

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

*Кваліфікаційна наукова праця на
правах рукопису*

КОВАЛЬОВА ВАСИЛИНА ПЕТРІВНА

УДК 664.641.12:664.644 (043.3)

**ДИСЕРТАЦІЯ
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА
ІЗ ЗАДАНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ**

Спеціальність 05.18.02. – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбикормів, олійних і луб'яних культур (технічні науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів, текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

 В.П. Ковальова

Науковий керівник
Жигунов Дмитро Олександрович
доктор технічних наук, доцент

Примірник дисертації ідентичний за
змістом іншим примірникам Вчений
секретар спеціалізованої вченої ради Д
41.088.01
к.т.н., доцент



Одеса-2019

АНОТАЦІЯ

Ковальова В.П. Розробка технології виробництва борошна із заданими показниками якості. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.18.02 технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур – Одеська національна академія харчових технологій, Одеса, 2019.

За останнє десятиріччя борошномельна промисловість знаходиться в стадії активного розвитку, проводяться реконструкції діючих підприємств та зростає будівництво нових борошномельних заводів в умовах зниження якості вхідної сировини, високої конкуренції і низької рентабельності хлібопекарських підприємств та борошномельних заводів. Тому такі підприємства повинні мати можливість виробляти не тільки стандартне борошно, але й мати змогу виробляти борошно із заданими показниками якості. Одним з прикладів є борошно з підвищеними хлібопекарськими властивостями призначеного для спеціальних груп виробів – батонів, багетів, булок та ін. Стандартне українське борошно, яке виробляється в наслідок низького вмісту білка і клейковини не завжди може бути використане для даних виробів.

У вступі обґрунтовано актуальність та зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету і завдання досліджень, показано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача у проведених дослідженнях та публікаціях за темою дисертаційної роботи.

У першому розділі проведено літературний пошук з виробництва борошна із заданими показниками якості. Проаналізовано хімічний склад пшеничного борошна та встановлено основні його складові, що впливають на хлібопекарські властивості.

Сформульовано систему прийняття рішень для виробництва борошна із заданими показниками якості та встановлено основні напрямки для її реалізації. Кожен з напрямків може бути використаний, як окремо так і в комплексі.

Перший напрямок, який здійснюється в зерноочисному відділенні борошномельного заводу, – є формування помельних партій, однак він не завжди може бути використаний, через відсутність зерна пшениці необхідної якості або його високу вартість. Другий напрямок може бути реалізований в розмелювальному відділенні шляхом формування індивідуальних потоків. Він не потребує встановлення додаткового обладнання, однак має свої обмеження, що пов'язані з коливанням якості потоків, які в свою чергу залежать від якості помельної партії. Третій напрямок потребує встановлення додаткового обладнання та використання технологічних добавок, проте найменш залежний від якості вхідного зерна. Даний напрямок може бути здійснений, як в розмелювальному відділенні, так і у відділенні готової продукції.

Проведено порівняльний аналіз асортименту пшеничного борошна, що виробляють на борошномельних заводах Європи та України. В Україні згідно ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» виробляють чотири сорти борошна – вищий, перший, другий сорт та оббивне. Найбільшим попитом користується пшеничне борошно вищого сорту, яке використовують для виробництва різних видів виробів. В багатьох країнах виробляють більш широкий асортимент пшеничного борошна – від 6-ти типів до 18-ти сортів, які мають рекомендації щодо їх цільового призначення.

Встановлено, що основними сорто- і типоутворюючими показниками борошна є зольність, кількість (в деяких країнах і якість) клейковини та число падіння. За показниками кількості клейковини українське борошно має найнижчу границю допустимих значень, що може бути пов'язане як з якістю зерна, що переробляється, так і з відмінними методиками визначення показників клейковини за різними стандартами.

Розглянуто асортимент технологічних добавок, основні вимоги до їх використання на борошномельних підприємствах та проаналізовано їх дію на хлібопекарські властивості борошна.

У другому розділі розроблено методологію наукових досліджень та розкрито основні методики для визначення показників якості зерна та борошна.

Проведено аналіз схем сортового помелу з розвиненим технологічним процесом (Варіант 1, Варіант 2) та зі скороченим технологічним процесом (Варіант 3).

Проведено порівняльні дослідження з визначення кількості та якості клейковини за державним та міжнародними стандартами, встановлені основні відмінності в методиках стандартів. Визначено основні фактори, що впливають на кінцевий результат, такі як спосіб визначення, розчин для відмивання, жорсткість води та вплив людського фактору. Удосконалено метод визначення кількості та якості клейковини з використанням автоматизованого способу відмивання, яка має високу кореляцію (для кількості клейковини – 0,95, для якості – 0,85) подано як проект державного стандарту.

У третьому розділі проведено аналіз якості хлібопекарських показників пшеничного борошна з різних регіонів України з використанням традиційних та інноваційних методів оцінки. Встановлено, що всі зразки відповідають вимогам ГСТУ 46.004-99, однак мають різноманітний набір показників якості: зразки з Північного регіону володіли середніми хлібопекарськими властивостями, а з Південного – незадовільними, що обумовлено агрокліматичними умовами даних регіонів. Також встановлено, що жоден зі зразків не відповідає вимогам для борошна вищого сорту з високими хлібопекарськими властивостями для якого споживачем задані наступні показники якості: білість – не менше 58 од.; кількість клейковини – не менше 28,0 %; якість клейковини (ІДК) – не менше 70 од.; число падіння – 270...330 с; водопоглинальна здатність – не нижче 58 %; кількість пошкодженого крохмалю – 19...23 UCD; об'єм хліба – не менше 500 см³; пористість – не нижче 80 %. Виробництво борошна з таким набором показників можливе при реалізації другого та третього напрямку моделі.

Проаналізовано якість індивідуальних потоків борошна з заводів розташованих в Північному (варіант 1) та Південному регіонах (Варіант 2 та Варіант 3). Встановлено, що найкращими показниками якості характеризувались потоки борошна з заводу за Варіантом 1, де є можливість

формування борошна із заданими показниками якості за рахунок високої якості потоків та розвиненості схеми технологічного процесу. Для заводу за Варіантом 2 така можливість також є, однак тільки при коригуванні деяких показників, таких як кількість та якість клейковини і число падіння. На заводі за варіантом 3 відсутня можливість виробництва даного сорту борошна шляхом змішування потоків, через скорочену схему технологічного процесу, тобто невелику кількість потоків та низьку їх якість. Встановлено, що на заводах зі скороченим технологічним процесом необхідно використовувати технологічні добавки для виробництва борошна з високими хлібопекарськими властивостями.

Проаналізовано вплив технологічних добавок, а саме ферментних препаратів амілолітичної, протеазної, геміцелюлазної дії та амінокислоти L-цистеїн на результати пробної лабораторної випічки. Отримано, що для даного заводу найбільший вплив мали такі ферментні препарати, як α -амілаза, α -амілаза з геміцелюлазною активністю та ксиланаза.

В четвертому розділі розроблено два рішення з виробництва борошна із заданими показниками якості. На заводі за Варіантом 1 реалізовано Рішення 1, яке передбачає виробництво даного сорту борошна шляхом формування індивідуальних потоків з I+II драних систем, 1+2 розмелювальних систем, 1 шліфувальної системи та потоку з віброцентрифугала. Проаналізовано якість отриманого борошна та встановлено його відповідність вимогам до борошна із заданими показниками якості.

Проведено аналіз якості борошна з заводу за варіантом 3 протягом року. Встановлено, систематичні відхилення в показниках якості клейковини, а саме пружних її властивостей та завищених значеннях числа падіння. У зв'язку з отриманими даними, розроблено Рішення 2, яке було реалізовано на даному заводі. Розроблено чотири рецептури технологічних добавок: рецептури 1, 2 – α -амілаза+ксиланаза+L-цистеїн; рецептури 3, 4 – α -амілаза з геміцелюлазною активністю + L-цистеїн в різних дозуваннях.

Обґрунтовано режим змішування у виробничих умовах. Приготовлено попередні суміші борошна з комплексною технологічною добавкою у співвідношенні – 1:10; 1:30; 1:50. Встановлено, що загальне змішування при приготуванні попередньої суміші у співвідношенні 1:10 відбулося з оцінкою «задовільно»; у співвідношеннях 1:30 та 1:50 з оцінкою «добре» та «відмінно», відповідно. Тобто для досягнення рівномірного змішування необхідно дозувати попередню суміш у співвідношенні 1:30-1:50 в конвеєр збору борошна в кількості 0,8-1,0 %.

В результаті впровадження технологічних рішень з виробництва борошна із заданими показниками якості на борошномельних заводах ТОВ «Васильківхлібопродукт» та СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.» встановлено, що борошно, вироблене за двома Рішеннями повністю відповідає висунутим вимогам до борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями, економічний ефект складає 11 тис.грн/добу та 8 тис.грн/добу, відповідно.

В додатках наведено допоміжні таблиці та рисунки. Профайлери пшеничного борошна з різних регіонів та борошна з технологічними добавками. Рекомендації щодо вибору дозаторів та методики визначення ефективності змішування технологічних добавок. Патент України на корисну модель. Акти впровадження у виробництво та в навчальний процес.

Ключові слова: пшеничне борошно, сортовий помел, кількість клейковини, число падіння, пошкоджений крохмаль, водопоглинальна здатність, Міксолаб, технологічна добавка, змішування.

ABSTRACT

Kovalova V. Development of technology of production of flour with predetermined quality indicators – Qualifying scientific work as a manuscript.

Ph.D. thesis in Engineering Science in specialty 05.18.02 – Technology of grain, legumes, cereal products and compound feed, oil and fiber crops of Odessa National Academy of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2019.

During the last decade the milling industry is under active development, the reconstruction of existing enterprises is being carried out and construction of new flour mills is increasing in conditions of reduced quality of input raw materials, high competition and low profitability of bakeries and flour mills. Therefore, such enterprises should be able to produce not only standard flour, but also be able to produce flour with specified quality indicators. One example is flour with elevated baking properties intended for special groups of products - loaves, baguettes, buns, etc. Standard Ukrainian flour, which is produced, due to low protein and gluten content, cannot always be used for these products.

The introduction substantiates the topicality and relevance of the work with scientific programs, plans, topics, formulates the purpose and the research objectives, shows the scientific novelty and practical significance of the results obtained, determines the personal contribution of the applicant in the research and publications on the topic of dissertation.

The first section has carried out a literary search for flour production with specified quality indicators. The chemical composition of wheat flour was analyzed and its main components that influence the baking properties are determined.

The decision-making system for the production of flour with specified quality indicators is formulated and the main directions for its realization are set. Each of the directions can be used, both separately and in the complex. The first direction, which is carried out in the grain-cleaning department of the mill is the formation of grinding lots, but it cannot always be used because of the lack of wheat of the required quality or its high cost. The second direction can be implemented in the grinding department

by forming individual flows. It does not require the installation of additional equipment, however, it does have limitations related to fluctuations in the quality of the streams, which in turn depend on the quality of the grinding lot. The third direction requires the installation of additional equipment and the use of technological additives, but is least dependent on the quality of the input grain. This direction can be carried out both in the grinding department and in the finished goods department.

A comparative analysis of the range of wheat flour produced at flour mills of Europe and Ukraine has been carried out. In Ukraine according to GSTU 46.004-99 "Wheat flour. Specifications" produce four varieties of flour - higher, first, second and coarse-granular flour. Most in demand is wheat flour of the highest grade, which is used for the production of various types of products. Many countries produce a wider range of wheat flour - from 6 types to 18 varieties that have recommendations for their intended purpose.

It has been established that the main sorting and typeforming indicators of flour are ash content, gluten content (in some countries quality of the gluten) and the falling number. According to the gluten content Ukrainian flour has the lowest limit, which can be related to both the quality of the processed grain and the different methods of determining gluten by different standards.

The range of technological additives, basic requirements for their use in flour mills and the effect on the baking properties of flour are analyzed.

The second section develops the methodology of scientific research and revealed the basic methods for determining the grain and flour quality. The analysis of varietal grinding schemes with extended technological process (Option 1, Option 2) and with shortened technological process (Option 3) was carried out.

Comparative studies were conducted to determine the gluten content and quality by national and international standards, and the main differences in the methods of standards were determined. The main factors affecting the end result are identified, such as the method of determination, the washing solution, the water hardness and the human factor impact. Method for determining the gluten content

and quality has been improved using an automated method of laundering, which has a high correlation (for gluten content - 0.95, for quality - 0.85) submitted as the project of the state standard.

The third section analyzes the bakery indicators quality of wheat flour from different regions of Ukraine using traditional and innovative assessment methods. It has been determined that all samples meet the requirements of GSTU 46.004-99, but had a diverse set of quality indicators: samples from the Northern region had average baking properties, and from the South - unsatisfactory due to the agro-climatic conditions of these regions. It was also found that none of the samples meet the requirements for higher grade flour with high baking properties, for which the following quality parameters were specified by the consumer: whiteness - not less than 58 units; the gluten content - not less than 28.0 %; gluten quality (GDI) - not less than 70 units; falling number – 270...330 s; water absorption capacity - not lower than 58 %; the amount of damaged starch is 19... 23 UCD; volume of bread - not less than 500 cm³; porosity - not less than 80 %. Flour production with this set of indicators is possible when implementing the second and third directions of the model.

The quality of individual flour streams from factories located in the Northern (Option 1) and Southern regions (Option 2 and Option 3) was analyzed. It was found that the best quality indicators were characterized by flour flows from the flour mill under Option 1, where it is possible to form flour with specified quality indicators due to the high quality of the flows and the development of technological process scheme. The plant can also use Option 2, however only when adjusting some indicators, such as gluten content and quality and falling number. At the plant under Option 3 there is no possibility of production of this type of flour by mixing streams through a shortened scheme of the technological process, that is, a small number of streams and low quality. It was established that in factories with the shortened technological process it is necessary to use technological additives for the production of flour with high baking properties.

The influence of technological additives, namely the enzyme preparations of amylolytic, protease, hemicellulase action and amino acid L-cysteine on the results of the trial laboratory baking are analyzed. It was found that enzyme preparations such as α -amylase, α -amylase with hemicellulase activity and xylanase had the greatest impact for the plant.

The fourth section develops two solutions for the production of flour with specified quality indicators. At the plant under Option 1 Solution 1 was implemented, which provides the production of this type of flour by forming individual streams from I + II break systems, 1 + 2 reduction systems, 1 grinding system and a flow from a vibrating centrifuge. The quality of the obtained flour was analyzed and its compliance with the requirements for flour with preset quality scores was determined.

The analysis of the quality of flour from the plant under Option 3 during the year was carried out. It was established that systematic deviations in the quality indicators of gluten, namely its elastic properties and overstated values of the falling number, were found. Seeing the data obtained, a Solution 2 was worked out and implemented at the plant. Four formulations of technological additives were developed: formulations 1, 2 - α -amylase + xylanase + L-cysteine; formulations 3, 4 - α -amylase with hemicellulase activity + L-cysteine different dosages.

Besides the mode of mixing in production conditions is substantiated. Flour mixes with complex technological additive in the ratio - 1:10; 1:30; 1:50 were prepared. It was set that the total mixing in the preparation of the previous mixture in the ratio of 1:10 occurred with a rating of "satisfactory"; in the ratio of 1:30 and 1:50 with a rating of "good" and "excellent", respectively. That is, to achieve uniform mixing, it is necessary to dose the pre-mixture in the ratio of 1:30 -1:50 in the conveyor of the collection of flour in the amount of 0,8 – 1,0 %.

As a result of the implementation of technological solutions for flour production with specified quality indicators at the flour mills of LLC "Vasylkivhliboproduct" and PFE "KUTSAREVA F.S." it is determined that the flour produced according under the two Solutions fully meets the requirements for flour

with elevated baking properties, and economic effect is 11 thousand UAH/day and 8 thousand UAH/day, respectively.

The appendixes provide supporting tables and figures. Wheat flour profilers from different regions and flour with technological additives are provided. Recommendations for the selection of dispensers and techniques for determining the effectiveness of mixing technological additives are provided. Patent Ukraine for a utility model and acts of introduction in production and in the educational process are provided.

Keywords: wheat flour, high-quality grinding, gluten content, Falling Number, starch damage, water absorption capacity, Mixolab, technological additive, mixing.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Жигунов Д.О., Ковальов М.О., **Ковальова В.П.** Дослідження переваг і недоліків при визначенні клейковини автоматизованим і ручним способом // Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 3. С. 21-26. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень та опрацювання одержаних результатів.*
2. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Жиронкіна Д.С. Аналіз якості борошна з різних регіонів України // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2017. Т.81, вип.2. С. 35-43. *Автором проведено експериментальні дослідження та опрацювання одержаних результатів*
3. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Мороз А.І. Визначення показників якості борошна з різних систем технологічного процесу при сортовому помелі пшениці // Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 4. С. 30-36. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень.*
4. **Ковальова В.П.** Розробка комплексного коректору для стабілізації якості борошна на борошномельних заводах // Технічні науки та технології. 2018. № 11. С. 206-213. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, та опрацювання одержаних результатів.*
5. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** Підвищення хлібопекарської якості пшеничного борошна // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О.І. Черевко. Харків: ХДУХТ, 2018. – Вип. 1(27). – С.280-291. *Автором проведено*

підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень, зроблені висновки.

6. Analysis of the quality of flour from different systems of the technological process of a flour mill / Zhygunov D. et. al. // Зернові продукти і комбікорми. 2019. № 1. С. 23-28. *Автором проведено опрацювання одержаних результатів, зроблені висновки.*

7. Визначення показників якості індивідуальних потоків борошна з заводу зі скороченою схемою технологічного процесу / Д.О. Жигунов та ін. // Технічні науки та технології. 2019. № 1. С. 195-204. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень, опрацювання одержаних результатів.*

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних науко метричних баз даних:

8. Development of technological solutions for flour production with specified quality parameters/ Zhygunov D. et. al. // Food Science and Technology. 2018. Vol.19, №1. С. 23-28. *Автором проведено літературний аналіз вимог для борошна із заданими показниками якості та зроблені висновки.*

Патент на корисну модель:

9. Пат. на корисну модель 130843 Україна, A21D 8/02 – № u201807216; заявл. 26.06.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл. № 24. Комплексний хлібопекарський поліпшувач. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** – власник ОНАХТ. *Автором проведено патентний пошук та оформлено заявку.*

Статті у наукових виданнях інших держав:

10. Zhygunov D., Mardar M, **Kovalova V.** Use of enzyme preparations for improvement of the flour baking properties // Food Science and Applied Biotechnology, 2018, №1, С. 26-32. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження та опрацювання одержаних результатів.*

Статті в інших наукових виданнях України:

11. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Мороз А.І. Реконструктивний тип адаптування реального сектору економіки та галузевої науки України до умов постіндустріального суспільства // Хлібопекарські властивості пшеничного борошна / за заг. ред. Савенка І.І., Станкевича Г.М., Седікової І.О. Одеса, 2017. С. 211-224. *Автором проведено аналіз хлібопекарських властивостей зразків борошна та підготовлено матеріал до друку.*
12. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** Хлібопекарські властивості борошна південного регіону // Хранение и переработка зерна. 2017. №11. С. 35-38. *Автором проведено літературний огляд, досліджено якість пшеничного борошна та підготовлено матеріали до друку.*

Тези наукових доповідей

13. Жигунов Д.О., **Стоянова В.П.** Порівняння досліджень різних методів відмивання клейковини // Зб. тез. доп. 75-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 21-25 квіт. 2015 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2015. С.35-37. *Автором проведено аналізи з визначення показників клейковини та підготовлено матеріали до друку.*
14. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Ковальов М.О. Сравнительный анализ различных методов отмывания клейковины // «Инновационные развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства»: сб. мат. Междунар. научно-практ. конф., Алматы, 29-30 октября 2015 г. / АТУ, 2015. С.11-13. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень, та опрацювання одержаних результатів.*
15. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** Визначення кількості клейковини різними методами // «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства»: зб. праць за підс. VI Міжнар. наук.-практ. конф. вчених, аспірантів і студентів, Київ, 28-29 квітня 2016 р. / НУБІП, 2016. С.215-217. *Автором проведено експериментальні дослідження та опрацювання одержаних результатів.*

16. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Мороз А.С. Порівняльний аналіз різних методів визначення кількості і якості клейковини // Зб. тез. доп. 76-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 18–22 квітня 2016 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій, 2016. С.40-42. *Автором проаналізовано розбіжність в методах з визначення показників клейковини, проведено експериментальних дослідження.*
17. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Ковальов М.О. Сравнительный анализ показателей качества муки пшеничной для разных видов изделий // «Техника и технология пищевых производств» / Сб. тез. XI Междунар. научно-техн. конф., Могилев, 20-21 апреля 2017г. / МГУП, 2017. С. 83. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження та опрацювання одержаних результатів.*
18. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Жиронкіна Д.С. Вплив ферментного препарату Фунгаміл на хлібопекарські властивості борошна // Зб. тез. доп. 77-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 18-21 квіт. 2017 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій, Одеса, 2017. – С. 42–44. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження та опрацювання одержаних результатів.*
19. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Жиронкіна Д.С. Використання α -амілази для покращення хлібопекарських властивостей борошна // «Технології харчових продуктів і комбикормів»: зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 25-30 вересня 2017р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса 2017, С.4-5. *Автором проведено літературний аналіз ферментних препаратів, проведено експериментальні дослідження та підготовлено матеріали до друку.*
20. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** Сучасні методи оцінки хлібопекарських властивостей борошна // «Якість і безпека харчових продуктів»: зб. тез III Міжнар. конф., Київ, 16-17 листопада 2017р. // НУХТ. Київ, С.82-83. *Автором проведено літературний пошук сучасних методів оцінки продуктів переробки зерна та підготовлено матеріали до друку.*
21. Хоренжий Н.В. , Ковальова В.П. Дослідження процесу змішування пшеничного борошна з технологічними добавками // Зб. тез. доп. 78-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 23–27 квіт. 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій.

– Одеса, 2018. – С. 35–37. *Автором проведено підготовку експериментальні дослідження та опрацювання одержаних результатів*

22. Жигунов Д.О., Хоренжий Н.В., **Ковальова В.П.** Дослідження процесу змішування пшеничного борошна з комплексом ферментних препаратів // «Технології харчових продуктів і комбікормів»: зб. Між нар. Наук.-практ. конф., Одеса, 24-29 вересня 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса. С. 13-15. *Автором проведено оцінку процесу змішування пшеничного борошна з технологічними добавками та опрацьовано одержані результати.*

23. Жигунов Д.О., Ковальов М.О., **Ковальова В.П.** Дослідження водопоглинальної здатності і кількості пошкодженого крохмалю індивідуальних потоків борошна // Зб. тез. доп. 79-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 16–19 квітня 2019 р. Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса С.37-39. *Автором проведено експериментальні дослідження, та опрацювання одержаних результатів*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП	8
РОЗДІЛ.1. СУЧАСНИЙ СТАН І ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА З ВИСОКИМИ ХЛІБОПЕКАРСЬКИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	14
1.1. Хімічний склад пшеничного борошна.....	14
1.2. Хлібопекарські властивості пшеничного борошна	18
1.3. Аналіз ринку пшеничного борошна в європейських країнах	24
1.4. Стабілізація якості пшеничного борошна на борошномельних заводах ..	28
1.4.1. Агротехнічні прийоми.....	28
1.4.2. Борошномельні прийоми	29
1.4.3. Біохімічні прийоми	31
1.5. Використання ферментних препаратів у борошномельному виробництві	34
1.5.1. Амілолітичні ферменти	35
1.5.2. Протеолітичні ферменти	38
1.5.3. Ферменти геміцелюлазної і ксиланазної дій.....	38
1.5.4. Ліполітичні ферменти	39
Висновки до РОЗДІЛУ 1	40
РОЗДІЛ 2. ВИБІР ОБ’ЄКТА, ПРЕДМЕТА, МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	42
2.1. Об’єкт і предмет досліджень	42
2.2. Методика проведення досліджень	42
2.3. Характеристика схем технологічного процесу.....	46
2.3.1. Технологічна схема борошномельного заводу за варіантом 1	47
2.3.2. Технологічна схема борошномельного заводу за варіантом 2	50
2.3.3. Технологічна схема борошномельного заводу за варіантом 3	53
2.4. Методи досліджень та експериментальна база.....	55
2.4.1. Спеціальні методи дослідження показників якості борошна	56
2.4.2. Методи дослідження кількості та якості клейковини.....	59

2.4.3. Методи оцінки наявності технологічних добавок в пшеничному борошні	71
2.4.4. Методика визначення ефективності змішування борошна з технологічними добавками	71
2.5. Математико-статистична обробка результатів	73
Висновки до РОЗДІЛУ 2	74
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТА КОРИГУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА	76
3.1. Показники якості українського борошна, виробленого на борошномельних підприємствах України.....	76
3.2. Показники якості потоків борошна з різних систем технологічного процесу	84
3.2.1. Показники якості потоків борошна підприємства з технологічною схемою за варіантом 1	84
3.2.2. Показники якості потоків борошна підприємства з технологічною схемою за варіантом 2	92
3.2.3. Показники якості потоків борошна з підприємства з технологічною схемою за варіантом 3	97
3.3. Вплив технологічних добавок на хлібопекарські властивості борошна	102
Висновки до РОЗДІЛУ 3	108
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТА АПРОБАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ БОРОШНА ІЗ ЗАДАНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ.....	110
4.1. Виробництво борошна із заданими показниками якості шляхом удосконалення етапу формування сортів на заводах з розвиненою схемою технологічного процесу	112
4.2. Виробництво борошна із заданими показниками якості шляхом використання технологічних добавок на заводах зі скороченою схемою технологічного процесу	118
4.2.1. Зміна технологічних властивостей борошна під час зберігання з технологічними добавками	122
4.2.2. Обґрунтування дозування і змішування технологічних добавок з пшеничним борошном в лабораторних умовах.....	123
4.2.3. Обґрунтування дозування і змішування технологічних добавок з пшеничним борошном у виробничих умовах.....	126

Висновки до РОЗДІЛУ 4	129
ВИСНОВКИ	131
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ	134
ДОДАТКИ	154
ДОДАТОК А. Балова оцінка хліба за пробною лабораторною випічкою	154
ДОДАТОК Б. Методика визначення кількості та якості клейковини за Удосконаленим методом	157
ДОДАТОК В. Проект ДСТУ «ЗЕРНО. Методи визначення кількості та якості клейковини в шениці»	160
ДОДАТОК Г. Результати проведення міжлабораторних випробувань Удосконаленого методу з визначення кількості та якості клейковини	162
ДОДАТОК Д. Профайлери пшеничного борошна з різних областей України	166
ДОДАТОК Е. Кореляційне поле показників якості пшеничного борошна з різних регіонів України	169
ДОДАТОК Ж. Значення показників клейковини в борошні за ГОСТ 27839-88 та за Удосконаленим методом	171
ДОДАТОК К. Розрахунок кумулятивних кривих	174
ДОДАТОК Л. Профайлери пшеничного борошна з технологічними добавками	176
ДОДАТОК М. АКТ виробничих випробувань формування борошна із заданими показниками якості на основі розроблених в ОНАХТ рекомендацій для борошномельних заводів з розвиненим технологічним процесом	183
ДОДАТОК Н. Патент на корисну модель «Комплексний хлібопекарський поліпшувач»	187
ДОДАТОК П. Технологічний пристрій для дозування технологічних добавок на стадії виробництва борошна	189
ДОДАТОК Р. АКТ виробничих випробувань формування борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями на основі розроблених в ОНАХТ рекомендацій для борошномельних заводів зі скороченим технологічним процесом	191
ДОДАТОК С. Акт впровадження результатів наукових досліджень за дисертацією у навчальний процес	196
ДОДАТОК Т. Список публікацій здобувача за темою дисертації	197

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПК	– кількість пошкодженого крохмалю, UCD
ЧП	– число падіння, с;
ІДК	– індекс деформації клейковини;
ВПЗ	– водопоглинальна здатність, %;
I1	– індекс ВПЗ;
I2	– індекс Замісу;
I3	– індекс Глютен+;
I4	– індекс В'язкості;
I5	– індекс Амілази;
I6	– індекс Ретроградації;
ФП	– ферментний препарат;
ТД	– технологічна добавка;
в/с, 1/с, 2/с	– борошно вищого, першого, другого сортів;
п	– кількість повторностей досліджень;
с.р.	– суха речовина;
г, г ²	– коефіцієнти кореляції, детермінації;

Позначення систем технологічного процесу сортового помелу

B1/B2, B3g, B3f, B4g, B4f, B5g, B5f	– драні системи;
Div1/Div2, Div3, Div4	– сортувальні системи;
BR1, BR2, BR3, BR4, BR5	– вимельні системи;
V1, V2	– системи віброцентрифугалів;
S1, S2, S3, S4, S5	– ситовіальні системи;
R1C, R1F, R2, R3, R4, R5	– шліфувальні системи;
C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7	– розмелювальні системи;
I др.с., II др.с., III др.кр.с., III др.др.с., IV др.кр.с., IV др.др.с.	– драні системи;
Сорт 1, Сорт 2, Сорт 3, Сорт 4, Сорт 6	– сортувальні системи;
Вим. 1, Вим. 2, Вим. 3, Вим. 4, Вим. 5, Вим. 6	– вимельні системи;
ВЦФ 1, ВЦФ2	– системи віброцентрифугалів;
СВ1, СВ 2, СВ 3, СВ 4, СВ 5, СВ 6, СВ 7, СВ 8	– ситовіальні системи;
1 шл.с., 2 шл.с.	– шліфувальні системи;
1 р.кр.с., 1 р.др.с., 2 р.с., 3 р.с., 4 р.с., 5 р.с., 6 р.с., 7 р.с., 8 р.с., 9 р.с., 10 р.с., 11 р.с.	– розмелювальні системи;

к.в/с, к.1/с, к.2/с

в/с

1/с

– системи контролю борошна

– борошно вищого сорту

– борошно першого сорту

ВСТУП

Сьогодні борошномельна галузь, як і інші галузі харчової промисловості, проходить активну стадію розвитку. Це пов'язано з приєднанням до технології і асортименту українського ринку нових зарубіжних тенденцій. В таких умовах класичний асортимент борошна вже недостатній. Для того щоб вийти на міжнародний ринок з конкурентоздатною продукцією і задовольнити всі потреби хлібопекарських та кондитерських підприємств України, необхідно розширювати асортиментний ряд, тобто виробляти борошно із заданими показниками якості.

Висока конкуренція на ринку виробництва хлібобулочних виробів висуває жорсткі вимоги до борошна, це, по-перше, стабільні і високі хлібопекарські властивості борошна для виробництва основної групи хлібобулочних виробів, по-друге, виробництво борошна різного цільового призначення з заданими показниками якості. При відсутності сировини (зерна) відповідної якості, яка має відхилення в ферментативному комплексі та стані біополімерів через несприятливі кліматичні умови, пошкодження шкідниками хлібних запасів, несприятливі умови зберігання, це завдання може бути вирішено двома шляхами: за рахунок формування борошна з різних систем технологічного процесу або за рахунок внесення технологічних добавок безпосередньо на борошномельних підприємствах.

Актуальність теми. Виробництво борошна із заданими показниками якості може бути вирішено за рахунок використання нових сортів зерна пшениці, за рахунок удосконалення етапу формування готової продукції з окремих індивідуальних потоків борошна, які мають специфічні технологічні властивості і хімічний склад та за рахунок додавання технологічних добавок в борошно.

Наукові діячі всебічно підходили до вивчення питання формування готової продукції на борошномельних підприємствах. Дослідженню кількісно-якісних характеристик окремих потоків борошна присвячені роботи О.

Белоусової, Н.Б. Гержой, С.Г. Байбулатової, Н.О. Горбатовської, В.О. Моргун, L. Banu, O. Al. Ja`aidi. W. McCafferey, Kh. Khan.

Ними було встановлено закономірність зміни якості борошна на драних і розмелювальних системах і показано можливість удосконалення формування показників якості готової продукції з метою формування спеціальних сортів, якість яких задовольняла б вимогам хлібопекарських підприємств.

За останнє десятиріччя технологічні добавки набули великої популярності. Науково-обґрунтовані рішення з використання ферментних препаратів, амінокислот, вітамінів та мінералів на стадії виробництва борошна дають можливість для виробництва борошна із заданими показниками якості. В Україні використання технологічних добавок на борошномельних заводах є новим і доволі невивченим технологічним прийомом.

Дослідженню технологічних добавок присвячено роботи Л.В. Капрельянца, В.І. Дробот, О.П. Мелешкіної, К. Poutanen, L. Popper. J-Ph. Ral, G. Taker, M. Van Oort. Науковці встановили доцільність використання технологічних добавок для коригування та надання спеціальним властивостям пшеничному борошну.

Тому, враховуючи наявність, значного наукового потенціалу та зарубіжний досвід, доцільним є вивчення можливості розробки технології та застосування моделі для виробництва борошна із заданими показниками якості безпосередньо на борошномельних заводах шляхом удосконалення етапу формування сортів та внесення технологічних добавок є актуальним.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до наукового напрямку «Розробка інноваційних і удосконалення традиційних технологій мучних та круп'яних продуктів розширеного асортименту з підвищеною біологічною цінністю» наукової школи «Розробка нових ресурсозберігаючих технологій виробництва хлібопродуктів і кондитерських виробів» Одеської національної академії харчових технологій. Відповідно до госпдоговірних тематик: № 7/15 від 01.07.2015р. «Дослідження різних методів визначення кількості та якості клейковини»; 6/17 від

03.05.2017 р. «Розробка технічних рекомендацій для коригування хлібопекарних властивостей борошна».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є Метою роботи є розширення асортименту готової продукції борошномельних заводів за рахунок наукового обґрунтування способів формування заданих показників якості на стадії виробництва борошна.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

- провести моніторинг асортименту та сорто- і типоутворюючих показників якості пшеничного борошна в Україні та за кордоном;
- удосконалити метод визначення кількості та якості клейковини;
- провести оцінку якості пшеничного борошна вищого сорту заводів з різних регіонів України;
- дослідити якість індивідуальних потоків борошна на заводах з розвиненим та скороченим технологічним процесом;
- вивчити вплив ферментних препаратів різного принципу дії на якість українського борошна;
- розробити рекомендації щодо формування борошна із заданими показниками якості на заводах шляхом формування з індивідуальних потоків (Рішення 1);
- розробити рекомендації щодо формування борошна із заданими показниками якості шляхом внесення технологічних добавок (Рішення 2);
- провести апробацію отриманих Рішень у виробничих умовах та розробити нормативну документацію.

Об'єкти дослідження – технологія виробництва сортового пшеничного борошна.

Предмет дослідження – пшеничне борошно з різних регіонів України, борошно з різних систем технологічного процесу, суміші борошна з технологічними добавками, режими змішування.

Методи дослідження: органолептичні, фізичні, фізико-хімічні, біохімічні, хлібопекарські, експериментально-статистичні з використанням сучасних приладів.

Наукова новизна отриманих результатів. На основі теоретичних і експериментальних досліджень встановлено залежність показників якості пшеничного борошна від регіону його виробництва та від побудови схеми технологічного процесу.

Вперше для заводів з використанням інтенсивних способів здрібнення для розвиненої схеми технологічного процесу та для заводів зі скороченим технологічним процесом проведено комплексний аналіз технологічних і хлібопекарських властивостей індивідуальних потоків з використанням міжнародних стандартів оцінки якості борошна за допомогою приладів SDmatic та Mixolab.

Вперше проаналізовано вплив технологічних добавок різного принципу дії на хлібопекарські властивості борошна на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу, розроблено рецептури комплексних технологічних добавок та встановлено оптимальні режими дозування і змішування борошна з технологічними добавками на борошномельних заводах. Розроблено рекомендації щодо використання технологічних добавок в залежності від показників якості борошна.

Наукова новизна роботи підтверджена патентом України на корисну модель № 130843.

Практичне значення отриманих результатів. На основі отриманих результатів розроблено технологію виробництва борошна із заданими показниками якості. Розроблено систему прийняття рішень для виробництва борошна із заданими показниками якості: Рішення 1 – шляхом формування індивідуальних потоків, яке апробовано на борошномельному заводі ТОВ «Васильківхлібопродукт»; Рішення 2 – шляхом внесення технологічних добавок, яке впроваджено на борошномельному комплексі СФГ «КУЦАРЄВА

Ф.С.». Розроблено рекомендації щодо внесення технологічних добавок в залежності від показників якості борошна.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною роботою автора. Особисто автором були розроблені технологічні рішення для виробництва борошна із заданими показниками якості на заводах з розвиненим та скороченим технологічним процесом. Виконана аналітична і експериментальна робота, проведено аналіз літературних та патентних даних, узагальнено отримані результати, сформовані висновки і рекомендації, підготовлені матеріали досліджень у вигляді статей, тез, патенту. Проведено промислову апробацію розроблених технологічних рішень. Особистий внесок дисертанта підтверджується наданими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень доповідались на 75-79 наукових конференціях науково-викладацького складу ОНАХТ (Одеса, 2015-2019); міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний розвиток харчової, легкої промисловості і індустрії гостинності» (Алмати, 2015, 2017); VI Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів (Київ, 2016); міжнародній науково-технічній конференції «Техніка і технологія харчових виробництв (Могильов, 2017, 2018); науковій конференції з міжнародною участю «Харчова наука, техніка і технології» (Пловдив, 2017); міжнародній конференції «Якість і безпека харчових продуктів» (Київ, 2017); міжнародній науково-практичній конференції «Технологія харчових продуктів і комбікормів» (Одеса, 2017, 2018).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 23 наукові праці: 11 статей, із них 1 – у колективній монографії, 7 – у фахових виданнях України, 1 – у виданні, яке включене до міжнародної наукометричної бази, 1 патент України на корисну модель. 2 – у провідних наукових журналах, тези 11 доповідей на наукових та науково-практичних та міжнародних конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури і додатків. Основний зміст роботи викладено на 130 сторінках, включаючи 28 таблиць, 35 рисунків, 15 додатків

(на 43 стор.). Список використаних бібліографічних джерел містить 210 найменувань (на 19 стор.).

РОЗДІЛ.1.

СУЧАСНИЙ СТАН І ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА З ВИСОКИМИ ХЛІБОПЕКАРСЬКИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Хімічний склад борошна може в значній мірі змінюватися в залежності від хімічного складу зерна, від сорту і виходу борошна [1, 2]. В свою чергу хімічний склад зерна в певній мірі залежить від особливостей виду і сорту пшениці. За думкою Ауермана [3], ґрунтово-кліматичні, погодні та агротехнічні умови вирощування пшениці також впливають на хімічний склад зерна, часто значно більше, ніж сортові особливості [4].

1.1. Взаємозв'язок хімічного складу з технологічними властивостями пшеничного борошна

Хімічний склад різних сортів борошна з однією і тією ж партії зерна суттєво і закономірно відрізняються [3]. Високі сорти борошна одержують з центральних частин зерна – ендосперму, тому в них міститься більше крохмалю і менше білків, цукрів, вітамінів, мінеральних речовин, вміст яких зосереджений в його периферійних частинах [5].

Таблиця 1.1

Середні значення показників хімічного складу і біохімічних властивостей борошна (за В.О. Моргун)

Зерно і його анатомічні частини	Вміст у % на суху речовину							
	кількість	білки	крохмаль	сахари	клітковина	жир	зола	інші речовини
Ціле зерно	100	11,6	65,8	2,5	2,6	2,1	1,70	13,70
Мучнисте ядро	81,4	10,2	80,8	1,5	0,2	0,5	0,46	6,30
Оболонки з алейроновим шаром	15,8	14,0	–	4,5	25,0	7,8	7,36	41,3
Зародок	2,8	36,7	–	20,1	2,4	16,5	5,82	18,5

За багаторічними дослідженнями Моргун В.О. встановлені опосереднені результати вивчення хімічного складу, фізичних і біохімічних властивостей борошна різних сортів, вироблених на різних підприємствах, які наведені в

табл.1.1. Таблиця містить важливі хімічні компоненти, вітаміни і мінеральні речовини [6].

Крохмаль – основна складова пшеничного борошна. Масова частка крохмалю коливається в межах від 58 % до 70 % і залежить від сорту борошна. Крохмаль міститься у вигляді гранул розміром від 0,002 мм до 0,150 мм [7]. Розмір, форма, здатність до набухання і клейстеризація крохмальних зерен різні для борошна різних видів. За думкою Циганової, крупність і цілість крохмальних зерен впливає на консистенцію тіста, його вологоємність і вміст в ньому цукру [5]. Дрібні і пошкоджені зерна крохмалю швидше оцукрюються в процесі приготування хліба, ніж великі і щільні зерна [8,9].

Крохмальне зерно пшеничного борошна складається з двох полісахаридних фракцій: лінійної (амілоза) 25...30 % і розгалуженої (амілопектину) 70...85 % (рис1.1). [8, 10]. Ці речовини сильно відрізняються за своїми фізичними і хімічними властивостями. Кількісна реакція на йод забарвлює амілозу в синій колір, що пояснюється наявністю іонів полійодида в центральній частині спіралі амілози, а амілопектин – в червоно-фіолетовий [10, 11, 12]. Вони відрізняються і за розчинністю: амілоза легко розчиняється в теплій воді і утворює розчини невисокої в'язкості, а амілопектин розчиняється в воді лише при нагріванні під тиском, утворюючи дуже в'язкі розчини [13].

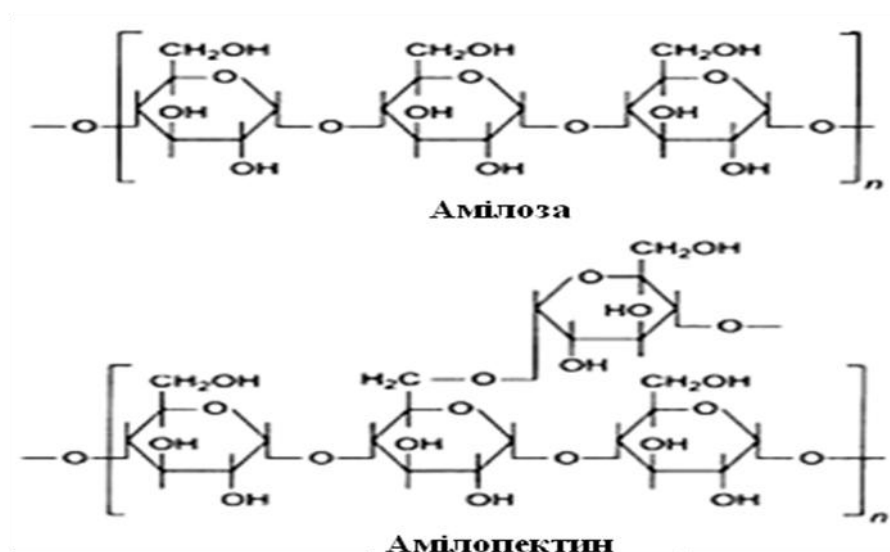


Рис. 1.1 Структурна схема крохмалю

При випічці хліба крохмаль клейстеризується, пов'язуючи більшу частину вологи. Температура клейстеризації пшеничного крохмалю становить 62-65 °C [13]. В процесі приготування борошняних виробів крохмаль відповідає за: поглинання води під час замішування та приймає участь у створенні структури тіста; клейстеризацію під час випікання та приймає участь у формуванні м'якушки виробів; забезпечення дріжджів зароджуваними вуглеводами, які утворюються під час амілолізу; сприяння черствінню виробів при ретроградації під час їх зберігання [8, 9].

В пшеничному борошні переважають прості білки – протеїни. Білки борошна мають наступний фракційний склад: проламіни 35,6 %; глютеліни 28,2 %; глобуліни 12,6 %; альбуміни 5,2 %. Середній вміст білкових речовин у пшеничному борошні 13...16 %, нерозчинного білка 8,7 % [6].

Білкові речовини в залежності від здатності розчинятися в різних розчинниках діляться на чотири групи: водорозчинні альбуміни, солерозчинні глобуліни, спирторозчинні проламіни і лугорозчинні глютеліни. Проламіни мають меншу відносну молекулярну масу і діляться на дві групи: S-багаті (відносна молекулярна маса 20...40 тис.), що містять внутрішньо-молекулярні зв'язки S-S, і S-бідні (відносна молекулярна маса 45...80 тис.). Глютеніни мають високу відносну молекулярну масу 94...145 тис., за допомогою зв'язків S-S утворюють гігантські асоціати, які у пшениці є основою клейковинного комплексу [14, 15, 16].

Білкові речовини нерівномірно розподілені за анатомічними частинами зернівки. За дослідженнями Козьміної Н.П. [17] запасні білки (гліадини і глютеніни) зосереджені в ендоспермі, в той час як альбуміни і глобуліни - в алеїроновому шарі і зародку. Співвідношення цих фракцій в зерні за даними різних авторів наступне: альбуміни – 3,4...5,2 %, глобуліни – 5,4...12,6 %, гліадини – 34,5...36,9 %, глютеніни – 28,2...40,8 %, нерозчинний залишок – 6,8...8,7 % [3, 18].

Найбільш важливе значення для пшеничного борошна мають гліадин (спирторозчинний) і глютенін (лугорозчинний) [19], які здатні при додаванні

води набухати і утворювати клейковину, при цьому реологічні властивості тіста, водопоглинальна здатність борошна (ВПЗ) і в цілому її хлібопекарські властивості більшою мірою визначаються властивостями глютенінів [20, 21, 22].

Встановлено, що разом з основними складовими хімічного складу пшеничного борошна є речовини, які містяться в невеликій кількості, такі як харчові волокна, ліпіди, мінеральні речовини, вітаміни [23].

Важливими складовими пшеничного борошна, що впливають на хлібопекарські властивості тіста, є харчові волокна, до яких відносять целюлозу, геміцелюлозу, пентозани, що містяться в переферійних частинах зерна, і тому велика їх кількість зосереджена в борошні низьких сортів [23, 24].

Целюлоза (клітковина) більшою мірою знаходиться в клітинних стінках оболонки, алеїроновому шарі і зародку зерна, а в ендоспермі вона відсутня. Тому значна кількість целюлози міститься саме у борошні високих виходів. Целюлоза – це міцний полімер, побудований із залишків D-глюкози, що поєднані β -1,4-глюкозидним зв'язком. Лінійна макромолекула целюлози містить у середньому 6000-12000 глюкозних залишків [6, 25].

Макромолекули целюлози упаковані в клітинних оболонках у мікрофібрили, ступінь організованості та щільності яких визначає кристалічні та аморфні області в її структурі [26].

Геміцелюлози – не розчинні у воді і не засвоюються людським організмом. Найбільш високий вміст геміцеллюлоз відзначається в клітинних стінках оболонкових частинок [9]. У висівках сортового помелу кількість їх доходить до 40 %, в борошні вищого сорту – від 1,5 % до 2,0 %. При гідролізі їх молекули утворюються пентози (d-ксилоза і l-арабіноза), деяка кількість гексоз та їх похідних: d-галактоза, d-глюкоза, d-глюкуронової кислоти. Останнім часом велика увага приділяється пентозанам – розчинним у воді полісахаридам, що складаються в основному з пентоз, але містять також і залишки гексоз [27, 28].

Характерною особливістю пентозанів є їх здатність утворювати дуже в'язкі водні розчини, які під впливом окислювачів перетворюються в міцні студні. Загальний вміст розчинних пентозанів (слизів) в борошні сортового помелу невелика – від 0,8 % до 5,0 %. Ці речовини відіграють значну роль в технологічному процесі виробництва пшеничного хліба. Перш за все, розчинні пентозани мають дуже високу здатність поглинати воду – 1 г пентозанів поглинає близько 15 г води, отже, сумарна величина водопоглинальної здатності борошна в значній мірі залежить і від вмісту в ньому пентозанів [5, 23, 25].

У борошні ліпіди знаходяться як у вільному стані, так і у вигляді комплексів з білками (ліпопротеїди) і вуглеводами (гліколіпіди). Останні дослідження показали, що пов'язані з білками клейковини ліпіди значно впливають на її фізичні властивості. Загальний вміст ліпідів в цілому зерні пшениці близько 2,7 %, а в пшеничному борошні 1,6...2,0 % [29, 30, 31].

Мінеральні речовини зерна зосереджені головним чином в алейроновому шарі, оболонках і зародку. Особливо багато мінеральних речовин в алейроновому шарі. Вміст мінеральних речовин в ендоспермі невелика (0,3-0,5%) і підвищується від центру до периферії, тому зольність служить показником сорту борошна [25, 32, 33].

Саме хімічний склад борошно має суттєвий вплив на його технологічні властивості.

1.2. Хлібопекарські властивості пшеничного борошна

Пшеничне борошно з високими хлібопекарськими властивостями при правильному веденні технологічного процесу дозволяє отримати хліб правильної форми, достатнього об'єму, нормально забарвлену скоринку без розривів і тріщин, еластичну м'якушку з мілкою, тонкостінною і рівномірною пористістю. Хліб повинен бути смачний і ароматний [3, 5, 34].

Хлібопекарська якість пшеничного борошна в основному визначається наступними властивостями:

- газоутворювальна здатність;
- здатність утворювати тісто, що володіє певними реологічними властивостями – сила борошна;
- водопоглинальна здатність;
- крупність помелу (гранулометричний склад);
- колір борошна і здатність його до потемніння.

Газоутворювальна здатність борошна – це спроможність приготовленого з нього дріжджового тіста утворювати диоксид вуглецю. Газоутворювальна здатність борошна пов'язана зі станом його вуглеводно-амілазного комплексу рис. 1.2 [3, 5].



Рис. 1.2 Складові вуглеводно-амілазного комплексу

Газоутворювальна здатність залежить від вмісту власних цукрів у борошні і від його цукроутворювальної здатності. Доведено, що вміст цукрів у борошні залежить від його виходу [35]. Чим вище вихід борошна, тим більше у ньому міститься цукрів. Власні цукри борошна (глюкоза, фруктоза, мальтоза та ін.) зброджуються на самому початку процесу дозрівання дріжджового тіста. А для одержання виробів високої якості необхідно мати інтенсивне бродіння, як під час дозрівання тіста, так і остаточного вистоювання, а також у період випікання [3, 5]. Окрім цього, для реакції меланоїдіноутворення необхідні моносахариди. Побічні та проміжні продукти цієї реакції беруть участь у формуванні смаку й аромату виробів. Саме тому найважливішим є не вміст

власних цукрів, а здатність утворювати цукри в процесі дозрівання тіста [34, 35].

Газоутворювальна здатність борошна залежить і від його цукроутворювальної здатності, яка, у свою чергу, визначається активністю амілолітичних ферментів (α - та β -амілаз) і податливістю крохмалю борошна до амілолізу. Цукроутворювальна здатність обумовлена не тільки кількістю ферменту, а й підатливістю крохмалю до його дії, тобто атакованістю [3,34]. Ступінь механічного пошкодження крохмалю під час помелу зерна, розмір часток крохмальних зерен впливають на атакованість крохмалю, тобто, чим дрібніші частки крохмальних зерен, тим вище атакованість крохмалю. У борошні з пророслого зерна поряд з β -амілазою міститься активна α -амілаза, наявність якої забезпечує більш повний гідроліз крохмалю, а отже, більш високу цукроутворювальну здатність і, як наслідок, підвищену газоутворювальну здатність борошна. Це призводить до накопичення в тісті значної кількості низькомолекулярних декстринів і водорозчинних цукрів, що негативно впливають на якість готових виробів [3, 5, 34, 36].

Другий, не менш значущий показник хлібопекарських властивостей борошна, що має здатність утворювати тісто з певними структурно-механічними властивостями, називається силою борошна. Вона визначається станом білково-протеїназного комплексу (рис. 1.3).



Рис. 1.3 Складові білково-протеїназного комплексу

На силу борошна також можуть впливати інші чинники: вміст ліпідів, геміцелюлоз і слизів, а також вміст, властивості й стан крохмалю, наявність ферментів. За силою борошно розподіляють на сильне, середнє і слабке [37].

Сильним вважається борошно, здатне поглинати під час замішування тіста відносно велику кількість води. Тісто з сильного борошна стійко зберігає свої властивості, повільніше досягає оптимальних реологічних характеристик, вимагає більш тривалого остаточного вистоювання [3, 36, 37].

Тісто зі слабого борошна під час замішування поглинає меншу кількість води. Структурно-механічні властивості тіста з такого борошна в процесі замішування і бродіння швидко погіршуються, воно до кінця бродіння дуже розріджується, стає мало еластичним, вистоювання тістових заготовок проходить досить швидко. Середнє за силою борошно займає проміжне положення [5, 37].

Вміст у борошні білкових речовин, їх склад, стан і властивості значною мірою визначають харчову цінність виробів і технологічні характеристики борошна. Від них залежать такі реологічні показники тіста, як еластичність, в'язкість, пружність. Набухлі клейковинні білки (гліадін і глютенін) утворюють клейковину, яка в тісті формує каркас у вигляді сітки. Міцність клейковинного каркасу обумовлена щільністю упаковки поліпептидних ланцюгів у структурі білкової молекули, стабілізованої водневими, дисульфідними та іонними зв'язками [36, 38]. Суттєве значення в формуванні структури клейковини мають і гідрофобні взаємодії, в силу яких неполярні групи бокових ланцюгів групуються у внутрішніх областях молекули, утворюючи гідрофобне ядро, що нагадує щільно упаковану, позбавлену молекул води сферу. Іонні та полярні групи амінокислотних залишків розташовуються на поверхні макромолекули, утворюючи полярну гідрофільну оболонку [16, 39, 40].

Білки клейковини відрізняються за своїми структурно-механічними властивостями. Гідратований гліадін є липкою, в'язкою, сильно розтяжною масою. Гідратований глютенін – це губкоподібна, пружна, слабо розтяжна маса. Реологічні властивості клейковини тіста обумовлені властивостями обох

клейковинних білків, які забезпечують притаманну їй пружність, еластичність, розтяжність. Якість клейковини знаходиться в прямій залежності від співвідношення в ній гліадину і глютеніну [14, 39, 41].

