204,20
<i>Всього витрати на сировину</i>			28047,82
Вода на технологічні потреби	351,2	31,18	10950,42
Транспортно-заготівельні витрати	-	-	1402,39
Пакувальні матеріали			1000,00
<i>Всього витрати</i>			41400,63

Норма виходу хліба «Гречано-рисовий» - 185,1 %.

Для безглютенового хліба «Гречано-рисового» закладено більше витрат на пакувальні матеріали, враховуючи меншу вагу виробу та преміальний сегмент продукції.

1. Стаття «Паливо та енергія» містить всі види витрат на паливо та енергію, що використовується для технологічних цілей на виробництво

певного виду продукції. В середньому витрати за даною статтею становлять 1456,0 грн на тонну продукції (без ПДВ).

2. Стаття «Основна заробітна плата» містить витрати на заробітну плату, що нараховано відповідно до діючих на підприємстві систем оплати праці (табл. 4).

Таблиця 4. Розрахунок витрат на оплату праці робітників для виготовлення 1 т хліба

Професія	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Кількість відпрацьованих людино-годин	Витрати тарифної заробітної плати, грн.
Пекар	5	26,36	12	316,32
Оператор дозувального обладнання	3	22,87	12	274,44
Гістороб	4	24,62	12	295,44
Формувальник	4	24,62	12	295,44
Укладальник	3	22,87	12	274,44
Всього	-			1456,08

За зміну норма виробітку складає 1,5 т продукції. Відповідно витрати на 1 т готової продукції витрати по заробітній платі становитимуть:

$$1456,08/1,5 = 970,72 \text{ грн}$$

Розрахунок додаткової заробітної плати. Додаткова заробітна плата складається з виплат виробничому персоналу за особливі умови праці, наднормативну роботу і т.д. Враховуючи складність приготування безглютенового хліба «Гречано-рисовий» та ручну роботу, збільшено преміальні виплати за продукцією (табл. 5).

Таблиця 5. Доплати по заробітній платі

Види доплат	Розмір доплат, %	
	Хліб пшеничний «Вівсяний аромат», «Пшенично-житній з гречаною закваскою»	Хліб безглютеновий «Гречано-рисовий»
Робота у вихідні дні	50	50
Робота у нічні, вечірні години	40	40
Преміальні виплати	50	100
Робота у святкові дні	50	50

Оплата відпустки	6,6	6,6
Відпускні з премії	6,6	6,6
Сума доплат	203,2	253,2

Таблиця 6. Розрахунок додаткової заробітної плати

Продукція	Основна заробітна плата на 1 т виробів	Розмір доплат, %	Додаткова заробітна плата, грн
Хліб пшеничний «Вівсяний аромат», «Пшенично-житній з гречаною закваскою»	970,72	203,2	1972,50
Хліб безглютеновий «Гречано-рисовий»	970,72	253,2	2457,86

Заробітна плата на 1 т готової продукції разом із доплатами становитиме для продукції:

Хліб «Вівсяний аромат», Пшенично-житній з гречаною закваскою
 $970,72 + 1972,50 = 2943,22$ грн;

Хліб «Гречано-рисовий» $970,72 + 2457,86 = 3428,58$ грн.

Розрахунок відрахувань на соціальні заходи (ЄСВ).

4. Стаття «Єдиний соціальний внесок» складається із відрахувань на загальнообов'язкове державне пенсійне страхування, соціальне страхування, страхування на випадок безробіття і т.д. (табл. 7).

Таблиця 7. Єдиний соціальний внесок

Продукція	Заробітна плата, грн		Всього фонд оплати праці	Єдиний соціальний внесок %	Сума нарахувань на заробітну плату, грн
	основна	додаткова			
Хліб пшеничний «Вівсяний аромат», Хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою»	970,72	1972,50	2943,22	22	647,51
Хліб безглютеновий «Гречано-рисовий»	970,72	2457,86	3428,58	22	754,29

5. Стаття «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання» є комплексною і враховує амортизаційні нарахування по технологічному обладнанню, витрати на ремонт обладнання та технічні огляди. Приймається на рівні 60% основної заробітної плати підприємства [220].

Відповідно до припущень витрати на утримання та експлуатацію обладнання складають: $970,72 \times 60 \% = 582,43$ грн.

6. Стаття «Загальновиробничі витрати» включає амортизацію будівель і споруд цеху, витрати на капітальний і поточний ремонт, в т.ч. заробітну плату допоміжного цехового персоналу. Приймається у розмірі 70 % від основної заробітної плати: $970,72 \times 70 \% = 679,50$ грн.

Виробнича собівартість розраховується як сума витрат на сировину і матеріали (без ПДВ) і витрат згідно пп. 1-6 (табл. 8). Для хліба «Вівсяний аромат» виробнича собівартість складатиме 31302,61 грн за тонну, хліба пшенично-житнього з гречаною закваскою 35700,16 грн, хліба безглютенового «Гречано-рисовий» 41401,32 грн.

7. До статті «Адміністративні витрати» входять витрати на управління підприємством, професійну підготовку і перепідготовку працівників. Приймаються у розмірі 10 % від виробничої собівартості продукції.

Для хліба «Вівсяний аромат» адміністративні витрати дорівнюють 3130,26 грн, хліба пшенично-житнього з гречаною закваскою 3570,02 грн, хліба безглютенового «Гречано-рисовий» 4140,13 грн.

8. Стаття «Витрати на збут» включає заробітну плату робочих експедиції, витрати на реалізацію продукції та утримання автотранспорту підприємства. Розраховуються у розмірі 19 % від виробничої собівартості продукції і дорівнюють:

для хліба «Вівсяний аромат» 5947,50 грн,

хліба пшенично-житнього з гречаною закваскою 6783,03 грн,

хліба безглютенового «Гречано-рисовий» 7866,25 грн.

Калькуляцію витрат на виробництво 1 т хліба представлено в табл. 8.

Таблиця 8. Калькуляція витрат на виробництво 1 т хліба, грн

Стаття витрат	«Вівсяний аромат»	«Пшенично-житній з гречаною закваскою»	«Гречано-рисовий»
Сировина та основні матеріали (без ПДВ)	24993,95	29391,50	34500,52
Паливо та електроенергія	1456	1456	1456
Основна заробітна плата виробничого персоналу	970,72	970,72	970,72
Додаткова заробітна плата виробничого персоналу	1972,50	1972,50	2457,86
Єдиний соціальний внесок	647,51	647,51	754,29
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	582,43	582,43	582,43
Загальновиробничі витрати	679,50	679,50	679,50
Виробнича собівартість	31302,61	35700,16	41401,32
Адміністративні витрати	3130,26	3570,02	4140,13
Витрати на збут	5947,50	6783,03	7866,25
Повна собівартість	40380,37	46053,21	53407,71

Повна собівартість дорівнює:

для хліба «Вівсяний аромат» 40380,37 грн;

для хліба пшенично-житнього з гречаною закваскою 46053,21 грн;

для хліба безглютенового «Гречано-рисовий» 53407,71 грн.

Техніко-економічні показники продукції

Відпускна ціна продукції підприємства складається з виробничої собівартості, адміністративних витрат, витрат на збут, норми прибутку. Норму прибутку для всіх видів виробів закладено 12%.

Сума прибутку на 1 т для кожного виду виробу складає:

для хліба «Вівсяний аромат» 4845,64 грн;

для хліба пшенично-житнього з гречаною закваскою 5526,38 грн;

для хліба безглютенового «Гречано-рисового» 6408,92 грн.

Відпускна ціна за 1 т кожного виду виробу складає (табл. 9):

для хліба «Вівсяний аромат» 52638,61 грн;

для хліба пшенично-житнього з гречаною закваскою 59092,21 грн;

для хліба безглютенового «Гречано-рисового» 104658,43 грн.

Таблиця 9. Розрахунок відпускної ціни хлібобулочних виробів, грн

Стаття витрат	«Вівсяний аромат»	Пшенично-житній з гречаною закваскою	«Гречано-рисовий»
Виробнича собівартість	31302,61	35700,16	41401,32
Адміністративні витрати	3130,26	3570,02	4140,13
Витрати на збут	5947,50	6783,03	7866,25
Повна собівартість	40380,37	46053,21	53407,71
Рентабельність, %	12	12	12
Прибуток, грн	4845,64	5526,38	6408,92
Відпускна ціна підприємства за 1 т (без ПДВ), грн	45226,01	51579,59	59816,63
ПДВ 20%	9045,2	10315,9	11963,3
Відпускна ціна 1 т (з ПДВ), грн	54271,22	61895,51	71779,96
Вага виробу, кг	0,45	0,45	0,29
Відпускна ціна за 1 шт з урахуванням ваги виробу, грн	24,42	27,85	20,82
Торговельна надбавка 10%	2,4	2,8	2,1
Ціна з урахуванням ПДВ і торговельної надбавки, грн	26,86	30,64	22,90
Ціна за 1 кг з урахуванням ПДВ і торговельної надбавки, грн	59,70	68,09	78,96

Таблиця 10. Порівняння вартості нових видів хліба з представленими в торговельних мережах

Ціни на нову продукцію**	Ціни на аналогічну продукцію			
	Масові категорії виробів		Вироби збагаченої рецептури, оздоровчого призначення	
Хліб пшеничний «Вівсяний аромат» (0,45 кг) 26,86 грн/виріб 59,70 грн/кг	Хліб пшеничний з борошна першого сорту у м. Києві, квітень 2022 (дані Держстату України) 40,97 грн/кг	Хліб Кулиничі Пшеничний із борошна першого сорту (0,65 кг) 31,90 грн 49,08 грн/кг	Хліб пшеничний Київхліб Сімейний (0,3 кг) 19,99 грн 66,63 грн/кг	Хліб Київхліб вівсяний з льоном (0,4 кг) 28,09 кг 70,23 грн/кг
Хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою» (0,45 кг) 30,64 грн/виріб 68,09 грн/кг	Хліб житній, житньо-пшеничний у м. Києві, квітень 2022 р. (дані Держстату України) 41,58 грн/кг	Хліб Пшенично-житній (0,4 кг) (Голландська пекарня, м. Бровари) 24,0 грн 60 грн/кг	Хліб Фітнес (ПП Ольховий) житньо-пшеничний (0,22 кг) 18,40 грн 83,64 грн/кг	Хліб Рум'янець Німецький пшенично-житній (0,4 кг) (Мегамаркет) 32,70 грн 81,75 грн/кг
Хліб безглютеновий «Гречано-рисовий» (0,29 кг) 22,90 грн/виріб 78,96 грн/кг*	Хліб Bezgluten поденний (0,3 кг) 134 грн 446,67 грн/кг	Хліб Balviten темний крупнозернистий (0,35 кг) 183 грн 522,86 грн/кг	Банановий хліб безглютеновий (0,25 кг), DRaw Cakes 140 грн 560 грн/кг	Багет без глютену темний селянський на заквасці Balviten (0,175 кг) 140 грн 800грн/кг

*- для безглютенового хліба поділ на категорії відсутній

** - дані за [222-229].

Висновок: Впровадження нових технологій хлібних виробів на заквасках з включенням нетрадиційних інгредієнтів з підвищеною харчовою цінністю має значний економічний і соціальний ефект за рахунок пропозиції оздоровчої продукції соціального призначення.

Порівняно з хлібом масових сортів (табл. 10), які представлені в торговельній мережі, роздрібна ціна розробленого пшеничного хліба зросла на 21,6-45,7 %. Проте, варто відмітити, що вироби оздоровчого призначення, які

найбільш близькі за рецептурою до розробленого хліба «Вівсяний аромат» були дорожчими за нього на 10,5-15 %.

Щодо пшенично-житнього хліба, розроблений хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою» був дорожчий за масові сорти (табл.10) на 13,5-60 %. Порівнюючи ціни виробів з категорії оздоровчого призначення, ціна розробленого хліба менша на 16,7-18,6 %.

Зростання ціни обумовлене, здебільшого, високою ціною сировини та паливо-енергетичних матеріалів.

Безглютенові хлібні вироби в торгівельній мережі представлені переважно продукцією закордонних виробників. Розроблений безглютеновий хліб вітчизняного виробництва, запропонований в роботі, був значно дешевшим, ціна була меншою на 82-90 %.

Аспірант кафедри технології

хлібопекарських та кондитерських виробів

Національного університету харчових технологій

Гетьман І.А.

Науковий керівник, к. т. н., доц. кафедри

технології хлібопекарських

та кондитерських виробів

Національного університету

харчових технологій

Михонік Л.А.

Завідувач відділу економічних досліджень

Інституту продовольчих ресурсів

НААН України, д.с.н.



Коваленко О.В.

Додаток Б.
ДЕКЛАРАЦІЙНІ ПАТЕНТИ



ДОДАТОК В.
АКТИ ВИРОБНИЧИХ ВИПРОБУВАНЬ

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Директор Приватного малого підприємства

«Два млина»

Луков О.А.

16 червня 2022 р.



АКТ

виробничих випробувань пшеничного хліба
із гречаною закваскою спонтанного бродіння

Цей акт складено про те, що 16 червня 2022 року в умовах підприємства «Два млина» у м. Бровари Київської області були проведені виробничі випробування пшеничного хліба із гречаною закваскою спонтанного бродіння.