Протеїнази, що містяться в пшениці, відносяться до типу папаїназ. Для них характерна здатність активуватися відновними сполуками, що містять сульфгідрильні групи (цистеїн, глутатіон) та інактивуватися сполуками окисної дії (кисень повітря, KJO_3 , H_2O_2 та ін.). Ці сполуки відповідно називають активаторами та інгібіторами протеолізу. Протеїнази і пептидази гідролізують білок, викликаючи порушення його четвертинної та третинної структур. Дія цих ферментів приводить до сильного розрідження тіста, зниження його пружності та збільшення текучості. Прийнято вважати, що протеїназа пшениці має зону оптимуму рН у межах 4,0...5,5 і температурний оптимум близько 45 °С. Однак істотну роль можуть відігравати і нейтральні протеїнази з оптимумом рН 6,75 [3, 5, 42].

Чим більше в борошні білка, чим щільніша і міцніша його структура, тим нижча його атакованість протеїназами. Чим менше в борошні активність протеїнази і активаторів протеолізу, тим сильніше борошно і тим кращі будуть реологічні властивості тіста з нього. Сила пшеничного борошна може бути встановлена або шляхом визначення показників кількості та якості клейковини, від яких в основному залежать реологічні властивості тіста, або шляхом безпосереднього визначення реологічних властивостей самого тіста [5, 43].

Від сили борошна, вмісту в ньому білка, крохмалю, пентозанів, клітковини залежить водопоглинальна здатність, що визначається кількістю води, яку може поглинути борошно під час утворення тіста нормальної консистенції [34, 38]. Середні значення водопоглинальної здатності пшеничного борошна вищого сорту – 56...60 %, першого – 59...62 %, другого – 61...63 % до маси борошна. В борошні якому відбулися процеси дозрівання, зв'язується на 5...10 % більше води, ніж у свіже змеленому, а борошно одержане з пророслого, пошкодженого клопом-черпашкою або висушеного за високих температур зерна, має низьку водопоглинальну здатність [44, 45].

На хлібопекарські властивості борошна має достатньо великий вплив його гранулометричний склад. Доведено, що недостатньо подрібнене борошно має низьку водопоглинальну і газоутворювальну здатності, в результаті чого отримують вироби невисокого об'єму з грубою товстостінною пористістю м'якушки і часто з погано забарвленою скоринкою. Дуже подрібнене борошно має надмірну водопоглинальну та підвищену цукроутворювальну здатність. Тісто з такого борошна швидко розріджується, розпливається, а хліб має невисокий об'єм, погано розпушену м'якушку. Це пояснюється великим вмістом у такому борошні пошкоджених крохмальних зерен, які легко піддаються дії ферментів [46, 47, 48].

Багаторічні дослідження гранулометричного складу пшеничного борошна показали вплив крупності борошна на швидкість протікання в тісті біохімічних, колоїдних процесів і, як наслідок, на властивості тіста, якість і вихід готових виробів [5, 6]. Розміри часток борошна вищого і першого сортів переважно коливаються в межах від декількох мікрометрів до 180-190 мкм. У звичайному хлібопекарському пшеничному борошні приблизно половина часток має розміри, менші 40...50 мкм. У борошні другого сорту, міститься значно більше великих часток. Борошно з м'яких сортів пшениці, як правило, характеризується меншими розмірами часток, порівняно з борошном із твердих пшениць [3, 49, 50]. З погляду хлібопекарських властивостей бажаним є борошно, частки якого найбільш однорідні.

Відомо, що споживач звертає увагу на зовнішній вигляд хліба і віддає перевагу більш світлому кольору його м'якушки. Колір м'якушки виробів із дріжджового тіста – один із найважливіших органолептичних показників їх якості, на який звертає увагу споживач. Колір борошна в основному визначається кольором ендосперму зерна, з якого змелене борошно, а також кольором і кількістю в борошні периферійних часток зерна (висівок), які містять пігменти [50]. Як правило, з темного борошна виходять вироби з темною м'якушкою, однак у певних випадках і зі світлого борошна можуть бути отримані вироби з темною м'якушкою, тому для характеристики

хлібопекарських властивостей має значення не тільки його колір, але й здатність до потемніння [3, 51]. Як встановлено в ряді робіт, здатність до потемніння в процесі переробки обумовлюється вмістом в борошні вільного тирозину і активністю ферменту поліфенолоксидази, який каталізує окиснення тирозину з утворенням темнозабарвлених меланінів. Від вмісту утворених меланінів і залежить потемнення як тіста, так і м'якушки хліба [3, 13, 25].

Хлібопекарські властивості пшеничного борошна мають найважливіше значення у борошномельному і хлібопекарському виробництвах. Однак, в останні роки спостерігається тенденція зниження якості пшениці, що призводить до необхідності регулювання та стабілізації хлібопекарських властивостей різними методами.

1.3. Аналіз ринку пшеничного борошна в європейських країнах

З кожним роком збільшується виробництво пшениці як у світі, так і в Україні. З 1992 по 2016 рр. виробництво пшениці в Україні зросло з 18 млн. до майже 25 млн.т. Збільшується і експорт, що складає майже 50 % від врожаю. Зі збільшенням виробництва пшениці, збільшується і виробництво борошна, з який близько 20 % йде на експорт. Так як зі збільшенням врожайності пшениці погіршується її якість, що призводить до зниження якості хлібопекарського борошна [53, 54, 55, 56].

На сьогоднішній день згідно нормативної документації в Україні виробляється 4 сорти борошна: вищий, перший, другий та оббивне [57]. Кожен сорт відрізняється за органолептичними показниками, за значеннями зольності, білості, кількості та якості клейковини, крупності та ін.

В країнах близького зарубіжжя, таких як Болгарія та Білорусь виробляють більший асортимент борошна. Так, наприклад, в Білорусі, в залежності від білості і кількості клейковини існують 17 сортів борошна, а в Болгарії, в залежності від зольності та кількості клейковини – 7 типів борошна [58, 59].

В багатьох розвинених європейських країнах пшеничне борошно ділиться на типи за зольністю та вмістом білка і має своє цільове призначення.

У Франції існує 7 типів пшеничного борошна: Т45 – для кондитерських виробів; Т55 – для хлібобулочних виробів; Т65 – для пирогів, млинців та класичного хліба; Т80 – для різновидів хліба, використовується в суміші з Т65 для випікання хліба; Т110 – борошно напівцільнозернове; Т130 – борошно цільнозернове; Т150 – обдирне, використовується для випікання хліба в суміші з Т65.

Таблиця 1.2

**Показники якості пшеничного борошна, за якими проводиться
розділення на сорти або типи**

Сорт/тип пшеничного борошна	Основні сорто- або типо-утворюючі показники				
	Зольність, % не більше	Білість, од не менше	Кількість клейковини, % не менше	Число падіння, с не менше	Вміст білка, % не менше
Україна					
Вищий сорт	0,55	54	24,0	160	–
Білорусь					
М58-28	0,45	58	28,0	185	–
М56-32	0,50	56	32,0	185	–
М54-28	0,55	54	28,0	185	–
М54-25	0,55	54	25,0	185	–
Болгарія					
Т450	0,45	–	26,0	240...340	–
Т500	0,50	–	28,0	240...350	–
Т520	0,52	–	26,0	240...340	–
Франція					
Т 45	0,50	–	–	–	11,0
Т55	0,50...0,60	–	–	–	11,0
Італія					
00	0,55	–	25,0	270	10,5
0	0,65	–	26,0	270	11,0
Німеччина					
Т 405	0,50	–	–	–	10,5
Т 505	0,51...0,63	–	–	–	11,0

В Італії пшеничне борошно з м'яких сортів пшениці ділиться на п'ять типів: Т00 – для кондитерських виробів; Т0 – для хлібобулочних виробів; Т1 – для різновидів хліба та листкових виробів; Т2 – використовується в суміші з Т1 для випікання хліба; integrale – цільнозернове борошно. В Німеччині 6 типів борошна: Т405 – для випікання печива та здоби; Т550 – для випікання хліба та різних дріжджових виробів; Т812 – для випікання змішаного хліба; Т1050 – для

хлібобулочних виробів; Т1600 – для випікання столових сортів хліба; Т1700 – борошно грубого помелу [60, 61, 62].

Таблиця 1.3

Основні відмінності державного та міжнародного стандартів визначення кількості і якості клейковини

Характеристика	Державний стандарт ГОСТ 27839-88	Міжнародний стандарт ISO 21415- 1	Міжнародний стандарт ДСТУ ISO 21415-2
Спосіб відмивання	ручний	ручний	автоматизований
Рідина для замішування тіста та відмивання клейковини	водопровідна вода	сольовий розчин NaCl (20 г/л)	сольовий розчин NaCl (20 г/л)
Температура рідини, °C	18±2	20±2	20±2
Маса наважки, г	25	24	10
Об'єм розчину для замішування, мл	14	12	4,8
Тривалість замісу, с	не довше 60	не довше 180	20
Тривалість витримування, хв.	20	30	без витримування
Умови відмивання	під слабким струменем водопровідної води над густим шовковим ситом № 38	у протоці розчину солі, який витікає з бюретки зі швидкістю 750 мл над капроновим ситом 308 мікрон	автоматичне відмивання з використанням 200-270 мл розчину солі
Тривалість відмивання, хв.	приблизно 20...30	8	5
Закінчення відмивання	до відсутності «каламуті»	до відсутності реакції на йод	регламентована тривалість відмивання
Домивання	+ 2-3 хв. після віджимання і зважування	до зникнення реакції на йод	відсутнє
Виділення незв'язної води	ручне	механічне	на центрифугі
Допустима похибка, %	2	7	0,5
Прилад для визначення якості клейковини	прилад ВДК	немає	центрифуга 2015
Загальна тривалість відмивання, хв.	60...90	40...50	8...10

З даної таблиці видно, що основними показниками є зольність, вміст білка і клейковини та число падіння. Вміст клейковини в європейських країнах визначають за міжнародним стандартом ISO 21415-1 або ISO 21415-2, в Україні ж даний показник визначають за державним стандартом ГОСТ 27839-88. Методи даних стандартів відрізняються і можуть впливати на кінцевий результат [163, 64]. В табл.1.3 представлені основні відмінності даних стандартів.

Аналіз таблиці показав, що методики стандартів є різними. Основними відмінностями, що можуть впливати на результат є:

- спосіб відмивання – ручний або автоматичний;
- рідина для замішування та відмивання – водопровідна вода чи сольовий розчин;
- маса наважки – 25 г, 24 г або 10 г, відповідно;
- об'єм розчину для замішування – 14 мл, 12 мл або 4,8 мл; наявність та тривалість витримання;
- тривалість відмивання – до прозорості розчину, йодна проба, певний час за програмою приладу;
- виділення незв'язної води – ручне (стискання між долонями), механічне – прес для витіснення води, центрифуга;
- визначення якості клейковини – за методом ISO 21415-1 визначення якості не передбачене, визначення за допомогою вимірювача деформації клейковини або за допомогою центрифугування [65,66].

Кожна з відмінностей може суттєво впливати на результат отримання клейковини. Тому виникає необхідність в перевірці співвідношення отриманих даних за різними стандартами та гармонізації українського стандарту з міжнародними.

Для виходу України на міжнародний ринок з конкурентоздатною продукцією, необхідно розширювати асортиментний ряд, тобто виробляти борошно цільового призначення або борошна із заданими технологічними властивостями та гармонізувати діючі стандарти в Україні з міжнародними.

1.4. Стабілізація якості пшеничного борошна на борошномельних заводах

Аналіз технології переробки зерна в борошно дозволяє сформулювати три основних напрямки виробництва борошна цільового призначення та борошна з певними технологічними властивостями: перший напрямок – отримання пшеничного борошна з заданими властивостями за рахунок агротехнічних прийомів шляхом селекції та вирощування сортів пшениці з необхідними властивостями; другий – борошномельними прийомами шляхом складання помельних партій, проведення спеціальних помелів, змішування індивідуальних потоків і т.д.; третій – формування властивостей пшеничного борошна біохімічними прийомами з використанням технологічних добавок [67, 68].

1.4.1. Агротехнічні прийоми. В результаті численних досліджень встановлено, що технологічні властивості зерна в значній мірі залежать від виду зерна, його типу і сорту, а також від району і умов вирощування [69, 70] і обумовлюють показники якості і виходу борошна [2].

Численними дослідженнями показано, що особливості мікроструктури зерна пшениці обумовлюють різні борошномельні властивості [71, 72]. Борошно, отримане з м'якозерних сортів пшениці, характеризується підвищеною дисперсністю в порівнянні з борошном із твердозерної пшениці. Ступінь пошкодження крохмальних гранул в борошні з твердозерної пшениці в 1,5-4,4 рази вище, ніж в борошні з м'якозерної пшениці [73, 74]. З борошна, отриманого з м'якозерної пшениці, вихід проміжного білка може бути отриманий в середньому в три рази більший, ніж з борошна твердозерної пшениці [70].

Таким чином, істотні відмінності в технологічних показниках якості пшениці визначають необхідність роздільного використання її для виробництва борошна різного призначення. Селекція і культивування сортів пшениці з відповідними технологічними властивостями може дозволити більш

раціонально використовувати сільськогосподарські і виробничі ресурси для виробництва борошна цільового призначення [75].

В Україні вирощується пшениці цільового призначення в невеликій кількості, у зв'язку з чим відсутні технологічні рішення з її переробки.

1.4.2. Б о р о ш н о м е л ь н і п р и й о м и . Підготовка зерна до помелу на борошномельних підприємствах здійснюється згідно «Правил ведення технологічного процесу на борошномельних підприємствах» [76], в яких наведені орієнтовні режими водно-теплової обробки зерна, його очищення від домішок, видалення оболонок, зародка в залежності від типу і склоподібності. У ряді робіт [77, 78, 79] вказується, що шляхом формування помельних партій, використання різних режимів кондиціонування при підготовці зерна до помелу, можливе регулювання його технологічних властивостей перед помелом.

Відомо, що спосіб здрібнення, геометрія робочих поверхонь технологічного обладнання, питомі навантаження і режими здрібнення впливають на результати процесу і якість одержаного борошна [72, 80, 81].

На борошномельних заводах основною здрібнюючою машиною є вальцевий верстат. Так, зменшення міжвальцевого зазору в вальцьовому верстаті на системах першої якості в драному і розмелювальному процесах, призводить до збільшення виходу борошна. Якість борошна при цьому не змінюється, середній розмір частинок борошна зменшується. Збільшення вилучення борошна на системах другої якості призводить до збільшення зольності і середнього розміру частинок [81]. При постійних величинах робочого зазору і кількості рифлів зі збільшенням діаметра вальців з 150 до 300 мм ступінь подрібнення продуктів зростає [82].

Виявлено, що пошкодження крохмальних гранул на рифлених вальцах відбувається інтенсивніше, ніж на мікрошорстких [83]. Встановлено, що збільшення кута нахилу рифлів обумовлює підвищення інтенсивності подрібнення за інших однакових умов. При будь-якому взаєморозміщенні

рифлів та зі збільшенням їх кількості на сантиметр погонний валків відбувається підвищення виходу крупнодунстових продуктів і загального вилучення [4, 6, 84].

Технологічні процеси розмелу зерна на сучасних борошномельних заводах за своєю структурою багатостадійні, безперервно-потоківі характеризуються поетапною побудовою, складними взаємозв'язками етапів і систем при високій швидкості протікання технологічних процесів переробки зерна [6, 85, 86].

Структура сортових хлібопекарських помелів пшениці з розгорнутим збагаченням проміжних продуктів складається з шести етапів: первинне здрібнювання зерна (драний процес), сортування проміжних продуктів, збагачення проміжних продуктів на ситовіальних системах, збагачення проміжних продуктів на шліфувальних системах, тонке здрібнювання проміжних продуктів (розмелювальний процес), контроль борошна. Кожен із вказаних етапів ділиться на два-три підетапи за якістю продуктів, що на них обробляються [4, 6].

Вивченню кількісно-якісних характеристик потоків борошна з різних систем технологічного процесу, присвячено багато праць вітчизняних [88, 89, 90, 91] і зарубіжних вчених [92, 93, 94, 95].

Встановлено, що борошно з II і III драних систем має вищу якість в порівнянні з IV, V драними системами, особливо за показником зольності [89, 90].

Вміст білка в борошні збільшується, починаючи з IV драної та 8-ї і 9-ї розмелювальних систем та досягає максимального значення на вимельних системах, але якість його значно погіршується. Таким чином, потоки з драних систем дозволяють отримувати при їх фракціонуванні більшу кількість високобілкової фракції, в порівнянні з потоками з розмелювальних систем. Масова частка білкових речовин в борошні збільшується від перших до останніх систем, як в драному, так і в розмельному процесах. В борошні

драного процесу вміст білка і клейковини більший ніж на системах шліфувально-розмелювального процесів [87, 88].

Аналіз хімічного складу і властивостей борошна, виробленого на борошномельних заводах зі схожими технологічними схемами переробки зерна, призводить до узагальнених висновків: на перших розмелювальних системах завжди отримують борошно з низьким вмістом білка, мінеральних речовин, вітамінів і високим вмістом крохмалю [87, 92, 96]. На кінцевих системах драного і розмелювального процесів, навпаки, борошно містить більше білка і клітковини, але менше крохмалю і т. п. Ці відомості дають підставу для рекомендацій по виділенню потоків борошна зі специфічною характеристикою: високим вмістом білка, клейковини з задовільною її якістю та т.п [67, 88].

При формуванні спеціальних сортів борошна у відділенні готової продукції необхідно, щоб з розмелювального відділення надходили потоки борошна, істотно різні за складом і властивостями. Подібний підхід дозволяє задовольнити запити суміжних галузей промисловості і забезпечує раціональні і економічно обґрунтовані витрати зернових ресурсів [67, 97, 98].

1.4.3. Біохімічні прийоми. Окрім агротехнічних та борошномельних прийомів для виробництва борошна цільового призначення та борошна з певними технологічними властивостями існують і біохімічні прийоми, які базуються на використанні технологічних добавок. На сьогоднішній день відомо кілька груп технологічних добавок, застосування яких призводить до зміни вихідних властивостей пшеничного борошна – поліпшувачі окисної і відновлювальної дії, ферментні препарати, поверхнево-активні речовини, суха пшенична клейковина та ін. [99, 100].

Технологічні добавки представлені на ринку макро- і мікронутрієнтами, які є допоміжними речовинами при виробництві борошна з низькоякісного зерна (табл.1.4) [99, 101].

У всьому світі, включаючи європейські країни, технологічні добавки вносять безпосередньо на борошномельних заводах. Це дозволяє отримати суттєвий економічний ефект за рахунок використання низькоякісної зернової сировини для виробництва борошна високої якості.

Як правило, більшість добавок і поліпшувачів не мають харчового значення, але одні з них зовсім нешкідливі, інші навіть можуть загрожувати здоров'ю людини. Всі добавки регламентуються медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів [102, 103].

Таблиця 1.4

Основні напрямлення використання технологічних добавок на борошномельних підприємствах

Властивість борошна, що потребує коригування	Вид технологічної добавки
Кількість клейковини	Суха пшенична клейковина
Якість клейковини	Ферментні препарати ксиланазної, геміцелюлазної, ліпоксигеназної дії, суха пшенична клейковина
Амілолітична активність занижена	Ферментні препарати амілолітичної дії
Амілолітична активність завищена	Регулятори кислотності – солі органічних кислот
Харчова цінність занижена	Суха пшенична клейковина, БАДи, в тому числі з натрадиційної сировини, вітамінно-мінеральна суміш

Борошномельна галузь представляє свої вимоги до технологічних добавок [104]:

1. Технологічні добавки не повинні погіршувати органолептичні і технологічні властивості борошна. Відповідно до цього, добавки повинні представляти собою сухі порошкоподібні і мілко дисперсні препарати з крупністю, зольністю і вологістю, що не погіршують відповідних показників борошна, без наявності сильних сторонніх запахів і присмаків [37, 105].

2. При введенні добавки в борошно на стадії її виробництва за короткий період часу повинна бути вирішена задача високої точності дозування і змішування. При мікродозах добавок часто необхідне попереднє приготування преміксів – предсумішей [106]. У зв'язку з цим важливими властивостями

препаратів, що вводяться в борошно, є їх хороша сипкість і низьке розпилювання, тому як розпилення порошкоподібних добавок веде до порушення точності дозування, техніки безпеки виробництва і до погіршення умов роботи персоналу, необхідні додаткові аспіраційні заходи. Обов'язково повинна бути інформація про можливість шкідливого або алергічного впливу цих препаратів на персонал підприємства, які тривалий час контактують з добавками в процесі виробництва [105, 107].

3. Специфічність застосування технологічних добавок в борошномельному виробництві полягає в тому, що вони починають діяти в рідкій фазі, не впливаючи на борошно в сухому вигляді. Визначення стандартних показників якості можуть не показати покращення хлібопекарських властивостей, тому рекомендується проводити оцінку якості за пробною лабораторною випічкою [105, 108].

4. Важливою вимогою до ТД є низька вологість, гігроскопічність і тривалий термін зберігання, оскільки борошно є продуктом, який піддається тривалому зберіганню [105, 106].

5. Борошномельне виробництво, в силу своєї специфіки, обумовлює обов'язкове дослідження введення технологічної добавки в борошно на різних стадіях її виробництва: в розмельному відділенні – на стадії помелу зерна і в складі безтарного зберігання [105]. Це обумовлено тим, що свіже змелене борошно проходить стадію дозрівання і може змінювати властивості [46,47].

6. І найвагомішою вимогою до поліпшувачів є їх безпека і відсутність негативного впливу на людський організм [109].

Виходячи з перерахованих вище вимог до ТД, встановлено, що використання ферментних препаратів грибного походження, які інактивуються в процесі випікання хліба і, таким чином не впливають на людський організм, найбільше підходять для покращення хлібопекарських властивостей на борошномельних заводах [105].

1.5. Використання ферментних препаратів у борошномельному виробництві

Використання технологічних добавок при формуванні властивостей пшеничного борошна для виробництва борошняних виробів є перспективним напрямком і вимагає вивчення біохімічних основ даного процесу.

Вивченню можливості регулювання властивостей пшеничного борошна і якості борошняних виробів з поліпшувачами присвячена велика кількість робіт [104, 111, 112, 113, 114].

Щонайменше 50 % ферментних препаратів, що представлені на світовому ринку, отримують з генетично модифікованих організмів з використанням генетичної та білкової інженерії. Харчові ферменти є найбільш широко використовуваними і, як і раніше, представляють собою основну частку на ринку ферментів [116, 117].

Існує два напрями використання ферментів: ферменти, що використовуються для перетворення сировини в основний продукт; ферменти, що використовуються в якості добавок для зміни функціональних характеристик продукту [110, 113]. У першому випадку ферментативний процес проводиться в оптимізованих і контрольованих умовах для підвищення каталітичного потенціалу ферменту, тоді як у другому більш складно забезпечити оптимальні умови і контролювати ферментативну реакцію [118].

Ферменти є важливим інгредієнтом, що використовується в більшості борошняних виробів. Останнім часом ферменти набули ще більшого значення через обмеження на використання хімічних добавок, особливо у виробництві хліба [119, 120]. Але головною потребою у використанні ферментів стала стійка тенденція до зниження якості зерна пшениці [110].

Пшеничне борошно є найважливішим інгредієнтом для виробництва хлібобулочних виробів. При замішуванні тіста починаються складні біохімічні і біофізичні процеси, які каталізуються ферментами і дріжджами. Ці процеси тривають в фазі випікання, що призводить до утворення хліба [111, 114].

Додаткові ферменти, додані в тісто, покращують контроль процесу випікання, зменшують тривалість технологічного процесу, уповільнюють черствіння, компенсують мінливість якості борошна і замінюють хімічні добавки [112].

Ферменти зазвичай додають для зміни реологічних властивостей тіста, підвищення газоутворюючої здатності і покращення пористості м'якушки у виробництві хліба [116]. Ферменти можна додавати індивідуально або в складних сумішах, які можуть діяти синергічно у виробництві борошняних виробів [121].

Для покращення хлібопекарських властивостей пшеничного борошна використовують декілька типів ферментів: амілази – для перетворення крохмалю в цукор і отримання декстринів, оксидази – для збільшення міцності і відбілювання тіста, геміцелюлази і ксиланази – для збільшення еластичності клейковинного каркасу та протеази для зміцнення і розслаблення клейковини, відповідно [29, 123, 124]. Всі ці ферменти грають важливу роль в забезпеченні об'єму хліба, покращення стану м'якушки та скоринки.

1.5.1. Амілолітичні ферменти. Амілолітичні ферменти є основною групою ферментів, які використовуються для інтенсифікації процесу приготування тіста і поліпшення якості хліба [103, 106, 115].

α -Амілази представляють собою ендферменти, які каталізують розщеплення α -1,4-глікозидних зв'язків у внутрішній частині амілозного або амілопектинового ланцюга. Кінцевими продуктами дії α -амілази є олігосахариди з α -конфігурацією і різною довжиною, декстрини, які представляють собою розгалужені олігосахариди [126]. Ці ферменти можуть бути отримані з зернових, грибкових, бактеріальних і біотехнологічно змінених бактеріальних джерел [123]. α -Амілази розщеплюють пошкоджений крохмаль пшеничного борошна до невеликих декстринів, створюючи умови для дії дріжджів на стадіях бродіння, вистоювання і на початковій фазі випічки. В результаті виходить хліб високого об'єму і з хорошим пористим м'якушем [126, 127].

Непошкоджені гранули крохмалю починають клейстеризуватися при 55 °С, що призводить до «витоку» амілози з гранул і початку плавлення амілопектинових кристалітів. В'язкість тіста при цьому різко зростає, і підняття тіста в печі припиняється. Коли α -амілази атакують клейстеризований крохмаль, то підняття тіста в печі триває довше і об'єм хліба збільшується. Кількість пошкоджених крохмальних гранул залежить від сорту борошна та особливостей його помелу [106, 112, 114].

До типових ферментів відносять β -амілазу і амілоглюкоамілази, які розщеплюють α -1,4-глікозидні зв'язки з нередукуючого кінця лінійних ланцюгів молекули крохмалю, тим самим каталізуючи подальші виділення відповідно β -мальтози і β -глюкози [124]. β -Амілази не здатні розщеплювати α -1,6-зв'язки, а кінцеві продукти складаються з мальтози і β -лімітного декстрину. Тому гідроліз амілопектину є неповним, що призводить лише до 50-60 % його переходу в мальтозу. У разі амілози максимальний ступінь гідролізу становить 75-90 %, через слабо розгалужену структуру цього полісахариду [12, 129].

Солод і мікробні α -амілази широко використовуються в хлібопекарській промисловості [130]. Грибкові α -амілази або солод зазвичай додають для оптимізації активності амілази борошна, спочатку спрямованої на збільшення рівнів ферментуючих і відновлюючих цукрів. З огляду на їх низьку термостабільність грибкові α -амілази більш підходять, ніж солодові амілази для стабілізації борошна. α -Амілази і β -амілази мають різні, але взаємодоповнюючі функції в процесі виробництва хліба [131]. Додані α -амілази руйнують пошкоджені частки крохмалю в низькомолекулярні декстрини на стадії виробництві тіста, тоді як ендогенна β -амілаза перетворює ці олігосахариди в мальтозу, яка використовується в якості ферментованого цукру дріжджовими або заквасочними мікроорганізмами [12, 129]. Підвищений вміст редукуючих цукрів призводить до утворення продуктів реакції Майяра, посилюючи смак хліба і колір скоринки. Крім того, ці ферменти можуть покращити газоутримуючу здатність дріжджового тіста і зменшити його в'язкість під час

клейстеризації крохмалю, з подальшим покращенням об'єму продукту і його м'якістю [27, 132, 133].

Велику роль відіграють амілази, що уповільнюють процеси черствіння хліба [134]. Грибні амілази слабо впливають на черствіння, при температурах початку клейстеризації вони вже інактивуються і з крохмалем не взаємодіють. Бактеріальні амілази набагато більш термостабільні і, отже, здатні впливати на аморфний клейстеризований крохмаль. Його модифікація істотно сповільнює черствіння, проте через свою дуже високу термостабільність ці ферменти зберігають деяку активність і після випічки, що призводить до надмірного розщеплення крохмалю і різкого зменшення об'єму хліба при зберіганні після випічки. Бактеріальні амілази можна використовувати тільки в дуже низьких концентраціях, але і в цьому випадку зберігається ризик їх передозування [130, 134].

Мальтогенна амілаза (глюкан 1,4- α -мальтогідролаза) продукує мальтозу (і деякі мальтодекстрини) в α -конфігурації. Цей фермент найбільш активний при 60-70 °C і сильніше розщеплює амілопектин, ніж грибні амілази або β -амілаза [130, 134].

За термостабільністю мальтогенна амілаза займає проміжне положення між грибною і бактеріальною амілазами, в зв'язку з чим фермент здатен зменшувати ретроградацію амілопектину – він гідролізує глюкозидні зв'язки в клейстеризованому крохмалі ще до своєї інактивації при випічці [135].

Крім того, оскільки цей фермент в кінці випічки інактивується, то не відбувається надлишкового гідролізу крохмалю [134]. Крім оптимальної термостабільності мальтогенна амілаза володіє і іншими перевагами в порівнянні з грибною і бактеріальною амілазами. Вона розщеплює амілозу і амілопектин до мальтози і мальтодекстрину. Але існує один недолік використання мальтогенної амілази – це суттєве збільшення вартості борошна [136].

1.5.2. Протеолітичні ферменти. Протеолітичні ферменти використовуються для зміни фізичних характеристик білково-протеїназного комплексу. Протеази можна поділити на дві основні групи в залежності від місця їх дії: екзопептидази і ендопептидази. Екзопептидази розщеплюють пептидний зв'язок, проксимальний до аміно або карбоксильних кінців субстрату, тоді як ендопептидази розщеплюють пептидні зв'язки, віддалені від кінців [137].

Протеази використовуються в великих комерційних масштабах при виробництві хліба, хлібобулочних виробів, крекерів і вафель [138]. Ці ферменти можуть бути додані для зменшення часу змішування, зменшення консистенції тіста, забезпечення однорідності тіста, регулювання міцності клейковини, контролю текстури хліба і покращення смаку [12, 139]. Крім того, протеази в значній мірі замінюють бісульфіт, який раніше використовувався для контролю консистенції шляхом відновлення дисульфідних зв'язків клейковини білками, в той час як протеоліз руйнує пептидні зв'язки. В обох випадках кінцевим ефектом є аналогічне послаблення клейковинного каркасу [141].

У виробництві хліба використовують грибову кислотну протеазу для модифікації сумішей, що містять високий вміст клейковини з пружними її властивостями. При замішуванні тіста з протеазами, вони піддаються частковому гідролізу, що приводить до скорочення тривалості замішування. [139,141]. Однак існує великий ризик передозування протеазою, тому що вона може впливати не тільки під час бродіння і вистоювання, а й в перші хвилини випікання хліба.

1.5.3. Ферменти геміцелюлазної і ксиланазної дії. Геміцелюлази використовують для регулювання фізичних властивостей клейковини. Вони є різноманітним класом ферментів, які гідролізують геміцелюлози, групу полісахаридів, що включають ксилан, ксилобіозу, арабіноксилан і арабіногалактан [142].

В злакових культурах геміцелюлозами, що переважають є пентозани, які складають 2,5-4,0 % пшеничного борошна. Найбільш поширеними є ксилан. Вони представлені водорозчинною (0,5 %) і нерозчинною (1,9 %) фракціями пшеничного борошна. Пентозани впливають на реологічні властивості тіста, обумовлюючи його стійкість до розтягування [110].

Нерозчинні пентозани утворюють з білками клейковини поперечні зв'язки, надаючи тим самим негативний вплив на пружні властивості тіста і якість хліба. Розчинні пентозани мають високу вологозв'язуючу здатність, вони можуть поглинати в 10-15 разів більше води, ніж становить їх маса. У зв'язку з цим суттєво впливають на водопоглинальну здатність тіста [110, 143].

Гідроліз нерозчинних пентозанів геміцеллюлазами (ксиланазами) запобігає утворенню комплексів пентозанів з клейковиною [144, 145]. Продукти часткового гідролізу пентозанів мають високу водоутримуючу здатність, завдяки чому сприяють коагуляційним процесам – утворенню клейковинного каркасу [146, 147]. Продукти гідролізу (ксилоолігосахаріди) перешкоджають взаємодії крохмалю з білками, що уповільнює процеси черствіння хліба. В результаті гідролізу пентозанів утворюються арабіноза і ксилоза, які беруть участь в процесах меланоїдіноутворення [144, 145].

Ксиланази були введені в сегмент виробництва хліба ще в 1970 році і найчастіше використовуються в поєднанні з амілазами, ліпазами і багатьма оксидоредуктазами для досягнення певного впливу на реологічні властивості тіста і органолептичні властивості хліба. [148, 149].

1.5.4. Ліполітичні ферменти. Ліполітичні ферменти почали застосовувати набагато пізніше, ніж інші ферменти. Ліпази гідролізують ефірні зв'язки ацилгліцеринів з утворенням моно- і діацилгліцеринів, вільних жирних кислот і гліцерину. Ліпази зазвичай діють на поверхні розділу «жирова фаза-повітря», причому їх активність істотно зростає в присутності організованих ліпідних структур, зазвичай, що знаходяться на таких поверхнях [150].

Позитивний ефект ліпаз пояснюють розпадом неполярних ліпідів (наприклад тригліцеридів) і, отже, видаленням небажаних компонентів з тіста. Відомо, що тригліцериди не утворюють стабільних моно-шарів на поверхні розділу «жирова фаза-повітря», в зв'язку з цим їх розпад чинить позитивний вплив. Вважається, що 1,3-специфічні ліпази не атакують полярні ліпіди, що також позитивно впливає на якість [143,151, 152, 153]. Перше покоління ліпаз, що використовувались у хлібопеченні було представлено виключно ліпазами цього типу. Вважалось, що вони прийдуть на заміну хімічним емульгаторам і розпушувачам, однак технічна і економічна вигода від такої заміни була незначною. Ферменти другого покоління мали набагато більшу специфічність, діючи також на полярні ліпіди, і проявляли фосфоліпазну і ліпазну активність [153, 154,155].

Таким чином, ферментні препарати використовують не тільки для покращення якості борошна, але й для отримання борошна з певними технологічними властивостями для забезпечення потреб хлібопекарських підприємств.

Висновки до РОЗДІЛУ 1

На основі проведеного аналіз літературних джерел встановлено, що:

1. Найбільшим попитом в Україні користується пшеничне борошно вищого сорту, яке використовують для виробництва різних видів виробів, однак в багатьох країнах виробляють більш широкий асортимент пшеничного борошна – від 6-ти типів до 18-ти сортів, які мають рекомендації щодо їх цільового призначення.

2. Основними сорто- і типоутворюючими показниками закордонного борошна є зольність, кількість (в деяких країнах і якість) клейковини та число падіння. За показниками кількості клейковини українське борошно має найнижчу границю допустимих значень, що може бути пов'язане як з якістю

зерна, що переробляється, так і з відмінними методиками визначення показників клейковини за різними стандартами.

3. Розширення асортименту готової продукції борошномельних заводів може бути здійснено за трьома напрямками: агротехнічний – за рахунок використання спеціальних сортів зерна; борошномельний – формування помельних партій і оптимізація процесу формування сортів борошна; біохімічний – виробництво борошняних сумішей з різними макро- і мікроінгредієнтами.

4. Показники якості індивідуальних потоків борошна на різних системах та етапах технологічного процесу відрізняються за фізичними, біохімічними та хлібопекарськими властивостями.

5. Хлібопекарські властивості борошна залежать від складу та властивостей білково-протеїназного та вуглеводно-амілазного комплексів, які головним чином характеризуються вмістом білка, кількістю та якістю клейковини і числом падіння.

6. Використання технологічних добавок є перспективним методом для розширення асортименту готової продукції борошномельних заводів. В якості технологічних добавок найбільше підходять ферментні препарати різного принципу дії.

7. Сформульовано систему прийняття рішень для виробництва борошна із заданими показниками якості та встановлено основні напрямки для її реалізації. Кожен з напрямків може бути використаний, як окремо так і в комплексі.

РОЗДІЛ 2.

ВИБІР ОБ'ЄКТА, ПРЕДМЕТА, МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Згідно поставленої мети і задач досліджень розроблено програму досліджень, наведено опис лабораторної бази, методів і методик досліджень якості зерна пшениці та пшеничного борошна та удосконалено методу з визначення кількості і якості клейковини в зерні та борошні.

2.1. Об'єкт і предмет досліджень

Об'єкт дослідження: технологія виробництва сортового пшеничного борошна.

Предмет дослідження: пшеничне борошно з різних регіонів України, борошно з різних систем технологічного процесу, суміші борошна з технологічними добавками, режими змішування.

Методи дослідження: органолептичні, фізичні, фізико-хімічні, біохімічні, хлібопекарські, експериментально-статистичні з використанням сучасних приладів.

2.2. Методика проведення досліджень

Для виконання поставлених задач була сформована програма проведення досліджень (рис. 2.1), в якій відображено взаємозв'язок етапів досліджень для виробництва борошна із заданими показниками якості для заводів з розвиненою та скороченою схемами технологічного процесу.

На I етапі проведено аналіз науково-технічних, патентних, літературних та Інтернет джерел в області удосконалення системи оцінки показників якості, розширення асортименту, покращення якості пшеничного борошна на борошномельних підприємствах, які дозволили вибрати предмет, об'єкт і методи дослідження.

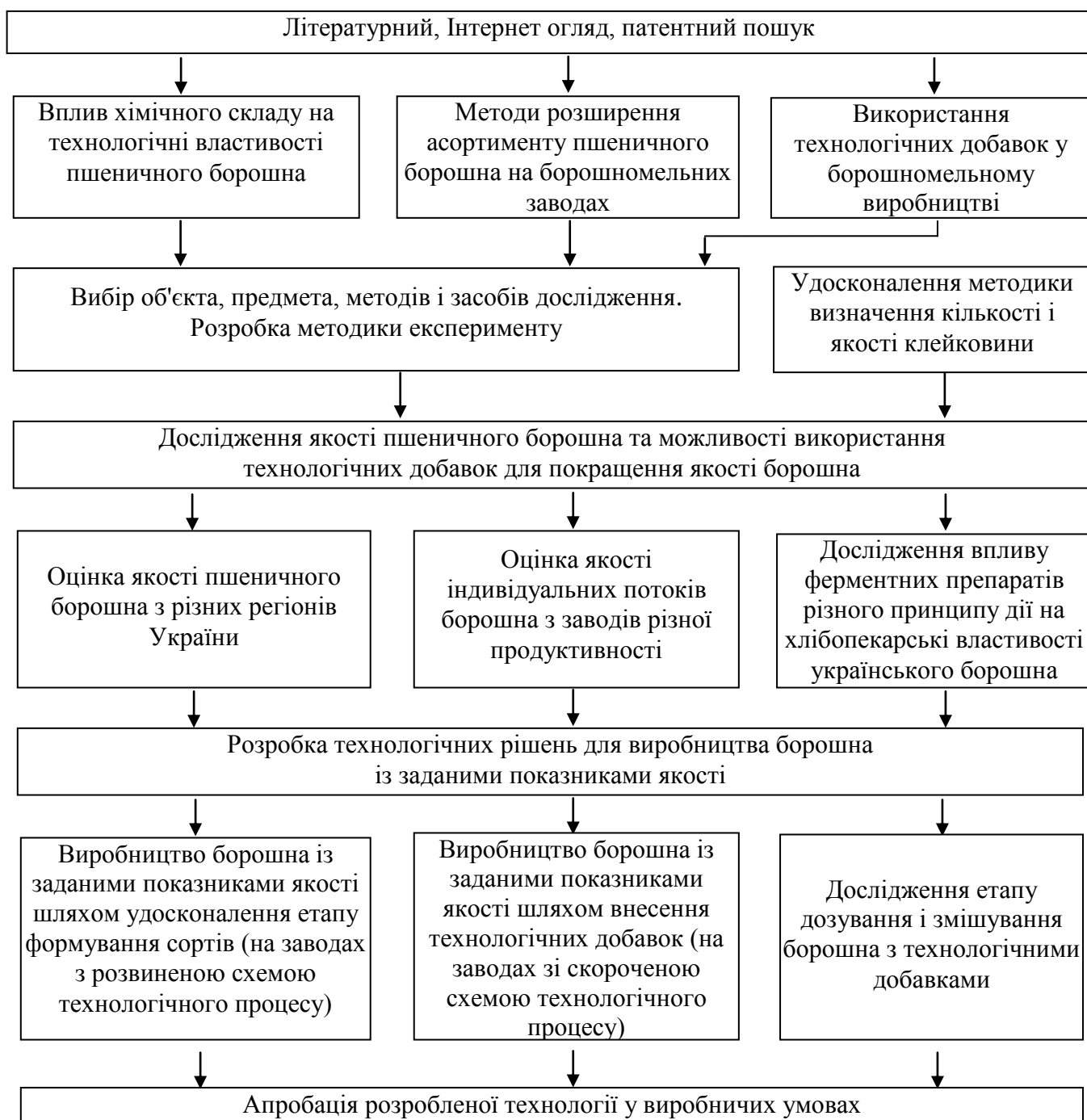


Рис. 2.1 Програма досліджень

На II та III етапах розроблено методику експерименту, обрані методи дослідження, на підставі яких удосконалено метод визначення кількості та якості клейковини. Метод дозволяє зменшити витрати часу для визначення якості білково-протеїнажного комплексу.

Відповідно з програмою на IV-му етапі дослідження були розділені на три серії дослідів. В першій серії дослідів був проведений аналіз якості

борошна, виробленого в п'яти регіонах України: Центральний, Північний, Південний, Західний та Східний. В табл. 2.1 представлені підприємства відповідного регіону із зазначенням їх продуктивності.

Таблиця 2.1

Аналіз борошномельних заводів з різних регіонів України

№	Область	Регіон	Підприємство	Планова продуктивність, т/добу	Схема технологічного процесу
1	Вінницька	Центральний	ТОВ «Вінницький КХП №2»	300	Розвинена
2	Черкаська		ТОВ «Тальне КХП»	500	Розвинена
3	Миколаївська	Південний	ТОВ «Агро-Юг-Сервіс»	100	Скорочена
4	Одеська №1		Філія ПАТ «ДПЗКУ» Одеський КХП	335	Розвинена
5	Одеська №2		ДП «Куліндорівський КХП»	500	Розвинена
6	Одеська №3		Борошномельний комплекс «СФГ КУЦАРЄВА Ф.С.»	100	Скорочена
7	Херсонська №1		ТОВ «Південь Млин»	100	Скорочена
8	Херсонська №2		ПАТ «Каланчацький КХП»	50	Скорочена
9	Київська №1	Північний	ТОВ «Васильківхлібо-продукт»	300	Розвинена
10	Київська №2		ТОВ «Столичний Млин»	500	Розвинена
11	Сумська		Філія ПАТ «ДПЗКУ» Кролевецький КХП	500	Розвинена
12	Дніпропетровська	Східний	ТОВ "Дніпромлин"	300	Розвинена
13	Запорізька		ТОВ «ЗАПОРІЖМЛИН»	150	Скорочена
14	Полтавська		ТОВ "Глобинський елеватор"	100	Скорочена
15	Івано-Франківська	Західний	ТОВ «Зерно-переробна компанія «ЮМАС»	200	Розвинена
16	Тернопільська		ДП "Чортківський КХП"	200	Розвинена

Друга серія дослідів складалась з дослідження показників якості борошна на різних системах і етапах його виробництва з заводів розташованих в двох регіонах: Центральний і Південний, які працюють за різними схемами і мають різну продуктивність. В табл. 2.2 представлена характеристика заводів

В третій серії дослідів було відібрано зразок борошна з підприємства невеликої продуктивності (Варіант 3) і проведено оцінку зміни хлібопекарських властивостей при додаванні технологічних добавок. В табл. 2.3 представлені технологічні добавки та принцип їх дії різних виробників, що використовувались в роботі.

Таблиця 2.2

Характеристика заводів з Центрального і Південного регіонів

Регіон	Номер варіанту схеми помелу	Підприємство	Планова продуктивність, т/добу	Схема технологічного процесу
Центральний	Варіант 1	ТОВ «Васильківхлібопродукт»	300	Розвинена
Південний	Варіант 2	«ДПЗКУ» «Одеський КХП»	335	Розвинена
	Варіант 3	Борошномельний комплекс «СФГ КУЦАРЄВА Ф.С.»	100	Скорочена

На V етапі були розроблені технологічні рішення з виробництва борошна із заданими показниками якості двома способами: 1) на етапі формування сортів на заводах з розвиненою схемою технологічного процесу; 2) шляхом внесення комплексу технологічних добавок на заводах зі скороченою схемою технологічного процесу. Також на даному етапі було проведено аналіз технологічного процесу змішування технологічних добавок з пшеничним борошном та встановлено оптимальні режими.

На VI етапі було проведено апробацію розроблених рекомендацій на заводах з розвиненою та скороченою схемами технологічного процесу та розроблено акти впровадження. Розроблено корисну модель на рецептуру комплексної технологічної добавки.

Таблиця 2.3

Характеристика технологічних добавок, що використовувались в роботі

Технологічна добавка	Діюча речовина	Країна виробника
Фунгаміл 2500 SG	α -амілаза	Данія
Vitalzyme F 50	α -амілаза	Туреччина
Амілоризин	α -амілаза	Україна
Новаміл 1500 MG	бактеріальна α -амілаза	Данія
Alphamalt A 6003	α -амілаза + геміцелюлаза	Німеччина
Пентопан 500	ксиланаза і геміцелюлаза	Данія
Vitalzyme K	ксиланаза	Туреччина
Vitalzyme H	геміцелюлаза	Туреччина
Ксилолад	ксиланаза	Україна
Нейтраз 1,5 MG	нейтральна протеаза	Данія
Протеаза	протеаза	Туреччина
Porit-L	цистеїн гідрохлорид	Німеччина
Цистеїн	цистеїн гідрохлорид	Китай
Ліполад	ліпаза	Україна

2.3. Характеристика схем технологічного процесу

В технології борошномельного виробництва для заводів різної продуктивності характерна різна структура технологічного процесу сортового помелу пшениці. Для заводів з продуктивністю більше 150 т/добу використовується складна структура з розвиненим етапом збагачення, а для заводів малої продуктивності (менше 150 т/добу) використовується скорочена схема технологічного процесу з можливим вилученням деяких етапів [6, 156].

2.3.1. Технологічна схема борошномельного заводу за варіантом 1 Розвинена структурна схема включає в себе наступні основні технологічні процеси: етап первинного подрібнення зерна з вимелом оболонкових продуктів (драний процес), сортування проміжних продуктів, збагачення крупок і дунстів, розмел проміжних продуктів та контроль борошна.

Технологічна схема борошномельного заводу продуктивністю 300 т/добу (рис. 2.2) розроблена та впроваджена турецькою фірмою «Alapala» з використанням надсучасних технологічних підходів.

Технологічна схема заводу включає в себе:

- п'ять драних систем, з яких перша та друга драні системи без проміжного просіювання (B1+B2) – встановлено восьмивальцевий верстат, третя (B3g, B3f), четверта (B4g, B4f) і п'ята (B5g, B5f) розділені на крупну і дрібну;
- три сортувальні системи (Div-1-2, Div-3 – сортування проміжних продуктів, Div-4 – пересів оболонкових продуктів);
- п'ять вимельних систем (BR1-BR5) та два віброцентрифугали (V1, V2);
- п'ять ситовіальних систем (S1-S5) для збагачення проміжних продуктів;
- п'ять шліфувальних систем (R1-R5), з яких перша ділиться на крупну (R1C) та дрібну (R1F);
- сім розмелювальних систем (C1-C7), де C1+C2 реалізовані на восьмивальцевому верстаті (без проміжного просіювання).

В технологічній схемі передбачена можливість виробництва трьох сортів борошна, з яких два контролюються. Завод може працювати за односортним 78-ти % помелом (перший сорт), 78-ти % двохсортним помелом (60 % – вищого сорту і 18 % – першого сорту) та 78-ти % трьохсортним помелом (55 % – вищого сорту, 15-20 % – першого сорту та 5-8 % другого сорту). Система формування сортів борошна передбачає можливість направлення потоку з будь-якої системи технологічного процесу в бажаний сорт.

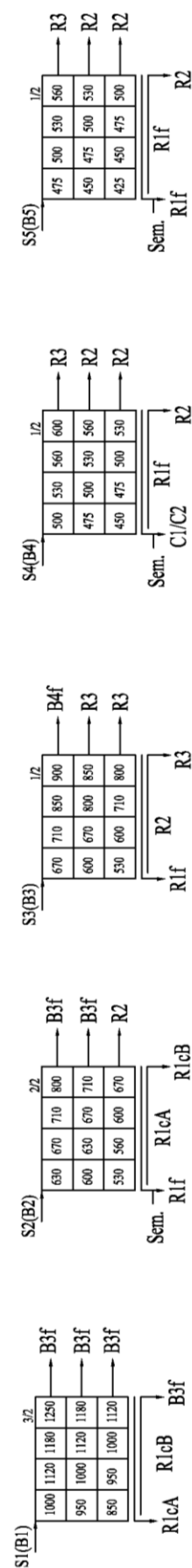
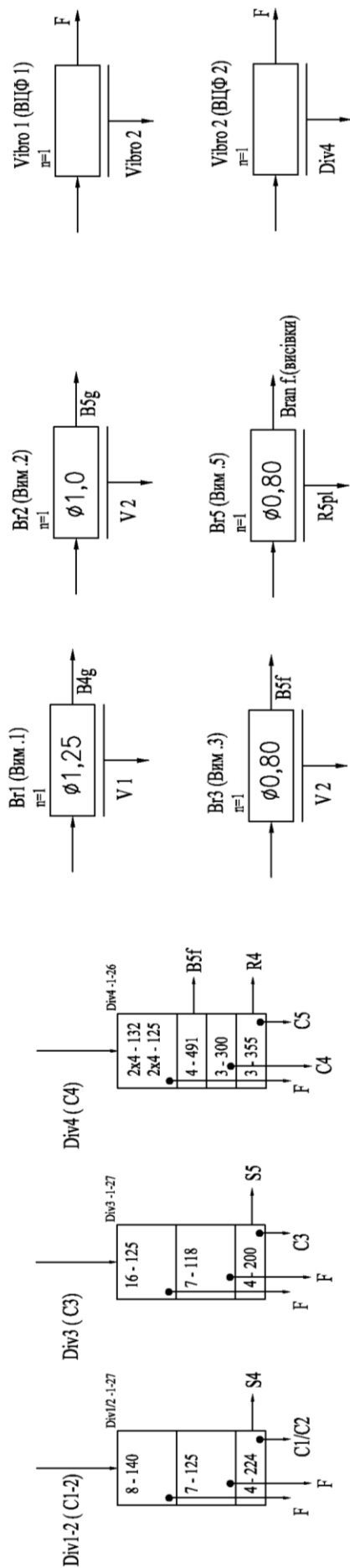
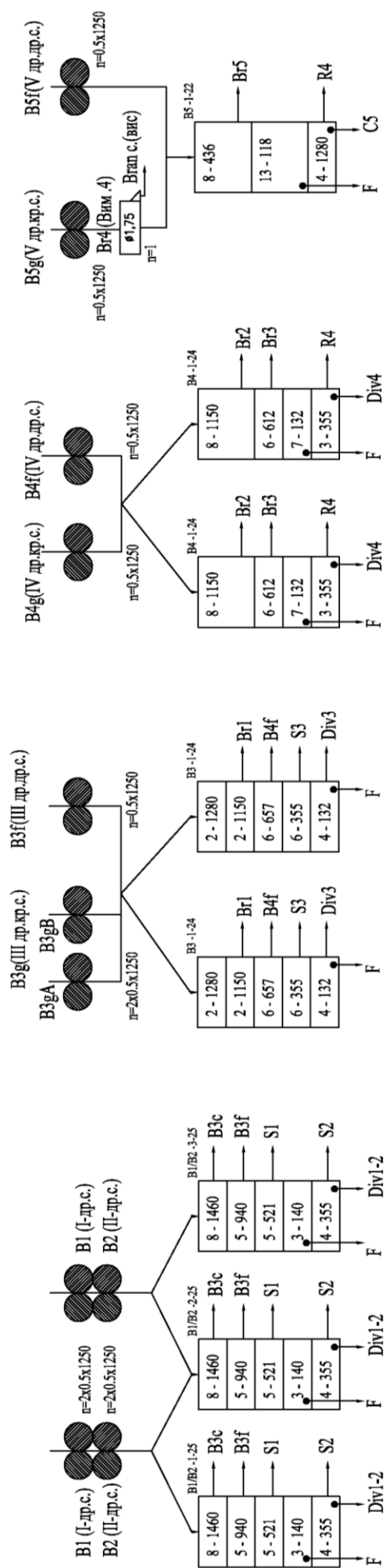


Рис.2.2 Технологічна схема борошномельного заводу продуктивністю 300 т/добу

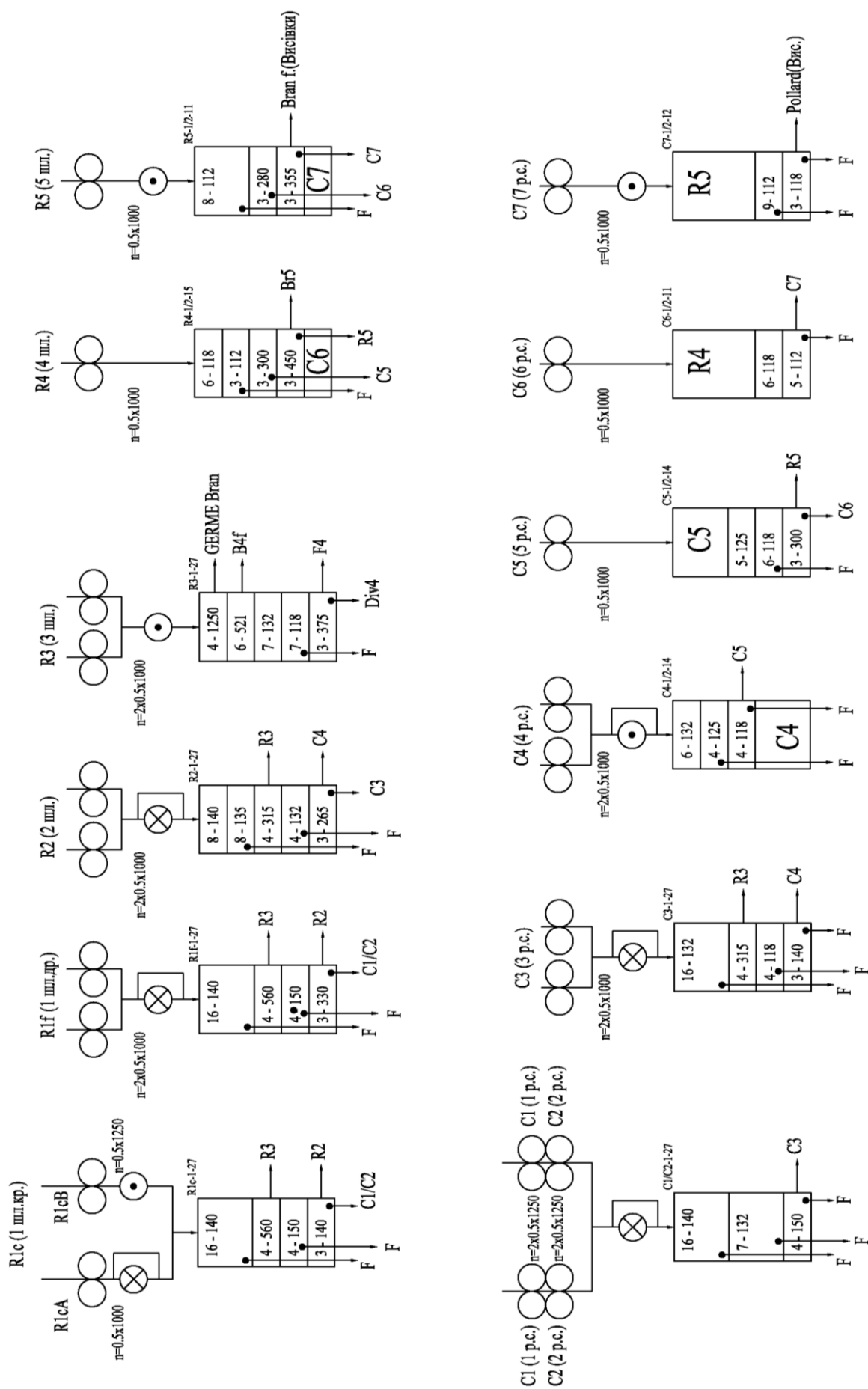


Рис.2.2 Технологічна схема борошномельного заводу продуктивністю 300 т/добу (продовження)

2.3.2. Технологічна схема борошномельного заводу за варіантом 2 Технологічна схема даного заводу є найбільш поширеною схемою сортового помелу на борошномельних заводах оснащених комплектним устаткуванням [4]. Технологічний процес побудований на одній самостійній секції, продуктивністю 335 т/добу (рис. 2.3).

Схема даного заводу включає:

- чотири драні системи (I-IV др.с.), з яких III і IV драні системи діляться на крупну і дрібну;
- п'ять сортувальних систем (Сорт1-Сорт6);
- шість вимельних систем (Вим1-Вим6);
- вісім ситовіальних систем (СВ1-СВ8);
- дві шліфувальні системи (1 шл.с.-2 шл.с.);
- одинадцять розмелювальних систем (1 р.с.-11 р.с.), з яких 1-а і 2-а розмелювальні системи діляться на крупну і дрібну.

I, II, III драні системи – системи крупоутворення першої якості, 1-а і 2-а сортувальні, шліфувальні, 1-а, 2-а і 3-а розмелювальні також є системами першої якості, 4-а, 5-а і 6-а – системи другої якості, а IV др.с., Сорт.5 і Сорт.6 та з 7-ї по 11-ту р.с. – системи вимелу.

Завод може працювати за односортним 75-ти % помелом (перший сорт), 75-ти % двохсортним помелом (55 % – вищого сорту і 20 % – першого сорту) та 78-ти % трьохсортним помелом (50 % – вищого сорту, 20-25 % – першого сорту та 5-8 % другого сорту).

Також передбачено виробництво трьох сортів борошна, з яких два направляються на контроль в контрольні розсійники. Схема формування сортів аналогічна схемі заводу за варіантом 1.

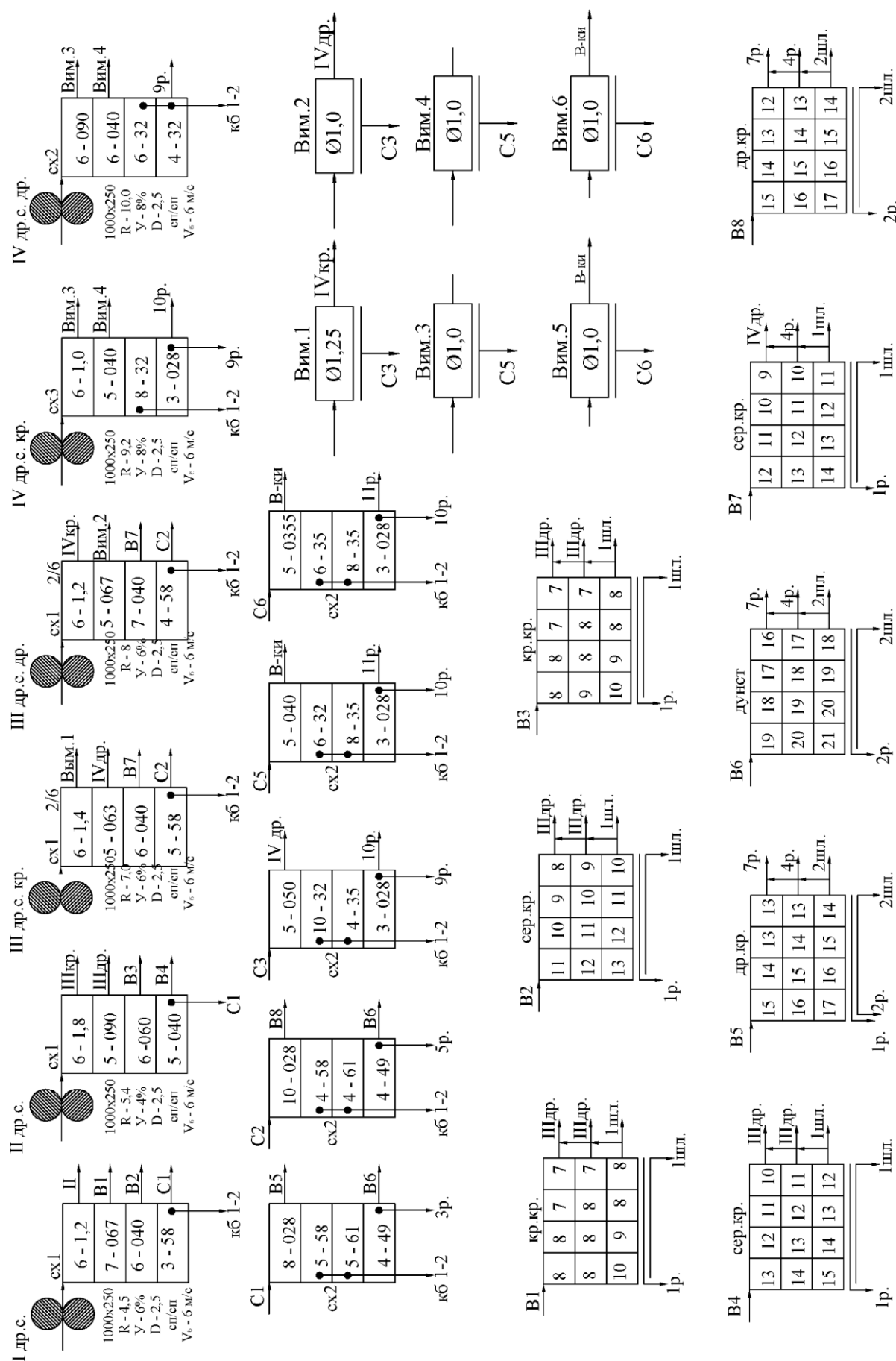


Рис. 2.3 Технологічна схема борошномельного заводу продуктивністю 335 т/добу

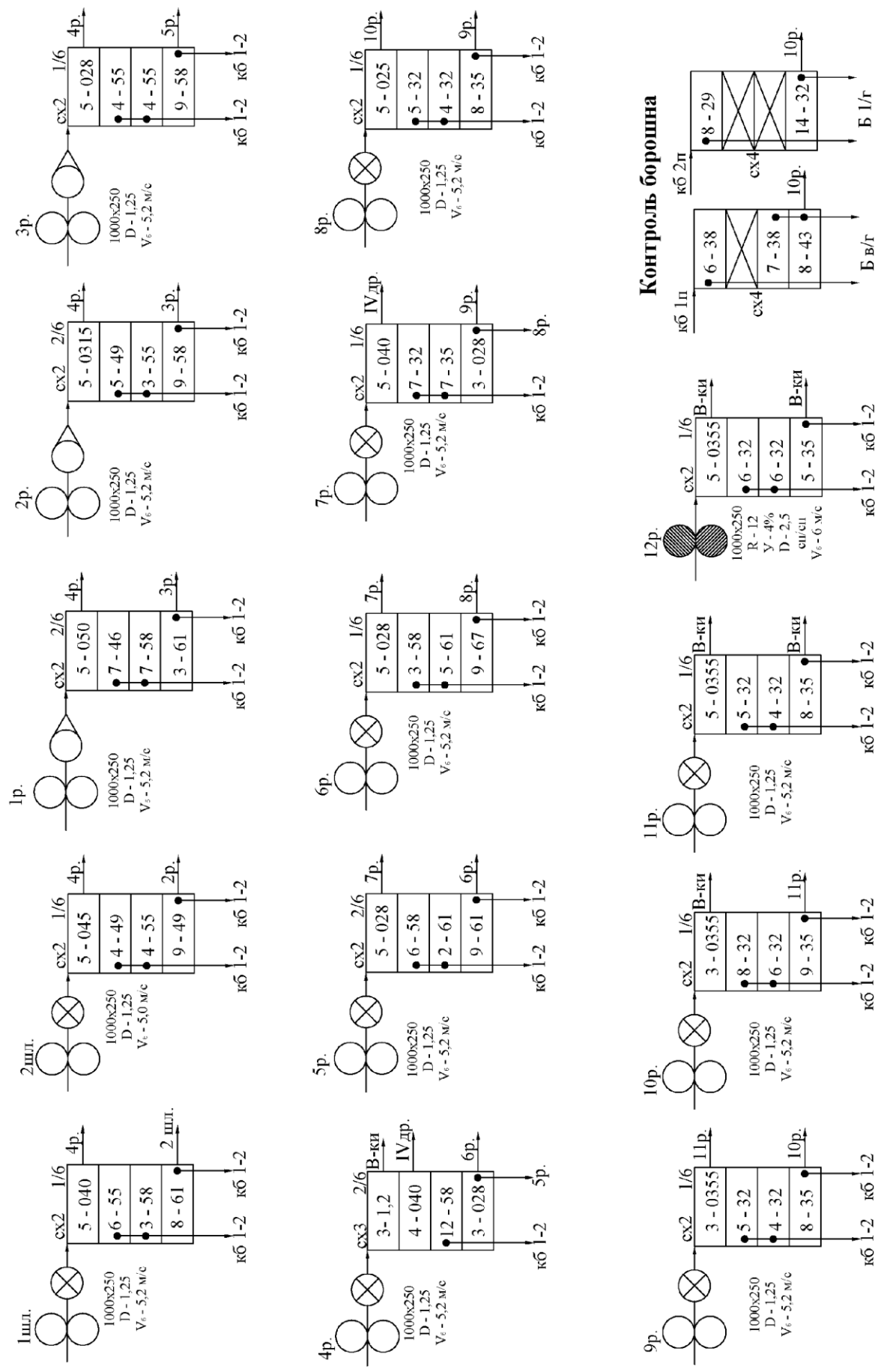


Рис.2.3 Технологічна схема борошномельного заводу продуктивністю 335 т/добу (продовження)

2.3.3. Технологічна схема борошномельного заводу за варіантом 3 Сортів помелі пшениці за скороченою схемою технологічного процесу використовують на млинах відносно невеликої продуктивності (100-130 т/доб.), які розташовані в малонаселених центрах. На цих млинах виробляють два або три сорти пшеничного борошна із загальним виходом 72-75 %, які повинні повністю задовольнити потреби місцевого населення[6, 84].

За принципово схожою схемою працює представлений (рис. 2.4) борошномельний завод Варіант 3. В даному варіанті схеми відсутній етап збагачення проміжних продуктів.

Технологічна схема включає:

- чотири драні системи (I-IV др.с.), з яких III і IV драні системи діляться на крупну і дрібну;
- три сортувальних систем (Сорт1-Сорт3);
- п'ять вимельних систем (Вим1-Вим5);
- дві шліфувальні системи (1 шл.с.-2 шл.с.);
- п'ять розмелювальних систем (1 р.с.-5 р.с.), з яких 1-а і 2-а розмелювальні системи діляться на крупну і дрібну;
- одна сходовая система (Сх. с.).

Згідно схеми технологічного процесу передбачено можливість відбору двох сортів борошна з подальшим їх контролем. Завод може працювати за двома схемами: 72-ти % односортний помел (вищий сорт) та 75-ти % двосортний помел (55 % – вищого сорту та 20 % – першого сорту).

2.4. Методи досліджень та експериментальна база

Якість зерна оцінювали за технологічними властивостями, що характеризують борошномельні і хлібопекарські властивості. Якість борошна оцінювали за фізичними, фізико-хімічними та хлібопекарськими властивостями. Методи аналізу показників були як загальноприйняті, так і спеціальні (кількість пошкодження крохмальних зерен [157], водопоглинальна здатність [158], пробна лабораторна випічка [159]. Загальноприйняті методи оцінки властивостей зерна і борошна наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Характеристика загальноприйнятих методів дослідження, що використовуються в роботі

Показник	Метод визначення	Номер ДСТУ (ГОСТа) або посилання на книгу
Зерно		
	Відбір проб зерна і виділення середнього зразка	ДСТУ ISO 13690-2003
Вологість	Висушування протягом 40 хв в сушильній шафі при температурі 130°C	ГОСТ 13586.5-93
Склоподібність	За допомогою приладу діафаноскоп	ГОСТ 10987-76
Натура	За допомогою пурки	ГОСТ 10840-64
Зольність	Пряме згоряння наважки без підсилювачів в муфельній печі	ГОСТ 10847-74
Визначення зараженості і пошкодженості шкідниками	Просіювання набором сит і органолептична оцінка	ГОСТ 13586.4-83
Кількість і якість клейковини	Відмивання вручну і на приладі	ГОСТ 13586.1-68; ДСТУ ISO 21415-1: 2009; ДСТУ ISO 21415-2: 2009.
Борошно		
Відбір проб	Відбір проб борошна і виділення середнього зразка	ГОСТ 27668-88
Вологість	Висушування протягом 40 хв в сушильній шафі при температурі 130°C	ГОСТ 9404-88
Зольність	Пряме згоряння наважки без підсилювачів в муфельній печі	ГОСТ 27494-87
Білість	На приладі БЛК-М	ГОСТ 26361-84
Крупність	Набором сит	ГОСТ 27560-87
Кількість і якість клейковини	Відмивання вручну і на приладі	ГОСТ 27839-88; ДСТУ ISO 21415-1: 2009; ДСТУ ISO 21415-2: 2009.
Вміст білка	Метод ІЧ-спектроскопії	ДСТУ 4117:2007
Число падіння (ЧП)	Метод Хагберга-Пертена	ДСТУ ISO 3093:2009
Седиментація в борошні	Метод Зелені	ДСТУ ISO 5529:2014

2.4.1. Спеціальні методи дослідження показників якості борошна Відомо, що при здрібненні зерна в результаті дії робочих органів подрібнюючих машин, відбувається пошкодження поверхні крохмальних зерен, що в свою чергу призводить до підвищення газоутворюючої, газоутримуючої та водопоглинальної здатності борошна [126].

Пошкодження крохмальних зерен можна спостерігати, якщо до суспензії борошна додати будь-яку фарбу для клітинних структур. Зерна з ушкодженою поверхнею фарбуються цієї фарбою, тоді як нативні зерна залишаються незабарвленими. При використанні такого специфічного реактиву, як розчин йоду в хлористому цинку, пошкоджені зерна забарвлюються цілком або частково, в залежності від ступеня пошкодження [160, 161].

На сьогоднішній день існує сучасний автоматизований метод визначення пошкодженого крохмалю на приладі SDmatic фірми Chopin Technologies, що відповідає світовим стандартам ISO 17715:2013, AFNOR V03-731, AACC 76-33 і ICC 172 [157]. Принцип дії приладу базується на амперметричному методі аналізу пошкодженого крохмалю. Він ґрунтується на вимірюванні поглинання молекул йодиду калію в суспензії молекулами пошкодженого крохмалю. Чим сильніше пошкоджений крохмаль, тим більше молекул виробленого йодиду буде поглинено. Апарат створює і вимірює силу електричного струму в суспензії в ході хімічної реакції. Значне падіння сили струму вказує на великий вміст пошкодженого крохмалю [46, 160].

Вивчення хлібопекарських властивостей борошна з різних регіонів та борошна з різних систем технологічного процесу визначали за фізичним властивостями тіста на приладі Міксолаб та за показниками пробного лабораторного випікання формового хліба [162].

Прилад Міксолаб, французької фірми Chopin Technologies, що з'явився на світовому ринку в 2004 р. [163], дозволяє оцінювати консистенцію і реологічні властивості тіста в певному температурному режимі, створюючи умови і

імітуючи процеси, що відбуваються з тістом при його випіканні. Такий підхід дозволяє розкрити технологічні властивості борошна в повній мірі [67].

Оцінку досліджуваних зразків борошна проводили на основі стандартного протоколу «Chopin +», згідно з яким тісто масою в 75 г, замішується в спеціальній тістомісильній камері при постійній швидкості замісу 1,33 с-1 (80 об/хв.) і нормованому зусиллі на лопатці тістомісилки $1,1 \pm 0,07$ Нм, що відповідає 500 од.фар., і нагріванні /охолодженні тіста в процесі його замісу в програмованому температурному режимі (30, 90, 50 °C). Тривалість аналізу – 45 хв [158].

Відомості, отримані в результаті роботи приладу, відображаються профайлером і реологічною кривою (рис. 2.5). В профайлері кожна фаза графіка оцінюється за шкалою від 0 до 9 і відображається на діаграмі з шістьма осями, кожна з яких відповідає певному параметру якості. В ході проведення аналізу досліджуються 5 стадій зміни консистенції тіста протягом 45 хв в заданому температурному режимі. Перша (C1) – максимальний крутний момент під час змішування; 1,1 Нм (утворення тіста); друга (C2) – вимірює ослаблення білка на основі під час механічного і температурного впливу; третя (C3) – виражає желатинізацію крохмалю; четверта (C4) – вказує на стабільність, утвореного крохмального гелю; п'ята (C5) – вимірює ретроградацію крохмалю на стадії охолодження; Всі зміни в досліджуваній системі пов'язані з біохімічними процесами, що протікають в ній, багато з яких представляють собою ферментативні реакції [160,164]. На реологічній кривій показані три кути нахилу, кожен з яких відповідає за певний параметр:

α – представляє нахил кривої між кінцем періоду від 30°C і C2; дає вказівки про швидкість термічного ослаблення білків;

β – представляє нахил кривої між C2 і C3; дає свідчення про швидкість желатинізації;

γ — представляє нахил кривої між C3 і C4; дає вказівки про швидкості ферментативного гідролізу [162].

Профайлери представлені у вигляді шестикутника з оцінювальною шкалою від 1 до 9. Кожний кут відповідає певному процесу і індексу [165]:

Індекс 1 (ВПЗ), вказує на здатність борошна поглинати воду. Зволоження борошна впливає на фізико-механічні властивості тіста, такі як маса тіста і якість кінцевого продукту. Достатнє зволоження борошна приводить до зниження взаємодії між протеїновими сполуками і крохмалем та більшому підняттю хліба під час випікання.

Індекс 2 (Заміс), залежить від поведінки тіста під час замісу та від його стабільності. Чим вище індекс, тим вища стабільність тіста.

Індекс 3 (Глютен+) визначається під час нагрівання тіста (від 30 °C до 60 °C). Саме в цей час гранули крохмалю починають набухати, зберігаючи молекулярну структуру незмінною. Зниження консистенції тіста відбувається за рахунок розриву водневих сполук, які з'єднують протеїнові молекулярні ланцюжки.

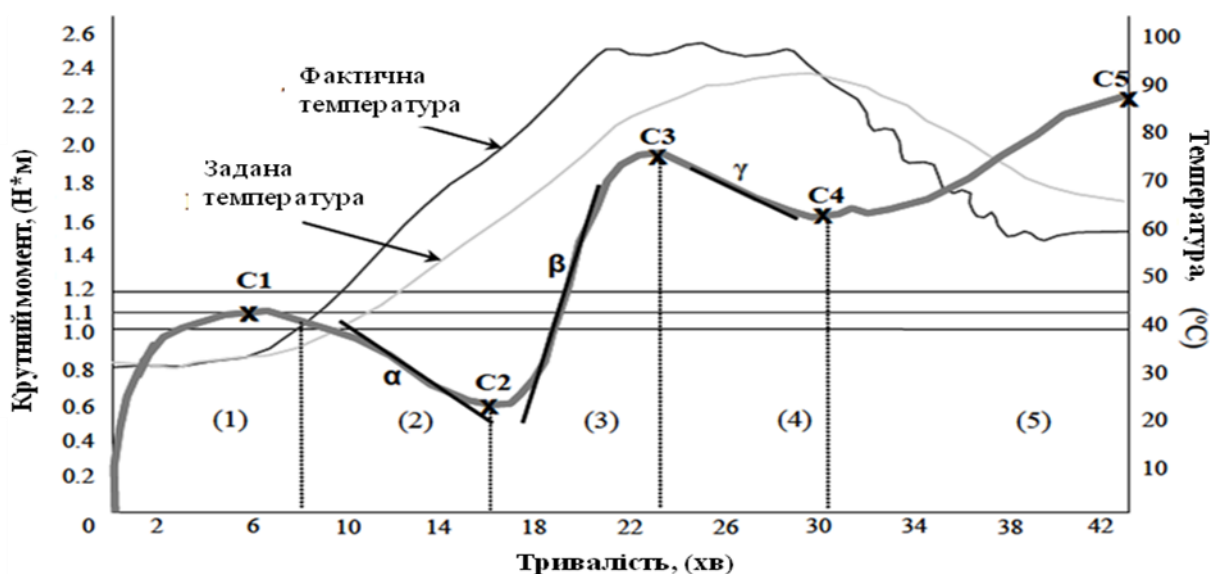


Рис. 2.5 Типова крива Міхалаб зони: зона (1) – утворення тіста (постійна температура 30°C); зона (2) – теплове ослаблення білків; зона (3) – желатинізація крохмалю; зона (4) – амілолітична активність (постійна швидкість нагрівання 90 °C); зона (5) – желефікація крохмалю [163].

Індекс 4 (В'язкість) описує фазу, в якій найбільшу кількість фізико-хімічних і біохімічних параметрів вступають у взаємодію. На цій стадії роль протеїнів переходить на другий план шляхом передачі води від протеїнових сполук крохмалю. Максимальна в'язкість залежить від двох взаємозалежних факторів: желатинізації крохмалю і ферментативної активності.

Індекс 5 (Амілаза) вказує на амілолітичну активність: високий індекс амілолітичної активності відповідає високому значенню числа падіння, відповідно низькій активності альфа амілази і навпаки.

Індекс 6 (Ретроградація) напряму пов'язаний із здатністю кінцевого продукту протистояти черствінню і зберігати товарний вигляд [162, 163].

Пробну лабораторну випічку формового хліба проводили згідно з методикою стандарту в перерахунку на 100 г борошна. Виходячи з вологості борошна, визначалась кількість необхідної води для замісу тіста. В рецептурі також вказано кількість дріжджів (3 г), цукру (4 г) та солі (1,3 г). Замішування і формування тіста проводилось вручну. В процесі бродіння в термостаті при температурі $31 \pm 1^\circ\text{C}$ тісту дають три обминання через 90, 150 і 180 хв від початку бродіння. Після закінчення бродіння відбувається формування тістових заготовок. Остаточне вистоювання сформованих заготовок проводиться при температурі $32 \dots 35^\circ\text{C}$ та відносній вологості повітря 70-85 %. Кінець вистоювання визначають за станом та видом тістових заготовок, не допускаючи їх опадання. Хліб випікають в лабораторних печах при температурі $220 \dots 230^\circ\text{C}$ з обов'язковим зволоженням пекарної камери. Тривалість випікання хліба складає $20 \dots 25^\circ\text{C}$ [36, 159].

Оцінку якості хліба проводили на наступний день після випічки протягом 8-24 ч після випікання. При цьому визначали органолептичні показники (колір скоринки, смак, запах, колір м'якушки, розмір і рівномірність розподілу пор), масу, об'єм, пористість, питомий об'єм хліба та проводили балову оцінку хліба [159] (Додаток А).

2.4.2. Методи дослідження кількості та якості клейковини. В нашій країні клейковина є головним показником

визначення хлібопекарських властивостей зерна та борошна. Визначення показників клейковини проводять ручним способом за методикою, описаною в ГОСТ 13586-68 [166], що був регламентований ще в 1968 році. У 2009 в Україні також став чинним міжнародний стандарт, ДСТУ ISO 21415-2:2009 [167]. Наявність двох діючих стандартів за визначенням одного і того ж показника спонукає до проведення аналізів з визначення кількості і якості клейковини і порівняння отриманих результатів.

2.4.2.1 Визначення кількості клейковини ручними способами за методиками ДСТУ ISO 21415-1 та ГОСТ 13586-68

Дослідивши вимоги даних стандартів, які відрізняються розчинами відмивання клейковини, масою наважки, об'ємом розчину для замішування тіста, тривалістю витримування, можна передбачити явні розбіжності в кінцевих результатах дослідів (табл. 1.3). На основі таких даних виникає логічне запитання про співвідношення результатів визначення вмісту сирогої клейковини в шроті ручним способом за міжнародним стандартом ДСТУ ISO 21415-1 та нині чинним в нашій країні ГОСТ 13586-68.

Таблиця 2.5

Усереднені значення показників клейковини в досліджуваних зразках за групами в залежності від її кількості

(N=18, n=3, P $\geq$ 0,95)

Група	Діапазон	Кількість зразків	K1, %	K2, %	$\Delta_{\text{сер}}, \%$ (K2-K1)сер.
1	<20,0%	0	-	-	-
2	20,0...21,9%	5	20,9	21,7	0,8
3	22,0...23,9%	3	22,9	23,9	1,0
4	24,0...25,9%	5	25,0	25,5	0,5
5	26,0...27,9%	2	26,7	27,4	0,7
6	28,0%	2	30,4	31,8	1,4
Середнє значення		17	25,2	26,1	0,9

K1, K2 – кількість клейковини, визначеної за ГОСТ 13586-68 і за ДСТУ ISO 21415-1, відповідно, N – кількість зразків.

Дослідження проводилися в 18-ти зразках пшениці одного року врожаю з різних регіонів вирощування. Технологічні властивості зерна відповідали

вимогам продовольчого зерна і коливались в межах: склоподібність – 45...65 %, натура – 760...800 г/л, білок – 9,5...14,0 %. Серед досліджуваних зразків також була виявлена пошкодженість клопом-черепашкою в трьох зразках (№8; №10; №18) в кількості 2,4 %; 3,0 %; 15,0 %, відповідно. В зразках №8 і №10 якість клейковини була найгіршою, а в зразку №18, де зараженість клопом була найбільшою, клейковина взагалі не формувалась [168]. Результати порівнянь кількості і якості клейковини наведені на табл. 2.5.

З таблиці видно, що кількість клейковини, визначеної за ГОСТ 13586-68 в середньому на 1 % менша кількості клейковини, визначеної за ДСТУ ISO 21415-1. Це пов'язано з основними відмінностями методів, а саме більшим часом витримування кульки тіста, регламентованим часом відмивання клейковини та перевіркою кінця відмивання клейковини за йодною пробою, що дає можливість точно визначити завершення процесу відмивання в міжнародному стандарті. Кореляційний зв'язок між двома методами за вмістом клейковини достатньо високий і дорівнює 0,98 (рис. 2.6).

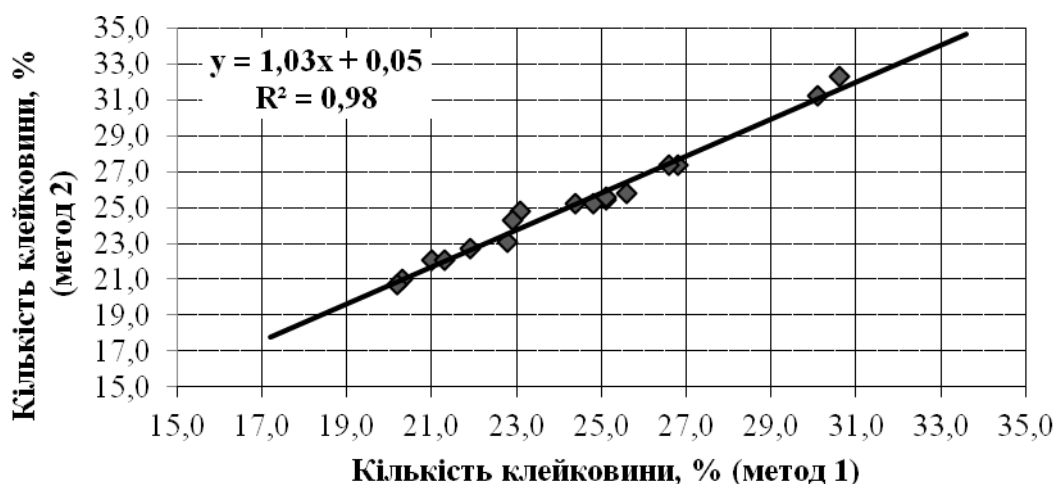


Рис. 2.6 Кореляційний зв'язок між кількістю клейковини за ГОСТ 13586-68 та ДСТУ ISO 21415-1.

При визначенні кількості клейковини розбіжність в результатах, що в середньому дорівнює 1,0 % є допустимою, але відсутність визначень якості клейковини в ДСТУ ISO 21415-1 унеможливорює його використання для оцінки хлібопекарських властивостей зерна та борошна на внутрішньому ринку країни [168, 169].

2.4.2.2 Визначення показників клейковини автоматизованим ДСТУ ISO 21415-2 і ручним ГОСТ 13586-68 способами

Для аналізу було обрано 80 зразків пшениці, вирощеної в Південних регіонах України. В обраних зразках були визначені технологічні властивості, які повністю відповідали вимогам продовольчого зерна. Склоподібність коливалась в межах 40...75 %, об'ємна маса – 765...815 г/л, при цьому вміст білка склав 10,5...14,5 % та пошкодженість клопом-черепашкою – не більше 7 %.

Визначення індексу деформації клейковини непередбачено міжнародним стандартом, але для порівняння результатів отриманих за двома методами, якість клейковини за ДСТУ ISO 21415-2:2009 [170] визначали на приладі ВДК. Результати порівнянь кількості та якості клейковини, визначеної за даними методами, представлені в табл. 2.6 і рис. 2.7.

Таблиця 2.6

Усереднені значення показників клейковини в досліджуваних зразках за групами в залежності від її кількості

(N=80, n=3, P≥0,95)

Група	Діапазон	Кількість зразків	K1, %	K3, %	$\Delta_{\min \dots \max, \%}$ (K1-K3) min...max	$\Delta_{\text{сер}, \%}$ (K1-K3)сер.
1	<20,0%	10	18,6	16,9	0,8...2,3	1,7
2	20,0...21,9%	19	21,0	19,9	0,4...2,5	1,1
3	22,0...23,9%	20	22,9	21,6	-0,5...3,7	1,3
4	24,0...25,9%	20	24,5	22,7	0,1...3,2	1,6
5	26,0...27,9%	8	26,7	25,0	0,5...3,1	1,7
6	>28,0%	3	30,5	26,5	2,6...5,4	4,0
Середнє значення		80	24,0	22,1	0,7...3,4	2,0

K1, K3 – кількість клейковини, визначеної за ГОСТ 13586-68 і за ДСТУ ISO 21415-2, відповідно, N – кількість зразків.

Для статистичного аналізу зразки зерна були розділені на групи за кількістю клейковини. Так, найбільша кількість зразків (59 з 80-ти) знаходилась в діапазоні 20,0...25,9 % клейковини. В даному діапазоні розбіжність в визначеннях мінімальна – від 0,1 до 3,7 %, в середньому на 1,3 %. Максимальна

розбіжність в методах зафіксована в діапазоні >28,0% [171]. Кореляційний зв'язок між двома методами за кількістю дорівнює 0,85 (рис. 2.7).



Рис. 2.7 Кореляційний зв'язок між кількістю клейковини за ГОСТ 13586-68 та ДСТУ ISO 21415-2.

В результаті досліджень, простежується залежність, що зі збільшенням кількості клейковини, збільшується розбіжність. При порівнянні двох методів, встановлено, що кількість клейковини за ГОСТ 13586-68 в середньому більша на 2,0 % і коливається в межах від 0,7 до 3,4 % [171].

Таблиця 2.7

Усереднені значення показників клейковини в досліджуваних зразках за групами в залежності від її якості

(N=80, n=3, P≥0,95)

Група	Діапазон	Кількість зразків	ІІ, од.	ІЗ, од.	Δmin...max, од. (ІІ-ІЗ) min...max	Δсер, од. (ІІ-ІЗ) сер.
1	50...69 од.	18	62	61	-1...7	1
2	70...79 од.	26	74	72	-7...10	2
3	80...89 од.	23	82	76	-5...12	6
4	90...100 од.	16	94	87	-3...19	7
5	>100 од.	3	112	101	7...13	11
Середнє значення		80	85	79	-3...12	5

ІІ, ІЗ – якість клейковини (показник ІДК), визначеної за ГОСТ 13586-68 і за ДСТУ ISO 21415-2:2009, відповідно, N – кількість зразків.

За результатами розділення на групи за якістю клейковини встановлено, що найбільша кількість досліджуваних зразків пшениці зосереджена в діапазоні

70...79 од. в кількості 26 та в діапазоні 80...89 од. в кількості 23. Найменша розбіжність при визначенні якості клейковини за двома стандартами на приладі ВДК спостерігається в першому діапазоні 50...69 од. і дорівнює в середньому 1 од. при коливанні від -1 до 7 од. Найбільша розбіжність – в четвертому діапазоні (90...100 од.) – від 3 до 19 од і дорівнює в середньому 7 од. Тобто зі збільшенням показника збільшується розбіжність в його визначеннях. Кореляційний зв'язок між двома методами за якістю також дорівнює 0,85 (рис. 2.8) [171, 172].

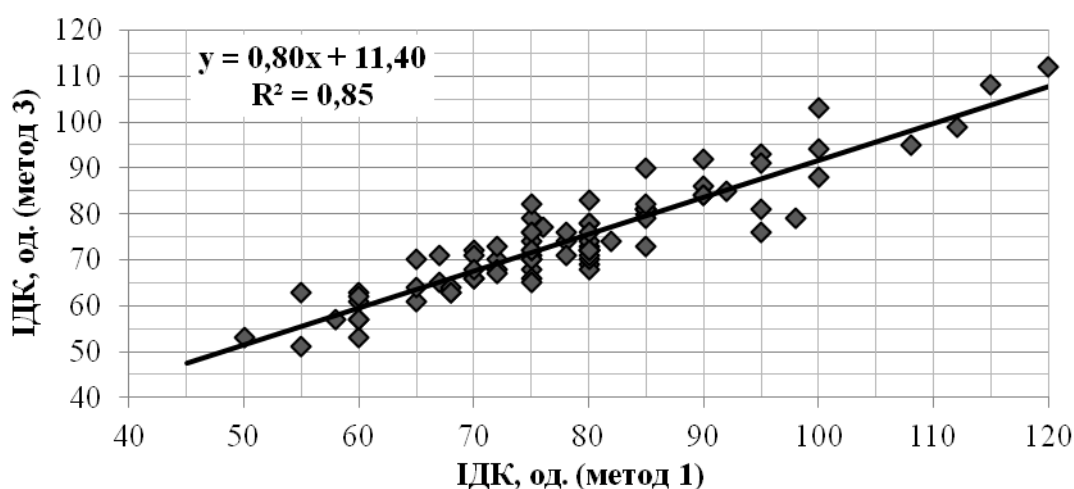


Рис. 2.8 Кореляційний зв'язок між якістю клейковини за ГОСТ 13586-68 та ДСТУ ISO 21415-2.

Такі неоднозначні результати пов'язані зі способом відмивання та різними умовами. Наявність часу ферментації сформованої кульки після замішування за ГОСТ 13586-68 дає можливість протеолітичним ферментам вступити в дію і протягом 20 хв. утворити клейковину. Проточне промивання практично ще несформованого тіста розчином солі вимиває легкорозчинні ферменти на самому початку відмивання клейковини. Відсутність часу ферментації тіста не дозволяє протеолітичним ферментам розщепити білок до утворення вільних амінокислот, які беруть участь в утворенні клейковини.

Найвагомішою відмінністю між цими двома методами є сам спосіб відмивання: ручний, що проводиться операторами різної кваліфікації, і автоматизований – на системі Глютоматик, де вплив людського фактору мінімізований. Це є найголовнішою перевагою при визначенні кількості

клейковини за міжнародним стандартом. До того ж прилад проводить відмивання в двох паралелях одночасно.

Крім розглянутого, важливу роль в визначенні показників клейковини відіграє розчин, в якому проводиться відмивання і тривалість ферментації. Як було зазначено в табл.1.3, методика за ГОСТ 13586-68 передбачає використання водопровідної води, але жорсткість води не контролюється, хоча в кожному регіоні країни вода відрізняється за якістю. Метод ДСТУ ISO 21415-2 передбачає використання 2 %-го розчину солі. Але в Україні існує велика проблема з пошкодженням зерна в період його молочного дозрівання клопом-черепашкою. Клоп, проколюючи зерно, пускає протеолітичні ферменти, які впливають на білково-протеїназний комплекс зерна. Після дозрівання зерна при високому його пошкодженні клопом-черепашкою знижується пружність клейковини і збільшується її розтяжність [173]. Сольовий розчин збільшує пружність клейковини, тому використання методів з застосуванням солі в нашій країні не дає достовірних результатів оцінки хлібопекарських властивостей зерна. Виходячи з цього було прийнято рішення розробити новий метод відмивання клейковини, який скоротить час проведення аналізу, результати не залежатимуть від жорсткості води і кваліфікації лаборантів та передбачатиме визначення якісних характеристик клейковини за допомогою приладу ВДК [171].

2.4.2.3 Удосконалення методу для визначення кількості та якості клейковини

При проведенні порівняння діючих методів визначення показників клейковини, встановлено ряд відмінностей, які суттєво впливають на кінцевий результат. Тому виникла необхідність удосконалення існуючих методів, який би врахував усі ці недоліки.

Для удосконалення методу було обрано 300 зразків пшениці, врожаю 2016...2017 рр., вирощеної в Південному регіоні. В зразках були визначені технологічні властивості зерна, які повністю відповідали вимогам продовольчого зерна.

Приготування тіста і відмивання клейковини з тіста проводиться в автоматичному режимі на приладі Глютоматик з використанням дистильованої води за температурою 20 ± 2 °C та з часом відлежування 20 хв після замішування. Роботу з приладом проводять відповідно до інструкції з експлуатації. Надалі, за допомогою центрифуги видаляють надлишок води. Залишок зважують та розраховують кількість клейковини у випробуваному зразку зерна пшениці. Якість клейковини визначають за показником Індекса деформації клейковини (ІДК) на приладі ВДК [172, 174]. Детальний опис методу наведений в додатку Б.

Для дослідження, зразки зерна були розділені на групи в залежності від кількості (табл.2.8) та якості (табл.2.9) клейковини. Найбільша розбіжність між показниками кількості клейковини визначеними за методом і нині діючим спостерігається в діапазоні менше 20,0 % в середньому на 1,3 % в більшу сторону. В діапазонах від 20,0 % до 27,9 % розбіжність є найменшою – 0,4...0,6 %. В діапазоні більше 30,0 % клейковини ситуація складається навпаки, показники отримані за методом менші в середньому на 0,6 % в порівнянні з даними отриманими за ГОСТ 13586-68, але кількість зразків в цьому діапазоні незначна, тому це може бути недостовірним результатом.

Таблиця 2.8

Усереднені значення показників клейковини в досліджуваних зразках за групами в залежності від її кількості

(N=300, n=3, P≥0,95)

Група	Діапазон	Кількість зразків	K1, %	K4, %	$\Delta_{\min \dots \max, \%}$ (K4-K1) min...max	$\Delta_{\text{сер}, \%}$ (K4-K1) сер.
1	<20,0%	46	17,9	19,2	-1,9...8	1,3
2	20,0...21,9%	59	20,7	21,1	-2,5...3,2	0,4
3	22,0...23,9%	68	22,8	23,4	-2,2...2,1	0,6
4	24,0...25,9%	67	24,6	25,1	-2,1...2,4	0,5
5	26,0...27,9%	33	26,7	27,1	-1,3...2,2	0,4
6	>28,0%	22	28,4	29,4	-1,6...2,3	1,0
7	>30,0%	5	31,7	31,1	-1,2...1,0	-0,6
Середнє значення		300	24,7	25,2	-1,8...3,0	0,5

K1, K4– кількість клейковини, визначеної за ГОСТ 13586-68 і за розробленим методом, відповідно, N – кількість зразків.

Дослідження кількості клейковини за ГОСТ 13586-68 і за розробленим методом показали, що в діапазонах з вмістом клейковини від 20,0 до 27,9 % найменша розбіжність в визначення – 0,4...0,6 %. Саме в цих діапазонах зосереджена найбільша кількість зразків 227 з 300-та. Співвідносність методів доказує достатньо високий кореляційний зв'язок за кількістю клейковини між двома методами, який дорівнює 0,91 (рис.2.9) [174].

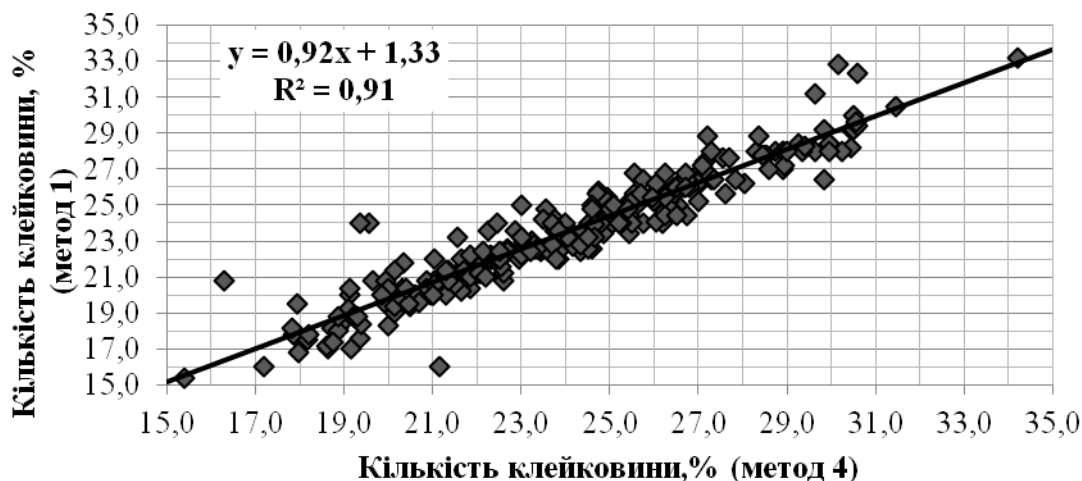


Рис. 2.9 Кореляційний зв'язок між кількістю клейковини за ГОСТ 13586-68 та удосконаленим методом

Таблиця 2.9

Усереднені значення показників клейковини в досліджуваних зразках за групами в залежності від її якості

(N=300, n=3, P≥0,95)

Група	Діапазон	Кількість зразків	II, од.	I4, од.	Δmin...max, од. (I4-II) min...max	Δсер, % (I4-II) сер.
1	<50	5	43	55	5...20	12
2	50...59	49	61	66	-16...17	5
3	70...79	73	73	75	-7...20	2
4	80...89	104	82	79	-17...20	-3
5	90...100	52	94	91	-16...8	-3
6	>100	18	112	105	-10...2	-7
Середнє значення		300	77	79	-9...12	1,5

II, I4– якість клейковини, визначеної за ГОСТ 13586-68 і за удосконаленим методом, відповідно, N – кількість зразків.

Відомо, що щільність структури білкових речовин обумовлена наявністю дисульфідних, сульфгідрильних та водневих зв'язків. Чим більше таких

зв'язків, тим щільніше структура білків і тим «сильніше» клейковина. Амінокислота цистеїн в своєму складі має сульфгідрильну (SH-) групу, а при окисненні двох SH-груп утворюються дисульфідні (-S=S-) зв'язки – містки, які можуть «скріплювати» різні ділянки однієї молекули, утворюючи внутрішньомолекулярні і міжмолекулярні зв'язки. Саме наявність таких зв'язків обумовлює збільшення розбіжності між визначеннями як кількості клейковини, так і її якості за показником ІДК при визначенні клейковини різними методами [61, 62].

В середньому найменша розбіжність при визначенні якості клейковини за двома методами спостерігається в третьому діапазоні 70-79 од. і дорівнює в середньому 2 од. при коливанні від -7 до 20 од. Найбільша розбіжність спостерігалась в першому діапазоні <50 од. – 12 од. при коливанні від 5 до 20 од. Зі збільшенням показника, а саме починаючи з діапазону 80-89 од. до діапазону >100 од., розбіжність набуває іншого напрямку і значення показників, визначених за розробленим методом стають меншими – від 3 од. до 7 од. Кореляційний зв'язок між кількістю клейковини за двома методами дорівнює 0,72 (рис. 2.10) [174, 175].

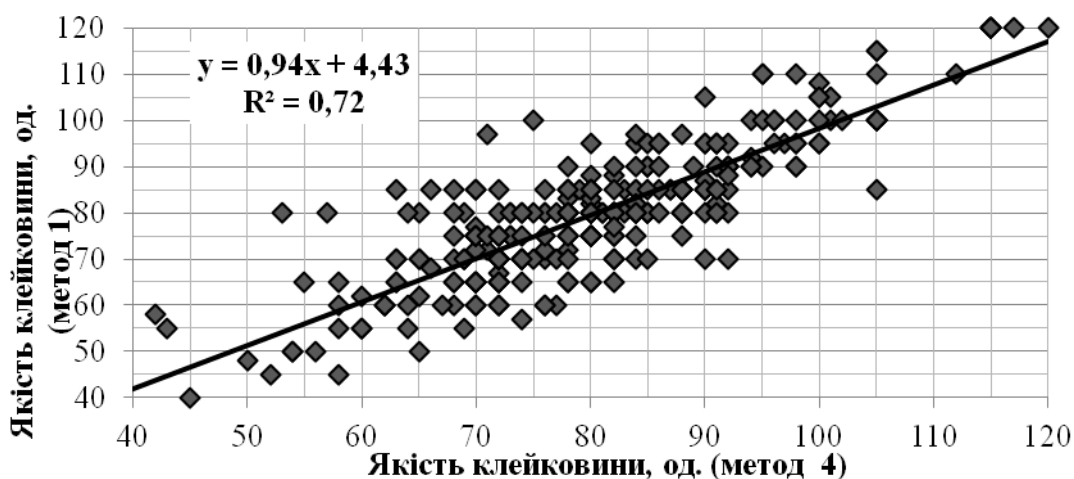


Рис. 2.10 Кореляційний зв'язок між якістю клейковини за ГОСТ 13586-68 та удосконаленим методом

Оцінюючи середні значення розбіжностей (1,5 од) в показниках за трьохста зразками пшениці, можна зробити висновки, що розроблений метод є

альтернативою для визначення показників клейковини з метою скорочення тривалості аналізу.

Для оцінки співвідносності усіх методів було проведено аналіз з визначення показників клейковини за чотирма методами (трьома діючими і розробленим в ОНАХТ) в 10-ти зразках пшениці, врожаю 2017 року.

Встановлено, що кількість клейковини, визначеної за ДСТУ ISO 21415-1 більша в середньому на 1,1 % в діапазоні від 0,6 до 1,7 % в порівнянні з кількістю клейковини, визначеної за ГОСТ 13586-68. В порівнянні показників, визначених за ДСТУ ISO 21415-2 (метод 3) і ГОСТ 13586-68 (метод 1), встановлено, що кількість клейковини, визначеної за методом 3 менша в середньому на 0,8 % і коливалась в межах від 0,8 до 1,6 %. При порівнянні методу 1 і удосконаленого методу (метод 4), дослідження показали, що значення кількості клейковини, визначеної за цими методами найбільш співвідносні, розходження в значеннях складають від 0 до 0,6 %, в середньому на 0,3 %.

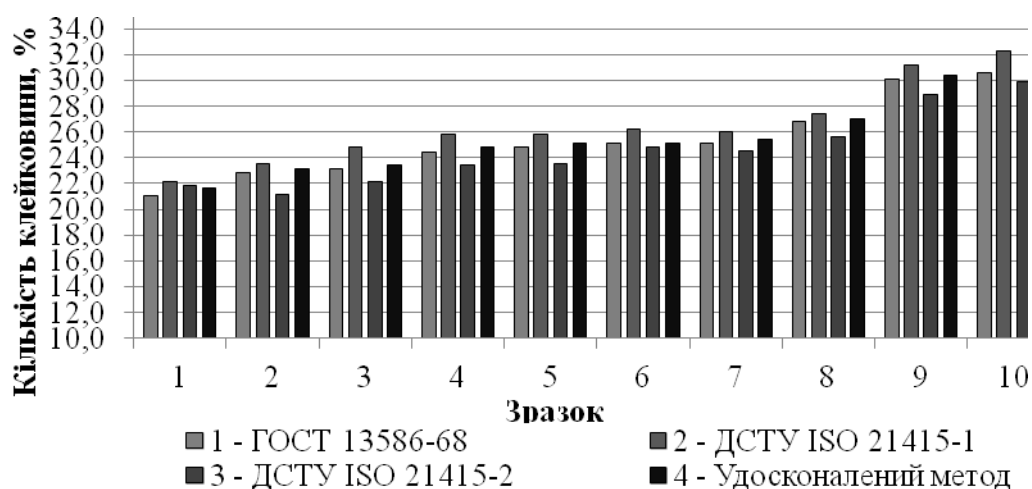


Рис. 2.11 Кількість клейковини, визначеної за чотирма методами: 1 – ГОСТ 13586-68; 2 – ДСТУ ISO 21415-1; 3 – ДСТУ ISO 21415-2; 4 – Удосконаленим метод

Дослідження показали, що значення кількості клейковини в зразках, визначених за різними методами є неоднаковими, навіть, з великими розбіжностями в деяких зразках [171].

Визначення якості клейковини за показником ІДК також показали різні значення. Так, при визначенні клейковини за методом 2 вона проявляє більш пружні властивості через використання для відмивання сольового розчину і значення показника ІДК нижчі в середньому на 6 од в діапазоні від 3 до 10 од в порівнянні з методом 1. Значення показника за методом 3 в порівнянні з методом 1, показали неоднозначні результати, коливання значення показника було, як в більшу так і в меншу сторону, хоча в середньому значення ІДК вищі на 3 од. Найбільш співвідносними були значення ІДК за методом 4 і методом 1, розходження в значеннях в середньому дорівнює – 2 од і коливається в межах від 1 до 5 од, що дорівнює допустимій похибці при визначенні даного показника.

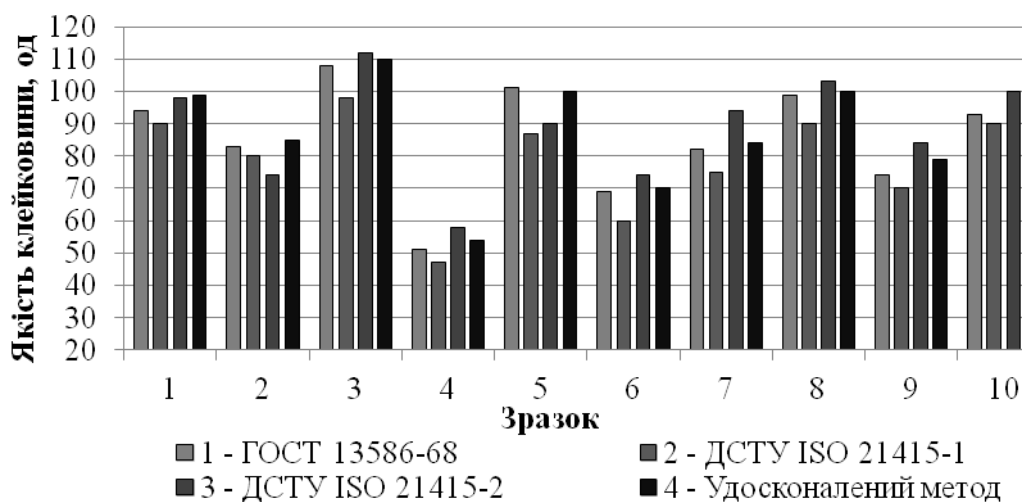


Рис. 2.12 Якість клейковини (ІДК), визначеної за чотирма методами: 1 – ГОСТ 13586-68; 2 – ДСТУ ISO 21415-1; 3 – ДСТУ ISO 21415-2; 4 – Удосконаленим метод

За результатами проведених досліджень був розроблений проект ДСТУ «ЗЕРНО. Методи визначення кількості та якості клейковини в пшениці» [176]. Проект ДСТУ наведений у додатку В.