Особливостями технології цього хліба є те, що частина борошна пшеничного першого сорту замінена на гречане борошно в складі закваски спонтанного бродіння. Хліб відноситься до виробів оздоровчо-профілактичного призначення, для широкого кола споживачів. Рецепт хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з борошна зеленої гречки розроблені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій (НУХТ).

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах, що розроблені рецептура пшеничного хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з борошна зеленої гречки дозволяють отримати вироби з хорошими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості.

Рецептура пшеничного хліба з гречаною закваскою наведена в табл.1.

Таблиця 1

Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Найменування сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне першого сорту	92,0
Борошно зеленої гречки ¹	8,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0
Сіль кухонна	1,8
Цукор білий кристалічний	2,0
Олія соняшникова	2,0

¹ – вноситься в складі закваски спонтанного бродіння

Використовували пшеничне борошно першого сорту з показниками якості: масова частка вологи – 14,0%; кислотність – 3,0 град; масова частка клейковини – 26,8%; ІДК – 82 од. приладу.

Тісто для хліба готували безопарним прискореним способом. Готували дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини. Кількість води розраховували, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста.

Гречану закваску готували методом спонтанного зброджування. Весь цикл приготування складався з циклу розведення та виробничого циклу. У циклі розведення змішували борошно зеленої гречки з водою в співвідношенні 1:1, далі, через кожні 24 години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30°C) за співвідношення 1:1. Цикл тривав 120 год, після цього закваска може бути використана у виробничому циклі для приготування хліба. Використовували закваску з наступними показниками якості: кислотність – 16,5 град, масова частка вологи – 56,6 %, активність МКБ – 55 хв.

Дозування закваски в рецептуру становить 15%. Із закваскою вноситься 8% гречаного борошна, таким чином відповідна кількість пшеничного борошна замінюється гречаним.

Приготування тіста здійснювали у двохшвидкісній тістомісильній машині періодичної дії «ESCHER». В тістомісильну машину дозували: борошно пшеничне першого сорту, закваску, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини та олію соняшникову. Тривалість бродіння становила 90 хв при температурі (30±2)°C. Готове тісто поділяли на шматки масою 0,45 кг на тістоподільнику «SLIM», направляли в тістокругловач «KONIK» для отримання тістових заготовок овальної форми. Сформовані заготовки укладали вручну в форми, які розміщували на вагонетки і направляли на остаточне вистоювання в шафу «Утал».

Випікання здійснювали у зволоженій пекарській камері печі «ROTOR 80X80» за температури 200-220°C протягом 30 хв. Маса тістової заготовки становила 0,45 кг, було випечено 145 шт.

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування хліба безопарним прискореним способом з використанням гречаної закваски спонтанного бродіння наведені в табл.2.

Таблиця 2

Виробнича рецептура та технологічні параметри приготування

Найменування сировини	Витрати сировини на порцію тіста і параметри технологічного процесу		
	маса	закваска	тісто
Борошно пшеничне першого сорту, кг	37,0	-	37,0
Борошно гречане, кг	3,0	3,0	-
Цукровий розчин, кг	2,4	-	2,4
Дріжджова суспензія, кг	3,2	-	3,2
Сольовий розчин, кг	2,8	-	2,8
Олія соняшникова, кг	0,8	-	0,8
Вода, кг	17,4	3,0	14,4
Закваска, кг	-	-	6,0
Масова частка вологи, %	-	56,6	44,0
Тривалість замісу, хв			
I швидкість	-	-	4
II швидкість	-	-	6
Початкова температура, °C	-	29	30
Кислотність кінцева, град	-	16,5	4,5
Тривалість бродіння, хв	-	720	90
Тривалість вистоювання, хв	-	-	35-40
Температура вистоювання, °C	-	-	35±2
Тривалість випікання, хв	-	-	30
Температура випікання, °C			200-220

Показники якості пшеничного хліба з гречаною закваскою наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пшеничного хліба з гречаною закваскою

Найменування показника	Характеристика
<i>Зовнішній вигляд:</i>	
форма	Відповідає формі, в якій проводили випікання, без бокових впливів
поверхня	Опукла, без тріщин та підривів, забруднення відсутні
колір	Рівномірний, від жовтого до світло-коричневого
<i>Стан м'якушки:</i>	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок, пустот та слідів непромісу
пористість	Розвинута, рівномірна, тонкостінна

Продовження табл.3

Смак і запах	Властивий пшеничному хлібу зі слабким «гречаним» присмаком та ароматом
Масова частка вологи м'якушки, %	43,0
Кислотність м'якушки, град	3,8
Пористість м'якушки, %	72

За результатами пробного випікання підтверджена ефективність використання закваски спонтанного бродіння з борошна зеленої гречки в технології пшеничного хліба з метою покращення показників якості виробів, збагачення корисними нутрієнтами гречаного борошна та прискорення технологічного процесу.

Головний технолог



Бондаренко К.Ю.

Доцент кафедри технології

хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Михонік Л.А.

Аспірант кафедри технології

хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Гетьман І.А.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Заступник директора з наукової роботи

Інституту продовольчих ресурсів

НААН України

Романчук І.О.

20 квітня 2023 р.



АКТ

виробничих випробувань пшеничного хліба
із вівсяною закваскою спонтанного бродіння

Цей акт складено про те, що 20 квітня 2023 року в умовах пекарного цеху відділу технологій хліба та біотрансформації зернових продуктів Інституту продовольчих ресурсів НААН України в м. Київ були проведені виробничі випробування пшеничного хліба із вівсяною закваскою спонтанного бродіння.

Пшеничний хліб із вівсяною закваскою спонтанного бродіння - виріб з пшеничного борошна першого сорту, частина якого замінена на вівсяне борошно в складі закваски спонтанного бродіння, що дозволить інтенсифікувати технологічний процес, покращити органолептичні показники якості та збагатити харчову цінність хліба білком, харчовими волокнами, вітамінами, макро- та мікроелементами. Хліб відноситься до виробів оздоровчо-профілактичного призначення, для широкого кола споживачів.

Рецептура хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна розроблені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій (НУХТ) аспірантом Гетьман І.А. та доцентом Михонік Л.А.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах, що розроблені рецептура пшеничного хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна дозволяють отримати вироби з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості.

Рецептура пшеничного хліба з вівсяною закваскою наведена в табл.1.

Таблиця 1

Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Назва сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне першого сорту	94,0
Вівсяне борошно ¹	6,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0

Сіль кухонна харчова	1,8
Цукор білий кристалічний	4,0
Олія соняшникова	3,0

¹ – вноситься в складі закваски спонтанного бродіння

Використовували пшеничне борошно першого сорту з показниками якості: масова частка вологи – 13,2 %; кислотність – 2,8 град; масова частка клейковини – 26 %; ІДК – 78 од. приладу.

Тісто для хліба готували безопарним прискореним способом. Готували дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини. Кількість води розраховували, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста.

Вівсяну закваску готували методом спонтанного зброджування. Цикл розведення закваски тривав 96 годин за температури 26-28 °С. Для приготування закваски, змішували борошно вівсяне з водою (співвідношення 1:1,5), далі через кожні 24 години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30 °С), за співвідношення 1:1,5. Вкінці циклу розведення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, вона може використовуватися у виробничому циклі для приготування хліба.

Дозування вівсяної закваски в рецептурі хліба становить 15 %. Із закваскою вноситься 6 % вівсяного борошна, таким чином відповідна кількість пшеничного борошна першого сорту замінюється вівсяним. Використовували закваску з наступними показниками якості: кислотність – 17,0 град, масова частка вологи – 63,2 %, активність МКБ – 45 хв.

Приготування тіста здійснювали у двохшвидкісній тістомісильній машині періодичної дії. В тістомісильну машину дозували: борошно пшеничне першого сорту, вівсяну закваску, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію соняшникову. Тривалість бродіння становила 90-100 хв при температурі (30±2)°С. Готове тісто поділяли на шматки заданої маси вручну і піддавали формуванню на тістові заготовки овальної форми. Сформовані заготовки укладали вручну в форми, які розміщували на листи вагонетки і направляли на остаточне вистоювання в шафу. Перед посадкою в піч тістові заготовки обприскували водою.

Випікання здійснювали у зволоженій пекарській камері ротаційної печі за температури 200-210°С протягом 30 хв. Маса тістової заготовки становила 0,45 кг, було випечено 165 шт.

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування хліба безопарним прискореним способом з використанням вівсяної закваски спонтанного бродіння наведені в табл.2.

Таблиця 2

Виробнича рецептура та технологічні параметри приготування

Найменування сировини	Витрати сировини на порцію тіста і параметри технологічного процесу		
	маса	закваска	тісто
Борошно пшеничне першого сорту, кг	37,0	-	37,0
Борошно вівсяне, кг	2,4	2,4	-
Цукровий розчин, кг	3,2	-	3,2
Дріжджова суспензія, кг	3,2	-	3,2
Сольовий розчин, кг	2,8	-	2,8
Олія соняшникова, кг	1,2	-	1,2
Вода, кг	16,6	3,6	13,0
Закваска, кг	-	-	6,0
Масова частка вологи, %	-	63,2	44,5
Тривалість замісу, хв			
I швидкість	-	-	4
II швидкість	-	-	6
Початкова температура, °C	-	29	30
Кислотність кінцева, град	-	17,0	4,8
Тривалість бродіння, хв	-	720	90
Тривалість вистоювання, хв	-	-	35-40
Температура вистоювання, °C	-	-	35±2
Тривалість випікання, хв	-	-	30
Температура випікання, °C			200-210

Показники якості пшеничного хліба з вівсяною закваскою наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пшеничного хліба з вівсяною закваскою

Найменування показника	Характеристика
<i>Зовнішній вигляд:</i>	
форма	Відповідає формі, в якій проводили випікання, без бокових впливів
поверхня	Опукла, без тріщин та підривів, з вкрапленнями пластівців, забруднення відсутні
колір	Рівномірний, від світло-коричневого до коричневого
<i>Стан м'якушки:</i>	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок, пустот та слідів непромісу
пористість	Розвинута, рівномірна, тонкостінна
Смак і запах	Властивий пшеничному хлібу зі слабким

	«вівсяним» присмаком та ароматом
Масова частка вологи м'якушки, %	43,6
Кислотність м'якушки, град	4,0
Пористість м'якушки, %	75

Використання в рецептурі закваски дозволило інтенсифікувати процеси дозрівання тістових заготовок. Смако-ароматичні властивості хліба покращилися та відрізнялись слабо вираженим смаком та ароматом вівсяного борошна з кислуватим присмаком.

За результатами пробного випікання підтверджена ефективність використання закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна в технології пшеничного хліба з метою покращення показників якості виробів, збагачення корисними нутрієнтами вівсяного борошна та прискорення технологічного процесу.

Завідувач відділу технологій хліба
та біотрансформації зернових продуктів



Науменко О.В.

Доцент кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Михонік Л.А.

Аспірант кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Гетьман І.А.

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 Директор ПСК (Словечанська хлібопекарня)
 Овруцької РПС
 Рафальська О.І.
 7 червня 2022 р.



АКТ

виробничих випробувань пшеничного хліба
 із вівсяною закваскою спонтанного бродіння

Цей акт складено про те, що 7 червня 2022 року в умовах ПСК (Словечанська хлібопекарня) Овруцької РПС в с. Словечно були проведені виробничі випробування пшеничного хліба із вівсяною закваскою спонтанного бродіння «Вівсяний аромат».

Хліб «Вівсяний аромат» - виріб з пшеничного борошна першого сорту, частина якого замінена на вівсяне борошно в складі закваски спонтанного бродіння та вівсяні пластівці, що дозволить інтенсифікувати технологічний процес, покращити органолептичні показники якості та збагатити харчову цінність хліба білком, харчовими волокнами, вітамінами, макро- та мікроелементами. Хліб відноситься до виробів оздоровчо-профілактичного призначення, для широкого кола споживачів.

Рецептура хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна розроблені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій (НУХТ) аспірантом Гетьман І.А. та доцентом Михонік Л.А.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах, що розроблені рецептура пшеничного хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна дозволяють отримати вироби з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості.

Рецептура пшеничного хліба з вівсяною закваскою наведена в табл.1.

Таблиця 1

Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Назва сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне першого сорту	84,0
Вівсяне борошно ¹	6,0
Вівсяні пластівці (в тісто)	10,0
Суша пшенична клейковина	3,0

Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0
Сіль кухонна харчова	1,8
Цукор білий кристалічний	4,0
Олія соняшникова	3,0
Виноград сушений	8,0
Вівсяні пластівці (посипка)	1,5

¹ – вноситься в складі закваски спонтанного бродіння

Використовували пшеничне борошно першого сорту з показниками якості: масова частка вологи – 13,2 %; кислотність – 2,8 град; масова частка клейковини – 26 %; ІДК – 78 од. приладу.