Також проводилися міжлабораторні випробування удосконаленого методу протягом двох років у виробничих, випробувальних і незалежних лабораторіях. Результати проведення випробувань наведені у додатку Г.

2.4.3. Методи визначення технологічних добавок в борошні. Визначення вітаміну В2 проводять за методикою Кравчиної П.Н. [177]. В основу даної методики покладена зміна інтенсивності забарвлення вітаміну В2 (рибофлавіну) у залежності від його концентрації в розчині.

Для цього вітамін В2 масою 100 мг вносять в мірну колбу місткістю 100 см³ і розчиняють спочатку в невеликому об'ємі води, а потім доводять до мітки. Один см³ такого розчину містить $10 \cdot 10^{-5}$ вітаміну В2. З цього розчину готують шкалу стандартних розчинів. У мірну колбу місткістю 100 см³ вносять від одного до десяти см³ стандартного розчину і доводять дистильованою водою до мітки. Колориметрування проводять при синьому світлофільтре № 4, в кюветі 5 см. За відліком будують калібрувальний графік, за яким вираховують зміст введеного вітаміну В2.

В основу колориметричного визначення вітаміну В2 належить зміна інтенсивності забарвлення розчину рибофлавіну в залежності від його концентрації.

Зразок продукту розподіляють тонким шаром на розбірній дошці і відбирають з різних місць 8-10 проб масою по 2 г. Кожну з відібраних проб зважують на технічних вагах, після чого поміщають в мірну колбу місткістю 100 см³, доводячи дистильованою водою до мітки. Після ретельного перемішування і 5-ти хвилинного відстоювання, суміш фільтрують, отриманий прозорий фільтрат поміщають в робочий орган приладу ФЕК-56 М, порівнюючи зі стандартним розчином [178].

2.4.4. Методика визначення ефективності змішування борошна з технологічними добавками. Змішування – це механічний процес, при якому піддаються обробці вихідні матеріали не змінюючи своїх хімічних властивостей або агрегатного стану. При змішуванні міняється положення частинок в просторі відносно один одного. В результаті процесу утвориться однорідна суміш [179].

Характер перебігу процесу і його результати залежать від типу змішувача і робочих органів, технологічного режиму обробки, складу компонентів. У багатьох випадках вихідні компоненти відрізняються за фізико-механічними властивостями, знаходяться в різних співвідношеннях. Тверді частинки, що становлять суміш, можуть відрізнятися від геометричних розмірів, твердості, щільності, станом поверхні, вологості [180].

При проведенні досліджень в роботі використовувалась лабораторна експериментальна установка змішувача, яка наведена в рис.2.13.

Змішувач, на якому проводили експериментальні дослідження, є горизонтальним, лопатевим, періодичної дії. Місткість ванни змішувача 5 кг, коефіцієнт заповнення робочої ванни для всіх експериментів дорівнює 70%, що є оптимальним. Частоту робочих органів змінювали в діапазоні: 1,0 с-1 (60об/хв); 1,33 с-1(80об/хв.); 1,67 с-1 (100 об/хв.)

В якості ключового компонента, за концентрацією якого судили про ефективність змішування, був узятий вітамін В2, фізичні властивості якого близькі до властивостей ферментних препаратів. Оцінку ефективності процесу змішування проводили шляхом визначення якісного показника, за яким був обраний коефіцієнт варіації або неоднорідності, який визначали за формулою [177]:

$$V_c = \frac{100}{X_c} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_c)^2}{n-1}}, \%, \quad (2.1)$$

де X_c – середній вміст в пробі ключового компонента, г/кг,%;

X_i – вміст в i - й пробі ключового компонента, г/кг,%;

n – кількість проб для аналізу.

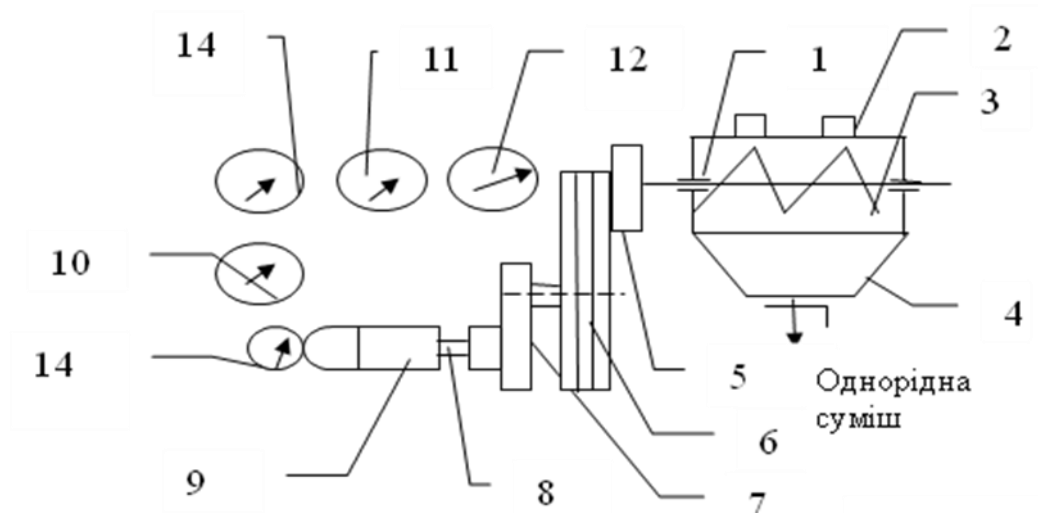


Рис.2.13 Схема експериментальної установки для визначення ефективності змішування: 1 – ванна змішувача; 2 – завантажувальні отвори; 3 – вал змішувального приладу; 4 – бункер; 5 – шків; 6 – клинопасова передача; 7 – черв'ячний редуктор; 8 – муфта; 9 – електродвигун; 10 – вольтметр; 11 – амперметр; 12 – ЛАТР; 13 – таймер; 14 – тахометр ТЦ - 45.

2.5. Математико-статистична обробка результатів

Результати аналізів обробляли за допомогою методів математичної статистики [181]. При цьому визначали такі показники вимірюваних величин:

- 1) Середнє арифметичне значення $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_k, \quad (2.2)$$

де n – число повторностей;

k – число повторностей дослідів.

(2.3)

- 2) Середньоквадратичне відхилення S

(2.4)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

- 3) Абсолютна похибка середнього арифметичного

$\Delta \bar{x}$

$$\Delta \bar{x} = \frac{S * t}{\sqrt{N}}, \quad (2.5)$$

де t – критерій Стюдента, визначали з статистичних таблиць [175] в залежності від прийнятого рівня значущості $q=0,05$ (тобто надійності $p=0,95$) і числа ступенів свободи f ;

4) Додаткову оцінку істинного значення вимірювальної величини визначали за правилом трьох сигм

$$|a - \bar{x}| < 3 \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (2.6)$$

де a – істинне значення вимірювальної величини;

Надійність довірчої оцінки залежить від кількості вимірювань n (визначається за таблицею).

5) Середньозважене значення $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i x_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (2.7)$$

де $P_1, P_2, \dots, P_n$ – ваги

відповідних вимірювань $x_1, x_2, \dots, x_n$

6) Для встановлення статистичної лінійної залежності вхідного фактора x і вихідного параметра y використовували кореляційний аналіз, який передбачає визначення коефіцієнта парної кореляції

$$r_{y,x} = \frac{\sum_{u=1}^N (x_u - \bar{x})(y_u - \bar{y})}{S_x S_y}, \quad (2.8)$$

де $\bar{x}, \bar{y}$ – середні значення вхідного фактора і вихідного параметра;

S_x, S_y – середні квадратичні відхилення x і y [182, 183].

Висновки до РОЗДІЛУ 2

1. В якості предмета дослідження обрані: пшеничне борошно з різних регіонів країни, зразки борошна з різних систем технологічного процесу та готової продукції борошномельних заводів з розвиненою та скороченою схемами.

2. Обрано методи дослідження органолептичних, фізичних, фізико-хімічних, біохімічних і хлібопекарських властивостей пшеничного борошна з різних регіонів України та борошна з індивідуальних систем технологічного процесу зі скороченою і розвиненою схемою.

3. Розроблено методику визначення кількості та якості клейковини, як основного хлібопекарського показника, з метою скорочення часу на його визначення.

4. Розроблено методику проведення експериментів з метою виробництва борошна із заданими показниками якості та підвищення хлібопекарської якості готової продукції на борошномельних заводах.

РОЗДІЛ 3.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА КОРИГУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

З кожним роком в Україні збільшуються обсяги виробництва зернових. Проблема збільшення виробництва продовольчого зерна в Україні вирішується шляхом підвищення врожайності, проте із головним завданням по збільшенню валових зборів існує не менш важлива проблема – підвищення хлібопекарської якості зерна та борошна.

3.1. Показники якості українського борошна, виробленого на борошномельних підприємствах України

В останні роки складні погодні умови та економічні негаразди призвели до різкого погіршення якості зерна пшениці, в тому числі в областях степової зони, які традиційно вважаються головними районами виробництва сильного і цінного зерна. В недостатній мірі реалізується потенціал кращих сучасних сортів [184]. Борошно, що виробляється з такого зерна, також має невисокі хлібопекарські властивості і не задовольняє потребам підприємств хлібопекарської промисловості.

Пшеничне борошно є унікальним серед зернових, через його здатність утворювати тривимірну структуру при змішуванні з водою. В даний час пшеничне борошно є найважливішим структурним компонентом для випікання хліба. Діючими підприємствами в Україні за минулий рік вироблено близько 2 млн. т борошна. Динаміка виробництва цього продукту особливо за останні 3 роки негативна, це пов'язано з низкою об'єктивних і суб'єктивних причин, зокрема зменшенням населення в Україні.

Споживання борошна виробниками хліба, макаронних і кондитерських виробів у 2017...2018 рр. склало 86 %. Відтак, можна говорити, що внутрішній попит вітчизняними потужностями задовольняється повністю і навіть із надлишком. Разом з цим суттєво зросла тенденція збільшення поставок на

ринок борошна з низькими хлібопекарними властивостями. Ця тенденція спричинена зміною клімату та хімічного складу ґрунтів, а разом з цим і зерна та вирощуванням високоврожайних сортів з невисокою якістю. Тому перед технологами постає багато задач, основною з яких є отримання борошна з високими хлібопекарськими властивостями з зерна нестабільної якості.

Найважливішим фактором, що обумовлює хлібопекарські властивості борошна і випеченого з нього хліба, є якість зерна, яке визначається хімічним складом і технологічними властивостями, і залежить, по-перше, від типу та сорти зерна, по-друге, від ґрунтово-кліматичних умов. І, якщо кожен сорт має свій генетичний потенціал і при дотриманні агротехнічних умов вирощування забезпечує стабільну якість зерна, то зміна кліматичних умов в різні роки призводить до отримання зерна нестабільної якості [185].

Для дослідження хлібопекарських властивостей було обрано 16 зразків борошна вищого сорту, виробленого з зерна врожаю 2016 року на різних підприємствах з Центрального (Вінницька, Черкаська області), Південного (Миколаївська, Одеська, Херсонська області), Північного (Київська, Сумська області), Східного (Дніпропетровська, Запорізька, Полтавська області) та Західного (Івано-Франківська, Тернопільська області) регіонів. Зразки борошна отримані на борошномельних заводах з розвиненим технологічним процесом (характерним для заводів високої продуктивності – більше 200 т/добу) та на млинах зі скороченою схемою (продуктивністю від 100 до 150 т/добу).

Система контролю якості пшеничного борошна в Україні здійснюється у відповідності із чинною нормативно-технічною документацією. Дослідження якості борошна зазвичай розпочинають зі встановлення органолептичних, фізико-хімічних показників, реологічних властивостей тіста та проведенням пробного лабораторного випікання [7].

В зразках борошна визначались основні показники якості: вологість, білість, кількість клейковини і її якість, вміст білка, число падіння, кількість пошкодженого крохмалю, водопоглинальна здатність (ВПЗ), реологічні

властивості тіста та показники пробного лабораторного випікання. Результати досліджень наведені в табл. 3.1

Таблиця 3.1

Показники якості борошна з різних регіонів України

(N=16, n=3, P $\geq$ 0,95)

Регіон	Область	№	Б, од	Z, %	K, %	ІДК, од	P, %	Сед., мл	ЧП, с	ПК, UCD	ВПЗ, %
Центральний	Вінницька	1	62	0,50	24,0	82	10,6	34	420	23,4	55
	Черкаська	2	63	0,50	24,8	79	10,0	30	350	19,4	55
Південний	Миколаївська	3	58	0,52	24,5	52	13,1	46	355	25,6	58
	Одеська №1	4	60	0,52	24,0	49	11,2	40	480	24,3	58
	Одеська №2	5	62	0,51	24,5	57	11,1	42	380	20,6	57
	Одеська №3	6	58	0,54	24,9	50	10,5	34	426	24,6	60
	Херсонська №1	7	59	0,53	24,6	58	12,9	44	400	20,4	58
	Херсонська №2	8	57	0,54	25,2	63	12,0	38	465	24,6	60
Північний	Київська №1	9	64	0,48	26,3	73	10,9	33	300	18,1	54
	Київська №2	10	62	0,51	28,0	75	11,8	37	285	23,2	57
	Сумська	11	57	0,54	26,7	74	10,9	34	340	22,5	59
Східний	Дніпропетровська	12	58	0,53	25,5	60	11,2	37	320	23,2	59
	Запорізька	13	60	0,52	25,0	63	11,0	37	400	25,0	57
	Полтавська	14	58	0,54	25,8	68	12,0	39	370	21,0	58
Західний	Івано-Франківська	15	58	0,53	25,7	85	12,0	38	360	20,2	60
	Тернопільська	16	58	0,54	25,2	80	11,8	38	380	22,4	58

Примітка: Б, од. – білість; Z, % – зольність; K, % – кількість клейковини; ІДК, од. – якість клейковини; P, % – вміст білка; Сед., мл – седиментація; ЧП, с – число падіння; ВПЗ, % – водопоглинальна здатність; ПК, UCD. – кількість пошкодженого крохмалю, N – кількість зразків.

Одним з основних показників якості борошна, що визначає його сорт, є білість. В досліджуваних зразках значення показника білості коливаються в межах від 56 од. до 64 од. і відповідають вимогам стандарту ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» – не менше 54 од., що залежить від побудови схеми та розвиненості технологічного процесу.

Основними показниками якості борошна, що оцінюють білково-протеїназний комплекс та характеризують хлібопекарські властивості, є кількість і якість клейковини. Відомо, що з кількістю клейковини нижче 23,0 %,

борошно володіє низькими хлібопекарськими властивостями, від 23,0 % до 26,0 % – середніми, більше 26,0 % – високими [4].

Зразки борошна з Південного регіону мали невисоку кількість клейковини – від 24,0 % до 25,2 %, що знаходиться на межі вимог (не менше 24,0 %), тобто таке борошно характеризується середніми хлібопекарськими властивостями. Високими хлібопекарськими властивостями володіють зразки борошна з Північного регіону, де спостерігається найвищий вміст клейковини – від 26,3 % до 28,0 % [186].

Якість клейковини (ІДК) в борошні з різних регіонів помітно різниться. В нормативних документах встановлене стандартне значення показника ІДК, не нижче II-ї групи, тобто від 40 од. до 100 од., однак такий великий діапазон приводить до нестабільності технологічного процесу хлібопекарських підприємств. Тому багаторічним досвідом технологів борошномельної і хлібопекарської галузей, встановлено, що оптимальні значення ІДК для виготовлення високоякісного хліба є 65...80 од. Так в борошні з Південних і Східних регіонів клейковина має більш пружні властивості – від 47 од. до 63 од., а для зразків з Центральних, Північних і Західних регіонів характерні високі значення показника ІДК – від 75 од. до 85 од., тобто клейковина є більш розтяжною і еластичною. Різні значення показників кількості та якості клейковини пояснюються агро-кліматичними умовами, які в кожному регіоні є різними, а так як майже кожний регіон забезпечує себе зерном для переробки, то і борошно на виході має відповідні показники якості. Наприклад, в Південному регіоні при вирощуванні зерна спостерігається більш висока температура навколишнього середовища, більша кількість сонячних днів, внаслідок чого при достатньому вмісту білка в зерні, а потім і в борошні, утворюється менше клейковини з більш пружними властивостями.

Важливим показником, що також оцінює білково-протеїназний комплекс, є вміст білка. Найбільший вміст білка мають зразки борошна з Миколаївської та Херсонської областей – від 12,9 % до 13,1 %, найнижчий вміст білка у борошні з Черкаській області – 10,0 %. Показник седиментації змінюється

разом зі змінням кількісно-якісного співвідношення білкових фракцій. За багаторічними даними дослідників [185, 187, 188] можна вважати борошно з високими хлібопекарськими властивостями, якщо величина показника седиментації більше 40 мл, і середньою за силою при показнику седиментації нижче 40 мл.

За показником седиментації можна судити про хлібопекарські властивості пшеничного борошна, так при седиментації менше 40 мл – середні хлібопекарські властивості, а більше 40 мл – високі. Отримані дані вказують на те, що в зразках борошна з високим вмістом білка, високі значення седиментації – від 44 мл до 46 мл. Найгіршим показником седиментації характеризується зразок борошна з найнижчим вмістом білка – 30 мл, що вказує на його низькі хлібопекарські властивості. Існує високий кореляційний зв'язок між вмістом білка і показником седиментації, який дорівнює 0,85.

Майже для всіх зразків борошна характерна занижена амілолітична активність – число падіння (окрім зразків з Київської № 2 (285 с) і Дніпропетровської областей (320 с)) значно вище рекомендованих значень – 270-330 с [189]. Відомо, що між амілазною активністю, тобто числом падіння і якістю випеченого хліба, а саме об'ємом, існує тісний зворотний кореляційний зв'язок, для досліджених зразків він дорівнює 0,92 [163].

Існує ряд факторів, що впливають на кількість пошкодженого крохмалю: сорт пшениці; режими водно-теплової обробки; режими роботи вальцових станків; крупність помелу.

Пошкоджений крохмаль здатен поглинати в 10 разів більше води, ніж нативний крохмаль. ПК більше піддається дії ферментів, особливо дії амілаз. Тому ПК впливає на весь технологічний процес виробництва хліба. Збільшення кількості ПК відповідно збільшує водопоглинальну здатність борошна. Проте, надмірно високий рівень ПК веде до формування надто липкого тіста, великого періоду попереднього вистоювання і небажаного потемніння скоринки. Оптимальне значення ПК варіюється в залежності від сфери використання борошна, і в значній мірі залежить від вмісту білка в борошні, активності

альфа-амілази і типу хліба, який випікають з даного борошна, для хлібопекарського борошна значення пошкодженого крохмалю коливається в межах 19...23 UCD [190].

В досліджуваних зразках значення кількості пошкодженого крохмалю коливається в широких межах – від 18,1 UCD (Київська №1) до 25,6 UCD (Одеська №1), що виходить за межі рекомендованих значень. Такі великі розбіжності в значеннях даного показника для борошна вищого сорту пов'язані з різною побудовою технологічного процесу борошномельних підприємств та з особливостями структури зерна пшениці, яка вирощується в різних регіонах.

Відомо, що для пшеничного борошна вищого сорту з високими хлібопекарськими властивостями рекомендовані значення ВПЗ від 58 % до 60 %, з середніми – 56...58 %, з низьким – менше 56 % [191]. Водопоглинальна здатність борошна залежить, по-перше, від наявності в борошні пентозанів, які містяться в алеїроновому шарі і в оболонкових частинах, по-друге, від вмісту білка, чим вище вміст білка, тим вище значення ВПЗ, по-третє, від кількості пошкоджених крохмальних зерен, яка, в свою чергу залежить від режимів роботи вальцових станків [192]. В досліджуваних зразках водопоглинальна здатність має достатньо високі значення – від 57 % до 60 %, окрім зразків з Київської області (№ 1), Вінницької і Черкаської областей ВПЗ – 54...55 %. Такі низькі значення водопоглинальної здатності безпосередньо залежать від побудови схеми технологічного процесу та використання деяких технологічних прийомів. Наприклад, борошно з Черкаської і Вінницької області мали низькі значення ВПЗ через використання процесу лущення зерна при його підготовці до помелу, а для зразка № 1 Київської області низькі значення ВПЗ обумовлені тим, що борошно даного зразка вироблене на дуже розвинутій схемі технологічного процесу сортового помелу. Такі прийоми мінімізують потрапляння оболонкових частинок в борошно.

На підставі аналізу Міксограм, які наведені в додатку Д, встановлено, що індекс ВПЗ українського борошна з різних регіонів змінюється в широкому діапазоні – від 1 до 7, що пов'язано з різним вмістом білка у зерні,

формуванням сортів борошна та особливістю побудови схеми технологічного процесу, тобто кількістю пошкоджених крохмальних зерен і кількості оболонкових частинок.

Індекс Замісу залежить від поведінки тіста під час замісу та від його стабільності. Для всіх зразків українського борошна властивий низький індекс – 1...3, окрім зразка з Миколаївської області – 5, в якому найвищий вміст білка, тобто даний Індекс на пряму залежить від вмісту білка в пшеничному борошні і може прогнозувати об'ємний вихід хліба.

Високі значення індексу Глютен+ – 8...9 вказують на надмірну міцність і невелику здатність білкового комплексу протистояти механічній дії, значення 5...7 є оптимальними значеннями даного Індeksu для отримання хліба високої якості, а значення нижчі 5-ти вказують на надмірну еластичність клейковини, що призводить до опадання тістових заготовок в печі. У зразках борошна з Південного і Східного регіонів, де клейковина має більш пружні властивості, індекс Глютен+ вищий – 7...8, а для клейковини з більшим значенням показника ІДК індекс має менші значення – 3...6.

Індекси В'язкості для борошна з Центрального, Північного і Південного регіонів мають високі значення – 7...8, а для Західного і Східного менші значення – 4...6. Для зразків борошна з Західного, Центрального і Південного регіонів характерні високі значення індексу Амілази – 5...7, а для Східного і Північного регіонів значення цього індексу нижче – 2...3, що пов'язано з амілолітичною активністю цих зразків.

Індекс Ретроградації для борошна з Південного регіону має найвищі значення – 5...8, що вказує на швидкий процес черствіння хліба. Для всіх інших регіонів індекс Ретроградації має менші значення – 3...6, тобто хліб, випечений з такого борошна, буде довше зберігати свіжість.

При проведенні пробного лабораторного випікання з більшості зразків борошна виходить хліб невисокого об'єму – 350...420 см³ з невеликою пористістю – 65...70 %. Тільки хліб, випечений із зразків борошна Одеської (№ 2), Київської (№ 2) і Дніпропетровської областей, мав об'єм – 470...485 см³ і

пористість більше 78...80 %, що пов'язане з тим, що в цих зразках оптимальне значення амілолітичної активності, при бродінні виділяється достатня кількість вуглекислого газу, що сприяє збільшенню об'єму хліба в комплексі з еластичними властивостями білково-протеїназного комплексу.

В результаті проведених досліджень встановлено, що найкращі хлібопекарські властивості мали зразки борошна з Київської (№ 2) і Дніпропетровської областей, для яких властиві високі значення кількості клейковини – від 26,0 % до 28,0 %, високий вміст білка – від 11,8 % до 13,1 %, оптимальні значення якості клейковини (показник ІДК) значення показника седиментації – від 40 мл до 44 мл, висока протеолітична активність – показник ІДК вище 70 од., оптимальна амілолітична активність – число падіння – від 285 с до 320 с, високий об'єм хліба – 470...485 см³.

Найгірші хлібопекарські властивості мали зразки з Одеської (№ 3) і Херсонської (№ 2) областей, а саме невисокі значення кількості клейковини – від 24,0 % до 25,2 % з надмірно міцними властивостями клейковини – від 47 од. до 60 од., низький вміст білка – від 10,5 % до 11,6 %, невисокі значення показника седиментації – від 34 мл до 38 мл, а також занижена амілолітична активність – число падіння вище 460...480 с.

Низькі хлібопекарські властивості борошна для зразків переважно з Півдня України, пов'язані не тільки з невисокою якістю зерна, що переробляється, але і з веденням технологічного процесу за скороченою схемою на борошномельних заводах, з яких отримані зразки з Одеської (№ 3) і Херсонської (№ 2) областей. Побудовано кореляційне поле та встановлено, що найвищий кореляційний зв'язок між: білістю, зольністю та водо поглинальною здатністю ($K=0,90$); вмістом білка і седиментацією ($K=0,85$); числом падіння та об'ємом хліба ($K=0,77$); числом падіння та пористістю ($K=0,69$); тривалістю утворення тіста та стабільністю ($0,69$). Встановлено, що саме ці показники мають найвищий вплив на хлібопекарські властивості пшеничного борошна [193]. Розрахунок кореляційної залежності та кореляційні криві представлені в додатку Е.

У зв'язку з отриманими даними було вирішено проаналізувати якість борошна з усіх систем технологічного процесу з розвиненою і скороченою схемами двох регіонів, що володіли найкращими і найгіршими властивостями для розробки моделі з виробництва борошна із заданими показниками якості [186, 189, 190, 191, 192, 193].

3.2. Показники якості потоків борошна з різних систем технологічного процесу

З розмелювального відділення до відділення готової продукції з кожної секції борошномельного заводу направляють два-три потоки борошна, що представляють собою суміші індивідуальних потоків. Система самопливних трубопроводів, по яких надходять потоки борошна з-під розсійників, влаштована так, що борошно може бути направлено в будь-який шнек для збору, перемішування і транспортування його для подальшого контролю. Формування сортів борошна полягає в змішуванні індивідуальних потоків борошна з різних систем подрібнення в готові товарні сорти. При формуванні враховують зольність, білість, вміст клейковини і крупність помелу борошна. Для виявлення конкретних потоків борошна з заданими показниками якості та формування нових сортів борошна необхідне детальне дослідження технологічних властивостей окремих потоків борошна, отриманих на різних системах здрібнення.

3.2.1. Показники якості потоків борошна підприємства з технологічною схемою за варіантом 1 Зразки борошна були згруповані за якістю на різних етапах технологічного процесу: драні системи першої якості (B1/B2, B3), драні системи вимелу (B4, B5, V1, V2), сортувальні системи першої якості (Div 1/2, Div3), сортувальні системи вимелу (Div 4), шліфувальні системи першої якості (R1C, R1F, R2, R3), шліфувальні системи вимелу (R4, R5), розмелювальні

системи першої якості (C1/C2, C3, C4), розмелювальні системи вимелу (C5, C6, C7).

Якість борошна оцінювали за фізико-хімічними та хлібопекарськими показниками. Кількість і якість клейковини визначалась за стандартною методикою ГОСТ 27839-88 [194] та за удосконаленим методом, результати представлені в додатку Ж. В основному тексті наведені дані отримані за стандартною методикою.

На момент відбору зразків борошна завод працював за схемою односортового помелу з виходом борошна першого сорту – 78 % і перероблялась помельна партія зерна пшениці II і III класів у співвідношенні 45 % та 55 % з наступними показниками: вологість – 12,8 %; склоподібність – 41 %; натура – 780 г/л; кількість клейковини – 22,2 %; якість клейковини, ІДК – 75 од.

Основними фізико-технологічними показниками, за якими визначають сорт борошна на борошномельних заводах, є білість та зольність. Згідно галузевого стандарту ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» зольність борошна вищого сорту повинна бути не більше 0,55 %, а білість – не менше 54 од.

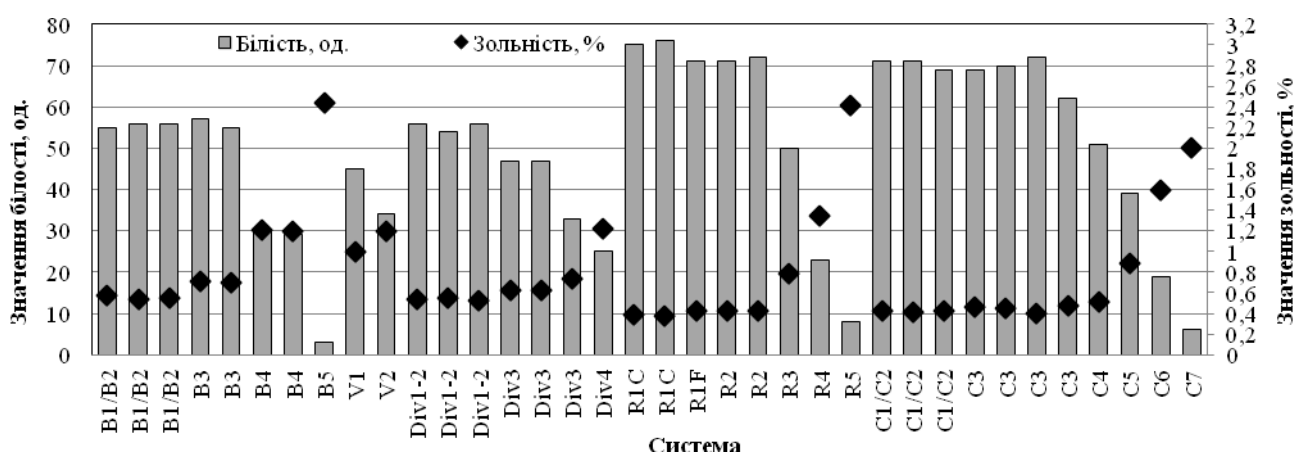


Рис. 3.1 Зольність і білість борошна на різних системах сортового помелу

На системах першої якості драного і шліфувально-розмелювального процесів білість борошна вище на 15-20 од., відповідно зольність на цих системах є найменшою (0,38...0,55 %) в порівнянні з системами вимелу (рис. 3.1). Зменшення білості та відповідно збільшення зольності борошна (кореляція

дорівнює – 0,92), отриманого на системах вимелу, вказує на значний вміст периферичних частин зерна, які містять пентозани і неклеєковинні білки, що суттєво впливають на хлібопекарські властивості даних потоків [195].

Борошно, отримане на різних системах технологічного процесу, має неоднаковий хімічний склад і тому помітно різниться за кількістю клейковини (рис. 3.2). В індивідуальних потоках борошна, отриманих на драних, сортувальних і вимельних системах кількість клейковини мала високі значення. Це пояснюється тим, що в борошно на цих системах потрапляє проміжний білок, який утворюється на етапі первинного здрібнення зерна і здатен легко формувати клейковину [196]. На перших трьох шліфувальних системах кількість клейковини змінюється від 25,8 % (R1F) до 28,0 % (R3), на розмелювальних системах – від 23,9 % (C5) до 27,2 % (C3), а на останніх шліфувально-розмелювальних системах клейковина не відмивається, що пов'язано зі збільшенням вмісту неклеєковинного білку та водорозчинних фракцій за рахунок потрапляння в борошно часток зародку, оболонок, алейронового шару, що містять в своєму складі велику кількість альбумінів, нуклеопротейдів і високу активність протеолітичних ферментів.

Суттєво змінювались структурно-механічні властивості клейковини в потоках борошна в залежності від групи систем технологічного процесу за якістю (рис. 3.2). На драних і сортувальних системах першої якості якість клейковини (ІДК) змінювалась від 48 од. (Div3) до 70 од. (B3). На шліфувальних і розмелювальних системах першої якості клейковина мала більш пружні властивості (62...67 од.) за рахунок отримання борошна з центральних частин ендосперму. Для систем вимелу характерні високі значення якості клейковини (78...80 од.), тобто за фізичними властивостями клейковина має більш еластичні властивості. Якість клейковини (ІДК) пшеничного борошна залежить від багатьох умов і є показником, набагато більш мінливим, ніж кількісний вміст клейковини, хоча між обома цими показниками існує тісний зв'язок [188]. Рекомендованими значеннями якості клейковини для отримання хліба високої якості є 60...80 од. приладу ВДК.

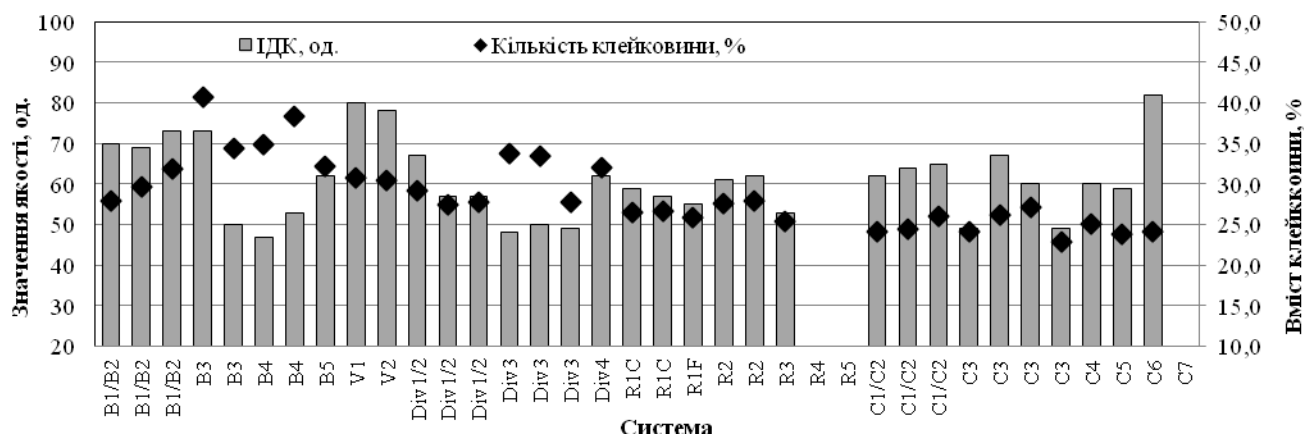


Рис. 3.2 Кількість і якість клейковини в борошні на різних системах сортового помелу

Вміст білка в індивідуальних потоках борошна збільшувався від перших систем подрібнення до останніх як в драному, так і в шліфувальному та розмелювальному процесах (рис.3.3). Як правило, борошно з перших систем розмелювального і шліфувального процесів характеризувалось найменшим вмістом білка (10,4...11,0 %), а борошно з останніх систем розмелювального, шліфувального і драного процесів – найбільшим (11,7...17,8 %).

Слід зазначити, що вміст білка в борошні з драних систем на 1-2 % вище, ніж в борошні з розмелювальних систем такої ж якості. Значну зацікавленість представляють показники якості борошна з драних систем вимелу B4, B5 та шліфувальних і розмелювальних систем вимелу R4, R5, C7, в яких найбільший вміст білка (13,9...17,8 %). Оптимальним значенням вмісту білка для борошна високої хлібопекарської якості є 11...12,5 %.

Седиментація борошна характеризується як кількістю, так і якістю клейковини. Показник седиментації змінювався в широких межах – від 15 мл до 46 мл. За показником седиментації, найгіршими хлібопекарськими властивостями володіли потоки борошна з останніх драних систем (15...26 мл) і останніх систем шліфувально-розмелювального процесів (18...26 мл), що пов'язано з наявністю оболонкових продуктів, які мають високу протеолітичну активність.

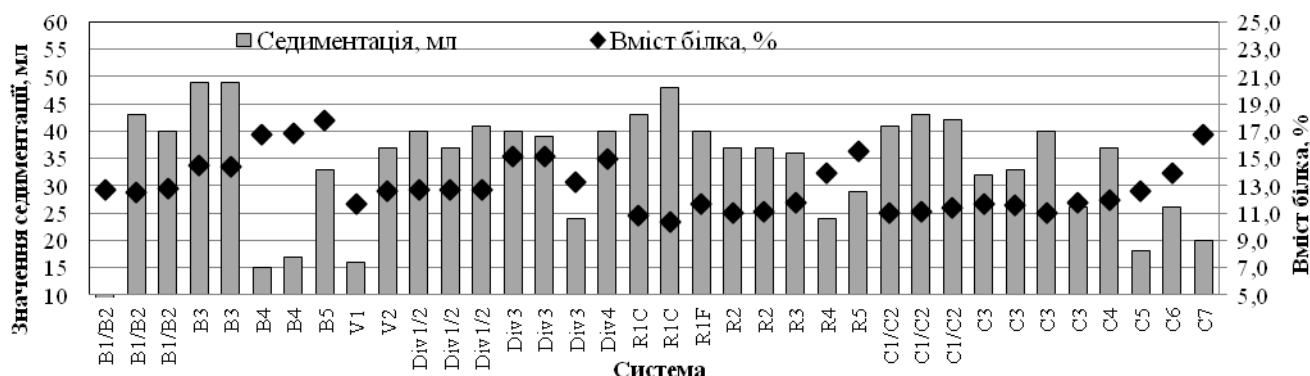


Рис. 3.3 Показники седиментації та вмісту білка борошна на різних системах сортового помелу

Число падіння, що характеризує амілолітичну активність борошна, зменшувалось від перших систем до останніх, як в драному, так і в розмелювальному процесах. На системах першої якості в драному і сортувальному процесах мінімальне число падіння спостерігалось на 4-й драній системі (B4) – 290 с, в шліфувально-розмелювальному процесі на всіх системах першої якості значення числа падіння (325...360 с) близькі до оптимальних з точки зору хлібопекарських властивостей (270...330 с). Значно вищою амілолітичною активністю характеризувались потоки борошна з розмелювальних і шліфувальних систем вимелу, що пов'язано з наявністю оболонкових частин (рис.3.4).

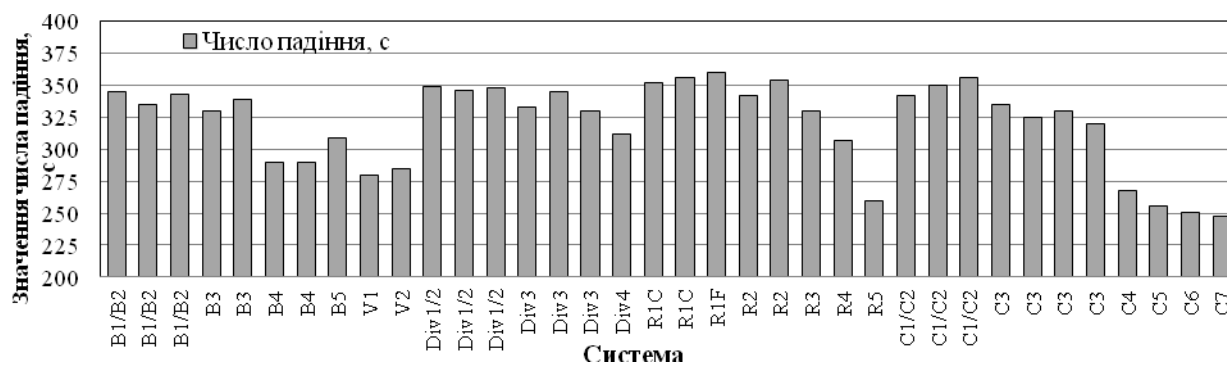


Рис. 3.4 Показник числа падіння борошна на різних системах сортового помелу

При контролі роботи режимів здрібнювання на борошномельних заводах необхідно слідкувати за значенням пошкодженого крохмалю і оптимізувати його, оскільки він має як позитивний, так і негативний вплив на хлібопекарські властивості борошна.

В результаті досліджень встановлено, що значення ПК пшеничного борошна на всіх системах технологічного процесу є різним, що пояснюється різними режимами роботи даних систем. Так на драних системах значення приладу – від 17,1 до 23,8 UCD, на сортувальних системах – від 8,2 до 23,3 UCD, на шліфувальних – 19,5...29,6 UCD, на розмелювальних – від 18,0 до 30,7 UCD (рис 3.5). Найменше значення ПК зерен мав зразок борошна з третьої сортувальної системи Div3 – 8,2 UCD, що пов'язано з вилученням на даній системі крупної фракції борошна при пересіюванні продуктів з третьої драної системи, що підтверджується значенням зольності даної системи (рис.3.1). Найбільше значення мала шоста розмелювальна система (C6) – 30,7 UCD, що характерно для систем вимелу розмелювального процесу, схожі дані отримані на R3, R4, R5 та C7 [197].

Водопоглинальна здатність потоків борошна змінювалась разом зі зміною зольності, вмісту білка та значенням ПК. Так, навищі значення ВПЗ спостерігались на шліфувальних і розмелювальних системах вимелу – від 57 % (R3) до 65 % (C7), найменшими значеннями ВПЗ характеризувались шліфувальні системи першої якості – від 53 % (R1C) до 56 % (R2).

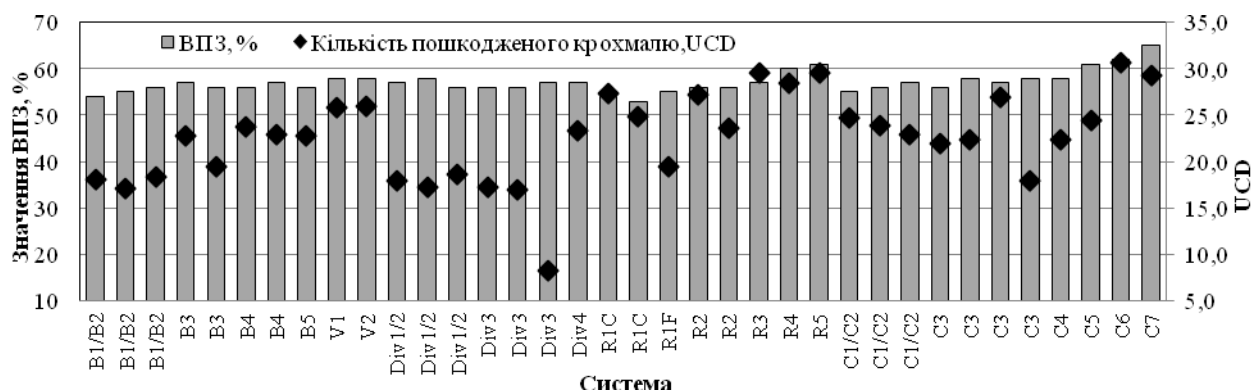


Рис. 3.5 Значення водопоглинальної здатності і пошкоджених крохмальних зерен борошна на різних системах сортового помелу

Хлібопекарські властивості борошна залежать від багатьох факторів, а його якість визначається сукупністю технологічних і біохімічних показників, які взаємопов'язані і прямо або побічно впливають один на одного.

Вивчення реологічних властивостей тіста дозволяє швидко і з високим ступенем достовірності оцінити якість борошна, його цільове призначення і в певній мірі прогнозувати якість готових борошняних виробів.

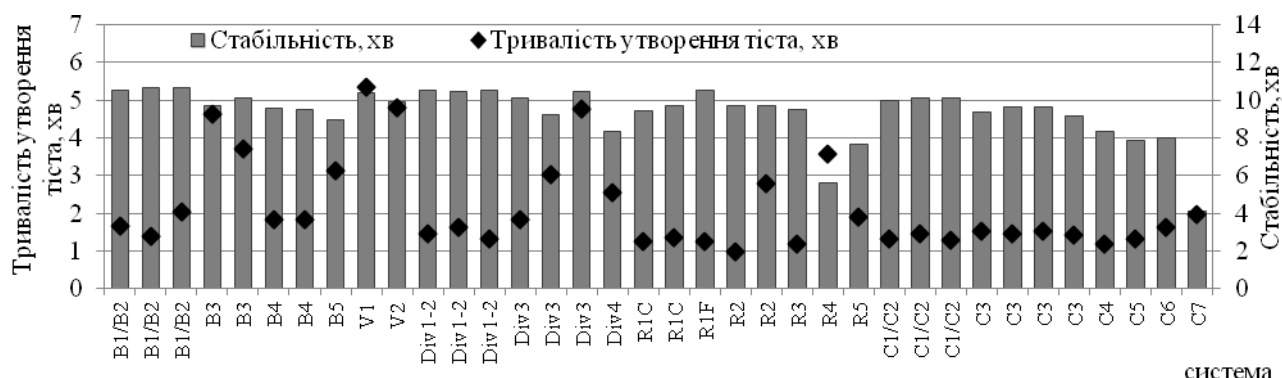


Рис. 3.6 Значення реологічних властивостей борошна з усіх систем технологічного процесу

За параметрами, отриманими на приладі Міксолаб, тривалість утворення тіста мала високі значення на системах B3; B5; V1; V2; Div 3; Div 4; R4 (від 2,55 до 5,33 хв), що пов'язано з високим вмістом білка на даних системах. Чим більше білка, тим більший опір він чинить на робочий орган приладу, збільшуючи крутний момент.

Стабільність тіста на всіх системах коливалась в межах від 7,87 хв (C5) до 10,52 хв (B1/B2; Div 1-2; Div 3; R1F) окрім систем R4 (5,6 хв), R5 (7,65 хв) та C7 (4,12 хв), де значення даного параметру є набагато нижчим, що пов'язано з відсутністю клейковинних білків на даних системах.

Потоки борошна, отримані в драному процесі першої якості (B1/B2; B3; Div1-2; Div3), характеризувалися найкращими хлібопекарськими властивостями, що пояснюється високим вмістом білка і клейковини (28,0...40,7 %) помірними значеннями якості (69...73 од.), високим показником седиментації (40...49 мл) і середніми значеннями водопоглинальної здатності (54...57 %). Об'єм хліба на даних системах становив 450...540 см³.

Об'єм хліба з потоків борошна розмелювально-шліфувальних систем першої якості змінювався в межах від 410 до 460 см³, що пов'язано з високим вмістом клейковини (24,4...27,6 %) і оптимальним значенням числа падіння

(356...399 с). Також хліб високого об'єму (понад 440 см³) був отриманий при випічці з індивідуальних потоків борошна з систем вимелу драного процесу (B4; V2), внаслідок високого вмісту клейковини задовільно слабкою за якістю. Борошно з інших систем вимелу характеризувалося низькими хлібопекарськими властивостями, найменший об'єм хліба (240...315 см³) отримано на останніх шліфувально-розмелювальних системах (R3; R4; C4-C7) з пористістю менше 70 %, внаслідок відсутності клейковинних білків у борошні з цих систем.

За органолептичними показниками хліб з драних, сортувальних, розмелювальних і шліфувальних систем першої якості, характеризувався гладкою поверхнею скоринки куполоподібної форми, з білим або білим з жовтуватим відтінком, еластичним м'якушем з дрібною рівномірною пористістю. Хліб з борошна драних, сортувальних, розмелювально-шліфуваних систем вимелу мав напівовальну або овальну форму, слабо-горбисту поверхню, світло-коричневу скоринку, сіруватий або темно-сірий, менш еластичний м'якуш з більш нерівномірною пористістю.

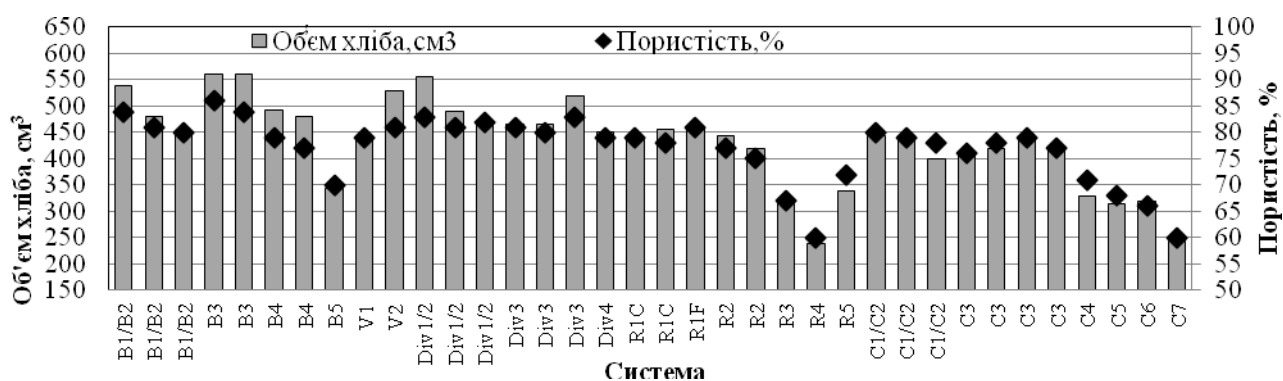


Рис. 3.6 Значення об'єму і пористості хліба з борошна на різних системах сортового помелу

Для виробництва борошна з високими хлібопекарськими властивостями необхідно забезпечити баланс між водопоглинальною здатністю, вмістом білка і клейковини в борошні, кількістю пошкодженого крохмалю і активністю альфа-амілази.

Отримане на заводі борошно першого сорту мало наступні показники якості: вологість – 14,3 %; білість – 53 од.; кількість клейковини – 27,2 %;

якість клейковини (ІДК) – 75 од.; ЧП – 360 с; ВПЗ – 56 %. За показниками пробної випічки, хліб мав рівномірну, забарвлену скоринку з еластичною м'якушкою. Об'єм хліба дорівнював – 420 см³ з пористістю – 77 %.

В результаті дослідження встановлено, що технологічні показники індивідуальних потоків борошна є різними на кожному етапі технологічного процесу і залежать від груп якості [195, 196, 197].

Тому для формування нових сортів борошна із заданими технологічними властивостями слід вибирати певні потоки з необхідним набором показників якості.

3.2.2. Показники якості потоків борошна підприємства з технологічною схемою за варіантом 2 Зразки борошна з індивідуальних потоків даного заводу також були розділені за якістю: драні системи першої якості (І др.с., ІІ др.кр.с., ІІІ др.др.с.), драні системи вимелу (IV др.кр.с., IV др.др.с.), сортувальні системи першої якості (Сорт.1, Сорт.2), сортувальна система другої якості (Сорт.3), сортувальні системи вимелу (Сорт.5, Сорт.6), шліфувальні системи першої якості (1 шл.с., 2 шл.с.), розмелювальні системи першої якості (1 р.кр.с., 1 р.др.с., 2 р.кр.с., 2 р.др.с., 3 р.с.), розмелювальні системи другої якості (4 р.с., 5 р.с., 6 р.с.), розмелювальні системи вимелу (7 р.с., 8 р.с., 9 р.с., 10 р.с., 11 р.с.) [198].

На момент відбору зразків борошна завод працював з схемою двобортного помелу з виходом – 75 % (55 % – вищого сорту та 20 % – першого сорту) і перероблялась помельна партія зерна пшениці ІІ і ІІІ класів у співвідношенні 30 % та 70 % з наступними показниками: вологість – 12,4 %; склоподібність – 44 %; натура – 770 г/л; кількість клейковини – 21,0 %; якість клейковини, ІДК – 65 од.

Отримані результати за білістю борошна (рис. 3.7) вказують на те, що більшість потоків борошна з систем першої якості відповідали вимогам до борошна вищого сорту. На драних і сортувальних системах першої якості

спостерігались достатньо високі значення білості – від 43 од. (III др.кр.с.) до 61 од. (Сорт.1), на шліфувальних і розмелювальних системах білість борошна зростала до 70 од. (1 р.кр.с.). Зольність є обернено пропорційним показником білості борошна, що підтверджується значенням кореляції $-0,92$, тому саме на шліфувальних і розмелювальних системах першої якості зольність була найнижчою – від 0,49 % (2 р.с.) до 0,53 % (2 шл.с.). Білість борошна на розмелювальних системах другої якості мала гірші показники – від 33 од. (4 р.с.) до 45 од. (6 р.с.). Серед систем вимелу кращі показники білості на драних і сортувальних системах вимелу. Так мінімальна білість на цих системах дорівнює – 24 од. (IV др.кр.с.), в той час як на розмелювальних системах вимелу білість знаходилась в межах від 20 од. (8 р.с.) до 2 од. (11 р.с.), що вказує на високий вміст оболонок в потоках борошна з цих систем.

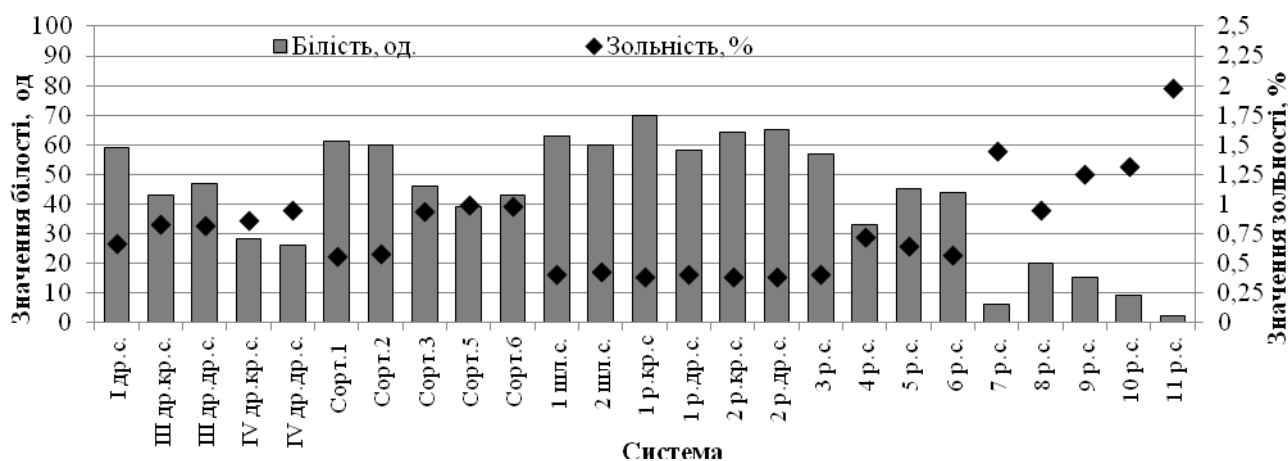


Рис. 3.7 Показники білості і зольності борошна на різних системах сортового помелу

В індивідуальних потоках борошна, отриманих на драних і сортувальних системах спостерігались високі значення кількості клейковини. Схожі результати були отримані при аналізі потоків борошна підприємства за варіантом 1. На шліфувальних системах і перших трьох розмелювальних системах вміст сирової клейковини – від 24,0 % до 26,0 %, а на останніх розмелювальних системах клейковина не відмивалась. На драних і сортувальних системах першої якості якість клейковини змінювалась від 62 од. (Сорт.2) до 100 од. (I др.с.). На шліфувальних і розмелювальних системах

першої якості клейковина мала більш пружні властивості (61...72 од.) за рахунок отримання борошна з центральних частин ендосперму. Для систем вимелу драного процесу характерні високі значення якості клейковини (80...89 од.), тобто клейковина мала більш еластичні властивості.

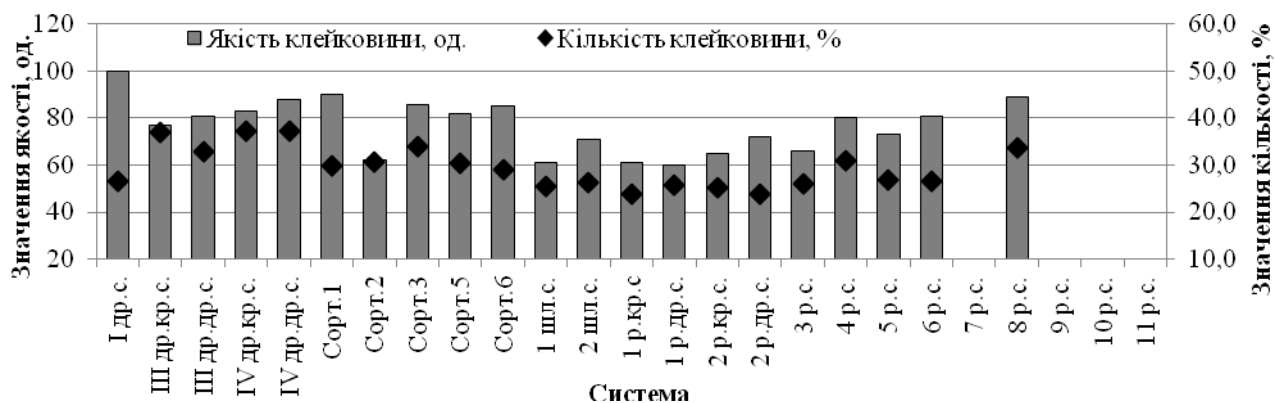


Рис. 3.8 Кількість і якість клейковини в борошні на різних системах сортового помелу

Значення показника седиментації вказують на те, що на драних і сортувальних системах мали високі значення – від 43 мл (I др.с.) до 62 мл (Сорт.2), але також високі значення седиментації на драних системах вимелу, де значення кількості клейковини досягало – 37,2 % (IV др.кр.с., IV др.др.с.). На шліфувальних і розмелювальних системах першої якості, які мали меншу кількість клейковини, показник седиментації незначно нижче – від 35 мл (1 шл.с.) до 50 мл (1 р.кр.с.), що свідчить про середні та високі хлібопекарські властивості борошна з цих систем. На розмелювальних системах вимелу, на яких клейковина не відмивалась, седиментація мала достатньо високі значення – до 50 мл (11 р.с.), про що свідчить наявність великої кількості неклеяковинного білку [199].

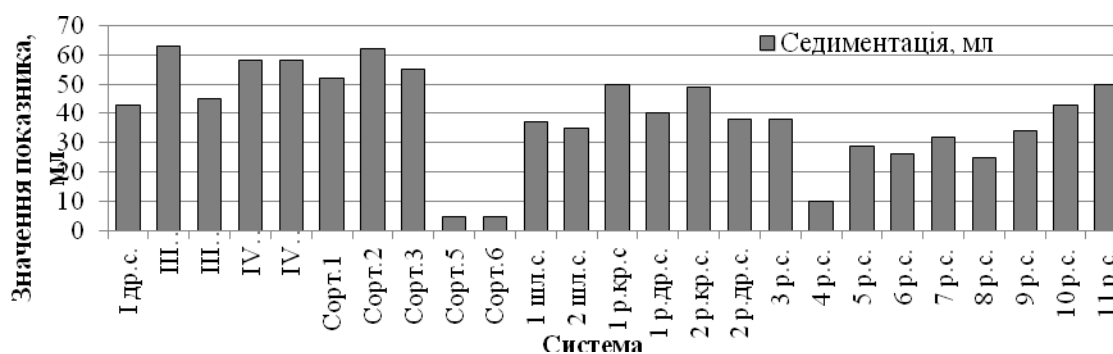


Рис. 3.9 Показники седиментації борошна на різних системах сортового помелу

Результати визначення числа падіння потоків борошна з підприємства за варіантом 2 отримано аналогічні результатам, отриманим на підприємстві – варіант 1. Тобто, амілолітична активність борошна, збільшувалась від перших систем до останніх, як в драному, так і в розмелювальному процесах. На системах першої якості в драному і сортувальному процесах мінімальне число падіння на III-й драній системі крупній – 362 с, в шліфувально-розмелювальному процесі першої якості та на всіх системах другої якості значення числа падіння (360...395 с) дещо завищено. Такі значення вказують на особливості зерна даного регіону, а саме низьку амілолітичну активність через засушливі умови вирощування. Вищою амілолітичною активністю характеризувались потоки борошна з усіх систем вимелу (250...330 с), в яких міститься велика кількість периферичних частин, що багатші ферментами (рис.3.9).

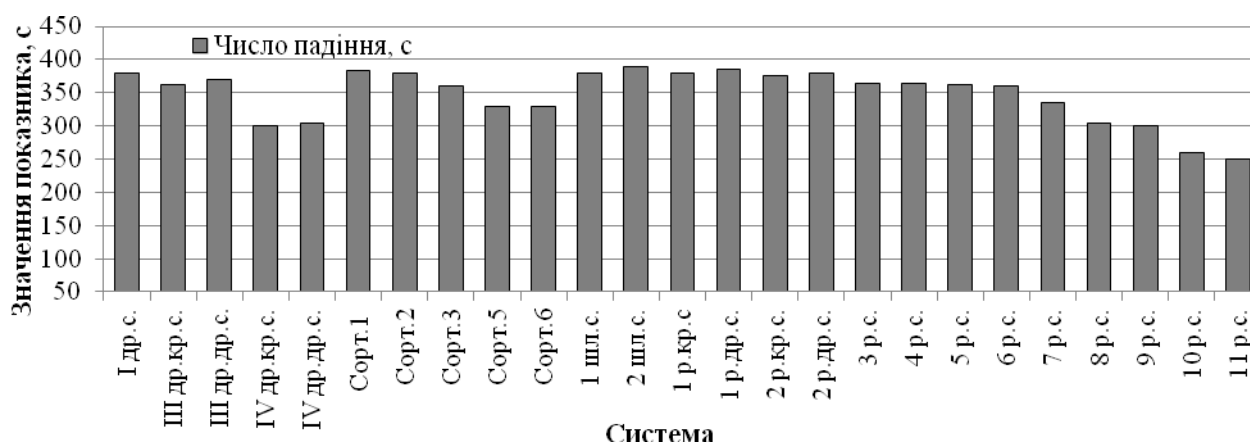


Рис. 3.10 Показники числа падіння борошна на різних системах сортового помелу

Водопоглинальна здатність борошна (рис. 3.11) на системах першої якості коливалась в межах від 56 % (I др.с, Сорт.1, 1 шл.с., 2 шл.с., 1 р.др.с.) до 62 % (III др.др.с.), на системах другої якості та на системах вимелу ВПЗ значно вище – від 59 % (Сорт.5) до 73 % (11 р.с.). Різні значення ВПЗ пов'язані, по-перше, з наявністю оболонкових частин, особливо це спостерігається на системах вимелу, по-друге, з вмістом білка та пошкодженого крохмалю [200].

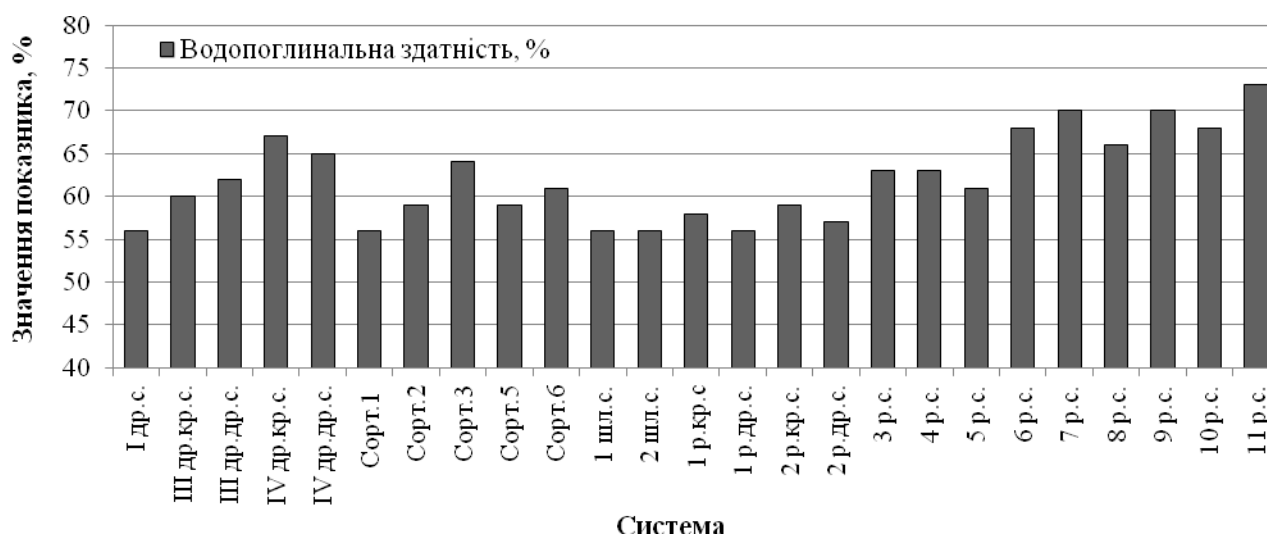


Рис. 3.11 Водопоглинальна здатність борошна на різних системах сортового помелу

За результатами пробного лабораторного випікання, найкращими хлібопекарськими властивостями володіють зразки борошна з драних і сортувальних систем вимелу ($400...445 \text{ см}^3$) та з розмелювальних систем I-ї і II-ї якості ($400...450 \text{ см}^3$). Саме на цих системах спостерігались найбільша кількість клейковини з помірно еластичними властивостями. Для розмелювальних систем вимелу характерні найгірші показники якості хліба (200 см^3), окрім хліба, випеченого з борошна 8 р.с. (410 см^3), де вміст клейковини досягає 33,7 %.

За органолептичними показниками хліб з драних, сортувальних, розмелювальних і шліфувальних систем першої якості, характеризувався гладкою поверхнею скоринки, з білим відтінком, хорошим м'якушем з рівномірною пористістю. Хліб з борошна драних, сортувальних, розмелювально-шліфувальних систем другої якості та вимелу мав горбисту поверхню з підривами в деяких зразках, більш забарвлену скоринку, темний та менш еластичний м'якуш з нерівномірною пористістю.

Показники якості борошна вищого сорту були наступними: вологість – 14,2 %; білість – 62 од.; зольність – 0,49 %; кількість клейковини – 25,4 %; якість клейковини (ІДК) – 60 од.; ЧП – 380 с; ВПЗ – 56 %. Борошно першого сорту мало наступні показники: вологість – 13,8 %; білість – 45 од.; зольність –

0,64 %; кількість клейковини – 26,2 %; якість клейковини (ІДК) – 75 од.; ЧП – 360 с; ВПЗ – 60 %. Таке борошно характеризувалось середніми хлібопекарськими властивостями, що підтвердилося результатами пробної випічки невисокий об'єм: для вищого сорту – 380 см³, для першого сорту – 420 см³ і нерівномірна пористість: 72 % і 74 %, відповідно [198, 199, 200].

Така розвинена схема технологічного процесу з різним набором показників якості також, як за варіантом 1, дозволяє формувати нові сорти борошна.

3.2.3. Показники якості потоків борошна з підприємства з технологічною схемою за варіантом 3 На підприємстві за варіантом 3 зразки борошна з індивідуальних потоків також були розділені за якістю: драні системи першої якості (І+ІІ др.с., ІІІ др.кр.с., ІІІ др.др.с.), драні системи вимелу (ІV др.с.), сортувальні системи першої якості (Сорт.1, Сорт.2), сортувальні системи вимелу (Сорт.3), сходові системи вимелу (Сх.с) шліфувальні системи першої якості (1 шл.с., 2 шл.с.), розмелювальні системи першої якості (1 р.кр.с., 1 р.др.с., 2 р.с., 3 р.с.), розмелювальні системи вимелу (4 р.с., 5 р.с.) [201].

На момент відбору зразків борошна завод працював за схемою односортового помелу з виходом – 72 % борошна вищого сорту і перероблялась помельна партія зерна пшениці ІІ і ІІІ класів у співвідношенні 25 % та 75 % з наступними показниками: вологість – 12,2 %; склоподібність – 42 %; натура – 775 г/л; кількість клейковини – 20,4 %; якість клейковини, ІДК – 60 од.

В табл. 3.2 наведені результати визначення показників якості потоків борошна з даного підприємства.

Визначення білості потоків борошна з підприємства зі скороченою схемою аналогічні значенням, отриманим на підприємствах з розвиненим технологічним процесом. На драних і сортувальних системах І-ї якості значення білості нижчі на 9...11 од в порівнянні з шліфувальними і розмелювальними системами І-ї якості. На системах ІІ-ї якості і вимелу як

браного так і шліфувально-розмелювального процесів значення білості знижується до 20 од (5 р.с.). Так як значення зольності обернено пропорційні значенню білості (кореляція дорівнює – 0,89), то відповідно найвищі значення зольності спостерігаються на системах II-ї якості і вимелу (0,62...0,94 од).

Таблиця 3.2

Показники якості потоків борошна з заводу зі скороченою схемою

(N=16, n=3, P $\geq$ 0,95)

Система	Системи якості	Б, од.	Z, %	K, %	ІДК, од.	P, %	Сед., мл	ЧП, с	ІПК, UCD	ВПЗ, %
I+II др.с.	I-ї якості	53	0,54	19,5	64	10,2	30	445	15,8	51
III др.кр.с.	I-ї якості	55	0,50	27,8	69	9,2	38	380	16,9	60
III др.др.с.	I-ї якості	51	0,52	23,0	55	8,7	38	405	21,5	56
IV др.с.	вимелу	45	0,79	28,0	60	11,8	40	380	26,9	60
сорт 1	I-ї якості	52	0,50	22,4	53	9,3	33	438	14,9	53
сорт 2	I-ї якості	52	0,50	27,0	66	10,8	40	415	22,5	57
сорт 3	вимелу	42	0,82	27,6	76	11,7	40	360	27,8	60
1 шл.с.	I-ї якості	60	0,48	23,8	50	8,9	33	460	16,1	54
2 шл.с.	I-ї якості	58	0,49	27,4	72	10,6	40	385	22,2	58
Сх. с.	вимелу	42	0,62	22,8	70	10,2	30	340	26,3	60
1 р.кр.с.	I-ї якості	64	0,47	25,0	60	10,1	38	430	21,5	55
1 р.др.с.	I-ї якості	68	0,45	24,0	46	9,7	31	440	18,8	56
2 р.с.	I-ї якості	62	0,46	26,0	67	10,2	33	370	24,2	60
3 р.с.	I-ї якості	54	0,54	25,5	64	10,7	28	350	23,6	60
4 р.с.	вимелу	40	0,66	26,7	70	11,5	21	360	22,1	61
5 р.с.	вимелу	20	0,94	28,0	71	12,2	24	280	23,2	66

Примітка: W, % – вологість; Б; од. – білість; Z; % – зольність; K, % – кількість клейковини; ІДК, од. – якість клейковини; P, % – вміст білка; Сед., мл – седиментація; ЧП, с – число падіння; ВПЗ, % – водопоглинальна здатність; ІПК, UCD – кількість пошкодженого крохмалю

За кількістю клейковини отримані результати дещо відмінні в порівнянні з визначеннями даного показника на заводах з розвиненим технологічним процесом. Якщо кількість клейковини на шліфувально-розмелювальному

процесах I-ї якості заводів з розвиненим процесом значно менше за вміст клейковини на драному та сортувальному процесах тієї ж якості, то на даному заводі вміст клейковини на усіх системах I-ї якості майже однакові. Так на системах I-ї якості драного і сортувального процесів спостерігались невисокі значення від 19,5 % (I+II др.с.) до 27,8 % (III др.кр.с.) і від 23,8 % (1 шл.с.) до 27,4 % (2 шл.с.) з досить пружними структурно-механічними властивостями від 53 од (сорт.1) до 69 од (III др.кр.с.), і від 46 од (1 р.др.с.) до 70 од (2 шл.с.), відповідно. Найвищі значення кількості клейковини з достатньо еластичними властивостями мали системи вимелу (IV др.с., Сорт.3, 5 р.с.) – 27,6...28,0 % за кількістю і від 60 од до 71 од за якістю.

Амілолітична активність потоків борошна, аналогічно даним отриманим за двома попередніми підприємствами, збільшувалась від перших систем до останніх, як в драному, так і в розмелювальному процесах. Однак, значення числа падіння дещо вищі, так само, як і значення, отримані на заводі з розвиненою схемою технологічного процесу Південного регіону, що доводить кліматичний вплив на амілолітичну активність. Так на системах першої якості драного і сортувального процесів число падіння коливається в межах від 380 с (III др.кр.с.) до 440 с (сорт.1), а на даних системах вимелу – від 360 с (сорт.3) до 380 с (IV др. С.). Найменше значення числа падіння спостерігалось на 5 р.с. – 280 с., що доводить наявність оболонкових частинок зернівки, де найвища амілолітична активність.

Режими роботи систем на драному, сортувальному, розмелювально-шліфувальному процесах є різними, внаслідок цього змінюється значення пошкодженого крохмалю. Так, на драних системах показник коливається в межах від 15,8 до 26,9 UCD, на сортувальних системах – від 14,9 до 27,8 UCD, на шліфувальних і на розмелювальних – від 16,1 до 26,3 UCD. Найменше значення ПК мали зразки з I+II др.с. (15,8 UCD), що характерно для перших драних систем, де найменший зазор між вальцевими верстатами. Найбільше значення спостерігалось на третій сортувальній системі – системі вимелу

(27,8 UCD) на якій підприємство намагається досягти максимального вилучення борошна [202].

Значення ПК суттєво впливають на ВПЗ борошна, саме це показує значення водопоглинальної здатності потоків з заводу зі скороченої схемою (кореляційний зв'язок між ВПЗ і ПК дорівнює 0,7). Так на ситемах, де вміст ПК найменший і ВПЗ також є найменшою (I+II др.с.) – 51 %, а на третій сортувальній системі, де вміст ПК найбільший, значення ВПЗ також високе – 60 %. Найвище значення ВПЗ на 5 р.с., хоча і значення ПК оптимальне, але на даній системі найбільший вміст білка (12,2%) і найбільший вміст оболонкових частинок (зольність – 0,94 %).

За результатами пробного лабораторного випікання, потоки борошна мали невисокі хлібопекарські властивості (рис. 3.12). На драних і сортувальних системах першої якості об'єм хліба коливався в межах від 380 до 400 см³, на драних і сортувальних систем вимелу – 410 см³, на шліфувальних і розмелювальних системах першої якості від 380 см³ до 460 см³. Саме на цих системах спостерігаються найбільший вміст клейковини з помірно еластичними властивостями. Для розмелювальних систем вимелу характерні найгірші показники якості хліба – 350...370 см³.

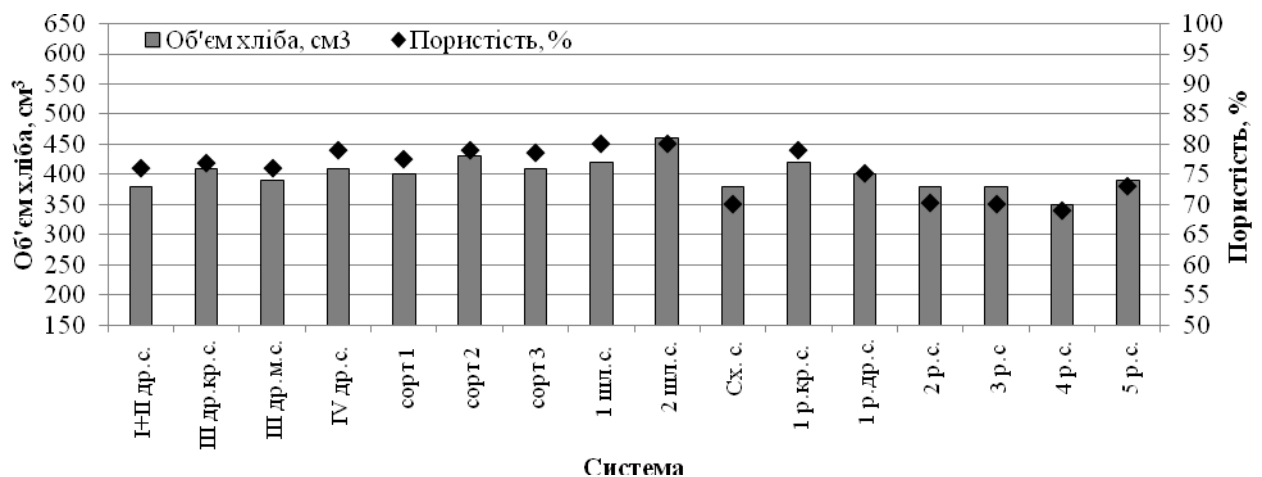


Рис. 3.12 Показники якості хліба з борошна на різних системах заводу зі скороченою схемою

За органолептичними показниками хліб, випечений з борошна індивідуальних потоків борошна даного заводу дещо відрізнявся від хліба з

попередніх двох заводів. Спостерігалась негладка поверхня скоринка хліба з систем першої якості з забитою, нерівномірною пористістю (I+II др.с.) з сіруватою нееластичною м'якушкою.

За реологічними властивостями, показники стабільності і тривалості утворення тіста показали неоднозначні результати. Найвищі значення стабільності тіста були на сорт .3 (10,97 хв), 1 р.др. с. 10,82 хв), 5 р.с. (10,97 хв), а найменшими значеннями зарекомендувались I+II др. с. (2,05 хв).

Показники якості борошна вищого сорту були наступними: вологість - 15,0%; кількість клейковини - 24,9%; якість клейковини на приладі ІДК – 50 од .; вміст білка – 10,5 %; білість - 58 од .; зольність - 0,54%; ЧП – 426 с. Таке борошно характеризувалось низькими хлібопекарськими властивостями через невисокий вміст білка, міцні властивості клейковини (ІДК 50 од.) і низьку амілолітичну активність (ЧП 426 с). Пробна випічка показала, що хліб мав рівномірну золотисту скоринку, але невисокий об'єм (350 см³), забиту пористість (72 %) і середню еластичність м'якушки, що пояснюється низькою ферментативною активністю.

За результатами досліджень, встановлено, що найкращими показниками володіли зразки борошна індивідуальних потоків на заводі за варіантом 1. Це підтверджується при розрахунку кумулятивних кривих за основним технологічним показником – зольністю на трьох заводах (рис. 3.13). Розрахунок кумулятивних кривих за зольністю наведений в додатку К.

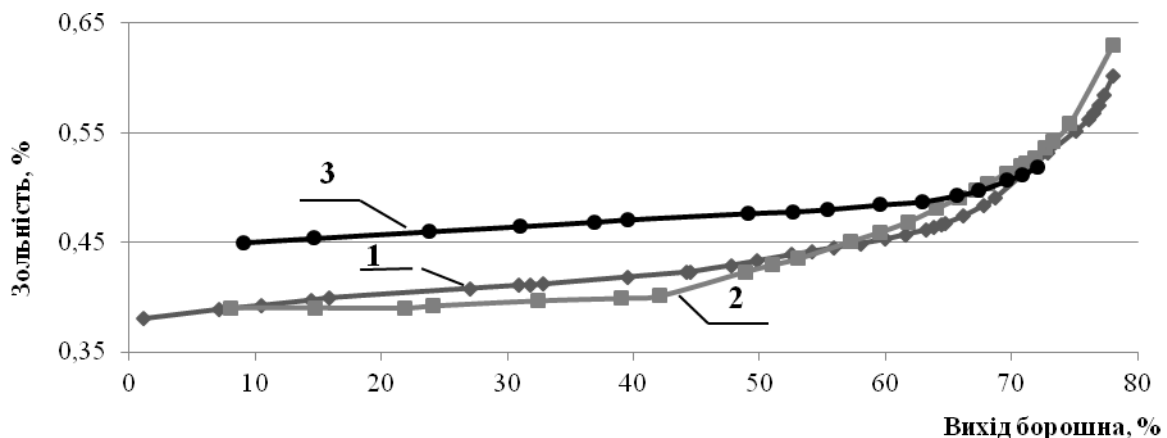


Рис. 3.13 Кумулятивні криві за зольністю на трьох заводах: 1 – Варіант 1; 2 – Варіант 2; 3 – Варіант 3.

Аналіз якості борошна з різних регіонів показав, що найкращими хлібопекарськими властивостями володіли зразки з Північного регіону, а найкращими – з Південного регіону. На основі отриманих даних було прийнято рішення проаналізувати борошно з індивідуальних потоків з заводів різної продуктивності, розташованих в даних регіонах, для оцінки можливості формування борошна із заданими показниками якості. Встановлено, що на заводі з Північного регіону є можливість формування спеціальних сортів борошна у зв'язку з розвиненим технологічним процесом та за рахунок переробки сировини високої якості [201, 202].

На заводі з Південного регіону з розвиненою схемою також є можливість відбору нових сортів борошна, однак з невеликим виходом. Відбір борошна із заданими показниками якості на даному заводі у великій кількості може призвести до суттєвого зниження виходу і якості готової продукції. На заводі зі скороченим технологічним процесом, через коротку схему, невелику кількість індивідуальних потоків, невисоку якість зерна, що направляється в переробку унеможливають відбір борошна із заданими показниками якості. На таких заводах є можливість виробництва даного борошна шляхом внесення технологічних добавок. Для досягнення даної мети було проведено аналіз впливу ТД на хлібопекарські властивості борошна, отриманого на заводі за варіантом 3.

3.3. Вплив технологічних добавок на хлібопекарські властивості борошна

Підбір дозувань ферментних препаратів для направленої зміни якості борошна може здійснюватися за показниками реологічної кривої або за результатами пробного лабораторного випікання хліба.

Для розробки технології формування борошна із заданими показниками якості з використанням ферментних препаратів було проведено ряд досліджень для встановлення зміни показників якості на прикладі борошна з Південного регіону, виробленого на заводі зі скороченої схемою технологічного процесу

(табл.3.1). Було приготовлено суміші борошна з ФП амілолітичної, протеолітичної, ксиланазної дії та з сірковмісною амінокислотою цистеїн, дозування технологічних добавок наведені в табл.3.3.

Таблиця 3.3

Характеристика технологічних добавок

Діючий фермент	Принцип дії	Активність	Дозування г/100кг борошна		
			min	mid	max
α -амілаза	Компенсує нестачу α -амілази в борошні, збільшує накоплення декстринів і покращує газоутворювальну здатність	2500 FAU/г	0,2	0,5	1,0
Мальтогенна α -амілаза	Впливає на крохмаль борошна, сповільнюючи його ретроградацію, виробляє цукри з низькою молекулярною масою і декстрини, які покращують водопоглинальну здатність	1500 MANU/г	1,0	2,0	5,0
α -амілаза з геміцелюлазною активністю	Фермент оптимізує структуру клейковини тіста та забезпечує тривалу свіжість випечених виробів	2,500 SKB/г	8,0	12,0	15,0
Нейтральна протеаза	Розслаблення клейковини. Рекомендується при виробництві хліба, печива.	1,5 AU/г	2,0	6,0	10,0
L-цистин (амінокислота E 920)	Покращує реологічні властивості тіста, особливо з тіста з короткою структурою клейковини	—	5,0	10,0	20,0
Ксиланаза і геміцелюлаза	Сприяє розкладанню і модифікації фракцій некрохмальних поліцукрів в пшеничному борошні.	2700 FXU/г	2,0	6,0	10,0

Застосування ФП у борошномельному виробництві дозволяє стабілізувати та формувати певні властивості борошна, поліпшувати його якість та використовувати зерно для переробки різної якості [110].

При дослідженні впливу α -амілази на реологічні властивості тіста встановлено, що фермент не вплинув на індекс П1 (ВПЗ), знизив значення індексу П2 (Замісу) – з 4 до 1, не значно збільшив індекс П3 (Глютен +) – з 3 до 4-5, але різко знизив значення індексу П4 (В'язкості) – з 7 до 2-3. Більш інтенсивніше фермент подіяв на збільшення індексу П5 (Амілази) – з 2 до 6-7 і не значно зменшив індекс П6 (Ретроградації) – з 7 до 5-6 (додаток Л) [203].

При внесенні в борошно мінімального дозування α -амілази, об'єм хліба збільшився з 350 см³ до 430 см³. Це свідчить про те, що навіть в такій невеликій кількості ферментний препарат збільшує амілолітичну активність борошна. Подальше збільшення дозування до 0,5-1,0 г/100 кг призводить до поступового підвищення об'єму ще на 75-100 см³ для кожного дозування. Разом зі збільшенням об'єму змінюються і фізичні властивості хліба: підвищується його пористість з 72 до 80% і збільшується розмір пір. При високому дозуванні ферментного препарату погіршуються органолептичні показники хліба, спостерігається горбиста поверхня скоринки і нерівномірна пористість з великими порами [204]. Таким чином, раціональним для даного зразка борошна є середнє дозування 0,5 г/100 кг (рис.3.12).

Мальтогенна амілаза не здійснювала впливу на значення індексів П1 (ВПЗ) та П4 (В'язкості), однак змінився індекс П3 (Глютен +) різко збільшивши його з 3 до 6 – при мінімальному дозуванні (1,0 г/100кг), але при середньому дозуванні (2,0 г/100кг) даний індекс знову знизився до 3, а при максимальному (5,0 г/100кг) – взагалі до 2. Не значно збільшилися значення індексу П5 (Амілази) – з 2 до 4-5. Індекс П2 (Замісу) при мінімальному дозуванні (1,0 г/100кг) збільшився з 4 до 5, однак при подальшому збільшенні дозування даний індекс знизився до 2-3. Найбільший вплив даний ФП здійснив на значення індексу П6 (Ретроградації) знизивши його з 7 до 4 – при всіх дозуваннях.

На об'єм хліба суттєвого впливу не було здійснено, однак, збільшення дозування ФП призвело до зменшення пористості хліба з 72 % до 70 % (рис. 3.14). Мальтогенна амілаза позиціонується як препарат, який зменшує

черствіння хліба, що підтверджується зменшенням індексу П6 (Ретроградації), збільшення його дозування вище мінімального і використання для покращення хлібопекарських властивостей є не доцільним.

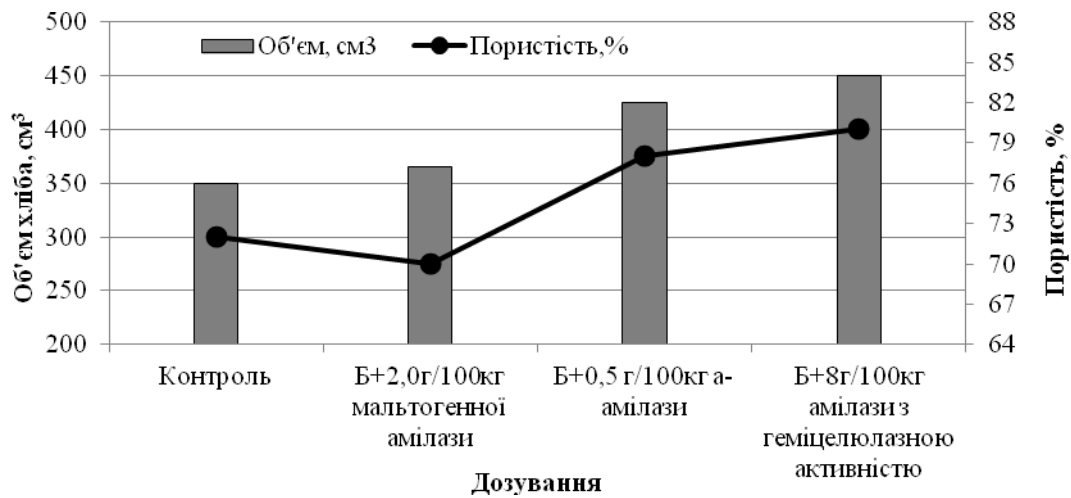


Рис. 3.14 Показники якості хліба з ФП різного принципу дії

Ферментний препарат α -амілаза з геміцелюлазною активністю не вплинув на значення індексу П1 (ВПЗ), але знизив індекс П2 (Замісу) – з 3 до 1, а також значно зменшив показники індексу П3 (Глютен +) – з 8 до 1, та П4 (В'язкості) – з 8 до 3-4. Індекс П5 (Амілази) не значно збільшився з 2 до 3-4, в той же час, значення індексу П6 (Ретроградації) різко зменшилися з 8 до 2-3 [205].

При внесенні в борошно мінімального дозування амілази з геміцелюлазною активністю покращився зовнішній вигляд і збільшився об'єм хліба з 350 см³ до 450 см³. Це свідчить про те, що навіть в такій невеликій кількості ферментний препарат збільшив амілолітичну активність борошна і покращив якість хліба. Найкращий результат мав хліб з внесенням середнього дозування, так об'єм збільшився на 140 см³, покращилась пористість з 72 % до 82 % при цьому вона стала рівномірною з тонкими стінками пор. Максимальне дозування не призвело до подальшого зростання якості хліба, а навпаки, результати схожі з мінімальним, тому раціональним для даного зразка борошна є середнє дозування 12 г/100 кг (рис.3.12).

При дослідженні впливу нейтральної протеази на індекси приладу Міксолаб виявили, що даний препарат не здійснив вплив тільки на значення індексу П1 (ВПЗ), всі ж інші індекси суттєво змінилися. Так, при мінімальному

(2,0 г/100 кг) та середньому (6,0 г/100 кг) дозуваннях відбулося зниження індексу П2 (Замісу) з 4 до 2, при максимальному дозуванні (10 г/100 кг) даний індекс знизився до 1. При цьому, значення індексу П3 (Глютен +) практично не змінилося. Індекс П4 (В'язкості) суттєво знизився з 7 до 2-3. При мінімальному (2,0 г/100 кг) та середньому (6,0 г/100 кг) дозуваннях ФП спостерігали суттєве збільшення значень індексу П5 (Амілази) – з 2 до 6, але при подальшому збільшенні дозування даний індекс почав знижуватися. Так, при максимальному дозуванні (10,0 г/100 кг) індекс П5 (Амілази) дорівнював 5. Індекс П6 (Ретроградації) знизився з 7 до 4-5.

Не задовільно вплинула нейтральна протеаза і на показники пробної лабораторної випічки хліба, знизивши об'єм з на 5 см^3 , внаслідок чого відбулося зниження пористості з 75 % до 70 % (рис.3.14). Можливо при більшому вмісті білка в борошні даний ФП призвів би до покращення хлібопекарських властивостей, однак, для даного зразка борошна внесення нейтральної протеази тільки погіршило їх [206].

Для розслаблення структурно-механічних властивостей клейковини в разі неможливості використання нейтральної протеази було прийнято рішення з використання сірковмісної амінокислоти цистеїн, який дозволяє регулювати реологічні властивості тіста з занадто міцною коротко рваною клейковиною.

Амінокислота цистеїн призвела до різкого зменшення індексу П2 (Замісу) з 4 до 1-2, однак, при цьому, відбулося збільшення стійкості клейковинних білків до дії температури: індекс П3 (Глютен+) збільшився з 3 до 6.

При дослідженні результатів пробної лабораторної випічки виявили, що цистеїн не зважаючи на достатньо високі значення індексу П3 (Глютен+), знизив об'єм хліба з 350 до 310 см^3 , в результаті чого відбулося і зниження пористості від 75 до 70 % (рис.3.15). Такі зміни якості пов'язані з невисоким вмістом білка (клейковини) і невисокою газоутримуючою здатністю дослідженого зразка борошна, хоча за реологічними властивостями значення індексу П3 (Глютен+) дещо змінилися. Окреме використання даної амінокислоти є не доцільним.

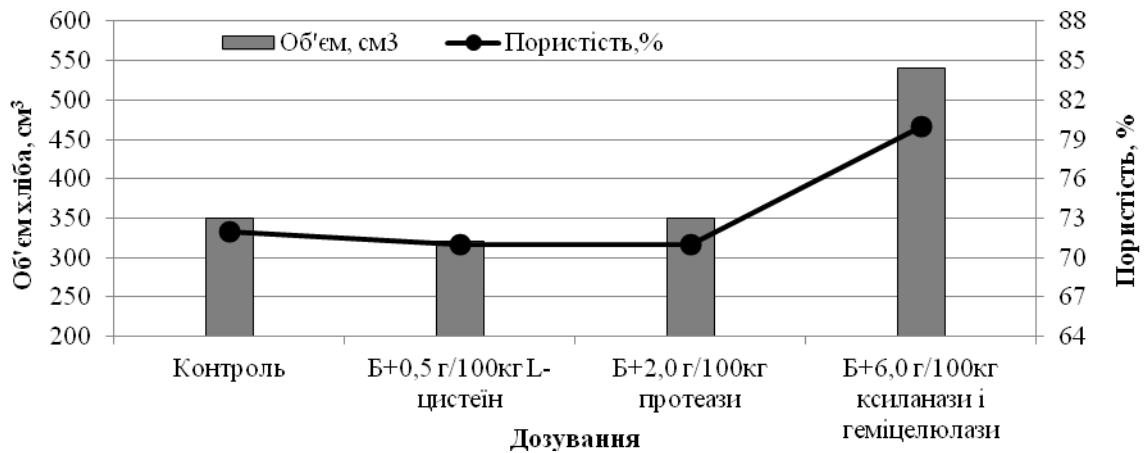


Рис. 3.15 Показники якості хліба з ТД різного принципу дії

Встановлено, що ксиланази і геміцелюлази запобігають утворенню комплексів пентозанів з клейковиною, тим самим роблячи позитивний вплив на пружні властивості тіста і якість хліба. Ферментний препарат ксиланаза і геміцелюлаза не здійснив ніякого впливу на значення індексів П1 (ВПЗ) та П4 (В'язкості), не значно збільшив індекс П2 (Замісу) – з 4 до 5-6 та так само незначно вплинув на індекс П3 (Глютен +) знизивши його з 3 до 1-2. Індекс П5 (Амілази) знизився з 2 до 1 – при всіх дозуваннях. На індекс П6 (Ретроградації) не вплинули мінімальне дозування (2,0 г/100 кг) та середнє (6,0 г/100 кг), однак, при максимальному дозуванні (10,0 г/100 кг) даний індекс знизився з 7 до 3.

Хліб з додаванням ксиланази мав більш яскраву кірку і більший об'єм у порівнянні з контрольним зразком. В цілому ФП не вплинув суттєво на показники профілів Міксолаба, але однак, при середній дозуванні 6,0 г/100 кг спостерігається значне збільшення об'єму з 350 до 540 см³, збільшується пористість з 72 до 80 %, при цьому вона стає тонкостінною і рівномірною. Подальше збільшення дозування ферментного препарату підвищує об'єм хліба до 550 см³ і його пористість до 81 %. Такі результати вказують на можливість використання ферментного препарату в середній дозуванні (6,0 г/100 кг) для поліпшення якості хліба. Подальше збільшення дозувань ксиланази є економічно та технологічно не доцільним.

В результаті проведених досліджень встановлено, що ферментні препарати різного принципу дії мають індивідуальний вплив на хлібопекарські

властивості борошна. Найкращий вплив мали ферментні препарати амілазної та геміцелюлазної дії, що підтверджується результатами пробної лабораторної випічки. Також були проведені дослідження впливу ферментних препаратів амілазної та геміцелюлазної дії різного виробництва, а саме: датського, німецького, турецького і українського. Встановлено, що найкращий вплив мали ФП датського та німецького виробництва [203, 204, 205, 206].

Висновки до РОЗДІЛУ 3

В результаті проведених досліджень отримано наступні висновки:

1. Борошно неоднорідне за показниками якості в залежності від регіону вирощування зерна та його переробки. При проведенні досліджень, найкращими хлібопекарськими властивостями володіли зразки з Північного і Центрального регіонів, для яких властиві висока кількість клейковини – від 26,0 % до 28,0 %, при оптимальних значеннях ІДК – вище 70 од. і ЧП – від 285 с до 320 с, високий об'єм хліба – 470...485 см³.

2. Зразки борошна з Південного регіону у зв'язку з агро-кліматичними умовами володіли найгіршими хлібопекарськими властивостями, а саме невисокою кількістю клейковини – від 24,0 % до 25,2 % з надмірно міцними властивостями клейковини (ІДК) – від 47 од. до 60 од., а також занижена амілолітична активність – ЧП вище 360...480 с, що підтверджуються невисоким об'ємом хліба – 320...420 см³.

3. Показники якості борошна індивідуальних потоків є неоднорідними, навіть, в межах однієї групи якості та залежать від схеми технологічного процесу. На заводах з розвиненою схемою за варіантом 1 та 2 на системах першої якості кількість клейковини більша в 1,2...1,5 рази, значення якості клейковини (ІДК) вищі на 5...30 од., вміст білка більший на в 1,2...1,4 рази, значення числа падіння нижчі в 1,1...1,3 рази від даних показників на тих же системах заводу зі скороченою схемою за варіантом 3.

4. На заводах з розвиненою схемою технологічного процесу тенденція зміна показників якості індивідуальних потоків майже однакова. Однак, в залежності від якості зерна, що переробляється, показники можуть суттєво відрізнятися. Так, на драних системах першої якості на заводі за варіантом 1 показники вищі за кількістю клейковини в 1,1 рази, якістю клейковини (ІДК) в 1,2 рази, ЧП в 1,1 рази, об'єм хліба на 80...110 см³ в порівнянні з показниками борошна драних систем тієї ж якості, отриманих на заводі за варіантом 2. Велика кількість індивідуальних потоків з різноманітним набором показників якості дають можливість на даних заводах формувати борошно із заданими показниками якості.

5. Якість борошна з індивідуальних потоків на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу є невисокою. На драних і розмелювальних системах першої якості отримано невисокий вміст клейковини від 19,5 % до 28,7 % з пружними її властивостями ІДК – 50...71 од., низький вміст білка – 8,7...12,2 % та завищені значення амілолітичної активності ЧП – 280...460 с. Невисока якість борошна з потоків наряду з невеликою їх кількістю унеможлиблює формування борошна із заданими показниками якості.

6. Найбільший вплив на об'єм хліба і балову оцінку показали ферментні препарати амілолітичної та ксиланазної (геміцелюлазної) дії, що підтверджується збільшенням об'єму хліба в 1,3...1,4 рази і в 1,6 разів, відповідно, з покращенням балової оцінки з «хорошої» на «відмінну». При низьких значеннях кількості клейковини (24,0...24,5 %), саме внесення технологічних добавок відновлювальної дії (L-цистеїн) мали негативний вплив на якість хліба.

7. При невисоких значеннях кількості клейковини (24,0...25,0 %) з пружними її властивостями (ІДК – менше 55 од.) рекомендоване дозування ферментних препаратів для покращення хлібопекарських властивостей борошна повинні бути наступними: α -амілаза – 0,5 г/100кг; α -амілаза з геміцелюлазної активністю – 8 г/кг; ксиланаза (геміцелюлаза) – 6 г/100 кг.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ТА АПРОБАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ БОРОШНА ІЗ ЗАДАНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ

Стрімкий розвиток хлібопекарської промисловості, як великих підприємств, так і міні-пекарень, дозволяє отримати широкий асортимент хлібобулочних виробів високої якості. Для отримання такого рівня продукції необхідно використовувати сировину з високими хлібопекарськими властивостями. Однак, борошно вищого сорту, що виробляється згідно ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» на борошномельних заводах не завжди відповідає вимогам пекарів, тому хлібопекарська промисловість висуває певні вимоги для виробництва борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями (табл.4.1).

Таблиця 4.1

Вимоги до якості борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями

Показник	Вимоги до якості борошна із заданими показниками якості (вищий покращений)	Вимоги до якості борошна вищого сорту згідно ГСТУ 46.004-99
Вологість, %	не більше 15,0	не більше 15,0
Білість, од.	не менше 58	не менше 54
Кількість клейковини, %	не менше 27,0	не менше 24,0
Якість (ІДК) клейковини, од.	70...90	не менше 70
Число падіння, с.	270...330	не нижче 160
Водопоглинальна здатність (ВПЗ), %	не менше 58	не нормується
Пошкодження крохмальних зерен, UCD	21...23	не нормується
Об'єм хліба, см ³	не менше 500	не нормується
Пористість хліба, %	не менше 80	не нормується

Пшеничне борошно із заданими показниками якості відповідає наступним вимогам: білість – не нижче 58 од. для забезпечення білої м'якушки, високий вміст клейковини – не менше 27,0 % з оптимальними значеннями її якості (ІДК) – 70...90 од., дозволить тістовим заготовкам сформувати хороший

каркас і отримати високий об'єм хліба; оптимальні значення амілолітичної активності – $ЧП=270...330$ с в сукупності з значеннями пошкодженого крохмалю $19...23$ UCD також будуть сприяти збільшенню об'єму хліба; високі значення водопоглинальної здатності більше 58% сприятимуть достатньому зволоженню тіста та покращенню протіканню всіх біохімічних процесів. Сукупність вищезазначених показників призводить до підвищення хлібопекарської якості борошна і, як наслідок, отримання хліба високого об'єму хліба – не менше 500 см^3 з рівномірною пористістю – 80% [195].

Виробництво борошна із заданими показниками якості може бути вирішено за рахунок формування помельних партій з зерна високої якості, за рахунок вдосконалення етапу формування готової продукції з окремих індивідуальних потоків борошна, а також шляхом внесення технологічних добавок направленої дії.

Для того щоб рекомендувати певні сорти борошна для виробництва хліба та хлібобулочних виробів, необхідно знати якість борошна з кожної системи технологічного процесу її виробництва. Це дає можливість змішування різних потоків борошна з метою формування спеціальних сортів, якість яких задовольняла б вимогам для борошна з високими хлібопекарськими властивостями. Всі індивідуальні потоки борошна при сортовому помелі мають певний специфічний набір показників якості, що є основою для виробництва борошна із заданими показниками якості на заводах з розвиненим технологічним процесом.

Незважаючи на унікальність показників якості окремих потоків борошна, отримання сортів борошна з високими хлібопекарськими властивостями на основі борошна з однієї або декількох, схожих за якістю систем, достатньо важко. Формування нових сортів борошна можливо лише за рахунок ретельного вивчення показників якості індивідуальних потоків борошна і вибору для змішування потоків борошна з певних систем з різних етапів технологічного процесу. В табл.4.2 запропоновані технологічні рішення з виробництва борошна із заданими показниками якості Рішенням №1.

Таблиця 4.2

Система прийняття рішень для виробництва борошна із заданими показниками якості. Рішення №1

Задані показники якості	Рекомендовані показники якості помельної партії	Вибір потоків	Технологічні рекомендації
Білість – не менше 58 од.; Кількість клейковини – не менше 28,0 %; ІДК –70...90 од.; ЧП – 270...330 с; ВПЗ – не нижче 58 %; кількість ПК – 19...23 UCD.	Партії рядового зерна стандартної якості (кількість клейковини не менше 22,0 %, якість клейковини – 70...90 од., ЧП 200...300 с)	B1/B2-1 потік, B1/B2-2 потік, B1/B2-3 потік, C1/C2-1 потік, C1/C2-2 потік, C1/C2-3 потік, R2-1 потік, R2-2 потік, V2	Зменшення загального вилучення B1/B2, зменшення часткового вилучення на C1 і збільшення часткового вилучення на C2

Таблиця 4.3

Система прийняття рішень для виробництва борошна із заданими показниками якості. Рішення №2

Задані показники якості	Рекомендовані показники якості помельної партії	Вибір потоків	Технологічні рекомендації
Об'єм хліба – не менше 500 см ³ ; Пористість – не нижче 80 %.	Партії рядового зерна стандартної якості (кількість клейковини не менше 22,0 %, якість клейковини – 70...90 од., ЧП 200...300 с)	Ферментні препарати: амілази; геміцелюлази; амілази з геміцелюлазною активністю. L-цистеїн	Встановлення дозуючого пристрою над конвеєром збору борошна на відстані не менше ніж на 3-4 метри від початку та до кінця конвеєру

На заводах зі скороченою схемою технологічного процесу є можливість формування борошна із заданими показниками якості тільки шляхом внесення технологічних добавок на етапі виробництва борошна. Ретельне дослідження якості борошна на такому заводі дає можливість встановити які саме показники потребують коригування і які технологічні добавки необхідно використовувати. На основі отриманих даних було розроблено Рішення 2 (табл.4.3) – внесення технологічних добавок на стадії виробництва борошна, та розроблено чотири рецептури комплексних технологічних добавок, що складаються з амілази, ксиланази та амінокислоти цистеїн, яка проявляє синергічний ефект з

ферментними препаратами. Комплексні технологічні добавки можуть бути використані при низькій протеолітичній та амілолітичній активності борошна.

4.1. Виробництво борошна із заданими показниками якості шляхом удосконалення етапу формування сортів на заводах з розвиненою схемою технологічного процесу

Для отримання сортового борошна вищого сорту з підвищеними хлібопекарськими властивостями необхідна розробка технологічних рішень.

Таблиця 4.4

Фізичні та фізико-хімічні показники якості потоків борошна, що формують борошно із заданими показниками якості («Вищий покращений»)

(n=9, P≥0,95)

Потік борошна	Вихід, %	Білсть, од.	Зольність, %	Кількість клейковини, %	Якість клейковини, од.	Білок, %	Кількість пошкодженог о крохмалю, UCD
B1/B2-1 пот.	2,0	55	0,57	28,0	70	12,7	18,1
B1/B2-2 пот.	1,7	56	0,54	29,6	69	12,5	17,1
B1/B2-3 пот.	1,7	56	0,55	31,9	73	12,8	18,3
C1/C2-1 пот.	1,4	71	0,42	24,1	62	11,0	24,7
C1/C2-2 пот.	4,0	71	0,41	24,4	64	11,1	23,9
C1/C2-3 пот.	1,0	62	0,43	26,0	65	11,4	22,9
R2-1 пот.	0,9	72	0,43	28,0	62	11,0	23,6
R2-2 пот.	3,9	71	0,43	27,6	61	11,1	27,2
V2	2,2	34	1,2	30,5	78	12,6	25,6
Борошно «Вищий покращений» (розрах.)	18,8	62	0,55	27,5	67	12	23
Борошно «Вищий покращений» (факт.)		60	0,52	27,8	70	12,1	22,5
Борошно «Вищий покращений» (реком.)	15-20	≥58	≤0,55	≥27,0	70-90	≥11,5	21-23

Вивчивши показники якості індивідуальних потоків борошна заводу з розвиненою схемою технологічного процесу з Південного регіону встановлено, що жоден з потоків не відповідає висунутим вимогам (табл. 4.1), тому прийнято рішення формування борошна із заданими показниками якості шляхом змішування індивідуальних потоків з систем B1/B1 – I+II драні системі, C1/C2 –

1+2 розмелювальні системи, R2 – 1 шліфувальна ситема, V2 – борошно з віброцентрифугала.

При реалізації даного Рішення отримано, що борошно із заданими показниками якості можна виробляти з виходом 18, 8 % за рахунок зменшення виходу борошна першого сорту, якість якого суттєво не змінювалась і відповідала вимогам галузевого стандарту. Розрахункові значення фізичних, фізико-хімічних та хлібопекарських показників якості близькі до фактичних значень та відповідають рекомендованим (табл. 4.4). Визначивши хлібопекарські властивості вибраних потоків, встановлено, що розрахункові значення числа падіння вищі на 26 с, ВПЗ нижчі на 1,5 % та за об'ємом хліба нижчі на 42 % за фактичні значення, виробленого борошна, однак фактичні значення показників відповідають рекомендованим.

Таблиця 4.5

Хлібопекарські показники якості потоків борошна, що формують борошно із заданими показниками якості («Вищий покращений»)

(n=9, P≥0,95)

Потік борошна	Вихід, %	Седиментація, мл.	Число падіння, с	ВПЗ, %	Об'єм хліба, см ³ %	Пористість, %
B1/B2-1 пот.	2,0	44	345	54,0	540	84
B1/B2-2 пот.	1,7	43	335	57,0	480	81
B1/B2-3 пот.	1,7	42	343	56,0	450	80
C1/C2-1 пот.	1,4	41	342	58,0	445	80
C1/C2-2 пот.	4,0	43	350	59,0	435	79
C1/C2-3 пот.	1,0	42	356	62,0	400	78
R2-1 пот.	0,9	37	355	56,0	420	75
R2-2 пот.	3,9	37	342	56,0	445	77
V2	2,2	49	352	53,0	530	81
Борошно «Вищий покращений» (розрахункове)	18,8	42	347*	57,0	463	79
Борошно «Вищий покращений» (фактичне)		42	320	58,0	505	80
Борошно «Вищий покращений» (рекомендоване)	15-20	≥36	270-330	≥58	≥500	≥80

*Залежність числа падіння та α -амілазної активності можливо виразити шляхом конверсії числа падіння (ЧП) в число розрідження (ЧР) та описати емпіричною формулою:

$$\text{ЧЗ} = \frac{6000}{\text{ЧП}} - 50 \dots \dots \dots (4.1)$$

де ЧЗ – число зрідження;

ЧП – число падіння;

6000 – константа, знайдена емпіричним шляхом;

50 - приблизний час для желатинізації крохмалю, с.

Величина числа розрідження підпорядковується закону адитивності. Коефіцієнт кореляції між числом розрідження та α -амілазною активністю дорівнює 0,98. Лінійний зв'язок між цими двома показниками надає можливості вирахувати арифметично оптимальне співвідношення борошна з різним числом падіння. На основі цієї залежності розробниками приладу для вимірювання числа падіння були запропоновані діаграми для розрахунку борошняних сумішей та добавки солоду або інших ферментних препаратів для отримання борошна з оптимальним показником числа падіння [207].