Тісто для хліба готували безопарним прискореним способом. Суху пшеничну клейковину попередньо змішували з борошном пшеничним першого сорту. Готували дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, вівсяні пластівці попередньо замочували у воді протягом 30 хв (співвідношення 1:2, температура води $35 \pm 5^\circ\text{C}$). Кількість води розраховували, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста. В рецептуру дозували 10% вівсяних пластівців, цією кількістю замінювали відповідну кількість пшеничного борошна.

Вівсяну закваску готували методом спонтанного зброджування. Цикл розведення закваски тривав 96 години за температури 26-28 °С. Для приготування закваски, змішували борошно вівсяне з водою (співвідношення 1:1,5), далі через кожні 24 години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30 °С), за співвідношення 1:1,5. Вкінці циклу розведення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, вона може використовуватися у виробничому циклі для приготування хліба.

Дозування вівсяної закваски в рецептурі хліба «Вівсяний аромат» становить 15 %. Із закваскою вноситься 6 % вівсяного борошна, таким чином відповідна кількість пшеничного борошна першого сорту замінюється вівсяним. Використовували закваску з наступними показниками якості: кислотність – 17,0 град, масова частка вологи – 63,2 %, активність МКБ – 45 хв.

Приготування тіста здійснювали у двохшвидкісній тістомісильній машині періодичної дії «Л4-ХТ2В». В тістомісильну машину дозували: борошно пшеничне першого сорту із сухою пшеничною клейковиною, вівсяну закваску та пластівці, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, виноград сушений та олію соняшкову. Тривалість бродіння становила 90 хв при температурі $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$. Готове тісто поділяли на шматки заданої маси на тістоподільнику KEMPER "CONSUL-ET" і піддавали формуванню.

вручну на тістові заготовки овальної форми. Сформовані заготовки укладали вручну в форми, які розміщували на листи вагонетки і направляли на остаточне вистоювання в шафу «ImrexPF». Перед посадкою в піч тістові заготовки обприскували водою та посипали вівсяними пластівцями.

Випікання здійснювали у зволоженій пекарській камері ротатійної печі «Утал» за температури 200-210°C протягом 30 хв. Маса тістової заготовки становила 0,45 кг, було випечено 165 шт.

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування хліба безопарним прискореним способом з використанням вівсяної закваски спонтанного бродіння наведені в табл.2.

Таблиця 2

Виробнича рецептура та технологічні параметри приготування

Найменування сировини	Витрати сировини на порцію тіста і параметри технологічного процесу		
	маса	закваска	тісто
Борошно пшеничне першого сорту, кг	33,6	-	33,6
Борошно вівсяне, кг	2,4	2,4	-
Пластівці вівсяні замочені у воді, кг	12,0	-	12,0
Суша пшенична клейковина, кг	1,2	-	1,2
Цукровий розчин, кг	3,2	-	3,2
Дріжджова суспензія, кг	3,2	-	3,2
Сольовий розчин, кг	2,8	-	2,8
Виноград сушений, кг	3,2	-	3,2
Олія соняшникова, кг	1,2	-	1,2
Вода, кг	13,6	3,6	9,9
Пластівці вівсяні, кг (посипка)	1,5	-	1,5
Закваска, кг	-	-	6,0
Масова частка вологи, %	-	63,2	44,5
Тривалість замісу, хв			
I швидкість	-	-	4
II швидкість	-	-	6
Початкова температура, °C	-	29	30
Кислотність кінцева, град	-	17,0	4,8
Тривалість бродіння, хв	-	720	90
Тривалість вистоювання, хв	-	-	35-40
Температура вистоювання, °C	-	-	35±2
Тривалість випікання, хв	-	-	30
Температура випікання, °C	-	-	200-210

Показники якості пшеничного хліба з вівсяною закваскою наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пшеничного хліба з вівсяною закваскою

Найменування показника	Характеристика
<i>Зовнішній вигляд:</i>	
форма	Відповідає формі, в якій проводили випікання, без бокових впливів
поверхня	Опукла, без тріщин та підривів, з вкрапленнями пластівців, забруднення відсутні
колір	Рівномірний, від світло-коричневого до коричневого
<i>Стан м'якушки:</i>	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок, пустот та слідів непромісу
пористість	Розвинута, рівномірна, тонкостінна
Смак і запах	Властивий пшеничному хлібу зі слабким «вівсяним» присмаком та ароматом
Масова частка вологи м'якушки, %	43,6
Кислотність м'якушки, град	4,0
Пористість м'якушки, %	75

За результатами пробного випікання підтверджена ефективність використання закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна в технології пшеничного хліба з метою покращення показників якості виробів, збагачення корисними нутрієнтами вівсяного борошна та прискорення технологічного процесу.



Handwritten signature of O.I. Rafalska

Рафальська О.І.

Доцент кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

Handwritten signature of L.A. Mykhovik

Миховік Л.А.

Аспірант кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

Handwritten signature of I.A. Getsman

Гетьман І.А.

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 Директор ПСК (Словечанська хлібопекарня)
 Овруцької РПС
 Рафальська О.І.
 9 червня 2022 р.



АКТ

виробничих випробувань пшенично-житнього хліба із вівсяною закваскою спонтанного бродіння

Цей акт складено про те, що 9 червня 2022 року в умовах ПСК (Словечанська хлібопекарня) Овруцької РПС у с. Словечно були проведені виробничі випробування хліба «До сніданку» із вівсяною закваскою спонтанного бродіння. Рецепт хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна розроблені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій (НУХТ) аспірантом Гетьман І.А. та доцентом Михонік Л.А.

Хліб «До сніданку» – це виріб, виготовлений із суміші пшеничного та житнього борошна в співвідношенні 70:30 з частковою заміною частини пшеничного борошна борошном вівсяним в складі закваски спонтанного бродіння. Виріб відноситься до групи хлібобулочних виробів оздоровчо-профілактичного призначення, оскільки збагачений харчовими волокнами, вітамінами РР, Е, В; а також мінеральними речовинами (фосфор, калій, цинк, селен, тощо). Призначений для широкого кола споживачів.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах, що розроблені рецептура пшенично-житнього хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна дозволяють отримати вироби з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості.

Рецептура пшенично-житнього хліба з гречаною закваскою наведена в табл.1.

Таблиця 1

Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Назва сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	58,0
Борошно житнє обдирне	30,0
Вівсяне борошно ¹	12,0
Суша пшенична клейковина	3,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0

Продовження табл.1

Сіль кухонна харчова	1,8
Цукор білий кристалічний	3,0
Олія соняшникова	3,0

Тісто для хліба готували безопарним прискореним способом. Суху пшеничну клейковину попередньо змішували з борошном пшеничним вищого сорту та житнім. Готували дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини. Кількість води розраховували, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста.

Вівсяну закваску готували методом спонтанного зброджування. Цикл розведення закваски тривав 96 години за температури 26-28°C. Для приготування закваски змішували борошно вівсяне з водою (співвідношення 1:1,5), далі через кожні 24 години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30°C), за співвідношення 1:1,5. Вкінці циклу розведення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, вона може використовуватися у виробничому циклі для приготування хліба.

Дозування закваски в рецептурі хліба «До сніданку» становить 30%. Із закваскою вноситься 12% вівсяного борошна. Використовували закваску з наступними показниками якості: кислотність – 17,0 град, масова частка вологи – 63,2 %, активність МКБ – 45 хв.

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування хліба безопарним прискореним способом з використанням вівсяної закваски спонтанного бродіння наведені в табл.2.

Таблиця 2

Виробнича рецептура та технологічні параметри приготування

Найменування сировини	Витрати сировини і параметри технологічного процесу		
	маса	закваска	тісто
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	23,2	-	23,2
Борошно житнє обдирне, кг	12,0	-	12,0
Борошно вівсяне, кг	4,8	4,8	-
Суха пшенична клейковина, кг	1,2	-	1,2
Цукровий розчин, кг	2,4	-	2,4
Дріжджова суспензія, кг	3,2	-	3,2
Сольовий розчин, кг	2,8	-	2,8
Олія соняшникова, кг	1,2	-	1,2
Вода, кг	23,3	7,2	16,1
Закваска, кг	-	-	12,0

Продовження табл. 2

Тривалість замісу, хв			
I швидкість	-	-	5
II швидкість	-	-	7
Масова частка вологи, %	-	63,2	47,0
Початкова температура, °С	-	29	31
Кислотність кінцева, град	-	16,6	6,5
Тривалість бродіння, хв	-	720	90
Температура бродіння, °С	-	26-28	30-32

Приготування тіста здійснюється у двошвидкісній тістомісильній машині періодичної дії «Л4-ХТ2В». В тістомісильну машину дозували: борошно пшеничне вищого сорту та житнє борошно обдирне із сухою пшеничною клейковиною, вівсяну закваску, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію сояшпикову. Після замішування тісто бродило протягом 90 хв в умовах цеху. Готове тісто поділяли на шматки масою 0,45 кг на тістоподільнику KEMPER «CONSUL-ET» і піддавали легкому формуванню вручну на тістові заготовки округлої форми. На обробку використовується 2% від загальної кількості пшеничного борошна. Сформовані заготовки укладали вручну в форми, які розміщували на листи вагонетки і направляли на остаточне вистоювання в шафу «ІмрехРФ». Тривалість вистоювання становила 35-40 хв за температури 30-32°С та відносної вологості повітря 70-85%. Перед посадкою в піч тістові заготовки обприскували водою.

Випікання здійснювали у зволоженій пекарській камері печі «Утал» за температури 210-220°С протягом 35 хв. Було виготовлено 160 шт.

Показники якості пшенично-житнього хліба з гречаною закваскою наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пшенично-житнього хліба

Найменування показника	Характеристика
<i>Зовнішній вигляд:</i>	
форма	Відповідає формі, в якій проводили випікання
поверхня	Гладка, опукла, без тріщин та підривів, забруднення відсутні
колір	Рівномірний, від коричневого до темно-коричневого
<i>Стан м'якушки:</i>	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок, пустот та слідів непромісу
пористість	Розвинута, рівномірна, тонкостінна
Смак і запах	Властивий пшенично-житньому хлібу з «вівсяним» присмаком та ароматом

Продовження табл.3

Масова частка вологи, %	46,2
Кислотність, град	6,0
Пористість, %	68,0

За результатами пробного випікання підтверджена ефективність використання закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна в технології пшенично-житнього хліба «До сніданку» з метою покращення показників якості виробів, збагачення корисними нутрієнтами вівсяного борошна та прискорення технологічного процесу.



Директор

Доцент кафедри технології

хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

Рафальська О.І.

Михонік Л.А.

Аспірант кафедри технології

хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

Гетьман І.А.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Заступник директора з наукової роботи

Інституту продовольчих ресурсів

НААН України

Романчук І.О.

18 квітня 2023 р.



АКТ

**виробничих випробувань пшенично-житнього хліба
із гречаною закваскою спонтанного бродіння**

Цей акт складено про те, що 18 квітня 2023 року в умовах пекарного цеху відділу технологій хліба та біотрансформації зернових продуктів Інституту продовольчих ресурсів НААН України у м. Київ були проведені виробничі випробування пшенично-житнього хліба із гречаною закваскою спонтанного бродіння. Рецепт хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна розроблені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій (НУХТ) аспірантом Гетьман І.А. та доцентом Михонік Л.А.

Пшенично-житній хліб з гречаною закваскою – це виріб, виготовлений із суміші пшеничного та житнього борошна в співвідношенні 70:30 з частковою заміною частини пшеничного борошна борошном зеленої гречки в складі закваски спонтанного бродіння. Виріб відноситься до групи хлібобулочних виробів оздоровчо-профілактичного призначення, оскільки збагачений харчовими волокнами, вітамінами РР, Е, В; а також мінеральними речовинами (фосфор, калій, цинк, селен). Призначений для широкого кола споживачів.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах, що розроблені рецептура пшенично-житнього хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна дозволяють отримати вироби з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості.

Рецептура пшенично-житнього хліба з гречаною закваскою наведена в табл.1.

Таблиця 1

Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Назва сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне першого сорту	55,0
Борошно житнє обдирне	30,0

Продовження табл. 1.

Гречане борошно ¹	15,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0
Сіль кухонна харчова	1,8
Цукор білий кристалічний	3,0
Олія соняшникова	3,0

¹ – вноситься в складі закваски спонтанного бродіння

Тісто для хліба готували безопарним прискореним способом. Готували дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини. Кількість води розраховували, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста.

Цикл розведення закваски з борошна зеленої гречки тривав 120 годин за температури 26-28°C. В цьому циклі, змішували борошно з водою (співвідношення 1:1). Далі, через кожні 24 години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30°C) за співвідношення 1:1. Вкінці циклу розведення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, вона може використовуватися у виробничому циклі для приготування хліба.

Дозування закваски в рецептурі хліба становить 30%. Із закваскою вноситься 15% гречаного борошна. Використовували закваску з наступними показниками якості: кислотність – 16,5 град, масова частка вологи – 56,6%, активність МКБ – 55 хв.

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування хліба безопарним прискореним способом з використанням гречаної закваски спонтанного бродіння наведені в табл.2.