Показники якості готової продукції, одержаної при роботі борошномельного заводу за схемою 78-% односортного помелу пшениці з відбором борошна хлібопекарського першого наведені в табл.4.6.

При відборі борошна «Вищий покращений» в кількості 18,8 % загальний вихід готової продукції залишається незмінним 78 % (табл.4.6), вихід борошна першого сорту відповідно зменшився на 18,8 %. При цьому внесення суттєвих змін до показників якості готової продукції відмічено не було.

За профайлерами Міксолаб в борошні першого сорту за діючою схемою збільшився Індекс ВПЗ на 1, зменшились Індекс Замісу, Індекс Амілази Індекс Ретроградації на 1 в порівнянні з борошном першого сорту за зміненою схемою, що не призведе до суттєвих змін в якості готових виробів.

Таблиця 4.6

Показники якості готової продукції та нормативні їх значення(n=3, P $\geq$ 0,95)

Показники	За діючою схемою помелу	За схемою помелу з відбором борошна із заданими показниками якості		Нормативні значення показників борошна згідно ГСТУ 46.004-99	
	Борошно першого сорту	Борошна із заданими показниками якості	Борошно першого сорту	Вищий сорт	Перший сорт
Вологість, %	14,3	14,5	14,3	$\leq 15,0$	$\leq 15,0$
Білість, од.	53	60	48	≥ 54	53-36
Зольність, %	0,57	0,50	0,61	$\leq 0,55$	$\leq 0,75$
Кількість клейковини, %	27,2	27,8	26,1	$\geq 24,0$	$\geq 25,0$
Якість клейковини, од.	75	70	80	не нижче II групи	не нижче II групи
Число падіння, с	360	320	383	≥ 160	≥ 160
Кількість пошкодженого крохмалю, UCD	24,5	22,5	26,1	–	–
ВПЗ, %	56,5	58,0	57,0	–	–
Об'єм хліба, см ³	420	505	400	–	–
Пористість, %	77	80	74	–	–

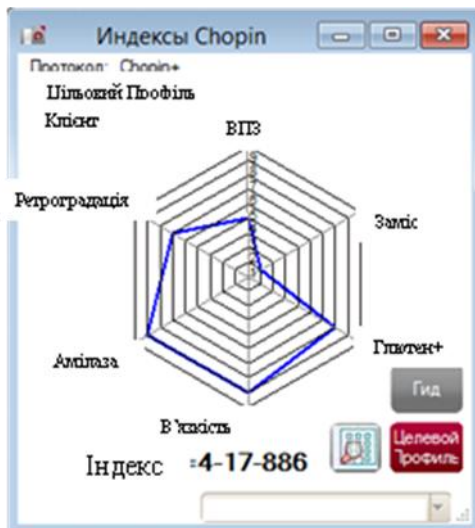
Борошно із заданими показниками якості (вищий покращений) в порівнянні з вищим сортом, який виробляється на заводі за 78 % двосортним помелом (60 % – вищого сорту, 18,0 % – першого сорту) має більший на 1,5 % вміст клейковини, менше на 15 с число падіння та більший об'єм хліба на 55 см³. Хліб з виробленого борошна сорту «Вищий покращений» мав рівномірну скоринку, еластичну м'якушку білого кольору та рівномірну пористість (80 %). Порівняння показників якості борошна сорту «Вищий покращений» та вищого сорту наведені у табл. 4,7.

Таблиця 4.7

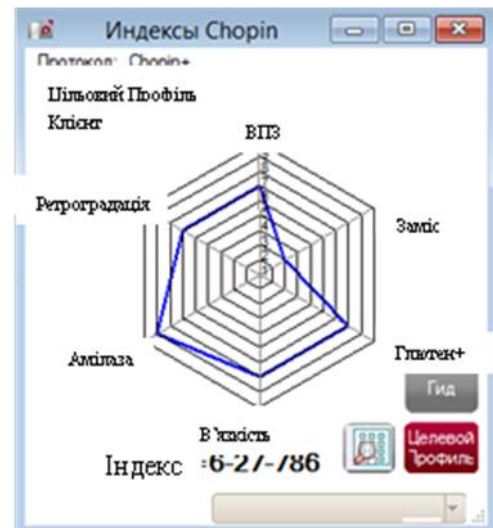
Значення показників якості борошна із заданими показниками якості(n=3, P $\geq$ 0,95)

Показники	Борошно сорту «Вищий покращений»	Борошно вищого сорту
Вологість, %	14,5	14,2
Білість, од.	60	60
Зольність, %	0,50	0,51
Кількість клейковини, %	27,8	26,3
Якість клейковини, од.	70	75
Число падіння, с	320	335
Кількість пошкодженого крохмалю, UCD	22,5	22,8
ВПЗ, %	58,0	57,0
Об'єм хліба, см ³	505	450
Пористість, %	80	78

Індекс ВПЗ для вищого сорту дорівнює – 4, для сорту «Вищий покращений» – 6. Індекс Замісу залежить від поведінки тіста під час замісу та від його стабільності. Низькі значення індексу Замісу в зразках борошна вказують на оптимальне значення для отримання хліба. Індекс Глютен+ визначається під час нагрівання тіста (від 30 °С до 60 °С). Саме в цей час гранули крохмалю починають набухати, зберігаючи молекулярну структуру незмінною. Даний Індекс змінюється на 1 од. Індекс В'язкості описує фазу, в якій найбільша кількість фізико-хімічних і біохімічних параметрів вступають у взаємодію. Середні значення (I=7...8) вказують на середню консистенцію тіста при випічці. Індекс Амілази вказує на амілолітичну активність альфа амілази: високий індекс амілолітичної активності відповідає високому значенню числа падіння. Значення індексу Амілази для вищого сорту та для сорту «вищий покращений» дорівнюють 8. Індекс Ретроградації крохмалю напряму пов'язаний із здібністю кінцевого продукту протистояти черствінню і зберігати товарний вигляд. Чим вище індекс Ретроградації, тим сильніше відбувається кристалізація крохмалю. В обох зразках індекс Ретроградації дорівнює 5 (рис. 4.1).



а)



б)

Рис. 4.1 Профайлери пшеничного борошна: а) – вищий сорт; б) – сорт «Вищий покращений»

За результатами досліджень проведено виробничу апробацію, результати якої зазначені в акті виробничих випробувань №1 (додаток М) на борошномельному заводі ТОВ «Васильківхлібопродукт». В результаті впровадження вироблено борошно із заданими показниками якості з виходом у 18, 8 %, показники якості якого повністю відповідають висунутим вимогам. Економічний ефект з впровадження виробництва борошна із заданими показниками якості складає 11 тис.грн./добу.

4.2. Виробництво борошна із заданими показниками якості шляхом використання технологічних добавок на заводах зі скороченою схемою технологічного процесу

Аналіз якості пшеничного борошна на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу протягом двох років показав, що даний зразок систематично мав низькі хлібопекарські властивості: кількість клейковини коливалась в межах від 24,4 % до 26,2 % з пружними властивостями – ІДК дорівнював 40...50 од., низький вміст білка – 10,5...11,2 %, занижену амілолітичну активність – 380...460 с, завищені значення пошкодженого крохмалю – 23,6 ...24,6 UCD. За результатами пробної лабораторної випічки

хліб мав нерівну, бліду скоринку, забиту пористість, низький об'єм – 350...410 см³ та невисокі значення пористості – 75...78 % табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Аналіз показників якості пшеничного борошна на заводі за Варіантом 3 протягом двох років

(N=8, n=3, P≥0,95)

Зразок	Місяць, рік виробництва	В, %	Б, од	Z, %	K, %	ІДК, од	P, %	Сед., мл	ЧП, с	UCD, од.	ВПЗ, %	Об'єм хліба, см ³	Пористість, %
Борошно в/с	Грудень 2016	15,0	58	0,54	24,9	50	10,5	34	426	24,6	60	350	75
Борошно в/с	Березень 2017	14,8	58	0,54	25,2	50	10,8	32	460	24,5	60	380	75
Борошно в/с	Червень 2017	13,7	62	0,53	24,8	47	10,8	33	402	24,6	59	350	74
Борошно в/с	Вересень 2017	14,0	57	0,55	24,4	44	10,7	30	400	23,9	60	350	75
Борошно в/с	Грудень 2017	14,8	56	0,55	25,2	50	10,8	34	380	23,6	58	400	78
Борошно в/с	Березень 2018	14,4	58	0,55	24,8	50	11,0	33	400	24,2	58	360	74
Борошно в/с	Червень 2018	14,2	56	0,55	25,6	45	10,9	34	380	23,8	57	380	75
Борошно в/с	Вересень 2018	14,2	58	0,54	26,2	40	11,2	34	350	23,4	56	410	78

Примітка: В, % – вологість; Б, од. – білість; Z, % – зольність; K, % – кількість клейковини; ІДК, од. – якість клейковини; P, % – вміст білка; Сед., мл – седиментація; ЧП, с – число падіння; UCD, од. – кількість пошкодженого крохмалю; ВПЗ, % – водопоглинальна здатність, N – кількість зразків.

Дослідження впливу ферментних препаратів різного принципу дії в Розділі 3 показав, що найбільший вплив мали ферментні препарати амілолітичної та геміцелюлазної дії. На основі отриманих даних було розроблено чотири варіанти технологічних добавок, що наведені в табл. 4.9.

Комплексні технологічні добавки за рецептурами 1 і 2 містять ферментні препарати α-амілазу, ксиланазу та амінокислоту L-цистеїн в наступних дозуваннях – (0,2+2,0+5,0) г та (0,5+6,0+10,0) г на 100 кг борошна, відповідно [208], за рецептурами 3 і 4 складаються з ферментного препарату α-амілаза з

геміцелюлазної активністю та амінокислоти L-цистеїн в дозуваннях (8,0+5,0) г та (12,0+10,0) г на 100 кг борошна, відповідно [209].

Таблиця 4.9

Варіанти технологічних добавок для виробництва борошна із заданими показниками якості

Варіант	Технологічна добавка	Дозування, г/100 кг борошна	Вартість, грн./100 кг борошна
Рецептура 1	α -амілаза+ксиланаза+L-цистеїн	0,2+2,0+5,0	7,8
Рецептура 2	α -амілаза+ ксиланаза+L-цистеїн	0,5+6,0+10,0	18,7
Рецептура 3	α -амілаза з геміцелюлазної активністю+L-цистеїн	8,0+5,0	17,7
Рецептура 4	α -амілаза з геміцелюлазної активністю+L-цистеїн	12,0+10,0	28,8

Додана α -амілаза компенсує нестачу власної α -амілази в борошні, збільшує накопичення декстринів, збільшує газоутворюючу і цукроутворюючу здатність борошна, інтенсифікує технологічний процес. Ксиланаза та геміцелюлаза діють на нерозчинні високомолекулярні пентозани, збільшують частку низькомолекулярних пентозанів, що сприяє утворенню більш міцного каркаса клейковини та сприяють збільшенню частки зв'язаної вологи в тісті, що призводить до покращення структурно-механічних властивостей тіста. Амінокислота L-цистеїн в комплексі з амілазою і ксилазною, позитивно впливає на міцну клейковину, розслаблює її, прискорюючи дозрівання тіста. Ослаблення клейковини, збільшення її розтяжності при внесенні цистеїну пояснюється зміною співвідношення сульфгідрильних груп і -SS-зв'язків в білках клейковини [205].

Комплексні технологічні добавки покращили зовнішній вигляд хліба, поверхня хліба стала більш рівномірною з золотавою скоринкою, покращився також характер пор, смак і аромат виробів. За сумою балів (рис.4.2) хліб покращився з «хорошої» оцінки (76 балів) до «відмінної» (92...100 балів).

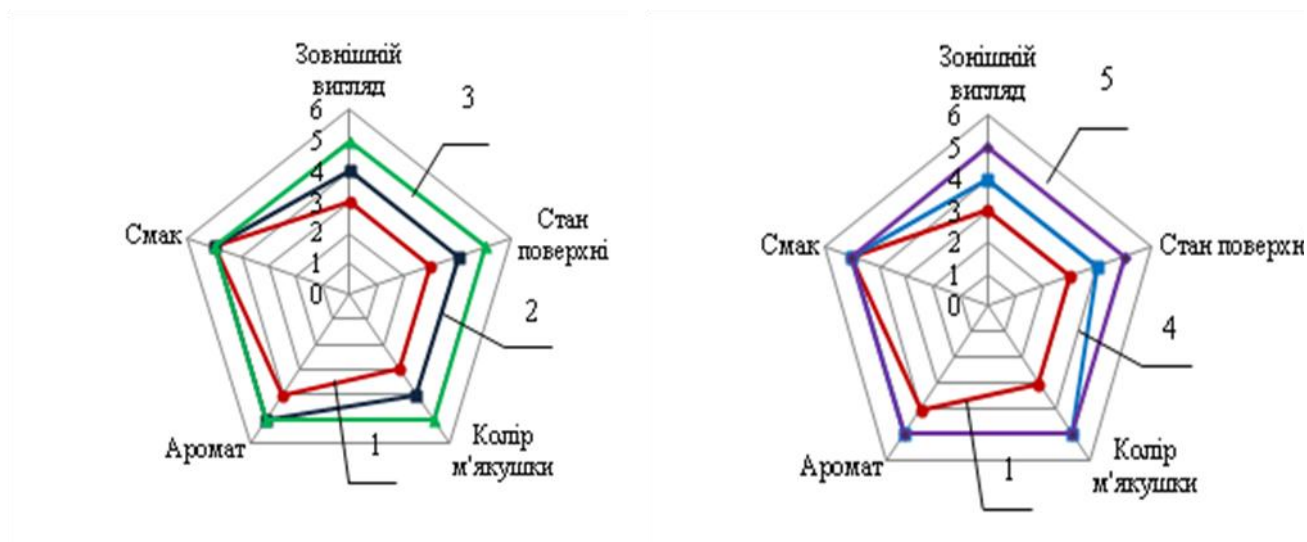


Рис. 4.2 Балова оцінка хліба з технологічними добавками: 1 – контрольний зразок; 2 – рецептура 1; 3 – рецептура 2; 4 – рецептура 3; 5 – рецептура 4.

За показниками пробної лабораторної випічки об'єм та пористість хліба з використанням комплексних технологічних добавок за рецептура 1 і 2 збільшився на 215 см^3 , 260 см^3 та на 6-8 %, відповідно. Технологічні добавки за рецептурою 3 і 4 також показали збільшення об'єму та пористості хліба на $190\text{--}270 \text{ см}^3$ та на 5-7 %, відповідно (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Показники якості хліба з технологічними добавками

(N=5, n=3, P≥0,95)

Варіант	Об'єм, см^3	Питомий об'єм $\text{см}^3/\text{г}$	Пористість, %
Контроль	350	2,3	75
Рецептура 1	565	3,9	81
Рецептура 2	610	4,1	82
Рецептура 3	540	3,6	80
Рецептура 4	620	3,9	82

4.2.1. Зміна технологічних властивостей борошна під час зберігання з технологічними добавками Пшеничне борошно має достатньо тривалий термін зберігання, тому виникла необхідність перевірки впливу технологічних добавок на технологічні та хлібопекарські властивості борошна під час зберігання протягом року (табл. 4.11).

Контрольний зразок борошна мав зміни в показниках при порівнянні за перший і останній місяць, а саме збільшення білості на 4 од., кількості клейковини на 0,5 %, якості клейковини на 4 од., зменшення числа падіння на 50 с. За показниками пробної лабораторної випічки суттєвих змін не було виявлено.

Таблиця 4.11

Технологічні та хлібопекарські показники якості борошна з технологічними добавками під час зберігання

(N=18, n=3, P≥0,95)

Зразок	Дата	В, %	Б, од	К, %	ІДК, од	Сед., мл	ЧП, с	Об'єм, см ³	П., %
Борошно в/с	30.03.2017	14,8	58	24,9	50	34	460	380	75
Рецептура 1	30.03.2017	14,9	58	25,1	55	35	400	560	80
Рецептура 2	30.03.2017	14,8	59	25,1	55	34	390	600	82
Борошно в/с	28.05.2017	14,9	61	25,3	50	36	460	390	73
Рецептура 1	28.05.2017	14,8	61	25,8	54	35	410	565	81
Рецептура 2	28.05.2017	14,7	62	25,6	55	36	400	610	82
Борошно в/с	29.07.2017	14,7	62	25,0	56	38	440	390	74
Рецептура 1	29.07.2017	14,8	62	25,8	59	36	380	570	80
Рецептура 2	29.07.2017	14,6	62	25,9	60	37	380	600	81
Борошно в/с	30.09.2017	14,4	61	25,4	54	39	440	385	75
Рецептура 1	30.09.2017	14,5	62	26,0	60	38	390	580	81
Рецептура 2	30.09.2017	14,3	61	26,2	62	36	380	620	82
Борошно в/с	27.11.2017	14,4	61	25,2	55	37	420	390	74
Рецептура 1	27.11.2017	14,4	61	26,1	60	36	380	600	80
Рецептура 2	27.11.2017	14,2	62	26,3	65	36	380	630	81
Борошно в/с	24.02.2018	14,2	62	25,4	54	36	410	380	74
Рецептура 1	24.02.2018	14,0	62	26,0	62	37	390	580	80
Рецептура 2	24.02.2018	14,0	62	26,2	60	36	380	620	82

Примітка: В, % – вологість, Б, од. – білість, К, % – кількість клейковини, ІДК, од. – якість клейковини, Сед., мл. – седиментація, ЧП, с – число падіння; П., % – пористість хліба.

В борошні з технологічними добавками в перший і останній місяць зберігання змінювались показники наступним чином: білість – з 58...59 од. до 62 од.; кількість клейковини коливалась в межах від 24,9 % до 26,3 %, різниця в 1,4 % є допустимою згідно стандарту; якість клейковини змінювалась з 55 од. до 60...62 од., різниця в 5...7 од також можна вважати допустимою, однак на збільшення даного показника міг частково вплинути L-цистеїн; показник числа падіння зменшував свої значення з 460 с – найвище значення до 380 с – найнижче значення. Зменшення ЧП в 80 с. показує вплив доданої α -амілази. За результатами пробної лабораторної випічки зміни були незначними, об'єм хліба з ТД за варіантом 1 коливався в межах від – 560 см³ до 600 см³, за варіантом 2 – 600...620 см³; пористість, відповідно, змінювалась на 1...2 %.

Отримані результати досліджень показали, що при зберіганні борошна з технологічними добавками, його на технологічні та хлібопекарські показники якості суттєво не змінювались, порівнюючи перший і останній місяць зберігання. Тобто зберігання борошна з ТД протягом року не призводить до зміни його показників в ту чи іншу сторону.

4.2.2. Обґрунтування дозування і змішування технологічних добавок з пшеничним борошном в лабораторних умовах Повноцінна дія комплексної добавки можлива при її рівномірному розподіленні в борошні, що забезпечується за рахунок ефективного змішування.

Проведення досліджень з вивчення характеру протікання процесу змішування передбачало зміну такого фактору, як тривалість змішування. Частота ж обертів робочого органу змішувача залишалася незмінною – на максимальному для цього пристрою рівні 1,67 с⁻¹, коефіцієнт завантаження ванни змішувача складав 75 %. При отриманні суміші необхідно домогтися рівномірного розподілу вихідних компонентів по його об'єму [210].

Щоб оцінити якість змішування однієї випадкової величиною, суміш умовно вважають двокомпонентною. Для чого з суміші виділяють один

компонент, званий умовно основним (ключовим), ключовий компонент в даному дослідженні – вітамінний препарат, інший – борошно.

Якість змішування визначається за коефіцієнтом варіації ключового компоненту суміші, тобто вітаміну В2. Для цього у борошно вносять вітамін В2, попередньо зважений, та змішують у змішувачі періодичної дії при певних режимах. Після чого з суміші відбирається по 10 проб, кожна з яких по 2 г.

Вітаміну В2 в модельній суміші визначали за методом Кравчиної П.Н [178]. Критерієм якості змішування, за яким оцінюють ефективність цього процесу, є коефіцієнт варіації ключового компоненту, який обчислювали за формулою:

$$V_c = \frac{100}{X_c} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_c)^2}{n-1}}, \% \quad \dots\dots\dots(4.2)$$

де X_c – середній вміст ключового компоненту, %;

X_i – вміст ключового компоненту в i – й пробі, %;

n – кількість проб для аналізу.

За результатами проведених експериментальних досліджень побудовано криві змішування – залежність коефіцієнту варіації від тривалості змішування (рис. 4.3, 4.4)

Оптимальний час змішування – це момент встановлення саме цієї динамічної рівноваги, яка відповідає першому мінімальному значенню коефіцієнта варіації кривої змішування.

Аналіз отриманих кривих свідчить, що зі збільшенням часу змішування однорідність суміші поступово зростає незалежно від концентрації ключового компоненту. На кривих чітко виділяються три етапи змішування: I (0...60 с) – зона інтенсивного змішування; II (60...120 с) – зона уповільненого змішування та III (120...180с) – зона сегрегації.

За результатами досліджень встановлено, що мінімального значення коефіцієнту варіації швидше досягає зразок борошна із більшою концентрацією ключового компоненту 0,013 % – через 90 с, тобто підвищення концентрації

ключового компоненту покращує ефективність процесу змішування. Підвищення частоти обертання робочого органу змішувача з $1,0$ до $1,67\text{с}^{-1}$, тобто з 60 до 100 об./хв, також сприяє покращенню процесу змішування і зменшенню коефіцієнту варіації [210].

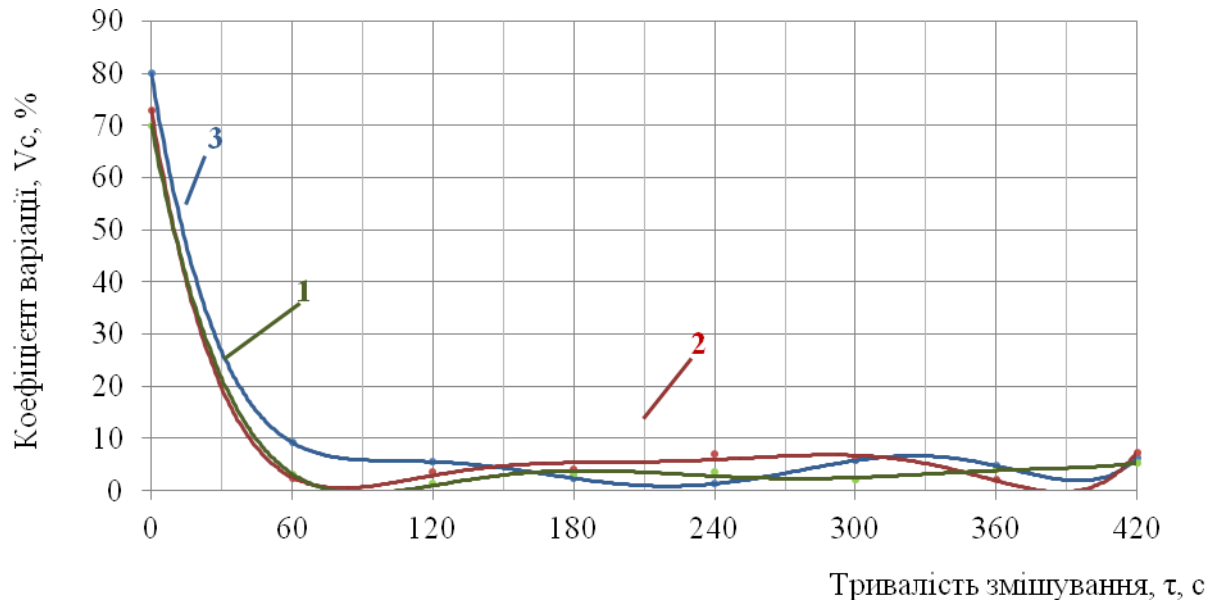


Рис. 4.3 – Крива змішування пшеничного борошна при концентрації ключового компоненту $0,01 \%$: 1 – $1,67 \text{с}^{-1}$ (100 об./хв.); 2 – $1,33 \text{с}^{-1}$ (80 об./хв.); 3 – $1,0 \text{с}^{-1}$ (60 об./хв.)

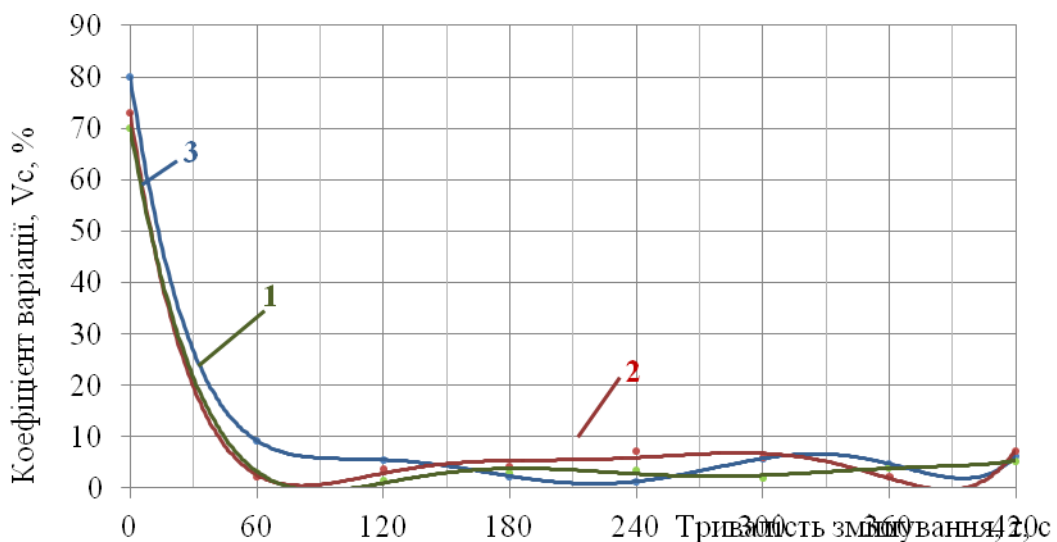


Рис. 4.4 – Крива змішування пшеничного борошна при концентрації ключового компоненту $0,013 \%$: 1 – $1,67 \text{с}^{-1}$ (100 об./хв.); 2 – $1,33 \text{с}^{-1}$ (80 об./хв.); 3 – $1,0 \text{с}^{-1}$ (60 об./хв.)

На підставі проведених експериментальних досліджень встановлено оптимальні режими змішування борошна хлібопекарського з ТД концентрацією 0,010...0,013 % у горизонтальному лопатевому змішувачі періодичної дії: частота обертання робочого органу змішувача 1,33...1,67 с⁻¹; тривалість змішування – 90...180 с (1,5...3 хв.) [210].

4.2.3. Обґрунтування дозування і змішування технологічних добавок з пшеничним борошном у виробничих умовах За структурою ферментні препарати - це сипучі мікрогрануляти білого – світло-коричневого кольору із середнім розміром частинок 150 мікрон. Носієм ферменту є борошно, що дозволяє легко змішувати їх з борошном за допомогою закритих конвективних або барабаних змішувачів, які не дають розмелюють ефекту. Час змішування необхідно оптимізувати по відношенню до необхідної гомогенності.

В результаті проведених досліджень виникла необхідність перевірки отриманих даних на борошномельному заводі. Завод має встановлений дозатор над конвеєром збору борошна за рекомендаціями фірми «Mühlenc Chemie», технічні характеристик дозатора наведені в додатку П. Із запропонованих технологічних добавок, завод обрав варіант 3.

На першому етапі ефективність змішування перевіряли за допомогою аскорбінової кислоти у відповідному дозуванні ТД до рецептури. Було приготовлено попередні суміші технологічної добавки з борошном у співвідношенні – 1:10; 1:30; 1:50. Ефективність змішування визначали згідно з методикою, запропонованою фірмою «Mühlenc Chemie». Суть методу полягає в забарвленні борошна з аскорбіновою кислотою під впливом реагенту «Тауберс». Встановлено, що змішування: у співвідношенні 1:10 відбулося з оцінкою «задовільно»; у співвідношенні 1:30 з оцінкою «добре»; у співвідношенні 1:50 з оцінкою «вмінно» за шкалою розробника

На другому етапі перевіряли ефективність змішування борошна з ТД варіант 3 у співвідношенні 1:50. З крайньої точки конвеєру збору борошна

відібрано 10 проб борошна з періодичністю у 2 хв та проведено пробну лабораторну випічку. Отримано, що об'єм хліба коливався в межах від 520 см³ до 560 см³ і збільшився на 165...205 см³ в порівнянні із зразком без ТД. Пористість покращилася також на 4...7 % і коливалась в межах – 79...82 % (рис 4.5).

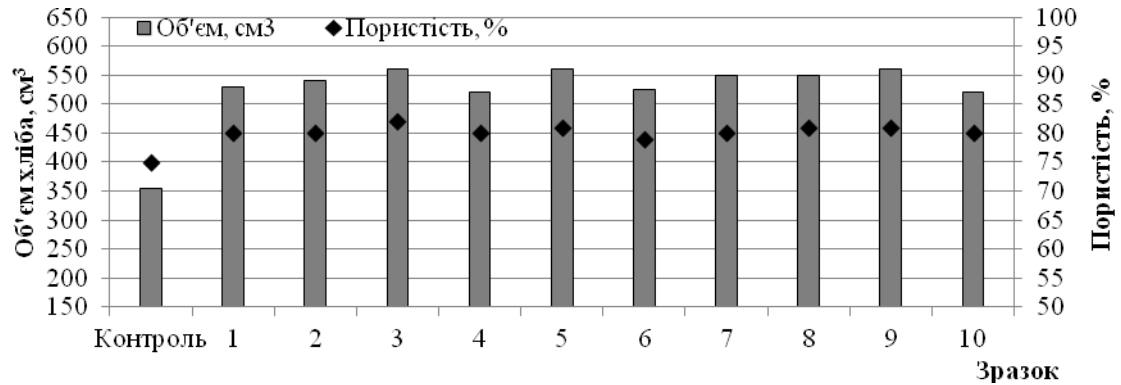


Рис. 4.5 – Оцінка ефективності змішування борошна з ТД за пробною лабораторною випічкою

Коефіцієнт варіації дорівнював – 3,2 %, тобто змішування відбулося з оцінкою «добре». У виробничих умовах, дослідження показали, що оптимальний час змішування – 3...5 хв. При змішуванні борошна з ферментами необхідно уникати високої температури і вологості, тому що ці фактори сприяють інактивації ферментного препарату.

Для ефективного змішування борошна з комплексними технологічними добавками у виробничих умовах необхідно виконувати наступні рекомендації:

- для багатокомпонентної технологічної добавки слід використовувати попередню суміш, яка може бути виготовлена у виробничих умовах або фірмою-виробником;
- для приготування попередньої суміші доцільно використовувати змішувач періодичної дії (у виробничих умовах – «П'яна бочка»);
- попередню суміш слід готувати у співвідношенні 1:30, 1:50;
- дозатор слід встановлювати над конвеєром збору борошна на відстані не менше 3-4-х метрів від початку та до кінця конвеєру (рис.4.6).

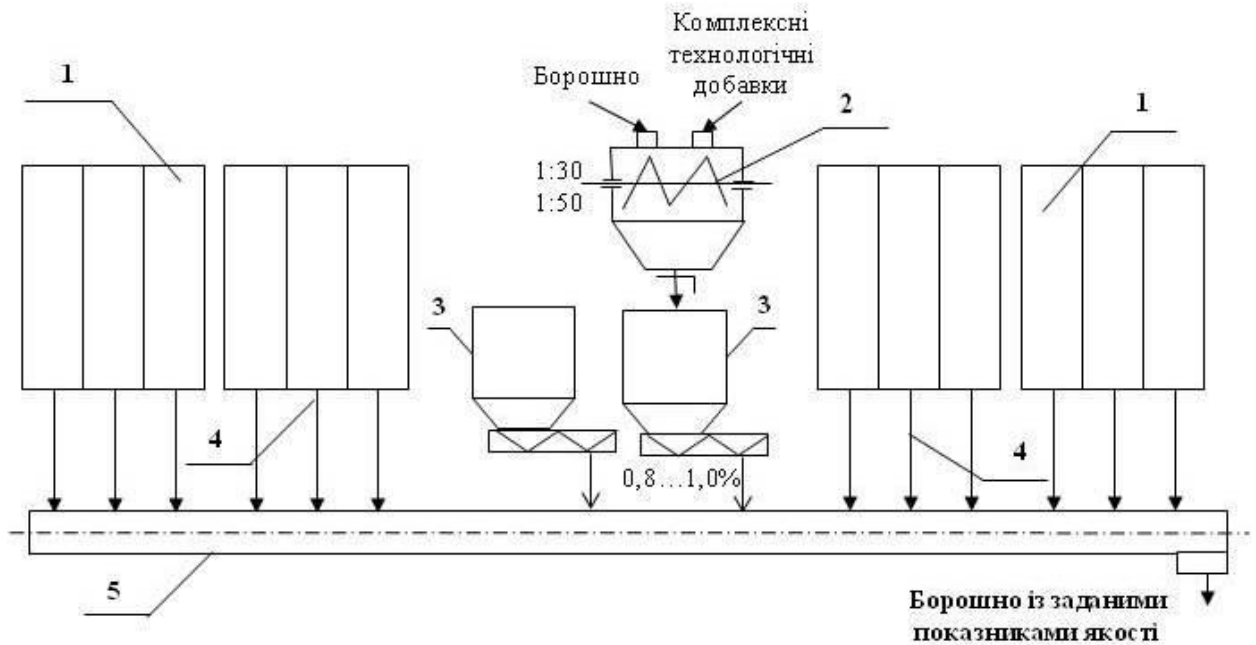


Рис. 4.6 – Технологічна схема виробництва борошна із заданими показниками якості (Рішення 2): 1 – робочі розсійники; 2 – змішувач періодичної дії для створення попередньої суміші борошна з ТД; 3 – дозуючий пристрій; 4 – потоки борошна; 5 – конвеєр збору борошна

Після впровадження рекомендованих режимів проводився аналіз якості борошна з КТД, виробленого на борошномельному заводі протягом року років (табл. 4.12). Дослідження показали, що за кількістю та якістю клейковини суттєвих змін не виявлено, збереглась тенденція низької кількості клейковини з пружними її властивостями. Амілолітична активність даного борошна не набагато збільшилася, за результатами числа падіння, показник коливався в межах від 370...400 с. Однак за результатами пробного лабораторного випікання об'єм хліба в усіх зразках протягом року був вищим на 220...270 см³ в порівнянні з об'ємом хліба з борошна даного заводу на момент відсутності технологічних добавок. Пористість також покращилася і дорівнювала – 80...83 %. Технологічні добавки суттєво вплинули і на органолептичні показники хліба. Хліб мав рівномірну, куполоподібну, гарно забарвлену скоринку, білу м'якушку з рівномірними порами, більш яскравий аромат, властивий хлібу і більш солодкий смак.

Таблиця 4.12

Технологічні та хлібопекарські показники якості борошна з КТД, виробленому на заводі протягом двох років

(N=8, n=3, P≥0,95)

Зразок	Дата	Б, од	К, %	ІДК, од	Сед., мл	ЧП, с	Об'єм, см ³	Пористість, %
Борошно в/с з КТД	Березень 2018	58	25,2	50	34	400	570	80
Борошно в/с з ТД	Квітень 2018	60	25,6	55	35	380	580	81
Борошно в/с з ТД	Травень 2018	60	25,4	55	35	380	580	80
Борошно в/с з ТД	Червень 2018	58	25,3	50	34	370	600	83
Борошно в/с з ТД	Липень 2018	60	25,8	48	33	380	600	82
Борошно в/с з ТД	Вересень 2018	60	26,2	58	35	370	610	83
Борошно в/с з ТД	Жовтень 2018	58	25,8	50	34	380	590	82
Борошно в/с з ТД	Грудень 2018	60	26,2	45	33	370	580	80

Примітка: В, % – вологість, Б, од. – білість, К, % – кількість клейковини, ІДК, од. – якість клейковини, Сед., мл. – седиментація, ЧП, с – число падіння

За результатами досліджень проведено виробничу апробацію, результати якої зазначені в акті виробничих випробувань №2 (додаток Р) на борошномельному комплексі СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.». В результаті впровадження вироблено борошно із заданими показниками якості з виходом у 36,0 %, показники пробної випічки якого повністю відповідали висунутим вимогам. Економічний ефект з впровадження виробництва борошна із заданими показниками якості складає 8,0 тис.грн./добу.

Висновки до РОЗДІЛУ 4

1. Розроблено рішення для виробництва борошна із заданими показниками якості (Рішення 1) шляхом відбору індивідуальних потоків з систем: В1/В2; С1/С2; R2;V2. Якість розробленого борошна відповідає вимогам і складає: білість – 60 од. ; кількість клейковини – 28,2 %; якість клейковини – 70 од.;

- число падіння – 315 с; ВПЗ – 57,5 %; пошкодження крохмальних зерен – 22,5 UCD.
2. Аналіз якості борошна з заводу за варіантом 3 показав систематично низькі хлібопекарські властивості: кількість клейковини – 24,4...26,2 %; якість клейковини, ІДК – 40...50 од.; число падіння – 380...460 с.; об'єм хліба – 350...410 см³.
 3. Розроблено рішення для виробництва борошна із заданими показниками якості (Рішення 2) шляхом внесення комплексних технологічних добавок. Для зразків борошна з невисоким вмістом клейковини (24,0...25,0 %), пружними її властивостями (ІДК – нижче 55 од) та заниженим значенням амілолітичної активності (ЧП вище 330 с), рекомендується вносити наступні рецептури комплексних технологічних добавок: Рецепт 1 і 2 – 0,2+2,0+5,0 г/100кг борошна та 0,5+6,0+10,0 г/100кг борошна, відповідно α -амілаза, ксиланаза та цистеїн; Рецепт 3 та 4 – 8,0+5,0 г/100кг борошна та 12,0+10,0 г/100кг борошна, відповідно α -амілаза з геміцелюлазної активністю і цистеїн.
 4. Дослідження якості борошна з технологічними добавками під час зберігання не показали суттєвих змін на початку і в кінці зберігання. Об'єм хліба з ТД за варіантом 1 змінювався від 560 см³ до 600 см³, за Варіантом 2 – 600...620 см³, пористість змінювалась на 1...2 %, відповідно.
 5. Обґрунтовано режими дозування і змішування технологічних добавок та встановлено, що для ТД з малим дозуванням необхідно готувати попередню суміш у співвідношенні 1:50.
 6. В результаті впровадження розробленої технології виробництва борошна борошна із заданими показниками якості було проведено аналіз борошна даного заводу протягом року. Встановлено, що за сортоутворюючими показниками особливих змін не було в порівнянні з борошном без ТД (кількість клейковини – 25,2...26,2 %, якість клейковини – 45...58 од.; число падіння – 370...400 с.). Однак за результатами пробної лабораторної випічки спостерігалось суттєве покращення – об'єм хліба – 570...610 см³, пористість – 80...83 %.

ВИСНОВКИ

На підставі узагальнення теоретичного матеріалу та експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність виробництва борошна із заданими показниками якості та розроблено 2 технологічних рішення: шляхом формування індивідуальних потоків та шляхом внесення технологічних добавок.

1. Проведено моніторинг асортименту та показників якості пшеничного борошна в Україні та за її кордоном. Визначено основні сорто- і типоутворюючі показники: зольність, кількість клейковини, вміст білка та число падіння. Встановлено, що українське борошно характеризується порівняно низькими значеннями кількості клейковини – 24...26 %, що пов'язано з низькою якістю зерна, що переробляється на борошномельних заводах, а також відмінністю у стандартах для її (клейковини) визначення.

2. Удосконалено методику визначення кількості та якості клейковини, яку частково гармонізовано з міжнародним стандартом. Встановлено, що удосконалений метод співвідносний з діючим національним стандартом: кореляція за кількістю клейковини дорівнює 0,95, а за якістю – 0,85. Метод подано як проект державного стандарту «Методи визначення кількості та якості клейковини в пшениці» (третя редакція).

3. Виявлено, що зразки з Північних та Центральних регіонів України володіли кращими хлібопекарськими властивостями порівняно зі зразками з Південного регіону у зв'язку з агрокліматичними умовами: кількість клейковини – 26,0... 28,0 % і 24,0...25,2%; ІДК – 63...82 од. і 47...60 од., ЧП – 285...320 с і 360...480 с, об'єм хліба – 470...485 см³ та 320...420 см³, відповідно.

4. Встановлено, що на заводах з розвиненою схемою (за Варіантом 1 та 2) на системах першої якості кількість клейковини більша в 1,2...1,5 рази, значення якості клейковини (ІДК) вищі на 5...30 од., вміст білка більший в 1,2...1,4 рази, значення числа падіння нижчі в 1,1...1,3 рази від даних

показників на тих же системах заводу зі скороченою схемою (за Варіантом 3). Невисока якість індивідуальних потоків борошна на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу наряду з невеликою їх кількістю унеможливорює формування борошна із заданими показниками якості.

5. Встановлено, що найбільший вплив на об'єм і балову оцінку хліба з українського борошна мають ферментні препарати амілолітичної та ксиланазної (геміцелюлазної) дії, що підтверджується збільшенням об'єму хліба в 1,3...1,4 рази і в 1,5...1,6 разів, відповідно, з покращенням балової оцінки з «хорошої» на «відмінну». При невисоких значеннях кількості клейковини (24,0...25,0 %) з пружними її властивостями (ІДК – менше 55 од.) рекомендовані дозування ферментних препаратів для покращення хлібопекарських властивостей борошна повинні бути наступними: α -амілаза – 0,2-0,5 г/100кг; ксиланаза (геміцелюлаза) – 2,0...6,0 г/100 кг.

6. Розроблено рішення (Рішення 1) для виробництва борошна із заданими показниками якості шляхом відбору індивідуальних потоків з систем: B1/B2; C1/C2; R2; V2. Якість розробленого борошна відповідає вимогам і складає: білість – 60 од.; кількість клейковини – 28,2 %; якість клейковини – 70 од.; число падіння – 315 с; ВПЗ – 57,5 %; пошкодження крохмальних зерен – 22,5 UCD.

7. Розроблено рішення для виробництва борошна із заданими показниками якості (Рішення 2) шляхом внесення комплексних технологічних добавок. Для зразків борошна з невисоким вмістом клейковини (24,0...25,0 %), пружними її властивостями (ІДК – нижче 55 од) та заниженим значенням амілолітичної активності (ЧП вище 330 с), рекомендується вносити наступні рецептури комплексних технологічних добавок: Рецепт 1 і 2 – 0,2+2,0+5,0 г/100кг борошна та 0,5+6,0+10,0 г/100кг борошна, відповідно α -амілаза, ксиланаза та цистеїн; Рецепт 3 та 4 – 8,0+5,0 г/100кг борошна та 12,0+10,0 г/100кг борошна, відповідно α -амілаза з геміцелюлазною активністю і цистеїн.

8. Проведено виробничу апробацію з формування борошна із заданими показниками якості на борошномельних заводах ТОВ “Васильківхлібопродукт” та СФГ “КУЦАРЄВА Ф.С.”, отримано економічну ефективність в розмірі 11 тис.грн/добу і 8 тис.грн/добу, відповідно. Розроблено патент на корисну модель з використання технологічних добавок на борошномельних заводах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Наливайко Н.П. Проанализируем химический состав пшеничной и ржаной муки // Хлібопекарська і кондитерська промисловість. 2013. Т. 100, вип. 3. С. 37-40.
2. Айзикович Л.Е. Физико-химические основы технологии производства муки. Москва: Колос, 1975. 239 с.
3. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. Санкт-Петербург: Професия, 2005. 374 с.
4. Мерко І.Т. Технологія мукомельного і круп'яного виробництв. Одеса: Друкарський дім, 2010. 472 с.
5. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. Москва: ПрофОбрИздат, 2002. 432 с.
6. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна. Одеса: Друк, 2001. 348 с.
7. Ang J. Powdered cellulose and the development of new generation healthier foods // Cereal Foods World. 2001. № 46. P. 107-111.
8. Deibel K. Microbiological Examination of Foods // Cereal and cereal products. Washington DC, 2001. Topic 3. P. 549-552.
9. Pomeranz, Y., Shellenberger J. Histochemical characterization of wheat and wheat products // Cereal Chemistry. 1961. № 38. P. 109-113.
10. Cai I., Choi I., Hyun J. Influence of bran particle size on bread-baking quality of whole grain wheat flour and starch retro gradation // Cereal Chemistry. 2014. T. 91. P. 65-61.
11. Taggart P. Starch as an ingredient: manufacture and applications. Starch in Food. Structure, Function and Applications. Cambridge: Woodhead Publishing; 2004. Chapter 12.
12. Goesaert H, Brijs K, Veraverbeke WS, Courtin CM. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. Trends in Food Science and Technology. 2005. №16(1-3). P. 12–30.

13. Кретович В.Л. Биохимия зерна. Москва: Наука, 1981. 484 с.
14. Hrušková M., Švec I., Jirsa O. Correlation between milling and baking parameters of wheat varieties // *Journal of Food Engineering*. 2006. № 77. P. 439–444.
15. Van Der Broght, A., Goesaert H., Veraverbke W. Fractionation of wheat and wheat flour into starch and gluten: overview of the main processes and the factors involved // *Journal of Cereal Science*. 2005. T. 41. P. 221-237.
16. Abang – Zaidel D., Chin N., Abdul Rahman R. Rheological characterization of gluten from extensibility measurement // *Journal of Food Engineering*. 2008. № 86. P. 549-556.
17. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. М.: Колос, 1976. 376с.
18. Соколова, С.М. Фракционный состав белков некоторых видов рода *Aegilops* // *Биохимия и филогения растений*. 1972. С.68-74.
19. Axford, D.W. Glutelin - the strength protein of wheat flour // *Milling, Feed and fertilizer*. 1978. vol.66. №5. P.18.
20. Huebner, F.R. Some rheological properties of crude gluten mixed in the farinograph // *Cereal Chemistry*. 1976. vol.53,. №2. P.258-269.
21. Wrigley, C.W. Association of glutenin subunits with gliadin composition // *Australian Journal of Plant Physiology*. 1982. vol.9. №1. P.15-30.
22. Созинов, А.А. Связь компонентов глиадина с качеством зерна озимой пшеницы // *Селекция и семеноводство*. 1985. №4. С.34-35.
23. Ang J. Powdered cellulose and the development of new generation healthier foods // *Cereal Foods World*. 2001. № 46. P. 107-111.
24. Anjum F., Khan M., Butt M. Functional properties of soy hulls supplemented wheat flour // *Nutrition and Food Science*. 2006. № 36. P. 82-89.
25. Козьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. Москва: Колос, 1976. 376 с.
26. Pomeranz Y., Shogren M., Finniey K. Fiber in bread making – effects on functional properties // *Cereal Chemistry*. 1977. № 54. P. 25 -41

27. D'Ovidio R, Masci S. The low-molecular-weight glutenin subunits of wheat gluten // *Journal of Cereal Science*. 2004. №39(3). P. 321–339.
28. Hoffmann RA, Roza M, Maat J, Kamerling JP, Vliegenthart JFG. Structural Characteristics of the Warm-water-soluble Arabinoxylans from the Tailings of the Soft Wheat Variety Kadet // *Carbohydrate Polymers*. 1991. Vol .16. №3. P. 275-289.
29. Courtin C., Delcour J. Arabinoxylans and endoxylanases in wheat flour breadmaking // *Journal of Cereal Science*. 2002. Vol 35. №3. P. 225–243.
30. Pareyt B, Finnie SM, Putseys JA, Delcour JA. Lipids in bread making: Sources, interactions, and impact on bread quality // *Journal of Cereal Science*. 2011. Vol .54. №3. P. 266-279.
31. Van Der Borgh A, Goesaert H, Veraverbeke WS, Delcour JA. Fractionation of wheat and wheat flour into starch and gluten: overview of the main processes and the factors involved. // *Journal of Cereal Science* 2005. Vol . 41. №3. P. 221–237.
32. Wang J., Rosell C., Benedito Barber C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality // *Food Chemistry*. 2002. T.79. P. 221 -226
33. Almeida E., Chang Y., Steel C.. Effect of adding different dietary fiber sources on farinographic parameters of wheat flour // *Cereal Chemistry*. 2010. T. 87. P. 566-573.
34. Лебеденко Т.Є., Пшенишнюк Г.Ф., Соколова Н.Ю. Технологія хлібопекарського виробництва. Практикум : навчальний посібник. Одеса: Освіта України, 2014. 392 с.
35. Бегеулов М. Хлебопекарные свойства пшеничной муки // *Хлебопродукты*. 2003. № 4. С. 22-23.
36. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ: ЛОГОС, 2002. 320 с.

37. Дробот В.И., Сачук Н.И., Чагаров А.М. Улучшение качества муки со слабой клейковиной на мукомольных заводах // Хранение и переработка зерна. 2001. № 3(21). С. 49-51.
38. Караджов, Г., Василева Р., Николова М.. Технология на хляба, хлебните и сладкарските изделия. София: Земиздат, 1998. 352 с.
39. Wieser, H. Comparative investigations of gluten proteins from different wheat species. I. Qualitative and quantitative composition of gluten protein types // European Food Research and Technology. 2000. № 211. P. 262-268.
40. Veraverbke W., Delcour J. Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2002. №42. P. 179-208.
41. Anderssen R., Bekes F., Gras P. Wood. Wheat flour dough extensibility as a discriminator for wheat varieties // Journal of Cereal Science. 2004. № 39. P. 195-203.
42. Химический состав пищевых продуктов / за ред. Нестерина М.Ф., Скурихина И.М. Москва, 1979. 248 с.
43. Landi A. Garatteristiche ottimali del grano duro e tenero per I prodotti destinati all'alimentazione umana // Informatore agrario. 1987. T.43. №36. S. 29-31.
44. Береулов М. Хлебопекарные свойства пшеничной муки // Хлебопродукты. 2003. №4. С.22-23.
45. Волошенко, О. С. Визначення хлібопекарських властивостей пшеничного борошна // Хранение и переработка зерна. 2017. № 5. С. 51-54.
46. Dr. Mahmoud Riad. The effect of damaged starch on the quality of baked good // Miller Vagazine. №11(89). С. 94-96.
47. Dubat, Arnaud. "The importance and impact of Starch Damage and evolution of measuring methods." Chopin Tribune, 2007. P. 3.
48. Medcalf D. G., and GILLES K. A. Determination of starch damage by rate of iodine absorption. Cereal Chem. 1965. №42. P. 546-557.

49. Бутковский В.А., Галкина Л.С., Птушкина Г.Е. Современная техника и технология производства муки. Москва: ДеЛиПринт, 2006. 319 с.
50. Домарецький В.А., Остапчук М.В., Українець А.І. Технологія харчових продуктів: підручник. Київ: НУХТ, 2003. 569 с.
51. Панкратов Г.Н., Иванов В.А. Гранулометрический состав // Хлебопродукты. 1999. №4. С. 16.
52. Химический состав пищевых продуктов / за ред. Покровського А.А. Москва, 1976. 228 с.
53. Украинский рынок пшеничной муки: кто помогает, а кто усложняет // Хранение и переработка зерна. 2013. № 3 (168). С. 15-16.
54. Украинский рынок пшеничной муки в 2016/17 МГ: ренессанс отрасли // Хранение и переработка зерна. 2017. № 6. С. 11-14.
55. Экспорт рынка пшеничной муки // Хранение и переработка зерна. 2017. № 12. С. 11-12.
56. Экспортный рынок пшеничной муки // Хранение и переработка зерна. 2018. № 9. С. 10-11.
57. ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови»
58. СТБ 1666-2006 Мука пшеничная. Технические условия
59. УС № 01 2011 Брашно. «Бяло», «Добруджа», «Типово».
60. ISO 17715:2013 - Farine de blé tendre
61. UNI EN ISO 6579:2008 – Farina di grano tenero
62. DIN EN ISO 21415-2:2016 DE - Weizen und Weizenmehl
63. Переваги і недоліки різних методів відмивання клейковини / Попереля Ф.О. та ін. // Хранение и переработка зерна. 2002. № 8 (38). С. 40-43.
64. Оносова, І.А. Особливості визначення показників клейковини зерна пшениці різними методами // Товарознавство та інновації. 2012. №4. С. 258-262.
65. Переваги і недоліки різних методів відмивання клейковини / Попереля Ф.О. та ін. // Хранение и переработка зерна. 2002. № 8 (38). С. 40-43.

66. Оносова, І.А. Особливості визначення показників клейковини зерна пшениці різними методами // Товарознавство та інновації. 2012. №4. С 258-262.
67. Брославцева І. В. Удосконалення процесу формування готової продукції в технології сортового помелу пшениці: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02: захист 25.10.2013 / наук. кер. Жигунов Д.О. Одеса: ОНАХТ, 2013. 22 с.
68. Крутовий Ж. А., Захаренко Г. В., Захаренко В. О. Три принципи створення борошняних виробів // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць / ХДУХТ. Харків, 2014. №2. С. 222-230.
69. Белоусова Е. Сортовые ресурсы пшеницы и их роль в процессах переработки. // Хлебопродукты. 1998. №2. С.11-14.
70. Беркутова Н.С., Шевцова И.А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов ее переработки. М.: «Колос», 1984. 320 с.
71. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна. М: Росагропромиздат, 1991. 240 с.
72. Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. Москва: Агропромиздат, 1989. 464 с.
73. Pizzuti D., Buda A., D'Odorico A. Lack of intestinal mucosal toxicity of *Triticum monococcum* in celiac disease patients // Scandinavian Journal of Gastroenterology. 2006. vol.41, № 11. P. 1305-1311.
74. Топораш, І.Г. Хлібопекарські властивості сумішей твердозерної та м'якозерної пшениці // Хранение и переработка зерна. 2009. № 6. С. 59-61.
75. Чеботарь, С.В. Аллельная характеристика генов короткостебельности в генетическом пуле сортов озимой мягкой пшеницы Украины // Генетичні ресурси рослин. 2008. № 6. С. 96-103.
76. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. Київ: КІХ Мінагропрому України, 1998.

77. Беркутова Н.С., Швецова И.А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов его переработки. М.: Колос, 1984. 320 с.
78. Егоров, Г.А. Управление технологическими свойствами зерна. – Воронеж: Наука, 2000. 510 с.
79. Швецова И.А., Г.К. Колкунова Дисперсность, степень повреждения крахмала и водопоглощения муки // Труды ВНИИЗ. 1976. Вып. 83. С. 7-11.
80. Мелешкина, Е.П. Современные аспекты качества пшеницы для выработки муки и крупы // Материалы 6-ой международной конференции «Мельница-2011. Модернизация. Инновации. Техническое перевооружение». М.: МПА, 2011. С. 19-24.
81. Моргун, В.А. Влияние удельных нагрузок и режимов измельчения на качество муки по системам // Пищевая технология. 1976. № 4. С. 96-98.
82. Бутковский В.А., Мельников Е.М., Мерко И.Т. Технологии зерноперерабатывающих производств. Москва: Интерграфсервис, 1999. 472 с.
83. Хусид С.Д. Измельчение зерна. (Теоретические основы и практика). М.: Хлебоиздат, 1958. 247 с.
84. Нетребский А.А. Интенсификация измельчения зерна. Одесса: Друк, 2006. 247 с.
85. Вашкевич В.В., Горнец О.Б., Ильичев Г.Н. Технология производства муки на промышленных и малых мельницах. Барнаул, 1999. 215 с.
86. Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. Москва: ИКЦ "Март", 2004. 688 с.
87. Мерко, И.Т., Моргун В.А. Изменение химического состава муки на различных этапах ее производства // Пищевая технология. 1970. № 4. С. 42-45.
88. Горбатовская, Н.А. Исследование технологического процесса размола пшеницы при сортовых помолах с целью установления оптимального выхода муки: автореф. дис. на соискание степени канд.техн. наук.: 05.18.02. Москва, 1975. 19 с.

89. Жигунов Д.А., Чумаченко Ю.Д. Качественные показатели муки с различных систем технологического процесса // Материалы III Международной научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях». Пятигорск. 2009. С. 22-24.
90. Жигунов Д.А. Хлебопекарные показатели потоков муки при сортовом помоле пшеницы // Харчова наука і технологія. 2015. №4. С. 50-55.
91. Бутко В. П., Бороноева Г. С, Козлова Т. С. Количественно-качественная характеристика потоков муки при сортовом помоле пшеницы // Изв. вузов. Пищ. технология. 1986. № 3. С. 39-41.
92. Amylase, falling number, polysaccharide, protein and ash relationships in wheat millstreams Every D. et al. // Euphytica. 2002. vol.126, № 1. P. 135-142.
93. Chemical and mixographic properties of different wheat flour mill streams / Anjum F.M. et al. // Pak. J. Agri. Sci. 1997. vol.34, № 1-4. P. 13-16.
94. Wang M., Sapirstein H.D., Machet S., Dexter J.E. Composition and distribution of pentosans in mill streams of different Hard Spring Wheats // Cereal Chemistry. 2006. vol.83, № 2. P. 161-168.
95. Distribution of free lipids and their fractions in wheat flour milled streams / P. Prabhasankar et al. // Food chemistry. 2000. vol.71, № 1. P. 97-103.
96. Distribution of protein composition in bread wheat flour mill streams and relationship to bread making quality / Y.G. Wang et al. // Cereal Chemistry. 2007. vol.84, № 3. P. 271-275.
97. Menkovska M., Knezevic D., Ivanovski M. Protein allelic composition, dough rheology, and baking characteristics of flour mill streams from wheat cultivars with known and varied baking qualities // Cereal Chemistry. 2002. – vol.79, № 5. P. 720-725.
98. Prabhasankar P., Sudha M.L., Rao P.H. Quality characteristics of wheat flour milled streams // Food research international. 2000. vol.33, № 5. P. 381-386.
99. Матвеева И.В., Белявская И.Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий. Москва, 2001. 116 с.
100. Тутельян В.А., Спиричев В.Б. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. М.: Колос, 2002. 422 с.

101. Dubreil L. Recherche de rôle biologique des puroindolines et mise en evidence de leurs potentialités technologiques dans la transformation des céréales. // Sciencesdes Aliments. 2002. №4 (98). P. 228-231.
102. Попов М.В. Технологические решения производства пшеничной муки целевого назначения для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий: автореф. дис. на получение науч. степени канд. техн. наук: 05.18.01: защита 24.12.2008 / науч. рук. Матвеева И.В. Москва: МГУПП, 2008. 24 с.
103. Матвеева, И.В. Корректировка качества муки на основе ферментных препаратов // Хлебопродукты. 2007. № 3. С. 55-57.
104. Мелешкина Е. Применение пищевых добавок на мельниках // Хлебопродукты. 2005. № 11. С. 40-42.
105. Кондратьев И.А., Кондратьев А.И. Применение ферментных препаратов на мукомольных заводах // Зерновое хозяйство. 2002. № 5. С.25-26.
106. Lutz Popper, Mühlenchemie Ahrensburg. Enzymes : les meilleurs amis des farines. // Sciencesdes Aliments. 2010. №2. P. 34-46.
107. Сірохман І.В., Лозова Т.М. Якість і безпечність зерно- борошняних продуктів: навчальний посібник. – Київ: Центр навч. Літератури. 2006. 384 с.
108. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: навчальний посібник. Київ: ЦНЛ, 2006. 640 с.
109. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР // Відомості Верховної Ради України. Київ: Кабінет Міністрів, 1997. 42 с.
110. Капрельянц Л.В. Ферменты в пищевых технологиях. Одесса, 2009. 498 с.
111. Матвеева И., Белибова Ю., Попов М. Концепция корректировки качества муки на основе ферментных препаратов // Хлебопродукты. 2006. №2. С. 43-44.
112. Кондратьев И.А., Кондратьев А.И. Применение ферментных препаратов на мукомольных заводах // Зерновое хозяйство. 2002. №5. С. 25-26.

113. Колупаева, Т., М. Клевец Амилолитические ферменты в производстве пшеничного хлеба // Хлебопродукты. 2010. N 5. С. 39-41.
114. Коршенко Л. С. Стабилизация качества хлеба из пшеничной муки с низкими хлебопекарными свойствами // Интернет-журнал «Науковедение» . 2014. выпуск 6 (25). С. 1-11.
115. Косован А.П., Дремучева Г.Ф. Применение хлебопекарных улучшителей для регулирования качества муки // Пищевая промышленность. 2003. № 12. С. 44-45.
116. Poulsen PB, Bucholz K. History of Enzymology with Emphasis on Food Production. Handbook of Food Enzymology. New York: Marcel Dekker; 2003. Chapter 2.
117. Petersen SB. Protein Engineering: Design and Engineering on the Nano Scale. Applied Biocatalysis, second ed. Amsterdam: Harwood Academic Publications; 2005. P. 263-310.
118. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. М: Издательский комплекс МГУПП, 1998. 65 с.
119. Осипова Г. Улучшители пшеничной хлебопекарной муки для макаронных изделий // Хлібопекарська і кондитерська промисловість. 2013. № 4 (101). С. 38.
120. Сильчук Т. Кулініч В., Цирульнікова В. Хлібопекарські поліпшувачі для виробництва хліба із суміші житнього та пшеничного борошна // Хлібопекарська і кондитерська промисловість. 2013. № 12 (109). С. 8-9.
121. Дробот В.І. Поговоримо ще раз про харчові добавки та їх функціональну роль в технологічному процесі // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2011. № 5. С. 8–10
122. Georgopoulos T, Larsson H, Eliasson AC. Influence of native lipids on the rheological properties of wheat flour dough and gluten // Journal of Texture Studies. 2006. Vol. 37. №1. P. 49–62.
123. Wieser H. Chemistry of gluten proteins // Food Microbiology. 2007. Vol. 24. №2. P. 115–119.

124. Jean-Philippe Ral, Alex Whan, Oscar Larroque. Engineering high α -amylase levels in wheat grain lowers Falling Number but improves baking properties. *Plant Biotechnology Journal*. 2016. №14. P. 364–376.
125. van der Maarel MJEC, van der Veen B, Uitdehaag JCM. Properties and applications of starch-converting enzymes of the α -amylase family // *Journal of Biotechnology* 2002. Vol . 94. №2. P. 137–155.
126. Barak S., Mudgil D, Khatkar B. Effect of flour particle size and damaged starch on the quality of cookies. *J Food Sci Technol*. 2014. Vol. 51. №7. P. 1342–1348.
127. Boyac İ. H., Williams P. C.,& Kökse H. A rapid method for the estimation of damaged starch in wheat flours. *Journal Cereal Science*. 2004. № 39. P. 139-145.
128. Fistes A., Rakic D. Using the eight-roller mill in the purifier-less mill flow. *J Food Sci Technol*. 2015. Vol. 52. №7. P. 4661-4668.
129. Synowiecki J. The Use of Starch Processing Enzymes in the Food Industry. *Industrial Enzymes. Sctructure, Function and Applications*. Dordrecht: Springer, 2007. P. 19-34.
130. Gupta R, Gigras P, Mohapatra H, Goswami VK, Chauhan B. Microbial α -amylases: a biotechnological perspective // *Process Biochemistry* 2003. Vol. 38 №11. P. 1599-1616.
131. Martin ML, Hoseney RC. A mechanism of bread firming. II role of starch hydrolyzing enzymes // *Cereal Chemistry*. 1991. Vol.68. №5. P. 503–509.
132. Cauvain S, Young L. Ingredients and their influences. *Baked Products. Science, Technology and Practice*. Oxford: Blackwell Publishing. 2006. P. 72-98.
133. Poutanen K. Enzymes: An important tool in the improvement of the quality of cereal foods. *Trends in Food Science and Technology*. 1997. Vol.8. №9. P. 300-306.

134. . Билык Е.А., Халикова Е.Ф., Малиновский В.В. Способы сохранения свежести хлебобулочных изделий из пшеничной муки // Хранение и переработка зерна. 2013. № 3 (168). С. 52-54.
135. Vihinen M., Manstala P. Vicrobial amylolytic enzymes // Crit. Revs. Biochem. And Mol. Biol. 1989. Vol. 24. P. 329-418/
136. Christophersen C. Enzymatic characterization of maltogenic alpha-amilase, a thermostable alpha-amilase // Starch/Starke. 1998. Vol. 50. P. 39-45.
137. Rao MB, Tanksale AM, Ghatge MS, Deshpande VV. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. Microbiology and Molecular Biology Reviews. 1998. Vol. 62. №3. P. 597–635.
138. Bombara N, Anon MC, Pilosof AMR. Functional Properties of Protease Modified Wheat Flours // LWT Food Science and Technology. 1997. Vol.30. №5. P. 441–447.
139. Di Cagno R. et. al. Interactions between sourdough lactic acid bacteria and exogenous enzymes: effects on the microbial kinetics of acidification and dough textural properties. // Food Microbiology 2003. Vol.20. №1. P. 67–75.
140. Linko Y-Y, Javanainen P, Linko S. Biotechnology of bread baking // Trends in Food Science and Technology 1997. Vol.8. №10. P. 339-344.
141. Salleh AB, Razak CNA, Rahman RNZRA, Protease: Introduction. New Lipases and Proteases. New York: Nova Science Publishers. 2006. P. 23-39.
142. Shallom D, Shoham Y. Microbial hemicellulases // Current Opinion in Microbiology 2003. Vol.6. №3. P. 219–228.
143. Гемицеллюлозы зерна злаков и ферменты, катализирующие их ращепление. / Родионава Н.А. и др. // Прикладная биохимия и микробиология. 1992. Т.28. вып.5. С. 645-665.
144. Enzymes in food processing / Tukur G. et. al. // New York: Academic and Professional. 1995. P. 161-190.
145. Izydorczyk M., Biliaderis C. Cereal arabinoxylans: advances in structure and physicochemical properties // Carbohydrate Polymers. 1995. № 28. P. 33-48.

146. Autio, K. Effects of cell wall components on functionality of wheat gluten // *Biotechnology Advances*. 2006. № 24. P. 633-635.
147. Autio K., Looseveld A., Delcour J. The significance of arabinogalactan – peptide for wheat flour breadmaking // *Journal of Cereal Science*. 2000. № 32. P. 147-157.
148. Goesaert H, Courtin CM, Delcour JA. Use of enzymes in the production of cerealbased functional foods and food ingredients. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. UK: Elsevier Inc. 2008. P. 237-265.
149. Collins T, Gerday C, Feller G. Xylanases, xylanase families and extremophilic xylanases // *FEMS Microbiology Reviews* 2005. Vol. 29. №1. P. 3–23.
150. Дробот В.І. Поговоримо ще раз про харчові добавки та їх функціональну роль в технологічному процесі // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2011. № 5. С. 8–10
151. Colakoglu AS, Ozkaya H. Potential use of exogenous lipases for DATEM replacement to modify the rheological and thermal properties of wheat flour dough // *Journal of Cereal Science* 2012. Vol.55. №3. P. 397-404.
152. Different mechanisms control lipoxygenase activity in durum wheat kernels / De Simone V. et. al. // *Journal of Cereal Science* 2010. vol.52. №2. P. 121-128.
153. Discrimination of wheat varieties by simultaneous measurements of oxygen consumption and consistency of flour dough during mixing / Levavasseur L. et. al. // *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2006. vol.86. №11. P. 1688–1698.
154. Feussner I, Kuhn H, Wasternack C. Lipoxygenase-dependent degradation of storage lipids // *Trends in Plant Science* 2001. vol.6. №6. P. 268-273.
155. Use of chemometric tools to estimate the effects of the addition of yeast, glucose-oxidase, soybean or horse bean flours to wheat flour on biochemical bread dough characteristics. / Boussard A. et. al. // *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 2012. №113. P. 68–77.

156. Вашкевич В.В., Горнец О.Б., Ильичев Г. Н.. Технология производства муки на промышленных и малых мельзаводах. Барнаул, 1999. 215 с.
157. ISO 17715:2013 Flour from wheat (*Triticum aestivum* L.) Amperometric method for starch damage measurement.
158. Mixolab Applications Handbook: Rheological and Enzymatic Analysis. 2006. Chopin Applications Laboratory. Villeneuve La Garenne. France.
159. ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки»
160. Cenkowski S., Dexter J., Scanlon M. Mechanical Compaction of Flour: The Effect of Storage Temperature on Dough Rheological Properties. Canadian Agriculture Engineering. 2000. № 42. P. 33-41.
161. Gabriela N. Gabriela T. 'Pablo D. Ribotta Alberto E. Influence of damaged starch on cookie and bread-making quality. Eur Food Res Technol. 2007. № 225. P. 1–7.
162. Dubat A, Kahraman K., Sakiyan O., Ozturk S. Utilization of Mixolab to predict the suitability of flours in terms of cake quality. European Food Research and Technology. 2008. №227. P. 565-570.
163. Dhaka V., Gulia N., and Khatkar B. S. Application of mixolab to assess the bread making quality of wheat varieties. Sci. Report. 2012. № 1. P. 183.
164. Ozturk S., Kahraman K., Tiftik B., Koksel H. Predicting the cookie quality of flours by using Mixolab // European Food Research Technology. 2008. № 227. P. 1549–1554.
165. Chiotelli E., Rolee A., Le Meste M. Rheological properties of soft wheat flour doughs: effect of salt and triglycerides // Cereal Chemistry. 2004. № 81. P. 459–468.
166. ДСТУ ISO 21415-1:2009 «Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирої клейковини ручним способом».
167. ГОСТ 13586.1-68 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице»

168. Жигунов Д.О., Стоянова В.П. Порівняння досліджень різних методів відмивання клейковини // Зб. тез. доп. 75-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 21-25 квіт. 2015 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2015. С.35-37.
169. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Ковальов М.О. Сравнительный анализ различных методов отмывания клейковины // «Инновационные развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства»: сб. мат. Междунар. научно-практ. конф., Алматы, 29-30 октября 2015 г. / АТУ, 2015. С.11-13
170. ДСТУ ISO 21415-2:2009 «Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 2. Визначання сирієї клейковини механічним способом».
171. Жигунов Д.О., Ковальов М.О., Ковальова В.П. Дослідження переваг і недоліків при визначенні клейковини автоматизованим і ручним способом // Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 3. С. 21-26.
172. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Визначення кількості клейковини різними методами // «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства»: зб. праць за підс. VI Міжнар. наук.-практ. конф. вчених, аспірантів і студентів, Київ, 28-29 квітня 2016 р. / НУБІП, 2016. С.215-217.
- Попереля,Ф.О. Моргун В.О., Топораш И.Г. Клоп-черепашка проти клейковини. // Зерно і хліб. 2001. № 2. С. 26.
173. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Мороз А.С.Порівняльний аналіз різних методів визначення кількості і якості клейковини // Зб. тез. доп. 76-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 18–22 квітня 2016 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій, 2016. С.40-42
174. Петльована В.В., Ковальова В.П. Вплив різних факторів на кількість та якість клейковини в зерні // Зб. Наук. праць молодих вчених, аспірантів та студентів ОНАХТ, 2018. С. 56-58
175. Інститут зернових культур НААН України: [Веб-сайт]. Київ, 2018. URL: <http://www.institut-zerna.com/tk170> (дата звернення: 03.04.2018).

176. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія комбікормового виробництва»: для студентів проф. за ред. Б.В. Єгорова, відп. за вип. Б.В. Єгоров; ОНАХТ, Каф. Технології комбікормів. – Одеса: ОНАХТ, 2010. 60 с.
177. Єгоров Б.В., Шаповаленко О.І., Макаринська А.В. Технологія виробництва преміксів. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 288 с.
178. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів. Одеса: Друк. дім, 2011. 448 с.
179. Линия весового непрерывного дозирования и смешивания для витаминизации муки / Зелинский Г.С.и др. //Хлебопродукты.1989. №1. С.24-29.
180. Монтгомери, Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. Л.: Судостроение, 1980. 384с.
181. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. М.: Пищевая промышленность, 1979. 199с.
182. Поперечний А. М., Потапов В. О., Корнійчук В. Г. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв. Київ: «Центр учбової літератури», 2012. 300 с.
183. Жигунов, Д.А., Топораш И.Г. Качество зерна пшеницы, перерабатываемой на мукомольных заводах юга Украины // Хлебопродукты. 2013. №1. С. 22-25.
184. Методы седиментации и оценка качества клейковины мягкой пшеницы / В.П. Нецветаев и др. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2009. С. 56-64.
185. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Хлібопекарські властивості борошна південного регіону // Хранение и переработка зерна. 2017. №11. С. 35-38.
186. Пумпянский А.Я. Технологические свойства мягких пшениц. Л.: Колос, 1971. 320 с.

187. Жигунов, Д.А. Влияние протеолитической и амилолитической активности на хлебопекарные свойства муки // Хлебопродукты. – 2013. – №12. – С. 48-51.
188. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Жиронкіна Д.С. Аналіз якості борошна з різних регіонів України // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2017. Т.81, вип.2. С. 35-43.
189. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Ковальов М.О. Сравнительный анализ показателей качества муки пшеничной для разных видов изделий // «Техника и технология пищевых производств» / Сб. тезисов XI Международной научно-технической конференции, Могилев, 20-21 апреля 2017г. / МГУП, 2017. С. 83.
190. Волошенко О.С., Хоренжий Н.В., Ковальова В.П. Порівняльна оцінка якості пшеничного борошна вищого сорту // Зб. тез. доп. 77-ї наук. конф. викл. акад. Одеса, 18–21 квітня 2017 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. 2017. С.40-42.
191. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Ковальов М.О. Анализ показателей качества муки для разных видов изделий // «Инновационные развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства»: сб. мат. Междунар. научно-практ. конф., Алматы, 06-07 октября 2017 г. / АТУ, 2017. С.126.
192. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Сучасні методи оцінки хлібопекарських властивостей борошна // «Якість і безпека харчових продуктів»: зб. тез III Міжнар. конф., Київ, 16-17 листопада 2017р. // НУХТ. Київ, С.82-83.
193. ГОСТ 27839-88 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины».
194. Development of technological solutions for flour production with specified quality parameters / et. al. Zhygunov D. // Food Science and Technology. 2018. Vol.12, №3. С. 71-80.

195. Analysis of the quality of flour from different systems of the technological process of a flour mill / Zhygynov D. et. al. // Зернові продукти і комбікорми. 2019. № 1. С. 23-28.
196. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Мороз А.І. Визначення вмісту пошкодженого крохмалю в борошні на автоматизованому приладі SDmatic // Зб. тез доп. 78-ї наук. конф. наук.-викл. акад. , Одеса, 23–27 квітня 2018р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, С.35-37/
197. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Мороз А.І. Дослідження показників якості борошна з різних систем розмельного процесу на Одеському КХП // Зб. наук. праць молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2017. С. 19-21.
198. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Мороз А.І. Реконструктивний тип адаптування реального сектору економіки та галузевої науки України до умов постіндустріального суспільства // Хлібопекарські властивості пшеничного борошна / за заг. ред. Савенка І.І., Станкевича Г.М., Седікової І.О. Одеса, 2017. С. 211-224.
199. Ковальова В.П., Мороз А.І. Показники якості борошна з різних систем технологічного процесу // Зб. наук. праць молодих вчених, аспірантів та студентів ОНАХТ, 2018. С 54-55.
200. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Ковальов М.О. Визначення показників якості індивідуальних потоків борошна з заводу зі скороченою схемою технологічного процесу // Технічні науки та технології. 2019. № 1. С. 195-204.
201. Жигунов Д.О., Ковальов М.О., Ковальова В.П. Дослідження водопоглинальної здатності і кількості пошкодженого крохмалю індивідуальних потоків борошна // Зб. 79-ї наук. конф. наук.-викл. складу академії, Одеса, 16–19 квітня 2019 р. Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса С.37-39.
202. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Жиронкіна Д.С. Вплив ферментного препарату Фунгаміл на хлібопекарські властивості борошна // Зб. 77-ї наук.

- конф. наук.-викл. складу академії, Одеса, 18–21 квітня 2017 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. 2016. С.42-44.
203. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Жиронкіна Д.С. Використання α -амілази для покращення хлібопекарських властивостей борошна // «Технології харчових продуктів і комбікормів»: зб. Між нар. Наук.-практ. конф., Одеса, 25-30 вересня 2017р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса 2017, С.4-5.
204. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Підвищення хлібопекарської якості пшеничного борошна // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О.І. Черевко. Харків: ХДУХТ, 2018. – Вип. 1(27). – С.280-291.
205. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Друмова К.І. Використання ферментних препаратів для стабілізації якості хлібопекарської муки // Зб. наук. праць молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2017. С.19-21.
206. Жигунов Д.А. Разработка научных основ и методов для повышения качества и расширения ассортимента готовой продукции на мукомольных заводах: дис. на здобуття наук. ступеня доктор техн. наук: 05.18.02: захист 25.12.2013 / наук. конс. Б.В. Егоров. Одеса: ОНАХТ, 2013. 410 с.
207. Ковальова В.П. Розробка комплексного коректору для стабілізації якості борошна на борошномельних заводах // Технічні науки та технології. 2018. № 11. С. 206-213.
208. Пат. на корисну модель 130843 Україна, A21D 8/02 – № u201807216; заявл. 26.06.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл. № 24. Комплексний хлібопекарський поліпшувач. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. – власник ОНАХТ.
209. Хоренжий Н.В. , Ковальова В.П. Дослідження процесу змішування пшеничного борошна з технологічними добавками // Зб. 78-ї наук. конф. наук.-викл. складу академії, Одеса, 23–27 квітня 2018р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, С.37-39

210. Жигунов Д.О., Хоренжий Н.В., Ковальова В.П. Дослідження процесу змішування пшеничного борошна з комплексом ферментних препаратів // «Технології харчових продуктів і комбикормів»: зб. Між нар. Наук.-практ. конф., Одеса, 24-29 вересня 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса. С. 13-15

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А.

Балова оцінка хліба за пробною лабораторною випічкою

Для оцінки якості пшеничного (в балах) у Московському технологічному інституті харчової промисловості розроблено методику, яка комплексно відображає найважливіші показники якості хліба, одержаного в тому числі і під час пробного лабораторного випікання (ГОСТ 27669-88). Ця методика враховує органолептичні й фізико-хімічні показники хліба, а також коефіцієнт вагомості кожного показника, встановлений на основі математичного оброблення даних експертних оцінок.

Кожен показник оцінюється за п'ятибальною шкалою. Кожен бал характеризує певний рівень якості: «5» – відмінно; «4» – добре; «3» – задовільно; «2» – недостатньо задовільно; «1» – незадовільно.

Якість хліба оцінюється як сума балів, яка обчислюється за формулою

$$K = \sum_{i=1}^{i=n} m_i x_i \quad (1)$$

Де K_0 – комплексна оцінка якості хліба, балів; t_i – оцінка кожного показника за п'ятибальною шкалою; i – показник якості хліба; n – кількість показників.

Ця формула дійсна, якщо $x > 2$, у разі $x < 2$ хліб визнається незадовільним за якістю, незалежно від суми балів. Максимально можлива якість оцінюється в 100 балів.

У табл. А1 та А2 наведено показники якості хліба, бальна оцінка кожного показника, а також оцінка його з урахуванням коефіцієнта вагомості та розшифрування відповідності балів до показників. Ці показники хліба оцінюють після проведення пробного випікання.

Таблиця А1

Показники якості хліба

Показник	Метод визначення	Коефіцієнт вагомості	Оцінка, бали	Оцінки з урахуванням коефіцієнта вагомості
Об'єм формового хліба	На приладі РЗ-БИО	3,0	1-5	3-15
Колір скоринки	Органолептично або на приладі	1,0	1-5	1-5
Стан поверхні	Органолептично	1,0	1-5	1-5
Колір м'якушки	Органолептично або на приладі	1,0	1-5	1-5
Структура пористості	Органолептично	1,5	1-5	1,5-7,5
Реологічні властивості м'якушки	Органолептично або на приладі	2,5	1-5	2,5-12,5
Аромат (запах)	Органолептично	2,5	1-5	2,5-12,5
Смак	Органолептично	2,5	1-5	2,5-12,5
Розжовуваність м'якушки	Органолептично	1,0	1-5	1-5
Якість хліба за сукупністю всіх показників	Розрахунковий			20-100

Таблиця А2

Шкала органолептичної оцінки хліба

Показник	Бал	Характеристика
Зовнішній вигляд: форма	5	Правильна, прямокутна або овальна, не пом'ята, не розпливчаста
	4	Правильна з легкими притисками
	3	Злегка прим'ята і розпливчаста
	2	Розпливчаста, з боковими впливами
	1	Неправильної форми, розпливчаста, прим'ята
поверхня	5	Гладка або злегка шорсткувата, без підривів
	4	Гладка, шорсткувата, борошниста
	3	Гладка з незначною зморшкуватістю
	2	Зморшкувата, борошниста, з тріщинами
	1	Дуже шорстка з великими тріщинами та підривами
колір	5	Світло-коричневий, притаманний певному виду виробів
	4	Світлий з коричневатим відтінком
	3	Світлий з сіруватим відтінком
	2	Світлий, не властивий цьому виду
	1	Блідий
Смак	5	Солодкуватий, властивий виробу, без стороннього присмаку
	4	Не солодкий, без стороннього присмаку
	3	Пустий, з незначним кислуватим присмаком
	2	Кислуватий, не властивий з незначним стороннім присмаком
	1	Дуже кислий або прісний, зі стороннім присмаком

Продовження табл. А2

Показник	Бал	Характеристика
Запах	5	Виражений, властивий виду виробів, без стороннього запаху
	4	Достатньо виражений, властивий виду виробів
	3	Не виражений, зі стороннім кислуватим запахом
	2	Сторонній
	1	Сторонній, не властивий хлібним виробам

ДОДАТОК Б.

Методика визначення кількості та якості клейковини за Удосконаленим методом

Приготування тіста та відмивання клейковини. В наважку подрібненого зерна масою 10 г додають 4,8 см³ води, використовуючи дозуючий пристрій. Спрямовують потік води на стінку касети для відмивання та обережно повертають касету так, щоб вода рівномірно покрила всю наважку. Кількість доданої води необхідно регулювати залежно від вмісту клейковини в зразку та від її якості. Якщо неможливо замісити тісто відповідним чином (відбувається переливання води через верхню частину камери відмивання), кількість доданої води має бути зменшена (мінімальне значення – 4,2 см³). Якщо зразок має дуже сильну, міцну клейковину, кількість води може бути збільшена до 5,1 см³. Інформація про кількість доданої води має бути надана у звіті про аналіз.

Касети для відмивання з наважками поміщають у прилад та починають випробування згідно з інструкцією до приладу. Період замішування тіста становить 20 с, цей час автоматично вимірюється програмним забезпеченням приладу. Впродовж всього часу замішування тіста на приладі блимає кольоровий індикатор замісу. По закінченні процесу замішування тіста (блимання кольорового індикатора припиняється) натисканням кнопки ПАУЗА прилад зупиняють для відлежування тіста протягом 20-ти хвилин. По закінченні цього часу натисканням кнопки СТАРТ починають процес відмивання. Після двох хвилин відмивання, прилад автоматично зупиняється та подає звуковий сигнал. Дістають касету для відмивання з ситом 88 мкм із частково відмитою клейковиною (у разі необхідності, збирають її залишки зі змішувального гачку) та переносять усю клейковину разом з частинками висівок до касети для відмивання з ситом 840 мкм. Процедура виконується для кожної касети окремо. Для цього обережно поміщають з'єднані за

допомогою спеціального кільця касети під струмінь холодної проточної води з температурою 20 ± 2 °C. Повертають касети для відмивання з ситом 840 мкм з клейковиною у прилад і продовжують відмивання до звукового сигналу про його закінчення. Дістають із приладу касети для відмивання з клейковиною.

Загальна тривалість відмивання становить п'ять хвилин. Вода подається автоматично пристроєм, загальний об'єм використаної води має становити 250 – 280 см³ для кожної камери відмивання.

Видалення надлишкової води і зважування сирої клейковини. Виймають із касети для відмивання сформовану сиру клейковину. Перевіряють, щоб не було залишків клейковини у касеті. Кількісно переносять сформовану клейковину у спеціальну касету з перфорованою пластиною та встановлюють касету у центрифугу. Запускають центрифугу, щоб видалити надлишок води з клейковини. Встановлений термін центрифугування – 60 с (підготовка та робота центрифуги здійснюється згідно з інструкціями виробника). Дістають віджату клейковину, використовуючи металевий пінцет і негайно зважують її з точністю до 0,01 г. Має бути записано два значення – для кожної касети окремо.

Визначення якості клейковини за показником – Індекс деформації клейковини (ІДК). Для визначення якості клейковини за показником Індeksu деформації клейковини (ІДК), з остаточно відмитої, віджатої й зваженої клейковини, що була зібрана з обох камер для відмивання, виділяють одну наважку масою 4,0 г з точністю до 0,01 г. Виділену сиру клейковину формують у вигляді кульки. Сформована кулька клейковини повинна мати гладку, пружну поверхню, без розривів, тріщин і повітряних пухирців. В іншому випадку необхідно провести повторне формування кульки, але не більше трьох разів. Час формування однієї кульки клейковини має бути не більше 20 с. Сформовану кульку клейковини поміщають в ємність з дистильованою водою температурою 20 ± 2 °C на 15 хвилин. Після чого кульку поміщають точно в центр столика приладу ВДК і здійснюють вимірювання згідно до інструкції з експлуатації приладу. Результати

вимірювання якості клейковини визначають в умовних одиницях приладу ВДК (од. ІДК). Зняття показань з індикаторного табло приладу здійснюють із точністю до 0,1 од. ІДК. У випадку, коли загальна кількість клейковини, отриманої з двох камер приладу, буде менша, ніж 4,0 г, то випробування щодо визначення якості клейковини за показником Індекс деформації клейковини (ІДК) не проводять та результат записують як «визначення неможливо».

Використання автоматичного приладу дозволяє одночасно проводити два паралельних визначення кількості клейковини з метою збіжності результатів.

ДОДАТОК В.**Проекту ДСТУ «ЗЕРНО. Методи визначення кількості та якості
клейковини в пшениці»****НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ****ЗЕРНО****Методи визначення кількості та якості клейковини в пшениці****ПРОЕКТ ДСТУ***(Третя редакція)***Київ****МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ****201_**

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Товариство з обмеженою відповідальністю «СОК ТРЕЙД», Одеська національна академія харчових технологій

РОЗРОБНИКИ: В. Голоднюк, канд. тех. наук; О. Гуртовий; Д. Жигунов, д-р. тех. наук; **В. Ковальова**; О. Коритнюк (науковий керівник); О. Плєве

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Мінекономрозвитку України від №

3 ВВЕДЕНО НА ЗАМІНУ ГОСТ 13586.1-68

Право власності на цей документ належить державі.

Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.

Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Мінекономрозвитку України

Мінекономрозвитку України, 201_

ДОДАТОК Г.

Результати проведення міжлабораторних випробувань розробленого методу з визначення кількості та якості клейковини

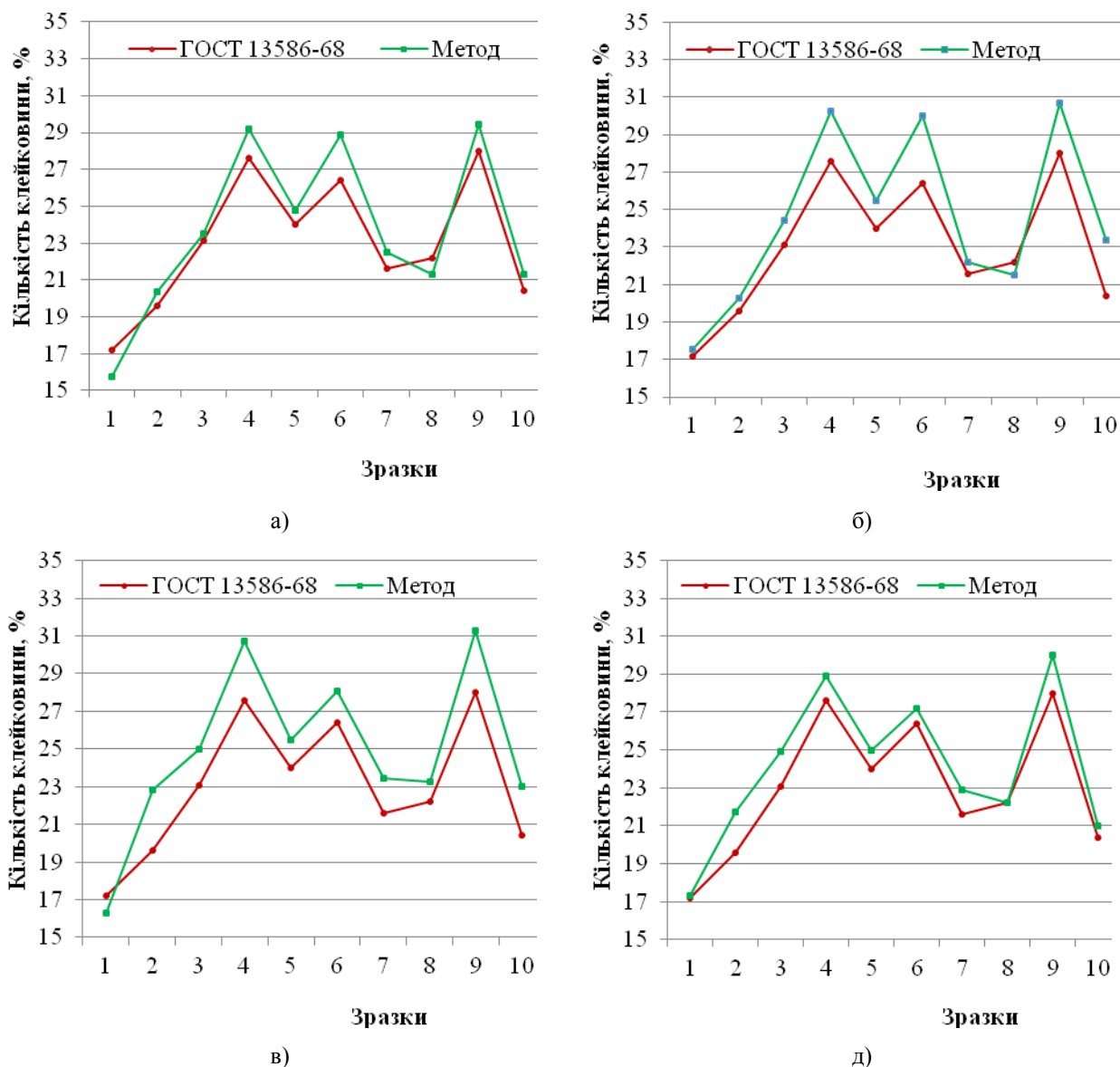
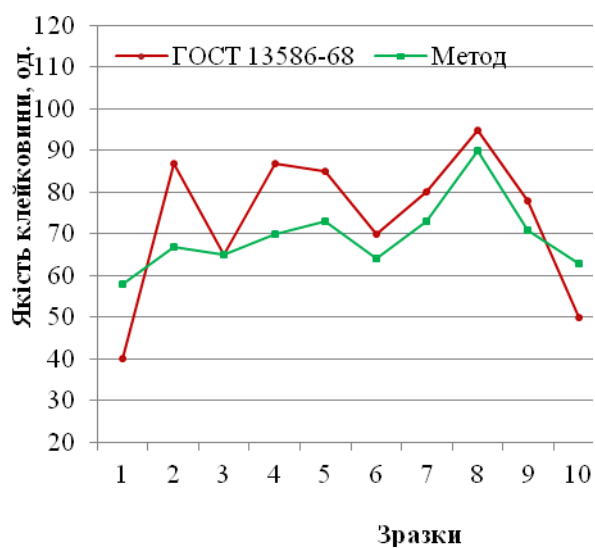
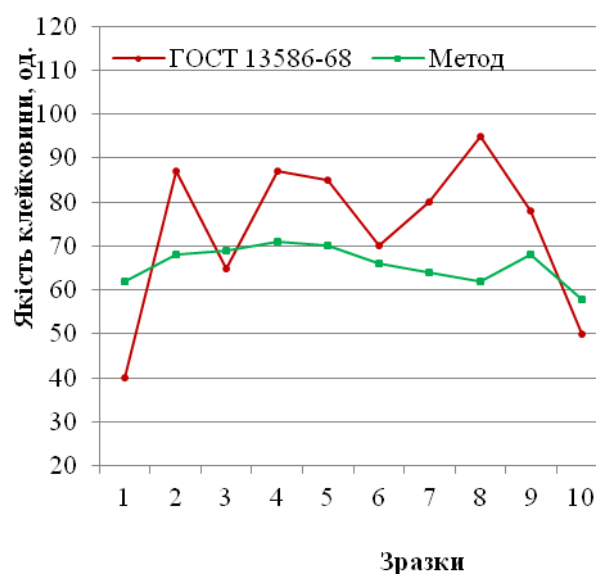


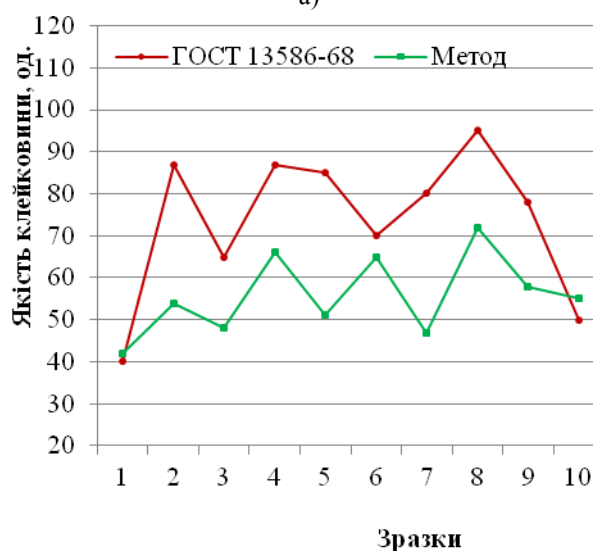
Рис. Г1 Порівняння значень кількості клейковини, визначеної за ГОСТ 13586-68 в СГІ та за Удосконаленим методом в різних лабораторіях в 2016 р.: а) – ОНАХТ; б) – ТОВ «КОТЕКНА»; в) – ТОВ «НІБУЛОН»; д) – ДП «Агмінтест»



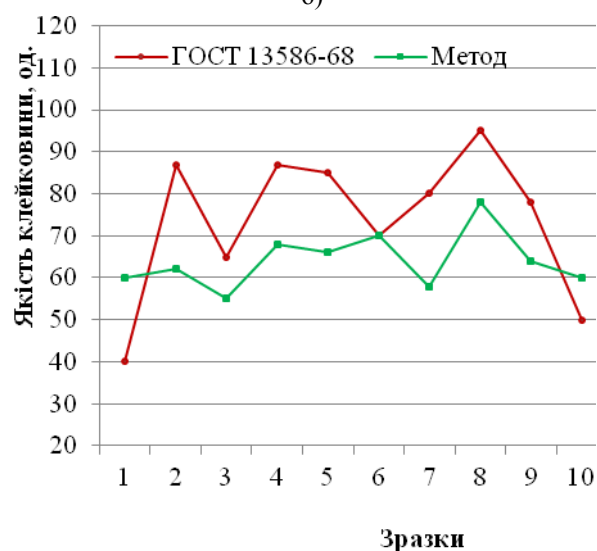
а)



б)

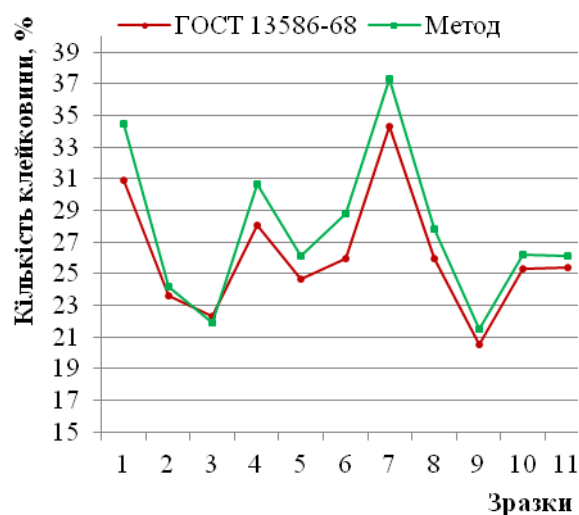


в)

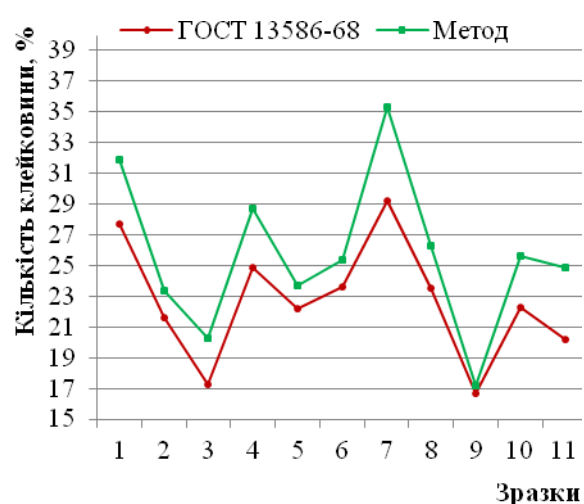


д)

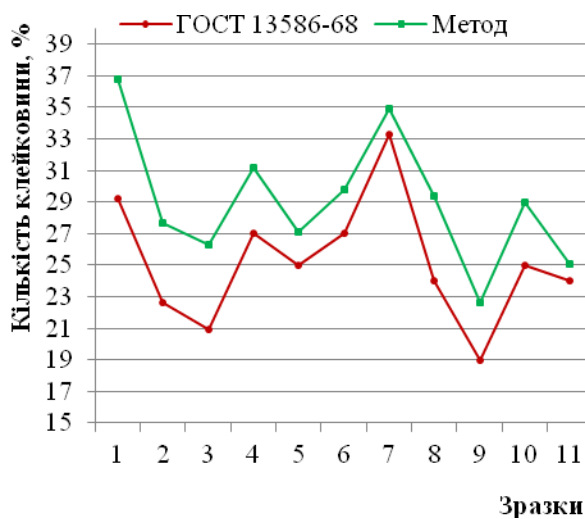
Рис. Г2 Порівняння значень якості клейковини (ІДК), визначених за ГОСТ 13586-68 в СГІ та за Удосконаленим методом в різних лабораторіях в 2016 р.: а) – ОНАХТ; б) – ТОВ «КОТЕКНА»; в) – ТОВ «НІБУЛОН»; д) – ДП «Агмінтест»



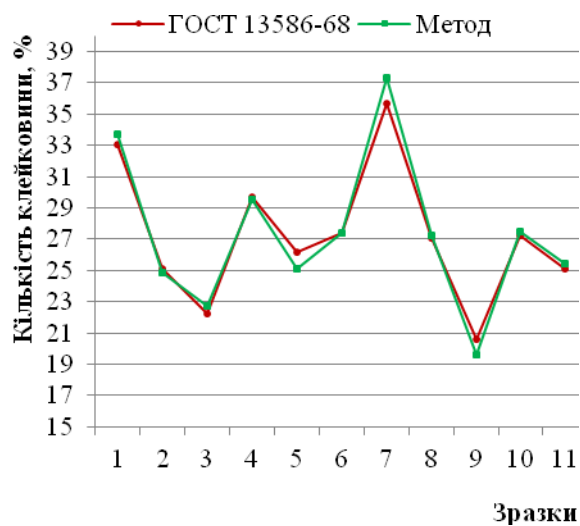
а)



б)



в)



г)

Рис. ГЗ Порівняння значень кількості клейковини, визначеної за ГОСТ 13586-68 та за Удосконаленим методом в різних лабораторіях в 2017 р.: а) – ДП «Рошен»; б) – ТОВ «Столичний Млин»; в) – ДП «Агмінтест»; д) – ТОВ «КОТЕКНА»

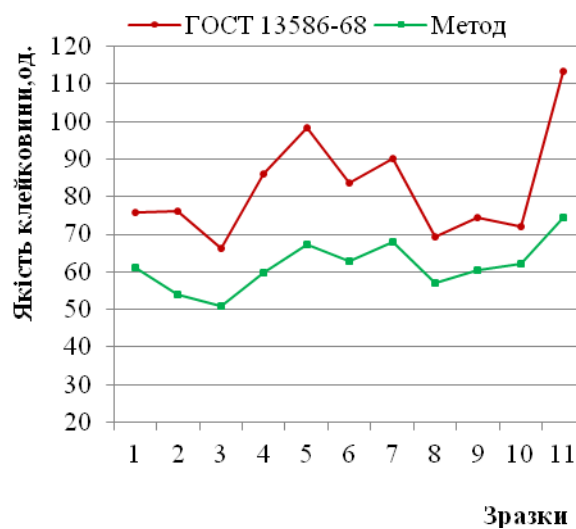
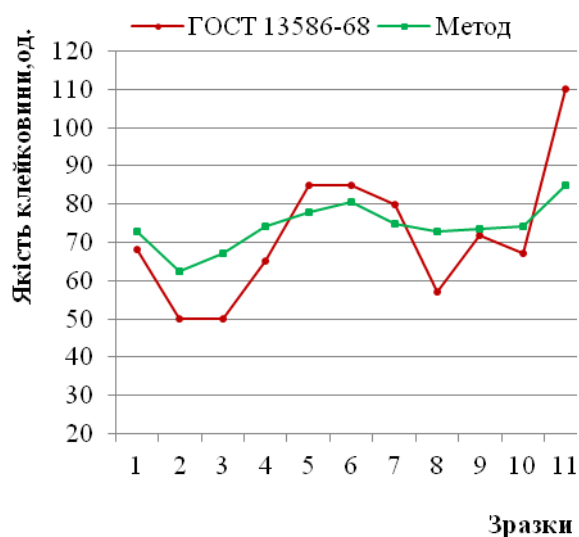
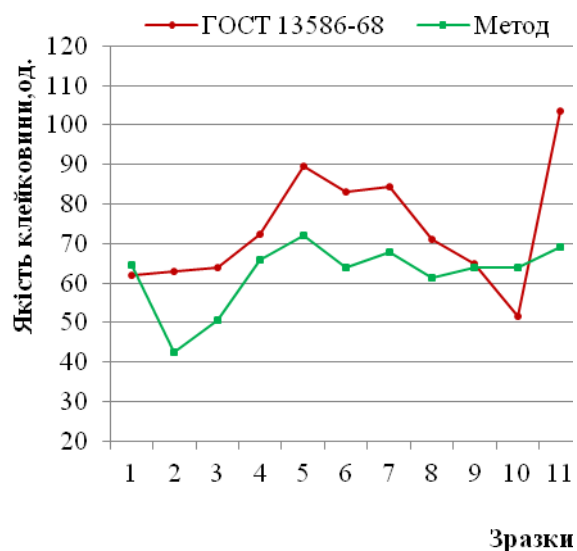
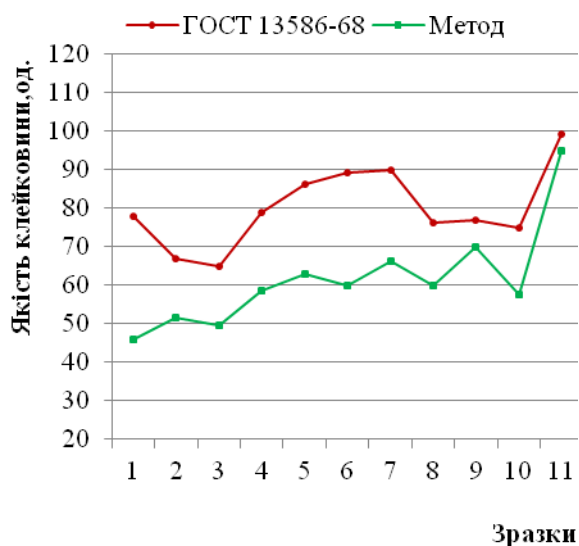


Рис. Г4 Порівняння значень кількості клейковини, визначених за ГОСТ 13586-68 та за Удосконаленим методом в різних лабораторіях в 2017 р.: а) – ДП «Рошен»; б) – ТОВ «Столичний Млин»; в) – ДП «Агмінтест»; д) – ТОВ «КОТЕКНА»

ДОДАТОК Д.

Профайлери пшеничного борошна з різних областей України



Індекс - 3-28-868

а)



Індекс - 3-36-876

б)



Індекс - 6-67-887

в)



Індекс - 5-38-876

г)



Індекс - 6-38-848

д)



Індекс - 8-35-838

е)



Индекс - 5-43-744
е)



Индекс - 8-48-738
ж)



Индекс - 3-36-876
и)



Индекс - 4-38-876
і)



Индекс - 7-28-866
к)



Индекс - 7-36-644
л)



Індекс - 4-47-637
м)



Індекс - 6-55-534
н)



Індекс - 8-27-887
п)



Індекс - 2-38-888
р)

Рис. Д1 Профайлери пшеничного борошна з різних областей України: а) – Вінницька; б) – Черкаська; в) – Миколаївська; д) – Одеська №1; е) – Одеська №2; є) – Одеська №3; ж) – Херсонська №1; и) – Херсонська №2; і) – Київська №1; к) – Київська №2; л) – Сумська; м) – Дніпропетровська; н) – Запорізька; п) – Полтавська; р) – Івано-Франківська; с) – Тернопільська

ДОДАТОК Е.

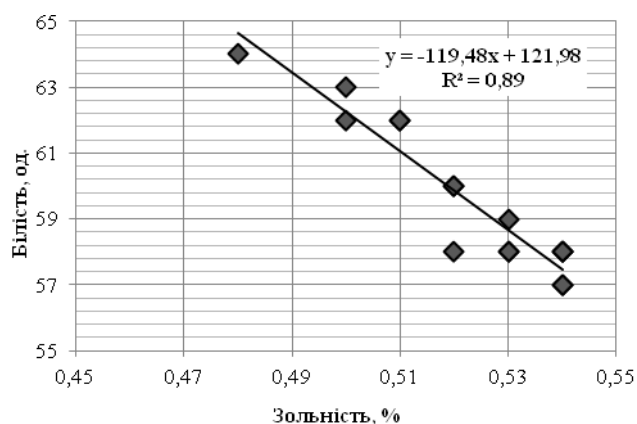
**Кореляційне поле показників якості борошна з різних регіонів
України**

Таблиця Е.1

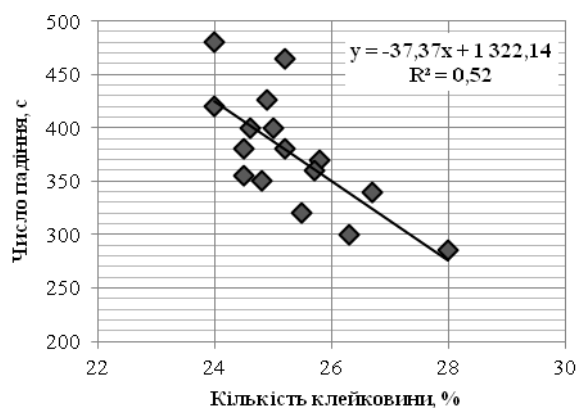
Кореляційне поле показників якості борошна з різних регіонів України

Показник	Z, %	K, %	ІДК, од	P, %	Сед., мл	ЧП, с	ПК, UCD	ВПЗ, %	Об'єм хліба, см3	Пористість, %	Тутв, хв.	Стабільність, хв
Б, од	0,94	0,02	0,24	0,47	0,36	0,30	0,48	0,90	0,16	0,12	0,10	0,01
Z, %		0,01	0,23	0,37	0,30	0,35	0,42	0,90	0,11	0,02	0,15	0,16
K, %			0,40	0,04	0,28	0,72	0,21	0,04	0,54	0,57	0,10	0,12
ІДК, од				0,21	0,53	0,42	0,48	0,33	0,11	0,13	0,14	0,07
P, %					0,85	0,00	0,16	0,39	0,04	0,09	0,11	0,09
Сед., мл						0,20	0,27	0,34	0,08	0,10	0,04	0,23
ЧП, с							0,45	0,32	0,77	0,69	0,27	0,40
ПК, UCD								0,44	0,25	0,19	0,08	0,14
ВПЗ, %									0,06	0,03	0,01	0,08
Об'єм хліба, см3										0,93	0,36	0,41
Пористість, %											0,18	0,21
Тутв, хв												0,69

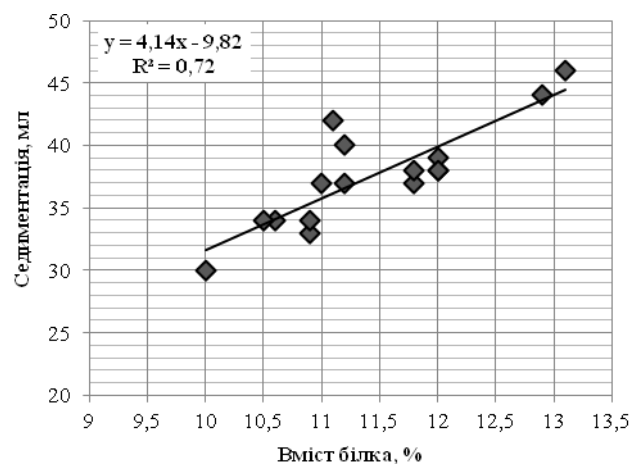
Примітка: Б, од. – білість; Z, % – зольність; K, % – кількість клейковини; ІДК, од. – якість клейковини; P, % – вміст білка; Сед., мл – седиментація; ЧП, с – число падіння; ВПЗ, % – водопоглинальна здатність; ПК, UCD – кількість пошкодженого крохмалю, Тутв, хв. – тривалість утворення тіста.