Таблиця 2

Виробнича рецептура та технологічні параметри приготування

Найменування сировини	Витрати сировини і параметри технологічного процесу		
	маса	закваска	тісто
Борошно пшеничне першого сорту, кг	22,0	-	22,0
Борошно житнє обдирне, кг	12,0	-	12,0
Борошно гречане, кг	6,0	6,0	-
Цукровий розчин, кг	2,4	-	2,4
Дріжджова суспензія, кг	3,2	-	3,2
Сольовий розчин, кг	2,8	-	2,8
Олія соняшникова, кг	1,2	-	1,2
Вода, кг	20,6	6,0	14,6
Закваска, кг	-	-	12,0

Тривалість замісу, хв	-	-	4
I швидкість	-	-	6
II швидкість	-	-	6
Масова частка вологи, %	-	56,6	46,5
Початкова температура, °C	-	29	31
Кислотність кінцева, град	-	16,5	7,0
Тривалість бродіння, хв	-	720	90
Температура бродіння, °C	-	26-28	30-32

Приготування тіста здійснюється у двошвидкісній тістомісильній машині періодичної дії. В тістомісильну машину дозували: борошно пшеничне першого сорту та житнє борошно обдирне, гречану закваску, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію соняшникову. Тривалість бродіння становила 90-100 хв при температурі $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Готове тісто поділяли на шматки масою 0,45 кг вручну і піддавали легкому формуванню на тістові заготовки округлої форми. Сформовані заготовки укладали вручну в форми і направляли в шафу остаточного вистоювання.

Тривалість вистоювання становила 35-40 хв за температури $30-32^\circ\text{C}$ та відносної вологості повітря 70-85%. Перед посадкою в піч тістові заготовки обприскували водою.

Випікання здійснювали в ротатійній печі за температури $200-220^\circ\text{C}$ протягом 30 хв. Було виготовлено 150 шт.

Показники якості пшенично-житнього хліба з гречаною закваскою наведені в табл.

3.

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пшенично-житнього хліба

Найменування показника	Характеристика
<i>Зовнішній вигляд:</i>	
форма	Відповідає формі, в якій проводили випікання
поверхня	Опукла, без тріщин та підривів, забруднення відсутні
колір	Рівномірний, від коричневого до темно-коричневого
<i>Стан м'якушки:</i>	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок, пустот та слідів непромісу
пористість	Розвинута, рівномірна, тонкостінна
Смак і запах	Властивий пшенично-житньому хлібу з «гречаним» присмаком та ароматом
Масова частка вологи, %	45,5
Кислотність, град	6,4
Пористість, %	66,0

Використання закваски дозволило інтенсифікувати технологічний процес, скоротивши тривалість вистоювання тістових заготовок. Готові вироби відрізнялись оригінальними смако-ароматичними властивостями, зі слабо вираженим смаком та ароматом гречаного борошна з кислуватим присмаком.

За результатами пробного випікання підтверджена ефективність використання закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна в технології пшенично-житнього хліба з метою покращення показників якості виробів, збагачення корисними нутрієнтами гречаного борошна та прискорення технологічного процесу.

Завідувач відділу технологій хліба та
біотрансформації зернових продуктів



Науменко О.В

Доцент кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Михонік Л.А.

Аспірант кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Гетьман І.А.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Директор Приватного малого підприємства

«Два млина»

Луков О.А.

14 червня 2022 р.



АКТ

виробничих випробувань пшенично-житнього хліба
із гречаною закваскою спонтанного бродіння

Цей акт складено про те, що 14 червня 2022 року в умовах підприємства «Два млина» у м. Бровари Київської області були проведені виробничі випробування пшенично-житнього хліба із гречаною закваскою спонтанного бродіння. Рецепт хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна розроблені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій (НУХТ) аспірантом Гетьман І.А. та доцентом Михонік Л.А.

Хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою» – це виріб, виготовлений із суміші пшеничного та житнього борошна в співвідношенні 70:30 з частковою заміною частини пшеничного борошна борошном зеленої гречки в складі закваски спонтанного бродіння, частину житнього борошна замінювали гречаними пластівцями. Виріб відноситься до групи хлібобулочних виробів оздоровчо-профілактичного призначення, оскільки збагачений харчовими волокнами, вітамінами РР, Е, В; а також мінеральними речовинами (фосфор, калій, цинк, селен). Призначений для широкого кола споживачів.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах, що розроблені рецептура пшенично-житнього хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна дозволяють отримати вироби з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості.

Рецептура пшенично-житнього хліба з гречаною закваскою наведена в табл.1.

Таблиця 1

Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Назва сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне першого сорту	55,0
Борошно житнє обдирне	20,0

Продовження табл. 1.

Гречане борошно ¹	15,0
Суша пшенична клейковина	3,0
Гречані пластівці (в тісто)	10,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0
Сіль кухонна харчова	1,8
Цукор білий кристалічний	3,0
Олія соняшникова	3,0
Цибуля сушена	1,0
Гречані пластівці (посипка)	1,5

Тісто для хліба готували безопарним прискореним способом. Сушу пшеничну клейковину попередньо змішували з борошном пшеничним першого сорту та житнім. Готували дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, гречані пластівці попередньо замочували у воді (співвідношення 1:2, температура води $35\pm 2^\circ\text{C}$). Кількість води розраховували, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста. В рецептуру дозували 10% гречаних пластівців, цією кількістю замінювали відповідну кількість пшеничного борошна.

Цикл розведення тривав 120 годин за температури $26-28^\circ\text{C}$. В цьому циклі, змішували борошно з водою (співвідношення 1:1). Далі, через кожні 24 години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура $28-30^\circ\text{C}$) за співвідношення 1:1. Вкінці циклу розведення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, вона може використовуватися у виробничому циклі для приготування хліба.

Дозування закваски в рецептурі хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою» становить 30%. Із закваскою вноситься 15% гречаного борошна. Використовували закваску з наступними показниками якості: кислотність – 16,5 град, масова частка вологи – 56,6%, активність МКБ – 55 хв.

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування хліба безопарним прискореним способом з використанням гречаної закваски спонтанного бродіння наведені в табл.2.

Таблиця 2

Виробнича рецептура та технологічні параметри приготування

Найменування сировини	Витрати сировини і параметри технологічного процесу		
	маса	закваска	тісто
Борошно пшеничне першого сорту, кг	22,0	-	22,0
Борошно житнє обдирне, кг	8,0	-	8,0
Борошно гречане, кг	6,0	6,0	-
Пластівці гречані замочені у воді, кг	12,0	-	12,0
Суша пшенична клейковина, кг	1,2	-	1,2
Цукровий розчин, кг	2,4	-	2,4
Дріжджова суспензія, кг	3,2	-	3,2
Сольовий розчин, кг	2,8	-	2,8
Цибуля сушена, кг	0,4	-	0,4
Олія соняшникова, кг	1,2	-	1,2
Вода, кг	14,6	6,0	8,6
Закваска, кг	-	-	12,0
Тривалість замісу, хв			
I швидкість	-	-	4
II швидкість	-	-	6
Масова частка вологи, %	-	56,6	46,5
Початкова температура, °C	-	29	31
Кислотність кінцева, град	-	16,5	7,0
Тривалість бродіння, хв	-	720	90
Температура бродіння, °C	-	26-28	30-32

Приготування тіста здійснюється у двохшвидкісній тістомісильній машині періодичної дії «ESCHER». В тістомісильну машину дозували: борошно пшеничне першого сорту та житнє борошно обдирне із сухою пшеничною клейковиною, гречану закваску та пластівці, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію соняшкову та цибулю сушену. Тривалість бродіння становила 90 хв при температурі (30±2)°C.

Готове тісто поділяли на шматки масою 0,45 кг на тістоподільнику «SLIM» і піддавали легкому формуванню вручну на тістові заготовки округлої форми. Сформовані заготовки укладали вручну в форми і направляли в шафу остаточного вистоювання «Утал».

Тривалість вистоювання становила 35-40 хв за температури 30-32°C та відносної вологості повітря 70-85%. Перед посадкою в піч тістові заготовки обприскували водою та посипали гречаними пластівцями.

Випікання здійснювали у зволоженій пекарській камері печі «ROTOR 80X80» за температури 200-220°C протягом 30 хв. Було виготовлено 150 шт.

Показники якості пшенично-житнього хліба з гречаною закваскою наведені в табл.

3.

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пшенично-житнього хліба

Найменування показника	Характеристика
<i>Зовнішній вигляд:</i>	
форма	Відповідає формі, в якій проводили випікання
поверхня	Опукла, без тріщин та підривів, забруднення відсутні
колір	Рівномірний, від коричневого до темно-коричневого
<i>Стан м'якушки:</i>	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміс	Без грудочок, пустот та слідів непромісу
пористість	Розвинута, рівномірна, тонкостінна
Смак і запах	Властивий пшенично-житньому хлібу з «гречаним» присмаком та ароматом
Масова частка вологи, %	45,5
Кислотність, град	6,4
Пористість, %	66,0

За результатами пробного випікання підтверджена ефективність використання закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна в технології пшенично-житнього хліба з метою покращення показників якості виробів, збагачення корисними нутрієнтами гречаного борошна та прискорення технологічного процесу.

Головний технолог



Бондаренко К.Ю.

Доцент кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Михонік Л.А.

Аспірант кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Гетьман І.А.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Директор Інституту продовольчих ресурсів

НААН України

Ібатуллін І.І.

28 липня 2022 р.



АКТ

виробничих випробувань безглютенового хліба
із гречаною закваскою спонтанного бродіння

Цей акт складено про те, що 28 липня 2022 року в умовах пекарні Інституту продовольчих ресурсів НААН України в м. Київ були проведені виробничі випробування безглютенового хліба «Гречано-рисовий» із гречаною закваскою спонтанного бродіння.

Хліб «Гречано-рисовий» - виріб на основі борошняно-крохмальної суміші, в складі борошна зеленої гречки, рисового борошна та кукурудзяного крохмалю, яка не містить глютену. Такі інгредієнти дозволяють збагатити харчову цінність хліба харчовими волокнами, вітамінами, макро-та мікроелементами, які містяться в борошні круп'яних культур. Частина гречаного борошна вноситься в складі закваски спонтанного бродіння, що дозволить інтенсифікувати технологічний процес та покращити органолептичні показники якості виробу. Хліб відноситься до виробів спеціального призначення, призначений для споживачів, хворих целиакією (непереносимість глютену), а також людей, які дотримуються здорового харчування, так званої «безглютенової» дієти.

Рецептура хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з борошна зеленої гречки розроблені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій (НУХТ) аспірантом Гетьман І.А. та доцентом Михонік Л.А.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах, що розроблені рецептура безглютенового хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна дозволяють отримати вироби з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості.

Рецептура безглютенового хліба з гречаною закваскою наведена в табл.1.

Таблиця 1

Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Найменування сировини	Витрати сировини, кг
Борошно гречане	40,0
Борошно рисове	30,0
Крохмаль кукурудзяний	30,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна харчова	2,0
Цукор білий кристалічний	4,0
Олія кукурудзяна	5,0
Камедь ксантану	0,5
ГМЦ	1,0

Тісто для хліба готували безопарним прискореним способом. Готували дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини. Кількість води розраховували, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста. Сухі компоненти - камедь ксантану, ГМЦ, борошно рисове і зеленої гречки, а також кукурудзяний крохмаль змішуються перед використанням.

Попередньо готується закваска спонтанного бродіння з гречаного борошна, яку готували методом спонтанного зброджування.

Цикл розведення тривав 120 годин за температури 26-28°C. Для приготування закваски, змішували борошно гречане з водою (співвідношення 1:1,25). Далі, через кожні 24 години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30°C) співвідношенням 1:1,25.

Вкінці циклу розведення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, вона може використовуватися у виробничому циклі для приготування хліба.

Дозування закваски в рецептурі хліба «Гречано-рисовий» становить 20%. Із закваскою вноситься 8,5% борошна зеленої гречки, решта додається в сухому вигляді. Використовували закваску з наступними показниками якості: кислотність – 16,8 град, масова частка вологи – 62,5%, активність МКБ – 65 хв.

Приготування тіста здійснювали у тістомісильній машині періодичної дії «ТММ-1М». В тістомісильну машину дозували: попередньо змішані сухі компоненти (борошно гречане, рисове, крохмаль, ГМЦ, камедь ксантану), гречану закваску, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію.

Готове тісто ділили на тістові заготовки масою 0,3 кг в форми. Процес бродіння в технології безглютенових виробів відсутній, тому тістові заготовки відразу направляли на вистоювання.

Вистоювання тістових заготовок проводили у шафі для вистоювання «Упох XLT 133» при температурі 35-38°C і відносній вологості 75-80% протягом 40 хв.

Вистояні тістові заготовки випікали у зволоженій пекарській камері печі «Упох ХЕВС-0711-EPRM» при температурі 200-210 °С протягом 25 хв. Всього було випечено 272 шт.

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування хліба наведені в табл.2.

Таблиця 2

Виробнича рецептура та технологічні параметри приготування

Найменування сировини	Витрати сировини на порцію тіста і параметри технологічного процесу		
	маса	закваска	тісто
Борошно зеленої гречки, кг	16,0	3,4	12,6
Борошно рисове, кг	12,0	-	12,0
Крохмаль кукурудзяний, кг	12,0	-	12,0
Дріжджова суспензія, кг	4,8	-	4,8
Цукровий розчин, кг	3,2	-	3,2
Сольовий розчин, кг	3,1	-	3,1
Олія кукурудзяна, кг	2,0	-	2,0
ГПМЦ, кг	0,4	-	0,4
Камедь ксантану, кг	0,2	-	0,2
Закваска гречана, кг	-	-	8,0
Вода, кг	29,5	4,6	24,9
Масова частка води, %	-	62,5	51
Початкова температура, °С	-	28,4	29,2
Кислотність кінцева, град	-	16,8	3,5
Тривалість бродіння, хв	-	720	-
Тривалість вистоювання, хв	-	-	40

Показники якості безглютенового хліба наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба

Найменування показника	Характеристика
<i>Зовнішній вигляд:</i>	
форма	Відповідає формі, в якій проводили випікання
поверхня	Гладка, без тріщин та підривів, забруднення відсутні
колір	Рівномірний, кремово-жовтий
<i>Стан м'якушки:</i>	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміє	Без грудочок, пустот та слідів непромієу
пористість	Розвинута, рівномірна, тонкостінна
Смак і запах	Власивий безглютенівому хлібу зі слабким «кислуватого-спиртовим» гречаним присмаком та ароматом
Масова частка вологи м'якушки, %	50,0
Кислотність м'якушки, град	3,0
Пористість м'якушки, %	62

За результатами пробного випікання підтверджена ефективність використання закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна в технології безглютенівого хліба з метою покращення показників якості виробів, збагачення корисними нутрієнтами борошна круп'яних культур та прискорення технологічного процесу.

Завідувач відділу технологій хліба

та біотрансформації

зернових продуктів



Науменко О.В.

Доцент кафедри технології

хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Михонік Л.Л.

Аспірант кафедри технології

хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Гетьман І.А.

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 Директор Інституту продовольчих ресурсів
 НААН України
 Ібатуллін І.І.
 26 липня 2022 р.



АКТ

виробничих випробувань безглютенового хліба із рисовою закваскою спонтанного бродіння

Цей акт складено про те, що 26 липня 2022 року в умовах пекарні Інституту продовольчих ресурсів НААН України в м. Київ були проведені виробничі випробування безглютенового хліба «Гречано-рисовий» із рисовою закваскою спонтанного бродіння.

Хліб «Гречано-рисовий» - виріб на основі борошвяно-крохмальної суміші, в складі борошна зеленої гречки, рисового борошна та кукурудзяного крохмалю, яка не містить глютену. Такі інгредієнти дозволяють збагатити харчову цінність хліба харчовими волокнами, вітамінами, макро-та мікроелементами, які містяться в борошні круп'яних культур. Частина рисового борошна вноситься в складі закваски спонтанного бродіння, що дозволить інтенсифікувати технологічний процес та покращити органолептичні показники якості виробу. Хліб відноситься до виробів спеціального призначення, призначений для споживачів, хворих целиакією (непереносимість глютену), а також людей, які дотримуються здорового харчування, так званої «безглютенової» дієти.

Рецептура хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з рисового борошна розроблені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій (НУХТ) аспірантом Гетьман І.А. та доцентом Михонік Л.А.

Метою випробувань було підтвердження у виробничих умовах, що розроблені рецептура безглютенового хліба та технологія приготування закваски спонтанного бродіння з рисового борошна дозволяють отримати вироби з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості.

Рецептура безглютенового хліба з рисовою закваскою наведена в табл.1.

Таблиця 1

Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Найменування сировини	Витрати сировини, кг
Борошно гречане	40,0
Борошно рисове	30,0
Крохмаль кукурудзяний	30,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна харчова	2,0
Цукор білий кристалічний	4,0
Олія кукурудзяна	5,0
Камедь ксантану	0,5
ГМІЦ	1,0

Тісто для хліба готували безопарним прискореним способом. Готували дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини. Кількість води розраховували, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста. Сухі компоненти - камедь ксантану, ГМІЦ, борошно рисове і зеленої гречки, а також кукурудзяний крохмаль змішуються перед використанням.

Попередньо готується закваска спонтанного бродіння з рисового борошна, яку готували методом спонтанного зброджування.

Цикл розведення тривав 120 годин за температури 26-28°C. В цьому циклі, змішували борошно з водою (співвідношення 1:1). Далі, через кожні (24±2) години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води (температура 28-30°C) за співвідношення 1:1. Вкінці циклу розведення якість закваски за органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, вона може використовуватися у виробничому циклі для приготування хліба.

Дозування закваски в рецептурі хліба «Гречано-рисовий» становить 30%. Із закваскою вноситься 16% рисового борошна. Використовували закваску з наступними показниками якості: кислотність – 15,2 град, масова частка вологи – 50,5%, активність МКБ – 70 хв.

Приготування тіста здійснювали у тістомісильній машині періодичної дії «ГММ-1М». В тістомісильну машину дозували: попередньо змішані сухі компоненти (борошно гречане, рисове, крохмаль, ГМІЦ, камедь ксантану), рисову закваску, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію.

Готове тісто ділили на тістові заготовки масою 0,3 кг в форми. Процес бродіння в технології безглютенових виробів відсутній, тому тістові заготовки відразу направляли на вистоювання.

Вистоювання тістових заготовок проводили у шафі для вистоювання «Ulox XLT 133» при температурі 35-38 °С і відносній вологості 75-80% протягом 40 хв.

Вистояні тістові заготовки випікали у зволоженій пекарській камері печі «Ulox XEVC-0711-EPRM» при температурі 200-210 °С протягом 25 хв. було випечено 272 шт.

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування хліба наведені в табл.2.

Таблиця 2

Виробнича рецептура та технологічні параметри приготування

Найменування сировини	Витрати сировини на порцію тіста і параметри технологічного процесу		
	маса	закваска	тісто
Борошно зеленої гречки, кг	16,0	-	16,0
Борошно рисове, кг	12,0	6,4	5,6
Крохмаль кукурудзяний, кг	12,0	-	12,0
Дріжджова суспензія, кг	4,8	-	4,8
Цукровий розчин, кг	3,2	-	3,2
Сольовий розчин, кг	3,1	-	3,1
Олія кукурудзяна, кг	2,0	-	2,0
ГПМЦ, кг	0,4	-	0,4
Камедь кеантану, кг	0,2	-	0,2
Закваска рисова, кг	-	-	12,0
Вода, кг	29,5	5,6	23,9
Масова частка води, %	-	50,5	51
Початкова температура, °С	-	28,4	29,2
Кислотність кінцева, град	-	15,2	3,5
Тривалість бродіння, хв	-	720	-
Тривалість вистоювання, хв	-	-	40

Показники якості безглютенового хліба наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба

Найменування показника	Характеристика
<i>Зовнішній вигляд:</i>	
форма	Відповідає формі, в якій проводили випікання
поверхня	Гладка, без тріщин та підтривів, забруднення відсутні
колір	Рівномірний, кремовий
<i>Стан м'якушки:</i>	
пропеченість	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик
проміє	Без грудочок, пустот та слідів непроміє
пористість	Розвинута, рівномірна, тонкостінна
Смак і запах	Власивий безглютеновому хлібу зі слабким «кислуватим-спиртовим» присмаком та ароматом
Масова частка вологи м'якушки, %	49,8
Кислотність м'якушки, град	2,8
Пористість м'якушки, %	65,0

За результатами пробного випікання підтверджена ефективність використання закваски спонтанного бродіння з рисового борошна в технології безглютенового хліба з метою покращення показників якості виробів, збагачення корисними нутрієнтами борошна круп'яних культур та прискорення технологічного процесу.

Завідувач відділу технологій хліба
та біотрансформації
зернових продуктів



Науменко О.В.

Доцент кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Михонік Л.А.

Аспірант кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



Гетьман І.А.

ДОДАТОК Г.
РЕЦЕПТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ІНСТРУКЦІЇ

**ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»**

ДКШ 10.71.11

УКНД 67.060

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-технологічної лабораторії (ЦВТЛ) Укрхлібпрому-базової організації стандартизації



Гуленко Л.А.
26 липня 2022 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова ради-генеральний директор Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром»



Васильченко О.М.
26 липня 2022 року

РЕЦЕПТУРА

Хліб «Вівсяний аромат»

згідно з ДСТУ 7517:2014

РЦУ 00389676.74186:2022

Виробляється за технологічною інструкцією ТІУ 00389676.74186:2022

Чинна від 26 липня 2022 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів

Акт № 3

від 26 липня 2022 року

РОЗРОБЛЕНО:

к.т.н., доцент

Л.А.Михонік Л.А.Михонік

«25» січня 2022 р.

Аспірант

І.А.Гетьман І.А.Гетьман

«25» січня 2022 р.

РЦУ 00389676.74186:2022

1. Характеристика виробу:

Хліб «Вівсяний аромат» – це пшеничний хліб з додаванням вівсяної закваски спонтанного бродіння та вівсяних пластівців; відноситься до групи хлібобулочних виробів оздоровчо-профілактичного призначення, оскільки його збагачено харчовими волокнами, макроелементами (калій, фосфор, магній) та мікроелементами (залізо, цинк тощо), вітамінами, зокрема, РР, а також зменшено кількість вуглеводів за рахунок використання продуктів переробки вівса. Виготовляється формовим, масою 0,35 - 0,45 кг.

Органолептичні показники якості згідно з таблицею 1.

Таблиця 1

Органолептичні показники якості

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд: форма поверхня колір	- відповідає формі, в якій проводилось випікання - опукла, з включеннями пластівців - жовто-коричневого, рівномірного кольору
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, без пустот і слідів непромісу, нелипка на дотик, при натисканні швидко відновлюється
Смак	Властивий пшеничному хлібу з відчутним «вівсяним» присмаком, без сторонніх присмаків
Запах	Властивий пшеничному хлібу з відчутним «вівсяним» ароматом, без сторонніх ароматів

2. Фізико-хімічні показники якості згідно з таблицею 2.

РЦУ 00389676.74186:2022

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники якості

Назва показника	Норма для хліба «Вівсяний аромат»
Масова частка вологи м'якушки, %, не більше ніж	44
Кислотність м'якушки, град, не більше ніж	4,0
Пористість м'якушки, %, не менше ніж	70
Масова частка цукру в перерахунку на СР, (% ± 1,0)	4,0
Масова частка жиру в перерахунку на СР, (% ± 0,5)	3,0

Таблиця 3

Співвідношення сировини за масою на 100 кг борошна

Назва сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне першого сорту	83,0
Вівсяне борошно ¹	7,0
Вівсяні пластівці (в тісто)	10,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0
Сіль кухонна харчова	1,8
Цукор білий кристалічний	4,0
Олія соняшникова	3,0
Суша пшенична клейковина	3,0
Виноград сушений	8,0
Вівсяні пластівці (посипка)	1,5
Разом	118,3

¹ – вноситься в складі закваски спонтанного бродіння

- упікання – 10 %

Примітка: Витрати пресованих дріжджів можуть змінюватися залежно від їх підіймальної сили, якості борошна та способу приготування тіста.

3. Мінімальний вихід виробів за вологості борошна 14,5 % - 161,3 %.**4. Термін реалізації виробів** – не більше ніж 36 години без упаковки, упакованих – не більше ніж 72 години.**5. Інформаційні відомості про енергетичну цінність, вміст білка, жиру та вуглеводів у 100 г виробу** подано в додатку А.

РЦУ 00389676.74186:2022

Додаток А
(обов'язковий)

Інформаційні дані
про поживну (харчову) та енергетичну цінність (калорійність) 100 г
пшеничного хліба «Вівсяний аромат»

Білки, г	8,9
Жири, г, з них:	4,1
Насичені жирні кислоти, г	0,6
Вуглеводи, г, з них:	47,0
Крохмаль, г	40,8
Цукри, г	4,8
Харчові волокна, г	4,0
Енергетична цінність 100 г продукту, ккал/кДж	255,0/1067

**ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»**

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-технологічної лабораторії (ЦВТЛ) Укрхлібпрому-базової організації стандартизації

Гуленко Л.А.

26 липня 2022 року



ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова ради-генеральний директор Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром»

Васильченко О.М.

26 липня 2022 року



ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

на виробництво

Хліба «Вівсяний аромат»

ТІУ 00389676.74186:2022

Чинна від 26 липня 2022 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів.

Акт № 3

від 26 липня 2022 року

РОЗРОБЛЕНО:

к.т.н., доцент

Л.А.Михонік Л.А.Михонік

«26» липня 2022 р.

Аспірант

І.А.Гетьман І.А.Гетьман

«26» липня 2022 р.

ТУ 00389676.74186:2022

Вступна частина

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво хліба «Вівсяний аромат», який виготовляється із борошна пшеничного першого сорту, пластівців вівсяних, вівсяного борошна, дріжджів хлібопекарських пресованих, цукру білого кристалічного, винограду сушеного, олії соняшникової, сухої пшеничної клейковини, солі кухонної. Вівсяне борошно вноситься із закваскою спонтанного бродіння.

1. Характеристика готової продукції

Якість хліба «Вівсяний аромат» повинна відповідати вимогам ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови» та РЦУ 00389676.74186:2022. Хліб «Вівсяний аромат» виготовляється формовим, масою 0,35 – 0,45 кг.

2. Перелік сировини

Для виробництва хліба «Вівсяний аромат» використовується така сировина:

Борошно пшеничне першого сорту згідно з ГСТУ 46.004-99;

Вівсяне борошно згідно з ТУ У 46.22.054 - 94;

Вівсяні пластівці згідно з ТУ У 15.6 – 30150670-004:2009;

Суша пшенична клейковина згідно з чинним НД;

Дріжджі хлібопекарські пресовані згідно з ДСТУ 4812:2007;

Сіль кухонна харчова згідно з ДСТУ 3583:2015;

Цукор білий кристалічний згідно з ДСТУ 4623:2006;

Олія соняшникова згідно з ДСТУ 4492:2017;

Виноград сушений згідно з чинним НД;

Вода питна згідно з ДСанПін 2.2.4-171-10.

Допускається використання іншої взаємозамінної сировини з показниками якості не нижче, ніж вказані в наведеній вище нормативній документації на відповідний вид сировини.

ТУ 00389676.74186:2022:2022

Якість сировини повинна відповідати вимогам діючої на неї нормативно-технічної документації та ДГПІН №368 «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», затверджені МОЗ України від 13.05.2013 р. №368 за показниками безпеки.

3. Опис технологічного процесу

3.1. Підготовка сировини до виробництва

Підготовка сировини до виробництва проводиться згідно з «Правилами з організації та ведення технологічного процесу на хлібопекарських підприємствах», затвердженого наказом Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» від 19.07.2000 р. №37.

Сушу пшеничну клейковину попередньо змішують з борошном пшеничним першого сорту. Готують дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, вівсяні пластівці попередньо замочують у воді (співвідношення 1:2). Кількість води розраховують, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста.

3.2. Приготування тіста

Тісто для хліба «Вівсяний аромат» готується на рідкій заквасці в дві стадії (закваска - тісто) безопарним прискореним способом (табл.1).

3.2.1. Приготування закваски спонтанного бродіння з вівсяного борошна

Приготування закваски складається з циклу розведення та виробничого циклу.

Цикл розведення заквасок триває (96 ± 2) годин за температури $26-28^{\circ}\text{C}$. Для приготування закваски, змішують борошно вівсяне з водою (співвідношення 1:2), далі через кожні (24 ± 2) години до попередньої стиглої закваски додають поживну суміш з борошна та води (температура $28-30^{\circ}\text{C}$), за співвідношення 1:1,5. Вкінці циклу розведення якість закваски за

ТІУ 00389676.74186:2022

органолептичними та фізико-хімічними показниками стабілізується, вона може використовуватися у виробничому циклі для приготування хліба.

Показники якості готової закваски, а також рецептура та режими приготування тіста для хліба «Вівсяний аромат» наведені в таблиці 1.

У виробничому циклі відбирають на виробництво 70% готової закваски, а до маси, що залишилася вносять поживну суміш з борошна і води (співвідношення 1:1,5). Дозування вівсяної закваски в рецептурі хліба «Вівсяний аромат» становить 15 %. Таким чином із закваскою вноситься близько 7% борошна вівсяного, таким чином відповідна кількість пшеничного борошна першого сорту замінюється круп'яним.

Таблиця 1

Рецептура та режим приготування тіста

Назва сировини та показників технологічного процесу	Витрати сировини і параметри технологічного процесу		
	закваска	тісто	на оздоблення
Борошно пшеничне першого сорту, кг	-	83,0	-
Борошно вівсяне, кг	7,0	-	-
Пластівці вівсяні, кг	-	10,0	-
Цукор білий кристалічний, кг	-	4,0	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	-	2,0	-
Сіль кухонна, кг	-	1,8	-
Виноград сушений, кг	-	8,0	-
Олія соняшникова, кг	-	3,0	-
Суша пшенична клейковина, кг	-	3,0	-
Пластівці вівсяні, кг	-	-	1,5
Вода, кг	12,0	За розрахунком	-
Закваска, кг	-	15,0	-
Масова частка вологи, %	65±5	44±0,5	-
Початкова температура, °С	30±2	30±2	-
Кислотність кінцева, град	16,0-18,0	4,0-4,5	-
Тривалість бродіння, хв	600-720	90-100	-

ТІУ 00389676.74186:2022

Примітка: Параметри технологічного процесу можуть змінюватись залежно від типу і конструктивних особливостей обладнання, умов виробництва та якості сировини.

Приготування тіста здійснюється у тістомісильній машині періодичної дії, тривалість замісу тіста 8-12 хв залежно від типу машини. В тістомісильну машину дозують: борошно пшеничне першого сорту із сухою пшеничною клейковиною, вівсяну закваску та пластівці, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, виноград сушений та олію соняшникову. Після замішування тісто залишають для бродіння до накопичення необхідної кислотності і досягнення максимального об'єму. Готовність тіста визначають за досягненням кислотності, встановленої технологічним процесом.

3.3. Обробка тіста. Вистоювання тістових заготовок. Випікання.

Готове тісто поділяють на шматки заданої маси і піддають формуванню вручну або тістозакатувальною машиною на тістові заготовки овальної форми. Масу тістової заготовки визначають за встановленою масою готових виробів з урахуванням величин унікання та усихання продукції на підприємстві. Сформовані заготовки укладають вручну або тістоукладальником в форми і направляють на остаточне вистоювання. У процесі тістообробки витрачають до 2% борошна від загальної його кількості.

Тривалість вистоювання 35-45 хв залежно від маси тістових заготовок за температури 30-32°C та відносної вологості повітря 70-85%. Перед посадкою в піч тістові заготовки обприскують водою та посипають вівсяними пластівцями.

Випікання здійснюють у зволоженій пекарській камері за температури 180-190°C протягом 25-35 хв залежно від маси виробу. Готовий хліб після виймання з печі рекомендовано обприскати водою. Температурний режим, тривалість вистоювання та випікання можуть змінюватись, залежно від якості сировини та умов виробництва.

ТІУ 00389676.74186:2022

4. Пакування. маркування. вимоги щодо безпеки. Вимоги щодо охорони довкілля. Правила приймання. Методи контролювання. Правила транспортування та зберігання.

Пакування, маркування, вимоги щодо безпеки та охорони довкілля, правила приймання та методи контролювання, а також правила транспортування та зберігання проводять відповідно до вимог ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови».

**ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»**

ДКПП 10.71.11

УКНД 67.060

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-технологічної лабораторії (ЦВТЛ) Укрхлібпрому-базової організації стандартизації



Гуленко Л.А.
26 липня 2022 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова ради-генеральний директор Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром»



Васильченко О.М.
26 липня 2022 року

РЕЦЕПТУРА

Хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою»

РЦУ 00389676.74187:2022

згідно з ДСТУ 4583:2006

Виробляється за технологічною інструкцією ПІУ 00389676.74187:2022

Чинна від 26 липня 2022 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів

Акт № 3

від 26 липня 2022 року

РОЗРОБЛЕНО:

к.т.н., доцент

Л.А. Михонік Л.А. Михонік
«26» липня 2022 р.

Аспірант

І.А. Гетьман І.А. Гетьман
«26» липня 2022 р.

РЦУ 00389676.74187:2022

1. Характеристика виробу:

Хліб «Пшенично-житній з гречаною закваскою» – це хліб з додаванням закваски спонтанного бродіння з борошна зеленої гречки та гречаних пластівців; відноситься до групи хлібобулочних виробів оздоровчо-профілактичного призначення, оскільки збагачений харчовими волокнами, вітамінами РР, Е, В; а також мінеральними речовинами (фосфор, калій, цинк, селен). Виробляється формовим, масою – 0,4 - 0,5 кг. Органолептичні показники якості згідно з таблицею 1.

Таблиця 1 — Органолептичні показники якості

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд: форма поверхня колір	- відповідає формі, в якій проводилось випікання - опукла, з включеннями пластівців - від світло- коричневого до коричневого, рівномірний
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, нелипка на дотик, без пустот і слідів непромісу, при натисканні швидко відновлюється
Смак	Властивий пшенично-житньому хлібу, з легким кислуватим, «гречаним» смаком
Запах	Властивий пшенично-житньому хлібу, з легким кислуватим, «гречаним» ароматом

2. Фізико-хімічні показники якості згідно з таблицею 2.

РЦУ 00389676.74187:2022

Таблиця 2 — Фізико-хімічні показники якості

Назва показника	Норма для хліба «Пшенично- житній з гречаною закваскою»
Масова частка вологи, %, не більше ніж	47,0
Кислотність м'якушки, %, не більше ніж	6,0
Пористість м'якушки, %, не менше ніж	66
Масова частка цукру в перерахунку на СР, (% ± 1,0)	3,0
Масова частка жиру в перерахунку на СР, (% ± 0,5)	3,0

Таблиця 3 — Співвідношення сировини за масою на 100 кг борошна

Назва сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне першого сорту	55,0
Борошно житнє обдирне	20,0
Гречане борошно ¹	15,0
Гречані пластівці (в тісто)	10,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0
Сіль кухонна харчова	1,8
Цукор білий кристалічний	3,0
Олія соняшникова	3,0
Суша пшенична клейковина	3,0
Цибуля сушена	1,0
Гречані пластівці (посипка)	1,5
Разом	115,3

¹вноситься в складі закваски спонтанного бродіння

- упікання – 8%

Примітка: Витрати пресованих дріжджів можуть змінюватися залежно від їх підіймальної сили, якості борошна та способу приготування тіста.

3. Мінімальний вихід виробів за вологості борошна 14,5 % - 163,6%.

4. Термін реалізації виробів – не більше ніж 36 години без упаковки, упакованих – не більше ніж 72 годин.

РЦУ 00389676.74187:2022

5. Інформаційні відомості про енергетичну цінність, вміст білка, жиру та вуглеводів у 100 г виробу подано в додатку А.

**Додаток А
(обов'язковий)**

**Інформаційні дані
про поживну (харчову) та енергетичну цінність (калорійність) 100 г
пшенично-житнього хліба з гречаною закваскою**

Білки, г	10,4
Жири, г, з них:	3,3
Насичені жирні кислоти, г	0,5
Вуглеводи, г, з них:	40,0
Крохмаль, г	37,0
Цукри, г	2,8
Харчові волокна, г	4,9
Енергетична цінність 100 г продукту, ккал/кДж	230,0/962

**ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»**

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-технологічної лабораторії (ЦВТЛ) Укрхлібпрому-базової організації стандартизації



Туленко Л.А.
26 липня 2022 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова ради-генеральний директор Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром»



Васильченко О.М.
26 липня 2022 року

**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
на виробництво**

Хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою»

ТІУ 00389676.74187:2022

Чинна від 26 липня 2022 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів.

Акт № 3

від 26 липня 2022 року

РОЗРОБЛЕНО:

к.т.н., доцент
Л.А. Михонік
«07» лютого 2022 р.

Аспірант
І.А. Гетьман
«07» лютого 2022 р.

ТУ 00389676.74187:2022

Вступна частина

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою», який виготовляється із борошна пшеничного першого сорту, борошна житнього обдирного, борошна зеленої гречки, пластівців гречаних, дріжджів хлібопекарських пресованих, цукру білого кристалічного, солі кухонної, цибулі сушеної, олії соняшникової, сухої пшеничної клейковини. Гречане борошно вноситься із закваскою спонтанного бродіння.

1. Характеристика готової продукції

Якість хліба «Пшенично-житній із гречаною закваскою» повинна відповідати вимогам ДСТУ 4583:2006 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови.» та РЦУ 00389676.74187:2022. Хліб «Пшенично-житній із гречаною закваскою» виготовляється формовим, масою 0,35-0,45 кг.

2. Перелік сировини

Для виробництва хліба «Пшенично-житній із гречаною закваскою» використовується така сировина:

Борошно пшеничне першого сорту згідно з ГСТУ 46.004-99;

Борошно житнє обдирне згідно ДСТУ 8791:2018;

Гречане борошно згідно з ТУ У 10.6. - 39229984-001:2019;

Гречані пластівці згідно з ТУ У 10.6-00954544-008:2016;

Дріжджі хлібопекарські пресовані згідно з ДСТУ 4812:2007;

Сіль кухонна харчова згідно з ДСТУ 3583:2015;

Цукор білий кристалічний згідно з ДСТУ 4623:2006;

Олія соняшникова згідно з ДСТУ 4492:2017;

Суша пшенична клейковина згідно з чинним НД;

Цибуля сушена згідно з ДСТУ 8103:2015;

Вода питна згідно з ДСанПін 2.2.4-171-10.

ТУ 00389676.74187:2022

Допускається використання іншої взаємозамінної сировини з показниками якості не нижче, ніж вказані в наведеній вище нормативній документації на відповідний вид сировини.

Якість сировини повинна відповідати вимогам діючої на неї нормативно-технічної документації та ДГПІН №368 «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», затверджені МОЗ України від 13.05.2013 р. №368 за показниками безпеки.

3. Опис технологічного процесу

3.1. Підготовка сировини до виробництва

Підготовка сировини до виробництва проводиться згідно з «Правилами з організації та ведення технологічного процесу на хлібопекарських підприємствах», затвердженого наказом Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» від 19.07.2000 р. №37.

Суху пшеничну клейковину попередньо змішують з борошном пшеничним першого сорту та житнім обдирним. Готують дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, гречані пластівці попередньо замочують у воді (співвідношення 1:2). Кількість води розраховують, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста.

3.2. Приготування тіста

Тісто для хліба «Пшенично-житній із гречаною закваскою» готується на рідкій заквасці в дві стадії (закваска - тісто) безопарним прискореним способом (табл.1).

3.2.1. Приготування закваски спонтанного бродіння з гречаного борошна

Приготування закваски складається з циклу розведення та виробничого циклу.

Цикл розведення триває (120 ± 2) годин за температури 26-28°C. Для приготування закваски, змішують борошно гречане з водою (співвідношення

ТІУ 00389676.74187:2022

1:1,5). Далі, через кожні (24±2) години до попередньої стиглої закваски додають поживну суміш з борошна та води (температура 28-30°C) співвідношенням 1:1.

У виробничому циклі відбирають на виробництво 70% готової закваски, а до маси, що залишилася (30%) вносять поживну суміш з борошна і води (співвідношення 1:1). Дозування гречаної закваски в рецептуру хліба «Пшенично-житній з гречаною закваскою» становить 30%. Таким чином із закваскою вноситься 15% борошна зеленої гречки, таким чином відповідна кількість пшеничного борошна першого сорту замінюється круп'яним.

Показники якості готової закваски, а також рецептура та режими приготування тіста для хліба «Пшенично-житній із гречаною закваскою» наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Рецептура та режим приготування тіста

Назва сировини та показників технологічного процесу	Витрати сировини і параметри технологічного процесу		
	закваска	тісто	на оздоблення
Борошно пшеничне першого сорту, кг	-	55,0	-
Борошно житнє обдирне, кг	-	20,0	-
Борошно гречане, кг	15,0	-	-
Пластівці гречані, кг	-	10,0	-
Цукор білий кристалічний, кг	-	3,0	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	-	2,0	-
Сіль кухонна, кг	-	1,8	-
Цибуля сушена, кг	-	1,0	-
Олія соняшникова, кг	-	3,0	-
Суша пшенична клейковина, кг	-	3,0	-
Пластівці гречані, кг	-	-	1,5
Вода, кг	15,0	За розрахунком	-
Закваска, кг	-	30,0	-
Масова частка вологи, %	60±5	47±0,5	-

ТТУ 00389676.74187:2022

Продовження табл. 1

Початкова температура, °С	26-28	28-30	-
Кислотність кінцева, град	16,0-18,0	6,0-6,5	-
Тривалість бродіння, хв	720-840	90-100	-

Примітка: Параметри технологічного процесу можуть змінюватись залежно від типу і конструктивних особливостей обладнання, умов виробництва та якості сировини.

Приготування тіста здійснюється у тістомісильній машині періодичної дії, тривалість замісу тіста 8-12 хв залежно від типу машини. В тістомісильну машину дозують: борошно пшеничне першого сорту та житнє борошно обдирне із сухою пшеничною клейковиною, гречану закваску та пластівці, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію соняшникову та цибулю сушену. Після замішування тісто залишають для бродіння до накопичення необхідної кислотності і досягнення максимального об'єму. Готовність тіста визначають за досягненням кислотності, встановленої технологічним процесом.

3.3. Обробка тіста. Вистоювання тістових заготовок. Випікання.

Готове тісто поділяють на шматки заданої маси і піддають легкому формуванню вручну або на тістоформувальному транспортері на тістові заготовки овальної форми. Масу тістової заготовки визначають за встановленою масою готових виробів з урахуванням величин упікання та усихання продукції на підприємстві. Сформовані заготовки укладають вручну або тістоукладальником в форми і направляють на остаточне вистоювання. У процесі тістообробки витрачають до 2% борошна від загальної його кількості.

Тривалість вистоювання 35-45 хв залежно від маси тістових заготовок за температури 30-32°C та відносної вологості повітря 70-85%. Перед посадкою в піч тістові заготовки обприскують водою та посипають гречаними пластівцями.

ТІУ 00389676.74187:2022

Випікання здійснюють у зволоженій пекарській камері за температури 190-200°C протягом 25-30 хв залежно від маси виробу. Готовий хліб після виймання з печі рекомендовано обприскати водою. Температурний режим, тривалість вистоювання та випікання можуть змінюватися, залежно від якості сировини та умов виробництва.

4. Пакування. маркування. Вимоги щодо безпеки. Вимоги щодо охорони довкілля. Правила приймання. Методи контролювання. Правила транспортування та зберігання

Пакування, маркування, вимоги щодо безпеки та охорони довкілля, правила приймання та методи контролювання, а також правила транспортування та зберігання проводять відповідно до вимог ДСТУ 4583:2006 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови.»

**ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»**

ДКПП 10.71.11

УКНД 67.060

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-технологічної лабораторії (ЦВТЛ) Укрхлібпрому-базової організації стандартизації

Гуленко Л.А.

26 липня 2022 року



ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова ради-генеральний директор Об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром»

Васильченко О.М.

26 липня 2022 року



РЕЦЕПТУРА

Хліб безглютеновий «Гречано-рисовий»

РЦУ 00389676.74188:2022

згідно з ДСТУ 4588:2006,

ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014

Виробляється за технологічною інструкцією ТІУ 00389676.74188:2022

Чинна від 26 липня 2022 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів

Акт № 3

від 26 липня 2022 року

РОЗРОБЛЕНО:

к.т.н., доцент

Л.А. Михонік Л.А. Михонік

«29» лютого 2022 р.

Аспірант

І.А. Гетьман І.А. Гетьман

«29» лютого 2022 р.

РЦУ 00389676.74188:2022

1. Характеристика виробу:

Хліб безглютенний з суміші борошна зеленої гречки та рисового та кукурудзяного крохмалю на рисовій заквасці з додаванням структуроутворювачів відноситься до групи дієтичних хлібобулочних виробів, що не містять глютен і придатні для вживання людей хворих на целиацію. Частина рисового борошна вноситься із закваскою спонтанного бродіння.

Виробляється формовим масою 0,2-0,3 кг.

Реалізується хліб в упакованому вигляді. Пакувальні матеріали, які використовуються, повинні бути дозволені до використання МОЗ України.

1.1. Органолептичні показники якості**Таблиця 1.** Органолептичні показники якості хліба

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд: форма поверхня колір	Відповідає хлібній формі, в якій проводилось випікання, без бокових впливів. Подовжено-прямокутна, без притисків, не розпливчата. Шорстка. Без тріщин та підривів, без забруднення. Від світло-жовтого до коричневого
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, не липка, не волога на дотик. Без грудочок та слідів непромісу. Рівномірна, середня, тонкостінна.
Смак і аромат	Властивий даному виробу, відчувається кисло-спиртовий присмак і аромат.

1.2. Фізико-хімічні показники якості хліба згідно з таблицею 2.**Таблиця 2 -** Фізико-хімічні показники якості

Назва показника	Норма для хліба «Гречано-рисовий»
Вологість м'якушки, %, не більше	52,0
Кислотність м'якушки, град., не більше	3,0
Пористість м'якушки, %, не менше	71,0

РЦУ 00389676.74188:2022

2. Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна**Таблиця 3.** Співвідношення частин сировини по масі на 100 кг борошна

Назва сировини	Витрати сировини, кг, при приготуванні тіста
Борошно гречане	40,0
Борошно рисове ¹	30,0
Крохмаль кукурудзяний	30,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0
Сіль кухонна харчова	2,0
Цукор білий кристалічний	4,0
Олія кукурудзяна	5,0
Камедь ксантану	0,5
ГМПЦ	1,0
Разом	115,5

¹ – 10% борошна від загальної кількості вноситься із закваскою спонтанного бродіння

Примітка: Витрати пресованих дріжджів можуть змінюватися залежно від їх підіймальної сили, якості борошна та способу приготування тіста.

3. **Мінімальний вихід хліба** при вологості борошна 9% - 185,1 %.
4. **Термін реалізації виробів** - тільки в упакованому вигляді не більше 48 год.
5. **Інформаційні відомості про енергетичну цінність, вміст білка, жиру та вуглеводів у 100 г виробу** подано в додатку А.

РЦУ 00389676.74188:2022

Додаток А
(обов'язковий)

Інформаційні дані
про поживну (харчову) та енергетичну цінність (калорійність) 100 г
безглютенового хліба «Гречано-рисовий»

Білки, г	4,1
Жири, г, з них:	3,0
Насичені жирні кислоти, г	0,7
Вуглеводи, г, з них:	41,0
Крохмаль, г	38,3
Цукри, г	2,7
Харчові волокна, г	1,4
Енергетична цінність 100 г продукту, ккал/кДж	218,0/912

**ОБ'ЄДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
«УКРХЛІБПРОМ»**

УЗГОДЖЕНО

Директор Центральної виробничо-технологічної лабораторії (ЦВТЛ)
Укрхлібпрому-базової організації
стандартизації

Гуленко Л.А.

26 липня 2022 року



ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова ради-генеральний директор
Об'єднання підприємств
хлібопекарської промисловості
«Укрхлібпром»

Васильченко О.М.

26 липня 2022 року



**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
на виробництво**

Хліба безглютенового «Гречано-рисовий»

ТІУ 00389676.74188:2022

Чинна від 26 липня 2022 року

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою дегустаційною комісією
Укрхлібпрому (СДКУ) з оцінки якості хлібобулочних, борошняних
кондитерських та макаронних виробів.

Акт № 3

від 26 липня 2022 року

РОЗРОБЛЕНО:

к.т.н., доцент

Л.А. Михонік Л.А. Михонік

«09» лютого 2022 р.

Аспірант

І.А. Гетьман І.А. Гетьман

«09» лютого 2022 р.

ТУ 00389676.74188:2022

Вступна частина

Ця технологічна інструкція поширюється на виробництво безглютенових дієтичних хлібобулочних виробів – хліба безглютенового «Гречано-рисовий», який виготовляється з борошна зеленої гречки та рисового борошна, крохмалю кукурудзяного, дріжджів хлібопекарських пресованих, цукру білого кристалічного, солі кухонної, олії кукурудзяної, ГПМЦ, камеді ксантану. Частина рисового борошна вноситься із закваскою спонтанного бродіння.

1. Характеристика готової продукції

Якість хліба безглютенового «Гречано-рисовий» повинна відповідати вимогам ДСТУ 4588:2006, ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014 та РЦУ.

Хліб виробляється формовим, масою 0,2 - 0,3 кг.

2. Перелік сировини

Для виробництва хліба використовується така сировина:

Борошно рисове – згідно ТУ У 10.6. - 39229984-001:2019;

Борошно зеленої гречки – згідно ТУ У 10.6. - 39229984-001:2019;

Крохмаль кукурудзяний - згідно з ДСТУ 3976-2000;

Сіль кухонна харчова – згідно з ДСТУ 3583:2015;

Дріжджі хлібопекарські пресовані – згідно з ДСТУ 4812:2007;

Цукор білий кристалічний - згідно з ДСТУ 4623:2006;

Олія кукурудзяна - згідно з ДСТУ ГОСТ 8808:2003;

Камедь ксантану та ГПМЦ відповідають сертифікатам відповідності та висновкам державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України;

Вода питна згідно з ДСанПін 2.2.4-171-10.

Допускається використання іншої взаємозамінної сировини з показниками якості не нижче, ніж вказані в наведеній вище нормативній документації на відповідний вид сировини.

ТУ 00389676.74188:2022

Якість сировини повинна відповідати вимогам діючої на неї нормативно-технічної документації та ДГПІН №368 «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», затверджені МОЗ України від 13.05.2013 р. №368 за показниками безпеки.

3. Опис технологічного процесу

3.1. Підготовка сировини до виробництва

Підготовка сировини до виробництва хліба проводиться згідно з «Правилами організації і ведення технологічного процесу на хлібопродукти підприємства», затвердженими наказом об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» від 19.07. 2000 за № 37.

Дріжджі, сіль, цукор перед замісом тіста розчиняються в мінімальній кількості води. Кількість води розраховують, віднімаючи від загальної кількості для замісу тіста. При використанні сухих дріжджів іноземного виробництва підготовка та заміна здійснюється у відповідності з рекомендаціями фірми виробника.

Сухі компоненти - камедь ксантану, ГПМЦ, борошно рисове і зеленої гречки, а також кукурудзяний крохмаль змішуються перед використанням. Попередньо готується закваска спонтанного бродіння з рисового борошна.

3.2. Приготування тіста

Тісто для хліба безглютенового «Гречано-рисовий» готується на рідкій заквасці в дві стадії (закваска - тісто) безопарним прискореним способом (табл.1).

3.2.1. Приготування закваски спонтанного бродіння з рисового борошна

Приготування закваски складається з циклу розведення та виробничого циклу.

Цикл розведення триває (120 ± 2) годин за температури $26-28^{\circ}\text{C}$. Для приготування закваски, змішують борошно рисове з водою (співвідношення 1:1). Далі, через кожні (24 ± 2) години до попередньої стиглої закваски додають

ТТУ 00389676.74188:2022

поживну суміш з борошна та води (температура 28-30°C) співвідношенням 1:1.

У виробничому циклі відбір готової закваски на виробництво здійснюється в кількості 30%, а до маси, що залишилася (70%) вносять поживну суміш з борошна і води (співвідношення 1:1). Дозування рисової закваски в рецептуру хліба «Гречано-рисовий» становить 20 %, таким чином із закваскою вноситься 10% «зброженого» борошна.

Показники якості готової закваски, а також рецептура та режими приготування тіста для хліба «Гречано-рисовий» наведені в табл.1.

Таблиця 1

Рецептура та режим приготування тіста

Назва сировини та показників технологічного процесу	Витрати сировини і параметри технологічного процесу	
	закваска	тісто
Борошно зеленої гречки, кг	-	40,0
Борошно рисове, кг	10,0	20,0
Крохмаль кукурудзяний, кг	-	30,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	-	3,0
Цукор білий кристалічний, кг	-	4,0
Сіль кухонна, кг	-	2,0
Олія кукурудзяна, кг	-	5,0
ГПМЦ, кг	-	1,0
Камедь ксантану, кг	-	0,5
Закваска рисова, кг	-	20,0
Вода, кг	10,0	За розрахунком
Масова частка вологи, %	50±5	51±0,5
Початкова температура, °C	26-28	28-30
Кислотність кінцева, град	12,0-14,0	2,6-3,0
Тривалість бродіння, хв	720-840	-
Тривалість вистоювання, хв	-	40-60

Примітка: Параметри технологічного процесу можуть змінюватись залежно від типу і конструктивних особливостей обладнання, умов виробництва та якості сировини.

ТУ 00389676.74188:2022

В тістомісильну машину дозують: попередньо змішані сухі компоненти (борошно гречане, рисове, крохмаль, ГПМЦ, камедь ксантану), рисову закваску, дріжджову суспензію, цукровий та сольовий розчини, олію. Замішують тісто у тістомісильних машинах періодичної дії до утворення однорідної маси протягом 5-7 хв залежно від типу машини.

3.3. Обробка тіста. Вистоювання тістових заготовок. Випікання.

Готове тісто ділять на тістові заготовки в форми. Масу тістової заготовки визначають за встановленою масою готових виробів з урахуванням величин упікання та усихання продукції на підприємстві. Процес бродіння в технології безглютенових виробів відсутній, тому тістові заготовки відразу направляють на вистоювання.

Вистоювання тістових заготовок проводять у шафі кінцевого вистоювання при температурі 35-38°C і відносній вологості 75-80%. Тривалість вистоювання становить 50-60 хв залежно від умов вистоювання, якості сировини та маси тістової заготовки.

Вистояні тістові заготовки випікають у зволоженій хлібопекарській камері при температурі 210-220 °C протягом 25-30 хв залежно від маси виробів.

Температурний режим, тривалість вистоювання та випікання хліба безглютенового можуть змінюватися, залежно від типу і конструкції обладнання, умови його експлуатації та якості сировини.

4. Пакування. маркування. вимоги щодо безпеки. Вимоги щодо охорони довкілля. Правила приймання. Методи контролювання. Правила транспортування та зберігання

Пакування, маркування, вимоги щодо безпеки та охорони довкілля, правила приймання та методи контролювання, а також правила транспортування та зберігання проводять відповідно до вимог ДСТУ 4588:2006, ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014.

ДОДАТОК Д.
СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ
ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Статті

1. Михонік Л.А., Гетьман І.А., Бела Н.А., Богдан Г.С. Показники якості заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в процесі низькотемпературного консервування. *Продовольчі ресурси*. 2018. 11. С.116 – 122. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-13%20>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: Google Scholar, ScienceGate, Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського тощо)

2. Михонік Л. А., Гетьман І. А. Технологія безглютенового хліба з використанням заквасок спонтанного бродіння. *Товари і ринки*. 2019. 1(29). С. 95-103. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(29\)09](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(29)09)

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus, Research Bible, Crossref тощо)

3. Bondarenko Yu., Mykhonik L., Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Andronovich G., Hetman I. The use of golden flax seeds and oats sourbread in the production of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. 4/11 (100). P.46-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174643>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія А); міжнародна індексація: Scopus, EBSCO, WorldCat, OpenAIRE, MIAR, Google Scholar, Index Copernicus, Crossref тощо)

4. Bondarenko Yu., Mykhonik L., Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Andronovich G., Hetman I. Study of the influence of buckwheat flour and flax seeds on consumption properties of long-stored bakery products. *EUREKA: Life Sciences*. 2019. 4. P. 9-18. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2019.00973>

(Іноземний науковий журнал; міжнародна індексація: EBSCO, WorldCat, OpenAIRE, MIAR, Google Scholar, Index Copernicus, Crossref тощо)

5. 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>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

6. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Технологічні аспекти використання вівсяної закваски спонтанного бродіння в технології пшенично-житнього хліба. *Харчова промисловість*. 2020. 28. С. 25-32. DOI: <https://doi.org/10.24263/2225-2916-2020-28-5>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

7. Hetman I., Mykhonik L., Kuzmin O., Shevchenko A. Influence of spontaneous fermentation leavens from cereal flour on the indicators of the technological process of making wheat bread. *Ukrainian Food Journal*. 2021. 10 (3). P.492-506. DOI: <http://dx.doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-3-6>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія А); міжнародна індексація: Web of Science Core Collection, Scopus, EBSCO, InfoBase Index, Ulrichs Web, Google Scholar, Crossref тощо)

8. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. Effect of structure-forming agents and spontaneously fermented buckwheat sourdough on the quality of gluten-free bread. *Food science and technology*. 2022. 16, 2. P. 32-39. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i2.2373>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук (категорія А); міжнародна

індексація: *Web of Science Group (Emerging Sources Citation Index), AGRIS, WorldCat, DORA, EBSCO, InfoBase Index, Ulrichs Web, Google Scholar, Crossref тощо*)

9. Mykhonik L., Hetman I., Naumenko O. Efficiency of sourdoughs of spontaneous fermentation from cereal flour in bakery technologies. *Food resources*. 2023. 11 (20). С.28-34. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-03>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (категорія Б); міжнародна індексація: Google Scholar, ScienceGate, Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського тощо)

Тези доповідей та матеріали конференцій

10. Гетьман І., Смуток П., Михонік Л. Дослідження впливу заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур на процеси газоутворення в пшеничному тісті. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 84 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2018 р. Київ: НУХТ, 2018. Ч.1. С. 161.

11. Getman I., Mikhonik L., Okopna Y. Voraussetzungen für die Verwendung Getreidemehl in der Brottechnologie. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 85 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 11–12 квітня 2019 р. Київ: НУХТ, 2019. Ч.3. С. 553.

12. Гетьман І. А., Михонік Л.А. Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу борошна круп'яних культур. *«Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві», «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій, 10-11 вересня 2019 р. Київ: НУХТ, 2019. С. 57–59.

13. Гетьман І. А., Михонік Л. А. Використання вівсяної закваски спонтанного бродіння в технології пшенично–житнього хліба. *Наукові*

проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: програма та тези матеріалів VIII Міжнар. наук.-техн. конференції, 5-6 листопада 2019 р. Київ: НУХТ, 2019. С. 113–114.

14. Гетьман І. А., Михонік Л. А., Науменко О.В. Борошно круп'яних культур як перспективна нетрадиційна сировина в хлібопеченні. *Інноваційний розвиток харчової індустрії: зб. наук. праць за матеріалами VII Міжнар. наук.-практ. конф., 21 листопада, 2019 р. Київ: ІПР НААН, 2019. С. 23-25.*

15. Гетьман І., Шубін В., Михонік Л. Закваска спонтанного бродіння з борошна зеленої гречки в технології безглютенового хліба. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 86 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020 р. Київ: НУХТ, 2020. Ч.1. С. 108.*

16. Гетьман І.А., Михонік Л.А., Науменко О.В., Кухаренко І.О. Використання заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в технології пшеничного хліба. *Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення: матеріали Міжнародної конференції, 25 вересня, 2020 р. Львів: ЛТЕУ, 2020. С. 78-80.*

17. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Використання гречаної закваски спонтанного бродіння в технології хліба. *«Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві», «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій. Київ: НУХТ, 2020. С. 32-36.*

18. Hetman I.A., Mikhonik L.A., Naumenko O.V. Perspectives of usage spontaneous fermentation starters of cereal crops cultures in bread technologies. *Science and innovations in the 21st century: матеріали I Всеукраїнської Інтернет-конференції студентів та молодих вчених, 12 травня 2021 р. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021. С.12-15.*

19. Гетьман І., Кухаренко І., Михонік Л. Борошно зеленої гречки як поживне середовище для заквасок спонтанного бродіння. *Наукові здобутки*

молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 15–16 квітня 2021 р. м. Київ. К.: НУХТ, 2021. Ч. 1. С. 122.

20. Гетьман І.А., Михоник Л.А. Технологические аспекты использования гречневой закваски спонтанного брожения в технологии пшеничного хлеба. *Инновационные процессы и технологии: материалы Международной научно-практической конференции, 24-25 июня 2021 г. г. Кутаиси, Грузия.: Государственный университет Акакия Церетели, 2021. С.157-162.*

21. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Особливості використання заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в технології хліба. «*Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві*», «*Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі*»: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій. Київ: НУХТ, 2021. С. 25-30.

22. Михонік Л.А., Гетьман І.А. Особливості використання борошна круп'яних культур як поживного середовища для приготування хлібопекарських заквасок. *Технології харчових продуктів і комбікормів: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 21-24 вересня 2021 р. Одеса: Одеська нац. акад. харч. технологій, 2021. С.26-28.*

23. Гетьман І.А., Михоник Л.А. Технологические аспекты производства закваски спонтанного брожения на основе овсяной муки. *Аспекты иновационных исследований в аграрных науках: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию академика академии ГСХН, профессора Гурама Ткемаладзе. Тбилиси, 2021. С.63-64.*

24. Лариса Михонік, Інна Гетьман. Ефективність використання структуроутворювачів в технології безглютенового хліба. *Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні: матеріали І*

Міжнародної науково-практичної конференції, 30 листопада 2021 року. Київ: НУХТ, 2021. С.95-97.

25. Белова К.Р., Гетьман І.А., Михонік Л.А. Використання гречаного борошна в технології хліба. *Innovations and prospects of world science*. матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. Ванкувер, Канада, 2022. С.178-183. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-innovations-and-prospects-of-world-science-2-4-fevralya-2022-goda-vankuver-kanada-arhiv/>

26. Ковальчук І., Кирічок Т., Гетьман І., Михонік Л. Продукти переробки круп'яних культур в технології хлібобулочних виробів. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 88 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, квітень-травень 2022 р. м. Київ. К.: НУХТ, 2022. Ч. 1. С. 90.

27. Гетьман І.А., Чіхрай В.І., Коломієць М.Я., Михонік Л.А. Покращення споживчих властивостей безглютенових хлібних виробів. *Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі*: матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої до 70-річчя з дня народження професора В.Ф. Доценка, 17 травня 2022 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2022. С. 86-87.

28. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Технологічні аспекти приготування закваски спонтанного бродіння на основі вівсяного борошна. *«Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві», «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*: матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій. Київ: НУХТ, 2022. С. 143-145.

29. Гетьман І.А., Михонік Л.А. Закваски спонтанного бродіння в технології пшенично-житнього хліба. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*: програма та тези матеріалів XI Міжнародної науково-технічної конференції, 8 листопада 2022 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2022 р. С.100-102.

30. Л.А. Михонік, І.А. Гетьман. Наукові та практичні аспекти використання пшеничного цільозернового борошна та продуктів переробки круп'яних культур у виробництві хлібобулочних виробів. *Здорове харчування від дитинства до довголіття: стан та перспективи*: програма та тези матеріалів II Міжнародної науково-практичної мультидисциплінарної конференції, 24 листопада 2022 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2022 р. С.34-35.

31. Гетьман І., Максименко М., Михонік Л. Інноваційні напрями в приготуванні хлібопекарських спонтанних заквасок. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 3-7 квітня 2023 р. м. Київ. К.: НУХТ, 2023. Ч. 1. С. 142.

Розділ колективної монографії

32. Mykhonik L., Hetman I. The Use of Leaven of Spontaneous Fermentation of Cereal Flours in the Technology of Healthy and Dietary Bakery Products. *Bioenhancement and Fortification of Foods for a Healthy Diet*. London: CRC Press. 2022. P.135-154. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003225287>

Патенти

Спосіб приготування закваски для виробництва пшенично - житнього хліба: пат. на корисну модель 139653 Україна: МПК А21D 8/00. № u 2019 07395; заявл. 03.07.2019; опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1.

Спосіб приготування закваски для виробництва пшенично - житнього хліба: пат. на винахід 122743 Україна: МПК А21D 2/36, А21D 8/02. № u 2019 07394; заявл. 03.07.2019; опубл. 28.12.2020, Бюл. № 24.