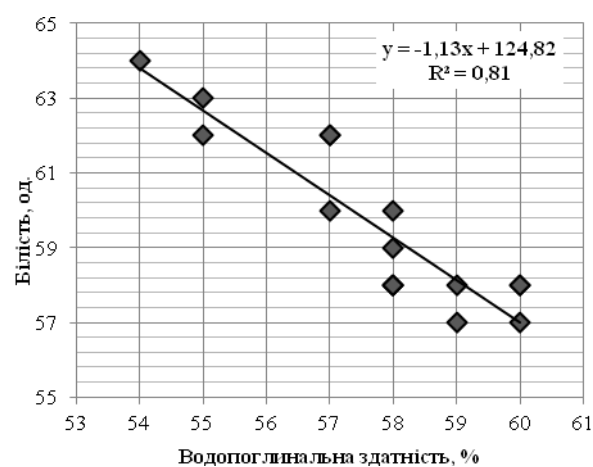
а)



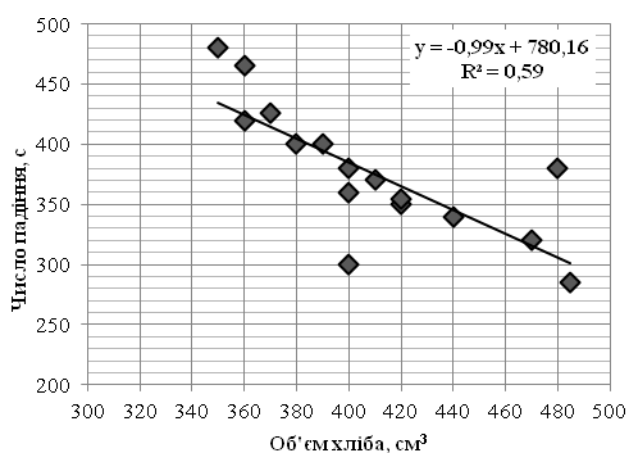
б)



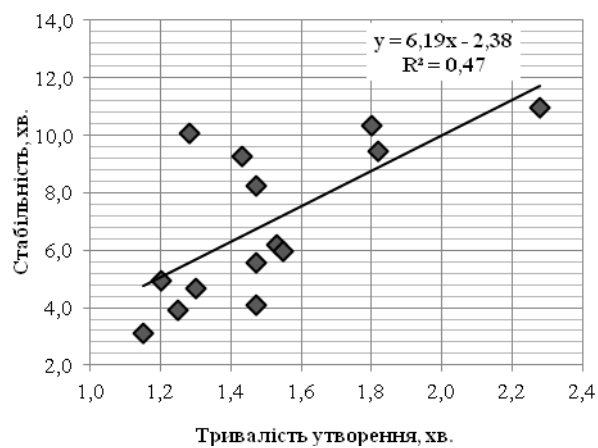
в)



г)



д)



е)

Рис. Е 1 – Кореляційний зв'язок між основними показниками, що характеризують хлібопекарські властивості борошна: а) – білість – зольність; б) – ЧП – кількість клейковини; в) – седиментація – вміст білка; г) – білість – ВПЗ; д) – ЧП – Об'єм хліба, см³; е) – стабільність – тривалість утворення тіста.

ДОДАТОК Ж.**Значення показників клейковини в борошні за ГОСТ 27839-88 та за
Удосконаленим методом**

Таблиця Ж1

Значення показників клейковини за ГОСТ 27839-88 та за Удосконаленим методом

Системи	Група якості	ГОСТ 27839-88		Удосконалений метод	
		К1, %	П, од.	К2, %	П2, од.
Драна (B1/B2)	I-а якість	28,0	70	30,2	78
Драна (B1/B2)	I-а якість	29,6	69	31,5	80
Драна (B1/B2)	I-а якість	31,9	73	31,2	75
Драна (B3)	I-а якість	40,7	73	39,4	83
Драна (B3)	I-а якість	34,4	50	36,5	62
Драна (B4)	вимел	34,9	47	36,0	63
Драна (B4)	вимел	38,4	53	40,1	65
Драна (B5)	вимел	32,2	62	33,6	70
Вібро (V1)	вимел	30,8	80	30,9	80
Вібро (V2)	вимел	30,5	78	29,8	84
Сортувальна (Div1/ Div 2)	I-а якість	29,2	67	31,4	75
Сортувальна (Div1/ Div 2)	I-а якість	27,4	57	29,2	68
Сортувальна (Div1/ Div 2)	I-а якість	27,8	57	29,0	65
Сортувальна (Div3)	I-а якість	33,7	48	33,6	58
Сортувальна (Div3)	I-а якість	33,5	50	34,1	60
Сортувальна (Div3)	I-а якість	27,7	49	28,8	55
Сортувальна (Div4)	вимел	32,1	62	34,2	70
Шліфувальна (R1C)	I-а якість	26,5	59	24,8	62
Шліфувальна (R1C)	I-а якість	26,6	57	26,4	65
Шліфувальна (R1F)	I-а якість	25,8	55	27,2	61
Шліфувальна (R2)	I-а якість	27,6	61	26,8	70
Шліфувальна (R2)	I-а якість	28,0	62	28,2	71
Шліфувальна (R3)	вимел	25,4	53	27,2	62
Шліфувальна (R4)	вимел	клейковина не формується			
Шліфувальна (R5)	вимел	клейковина не формується			
Розмелювальна (C1/C2)	I-а якість	24,1	52	25,0	60
Розмелювальна (C1/C2)	I-а якість	24,4	54	25,8	64
Розмелювальна (C1/C2)	I-а якість	26,0	55	27,2	62
Розмелювальна (C3)	I-а якість	24,2	49	25,8	60
Розмелювальна (C3)	I-а якість	26,2	67	26,0	76
Розмелювальна (C3)	I-а якість	27,2	60	27,4	68
Розмелювальна (C3)	I-а якість	22,9	49	24,3	54
Розмелювальна (C4)	I-а якість	25,1	60	26,8	68
Розмелювальна (C5)	вимел	23,9	59	24,4	65
Розмелювальна (C6)	вимел	24,2	82	25,8	90
Розмелювальна (C7)	вимел	клейковина не формується			

Примітка: К1, %, П, од. – кількість та клейковини за ГОСТ 13586-68, К2, %, П2, од. – кількість якості клейковини за удосконаленим методом.

Порівняльні дослідження показали, що значення кількості і якості клейковини (ІДК), визначеними за Удосконаленим методом в середньому більші на 1 % при коливанні від -1,7 % до 2,2 % і на 8 од. при коливанні від 2 од. до 16 од., відповідно, в порівнянні з показниками, визначеними за ГОСТ 27839-88.

Такі результати показали можливість використання методики Удосконаленого методу для визначення кількості і якості клейковини з метою скорочення тривалості аналізу та мінімізацію впливу людського фактору на результат.

ДОДАТОК К.

Розрахунок кумулятивних кривих

Таблиця К1

Розрахунок кумулятивної кривої за зольністю сортового помелу
борошномельного заводу за Варіантом 1

Системи	Вихід фактичний, %	Зольність фактична, %	Золопроценти	Вихід кумулятивний, %	Зольність кумулятивна, %	Золопроценти кумулятивні
R1C	1,1	0,38	0,42	1,1	0,42	0,38
R1C	6,0	0,39	2,34	7,1	2,76	0,39
C3	3,4	0,40	1,36	10,5	4,12	0,39
C1/C2	4,0	0,41	1,64	14,5	5,76	0,40
C1/C2	1,4	0,42	0,59	15,9	6,35	0,40
R1F	11,1	0,42	4,66	27,0	11,01	0,41
R2	3,9	0,43	1,68	30,9	12,69	0,41
R2	0,9	0,43	0,39	31,8	13,07	0,41
C1/C2	1,0	0,43	0,43	32,8	13,50	0,41
C3	6,7	0,45	3,02	39,5	16,52	0,42
C3	4,7	0,46	2,16	44,2	18,68	0,42
C3	0,3	0,47	0,14	44,5	18,82	0,42
C4	3,3	0,51	1,68	47,8	20,50	0,43
Div1/2	2,0	0,53	1,06	49,8	21,56	0,43
Div1/2	2,7	0,54	1,46	52,5	23,02	0,44
B1/B2	1,7	0,54	0,92	54,2	23,94	0,44
B1/B2	1,7	0,55	0,94	55,9	24,87	0,44
Div1/2	2,1	0,55	1,16	58,0	26,03	0,45
B1/B2	2,0	0,57	1,14	60,0	27,17	0,45
Div3	1,6	0,62	0,99	61,6	28,16	0,46
Div3	1,6	0,62	0,99	63,2	29,15	0,46
B3	0,6	0,7	0,42	63,8	29,57	0,46
B3	0,6	0,71	0,43	64,4	30,00	0,47
Div3	0,3	0,74	0,22	64,7	30,22	0,47
R3	1,5	0,78	1,17	66,2	31,39	0,47
C5	1,6	0,89	1,42	67,8	32,82	0,48
V1	0,9	1,0	0,90	68,7	33,72	0,49
V2	2,2	1,2	2,64	70,9	36,36	0,51
B4	1,0	1,2	1,20	71,9	37,56	0,52
B4	1,0	1,21	1,21	72,9	38,77	0,53
Div4	2,2	1,22	2,68	75,1	41,45	0,55
R4	1,0	1,35	1,35	76,1	42,80	0,56
C6	0,4	1,6	0,64	76,5	43,44	0,57
C7	0,4	2,0	0,80	76,9	44,24	0,58
R5	0,4	2,42	0,97	77,3	45,21	0,58
B5	0,7	2,44	1,71	78,0	46,92	0,60
борошно 1/с	78,0	0,57	44,46	156	91,38	0,59

Таблиця К2

**Розрахунок кумулятивної кривої за зольністю сортового помелу
борошномельного заводу за Варіантом 2**

Системи	Вихід фактичний, %	Зольність фактична, %	Золопроценти	Вихід кумулятивний, %	Зольність кумулятивна, %	Золопроценти кумулятивні
1 р.кр.с	8,0	0,41	3,12	8,0	3,1	0,4
2 р.кр.с.	6,8	0,42	2,65	14,8	5,8	0,4
2 р.др.с.	7,1	0,41	2,77	21,9	8,5	0,4
1 шл.с.	2,2	0,43	0,90	24,1	9,4	0,4
1 р.др.с.	8,3	0,41	3,40	32,4	12,8	0,4
3 р.с.	6,6	0,43	2,71	39,0	15,6	0,4
2 шл.с.	3,1	0,41	1,33	42,1	16,9	0,4
Сорт.1	6,8	0,61	3,81	48,9	20,7	0,4
6 р.с.	2,1	0,65	1,20	51,0	21,9	0,4
Сорт.2	2,1	0,62	1,22	53,1	23,1	0,4
5 р.с.	4,1	0,71	2,67	57,2	25,8	0,5
I др.с.	2,4	0,73	1,61	59,6	27,4	0,5
4 р.с.	2,2	0,72	1,58	61,8	29,0	0,5
III др.др.с.	2,2	0,84	1,80	64,0	30,8	0,5
III др.кр.с.	1,9	0,82	1,58	65,9	32,3	0,5
IV др.кр.с.	1,3	0,92	1,12	67,2	33,5	0,5
Сорт.3	0,9	0,92	0,85	68,1	34,3	0,5
IV др.др.с.	1,5	1,0	1,43	69,6	35,7	0,5
8 р.с.	1,1	1,0	1,05	70,7	36,8	0,5
Сорт.6	0,4	1,0	0,39	71,1	37,2	0,5
Сорт.5	0,7	1,0	0,69	71,8	37,9	0,5
9 р.с.	0,9	1,31	1,13	72,7	39,0	0,5
10 р.с.	0,6	1,31	0,79	73,3	39,8	0,5
7 р.с.	1,3	1,52	1,89	74,6	41,7	0,6
11 р.с.	0,4	2,0	0,79	75,0	43,6	1,4
Борошно в/с	50,0	0,53	24,50	125,0	44,1	25,9
Борошно 1/с	25,0	0,61	16,00	150,0	44,8	41,9

**Розрахунок кумулятивної кривої за зольністю сортового помелу
борошномельного заводу за Варіантом 3**

Системи	Вихід фактичний, %	Зольність, %	Золопроцети	Вихід кумулятивний, %	Зольність кумулятивна, %	Золопроцети кумулятивні
1 р.др.с.	9,1	0,45	4,10	9,10	4,10	0,45
2 р.с.	5,6	0,46	2,58	14,7	6,67	0,45
1 р.кр.с.	9,1	0,47	4,28	23,8	10,95	0,46
1 шл.с.	7,2	0,48	3,46	31,0	14,40	0,46
2 шл.с.	5,9	0,49	2,89	36,9	17,30	0,47
III др.кр.с.	2,6	0,50	1,30	39,5	18,60	0,47
сорт 1	9,6	0,50	4,80	49,1	23,40	0,48
сорт 2	3,5	0,50	1,75	52,6	25,15	0,48
III др.др.с.	2,8	0,52	1,46	55,4	26,60	0,48
I+II др.с.	4,2	0,54	2,27	59,6	28,87	0,48
3 р.с.	3,3	0,54	1,78	62,9	30,65	0,49
Сх. с.	2,7	0,62	1,67	65,6	32,33	0,49
4 р.с.	1,8	0,66	1,19	67,4	33,51	0,50
IV др.с.	2,2	0,79	1,74	69,6	35,25	0,51
сорт 3	1,2	0,82	0,98	70,8	36,24	0,51
5 р.с.	1,2	0,94	1,13	72,0	37,36	0,52
Борошно в/с	72,0	0,54	38,88	144	76,24	0,53

ДОДАТОК Л.

Профайлери пшеничного борошна з технологічними добавками

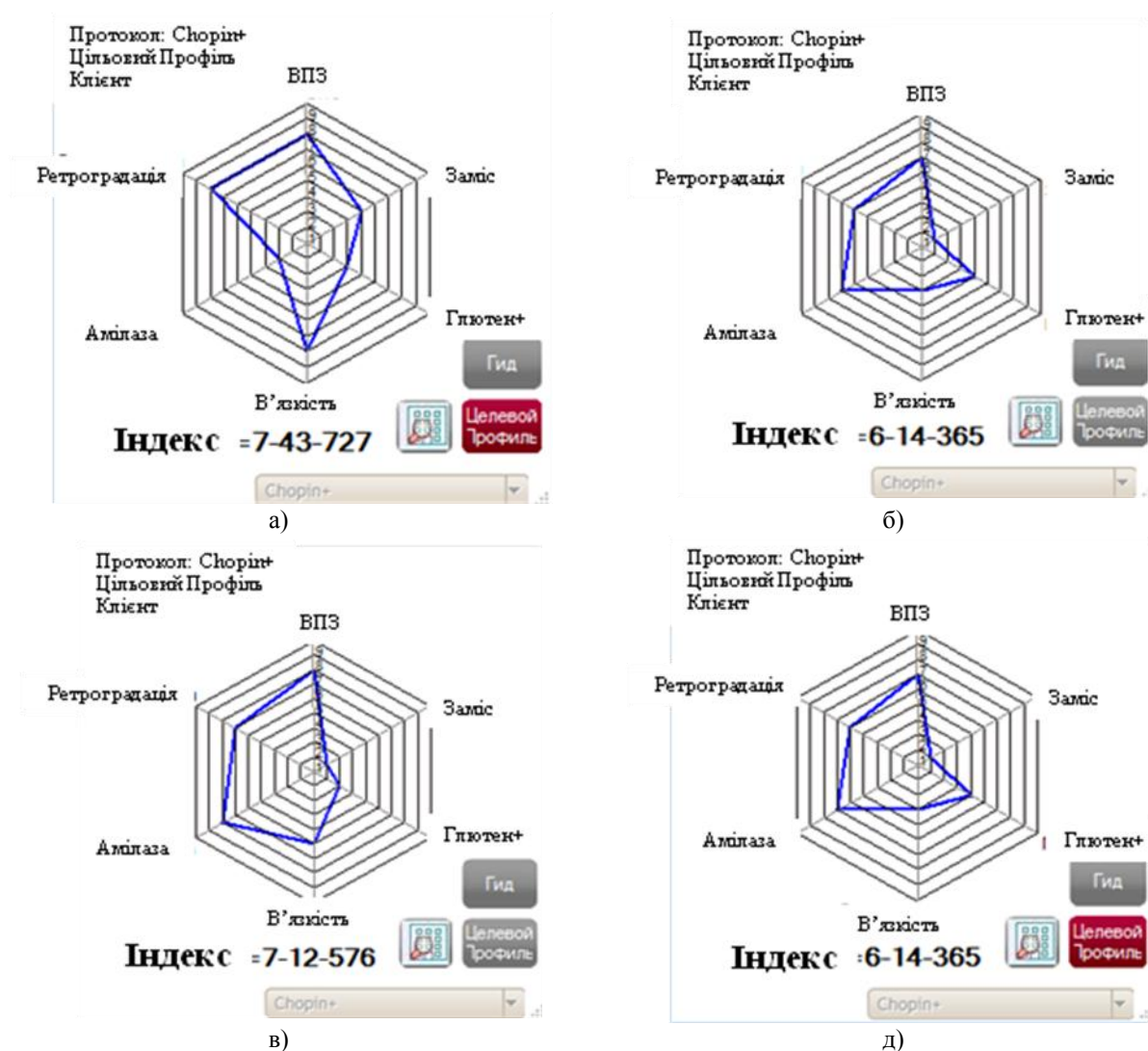


Рис. Л1 Зміна індексів Міксолаба при різних дозуваннях амілази: а) – контроль зразок; б) – борошно з мінімальним дозуванням; в) – борошно з середнім дозуванням; д) – борошно з максимальним дозуванням

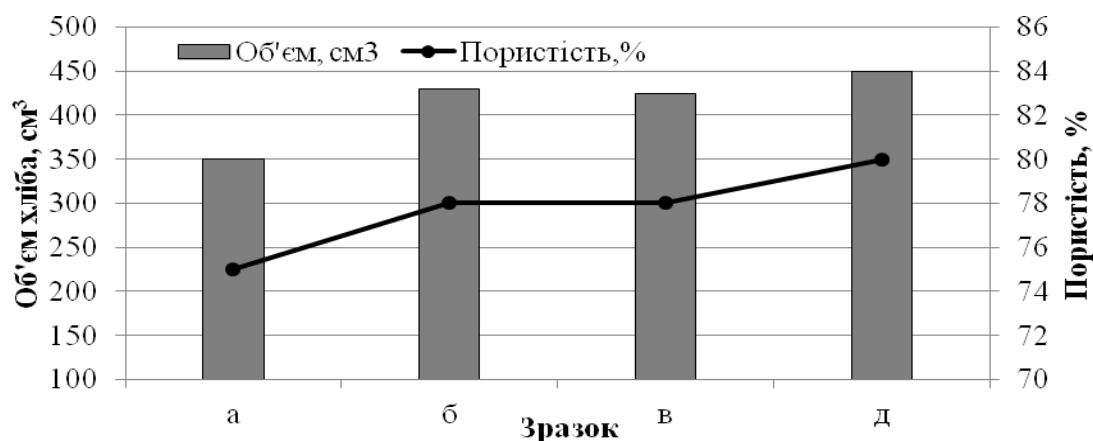


Рис. Л2 Вплив α -амілази на об'єм та пористість хліба

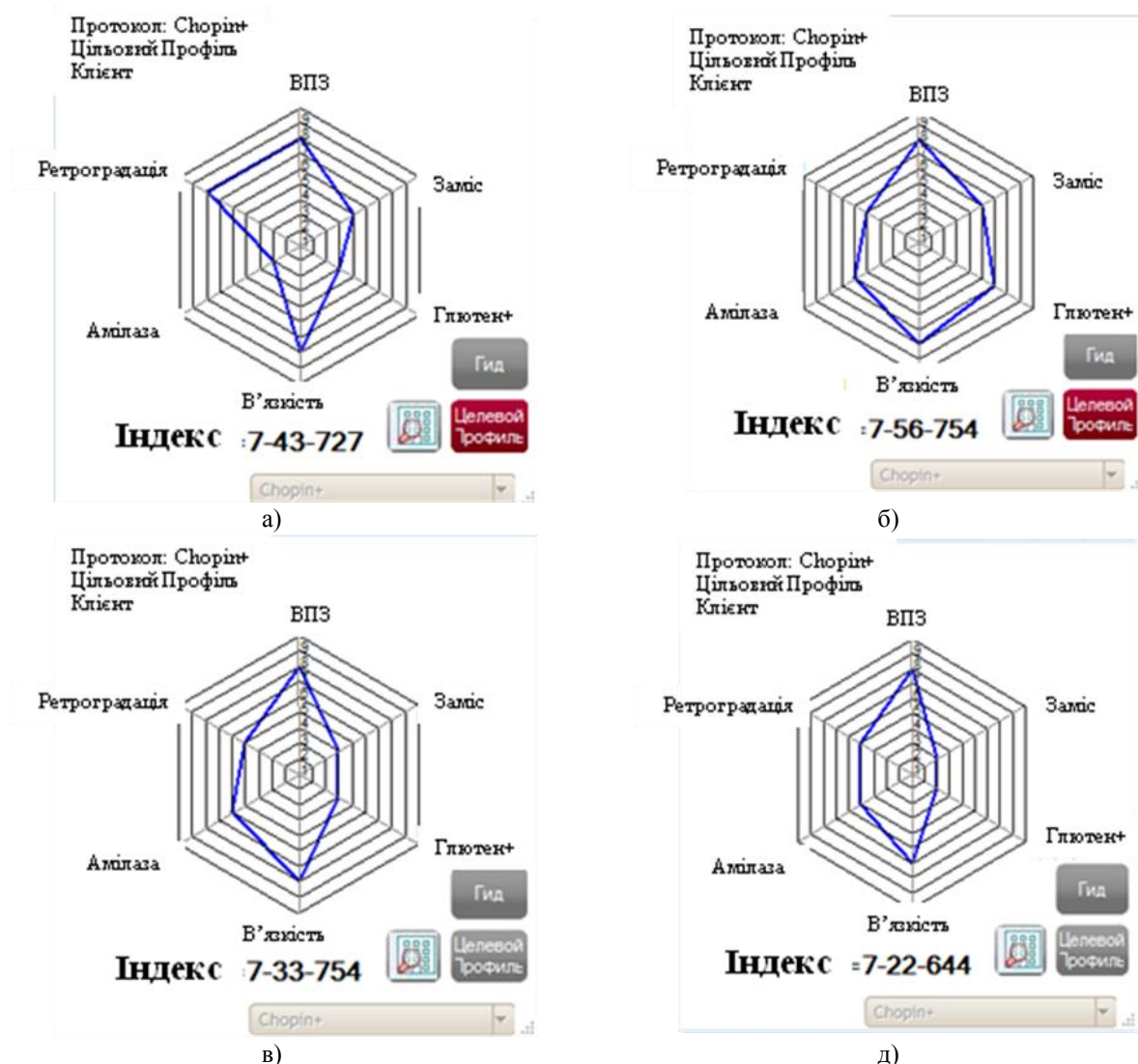


Рис. Л3 Зміна індексів Міксолаба при різних дозуваннях мальтогенної амїлази: а) – контроль зразок; б) – борошно з мінімальним дозуванням; в) – борошно з середнім дозуванням; д) – борошно з максимальним дозуванням

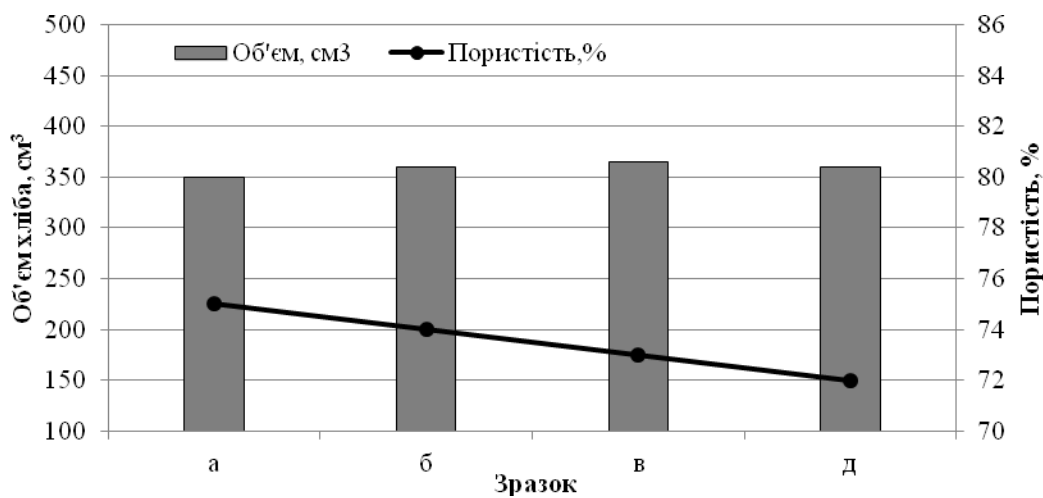


Рис. Л4 Вплив мальтогенної амїлази на об'єм та пористість хліба

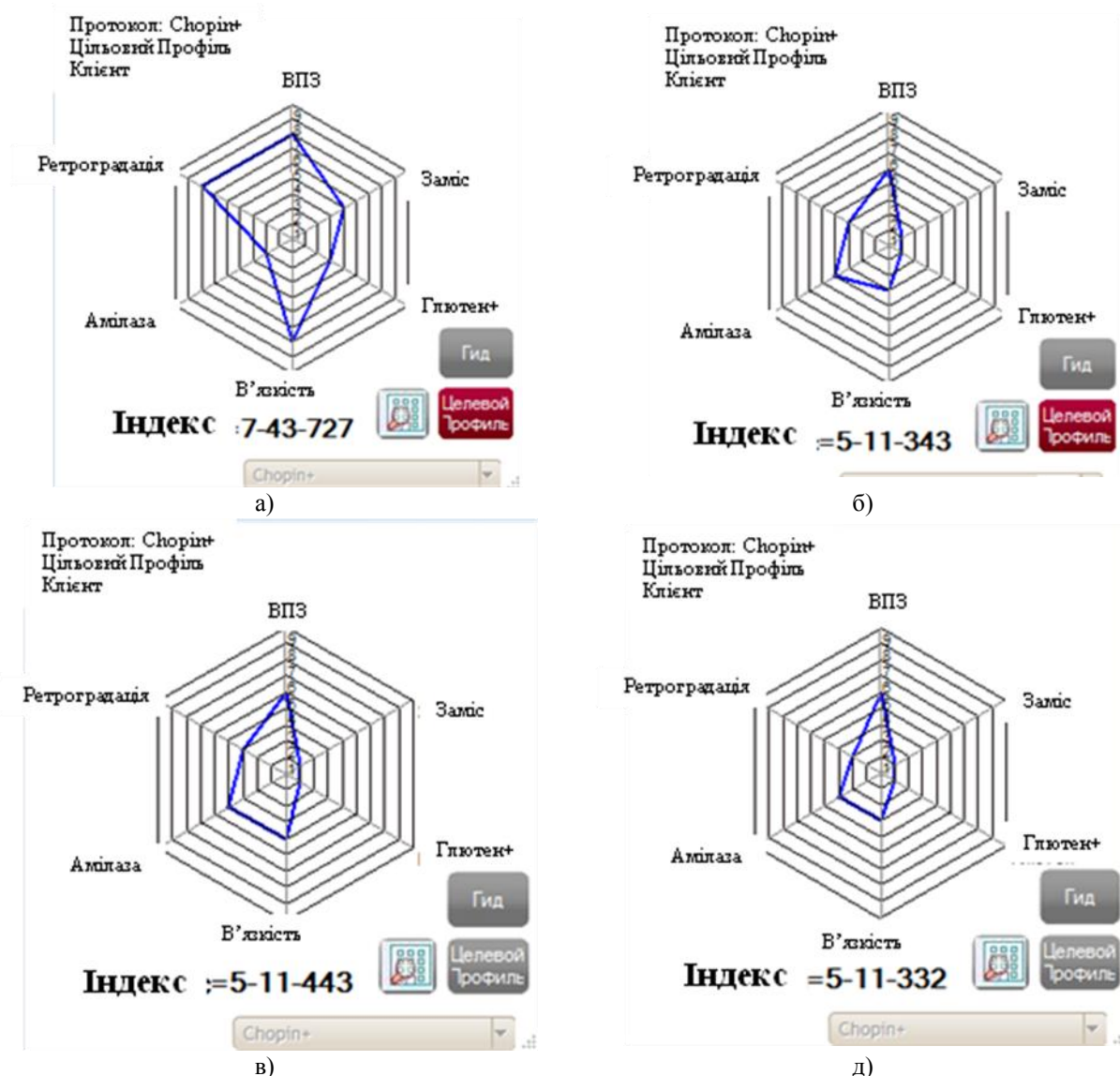


Рис. Л5 Зміна індексів Міксолаба при різних дозуваннях α -амілази з геміцелюлазною активності: а) – контроль зразок; б) – борошно з мінімальним дозуванням; в) – борошно з середнім дозуванням; д) – борошно з максимальним дозуванням

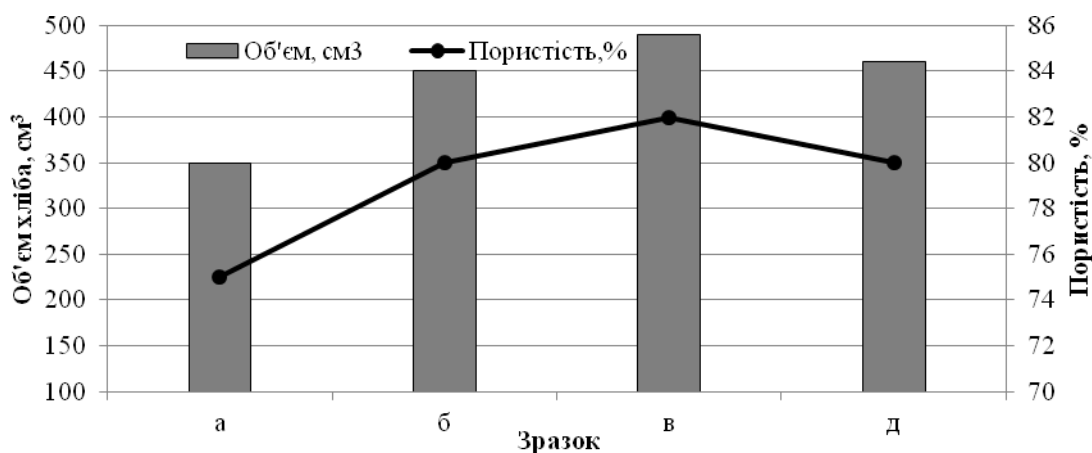


Рис. Л6 Вплив ферментного препарату α -амілази з геміцелюлазною активності на об'єм та пористість хліба

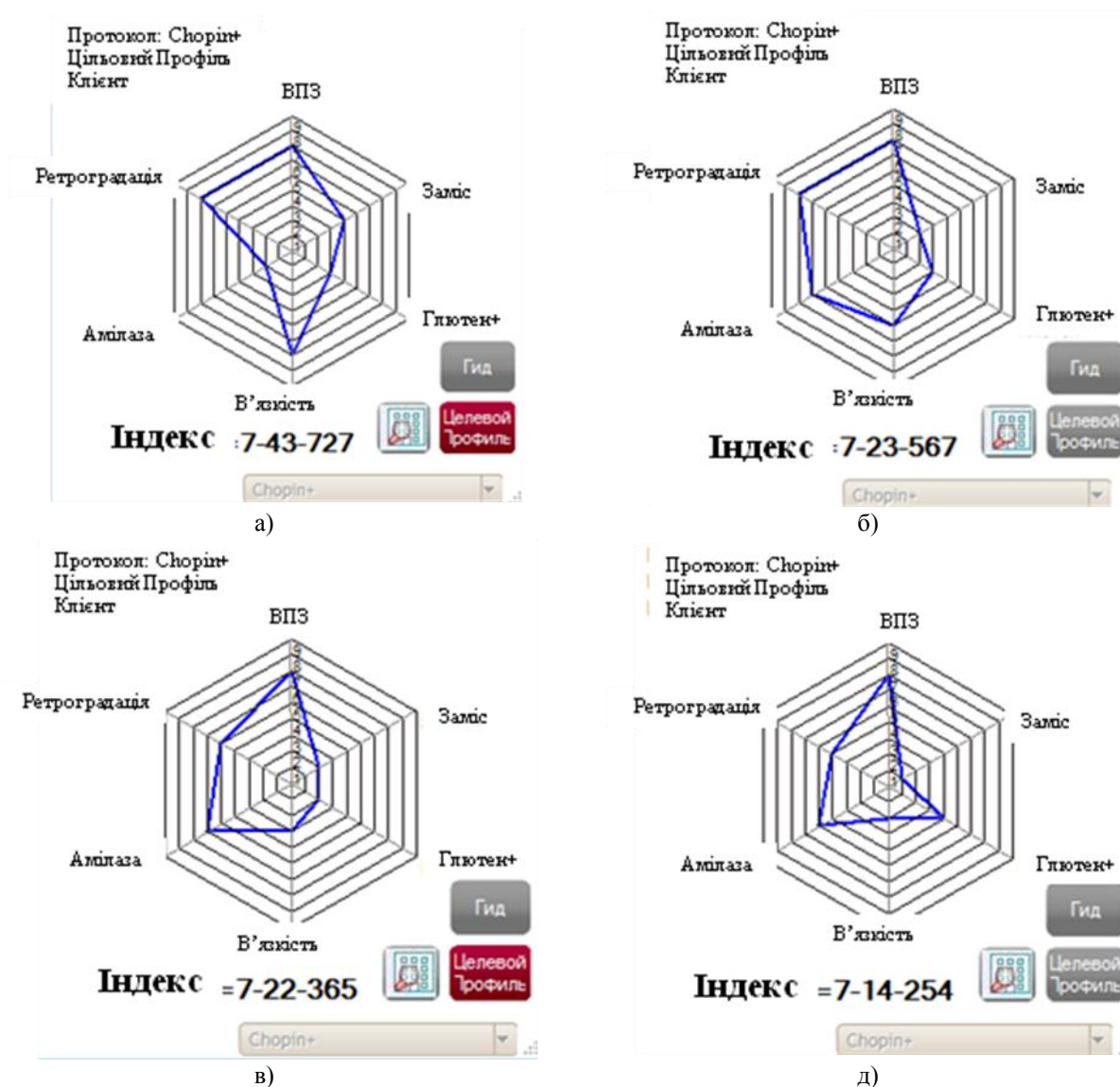


Рис. Л7 Зміна індексів Міксолаба при різних дозуваннях нейтрази: а) – контроль зразок; б) – борошно з мінімальним дозуванням; в) – борошно з середнім дозуванням; д) – борошно з максимальним дозуванням

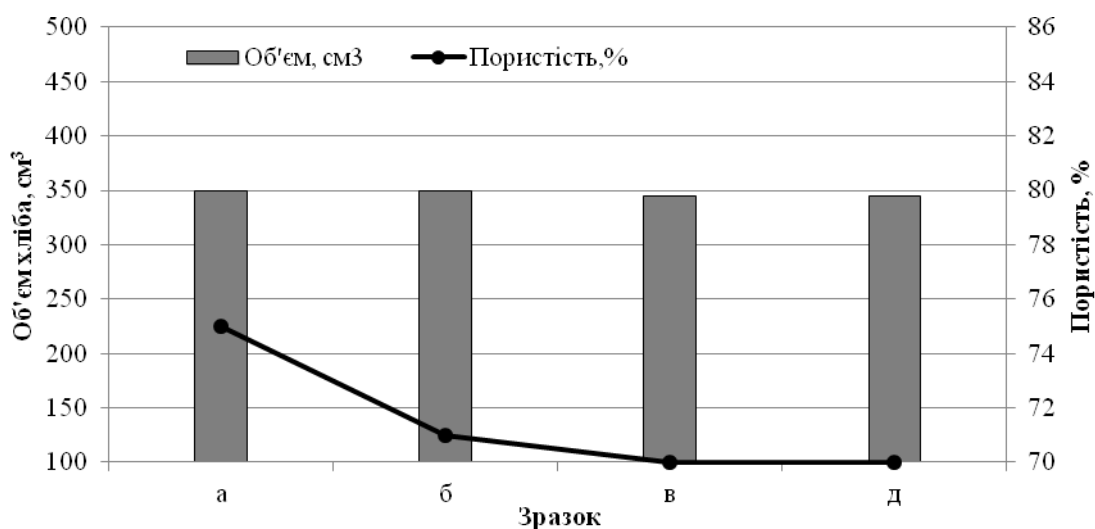


Рис. Л8 Вплив ферментного препарату нейтрали на об'єм та пористість хліба

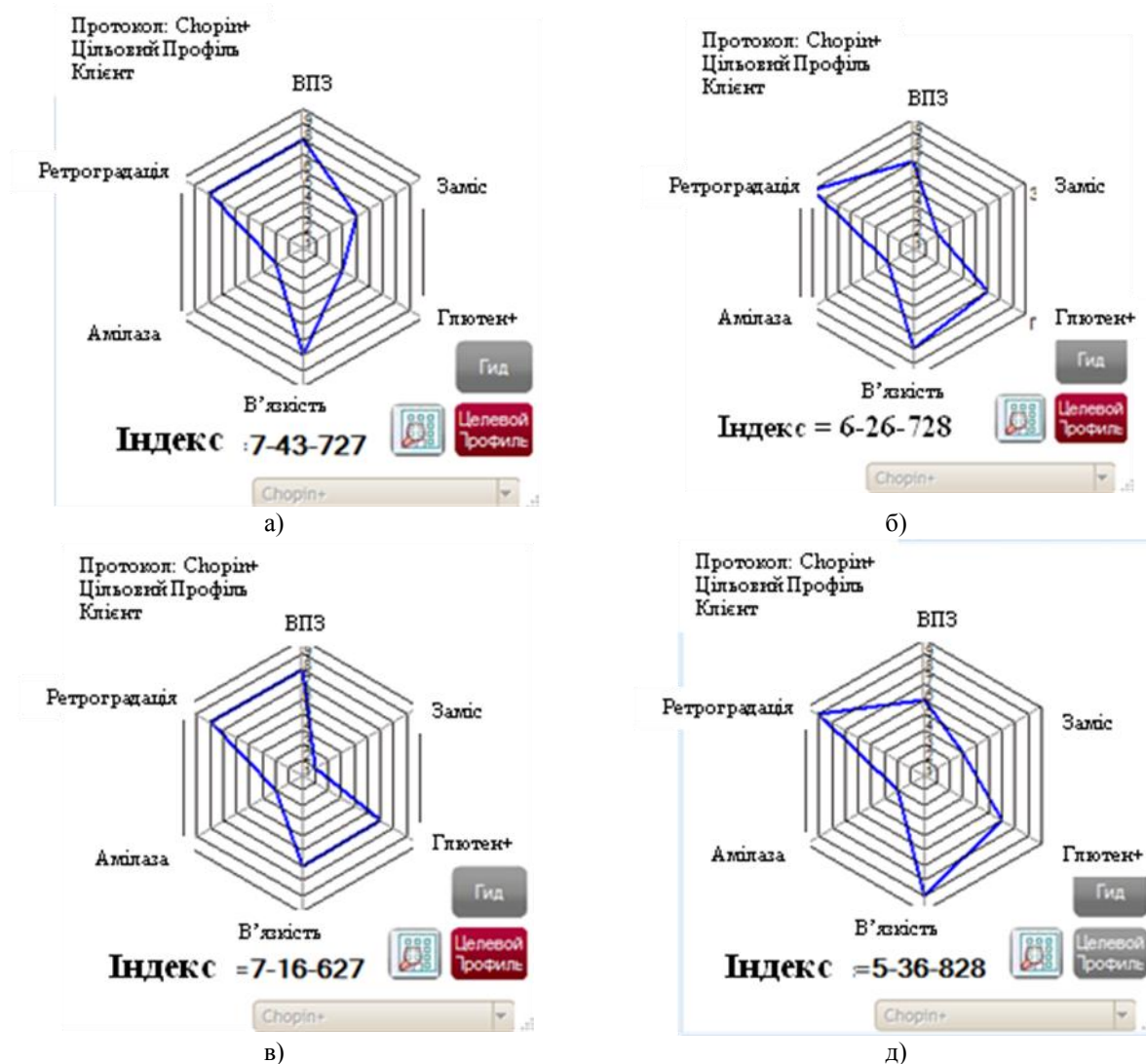


Рис. Л9 Зміна індексів Міксолаба при різних дозуваннях L-цистеїн: а) – контроль зразок; б) – борошно з мінімальним дозуванням; в) – борошно з середнім дозуванням; д) – борошно з максимальним дозуванням

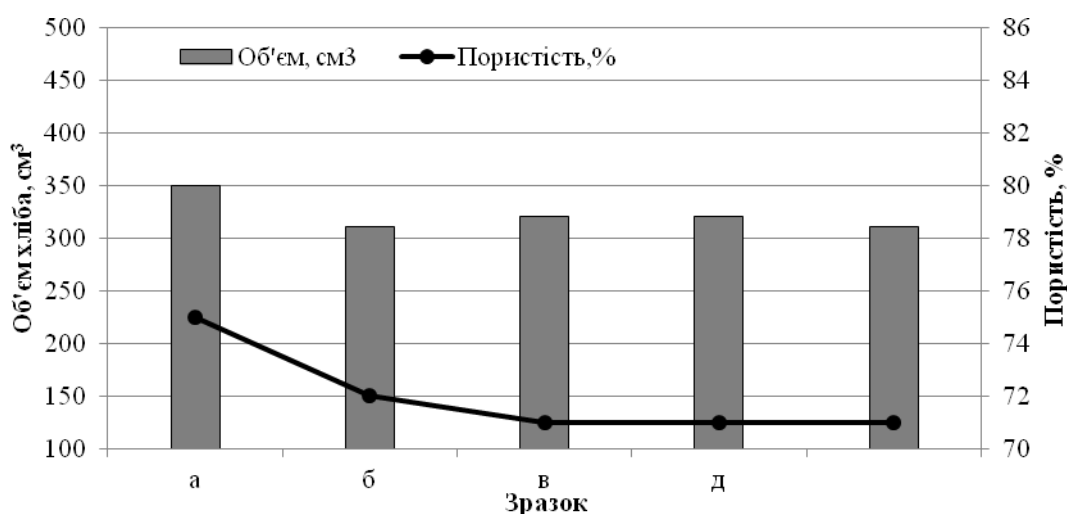


Рис. Л10 Вплив амінокислоти L-цистеїн на об'єм та пористість хліба

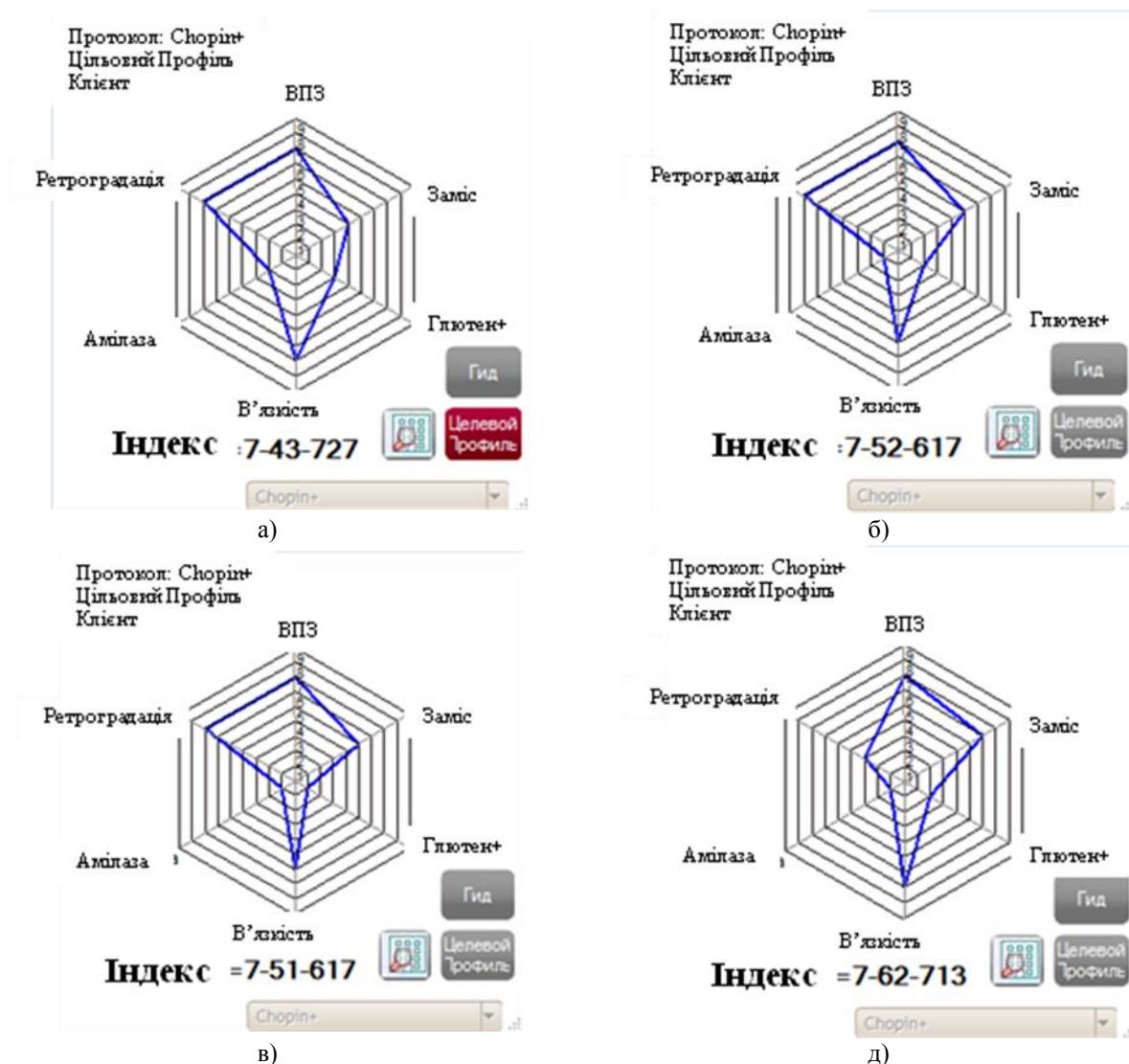


Рис. Л11 Зміна індексів Міксолаба при різних дозуваннях ксиланази (геміцелюлази): а) – контроль зразок; б) – борошно з мінімальним дозуванням; в) – борошно з середнім дозуванням; д) – борошно з максимальним дозуванням

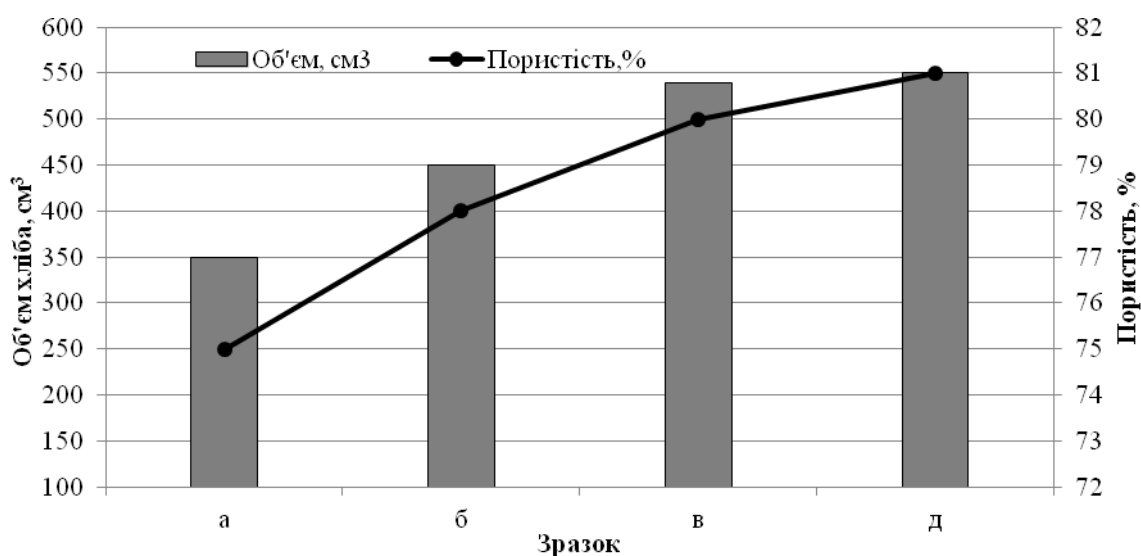


Рис. Л12 Вплив ферментного препарату ксиланази і геміцелюлази на об'єм та пористість хліба

Балова оцінка хліба

Фермент	Дозування, г/100кг борошна	Сумарна балова оцінка
Контроль (без ФП)	–	56
α -Амілаза	0,2	76
α -Амілаза	0,5	88
α -Амілаза	1,0	84
Мальтогенна амілаза	1,0	60
Мальтогенна амілаза	2,0	72
Мальтогенна амілаза	5,0	72
Амілаза з геміцелюлазної активністю	8,0	80
Амілаза з геміцелюлазної активністю	12,0	96
Амілаза з геміцелюлазної активністю	15,0	88
Нейтраза	2,0	68
Нейтраза	6,0	76
Нейтраза	10,0	72
L-цистеїн	5,0	68
L-цистеїн	10,0	72
L-цистеїн	20,0	72
Ксиланаза (геміцелюлаза)	2,0	88
Ксиланаза (геміцелюлаза)	6,0	96
Ксиланаза (геміцелюлаза)	10,0	88

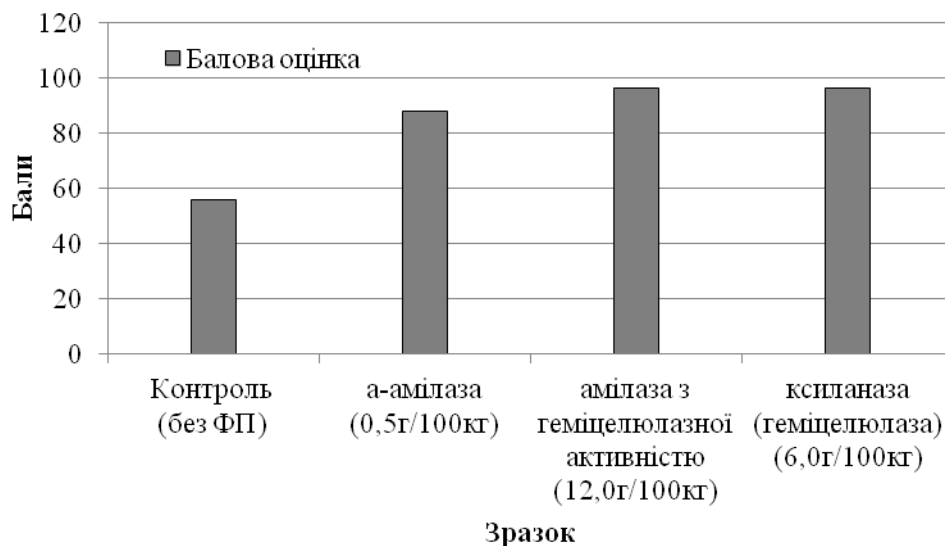


Рис. Л13 Зразки з найвищими балами органолептичної оцінки хліба

ДОДАТОК М.

АКТ виробничих випробувань формування борошна із заданими показниками якості на основі розроблених в ОНАХТ рекомендацій для борошномельних заводів з розвиненим технологічним процесом

Затверджую

Директор ТОВ

«Васильківхлібопродукт»

Клеїль І.В.



АКТ

виробничих випробувань формування борошна із заданими показниками якості на основі розроблених в ОНАХТ рекомендацій для борошномельних заводів з розвиненим технологічним процесом.

Комісія в складі:

від ТОВ «Васильківхлібопродукт»: заст. директора з якості Махинько Г.М., заст. директора з виробництва Сліпуха І.Г., інженер-технолог Буренко Л.В.;

від Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ): завідувач кафедри технології переробки зерна, д.т.н. Д.О. Жигунов, старший викладач кафедри технології переробки зерна, к.т.н. Ковальов М.О., аспірант кафедри технології переробки зерна Ковальова В.П., магістр Жиронкіна Д.С.

«15» липня 2017 року підписала дійсний акт про те, що на борошномельному заводі ТОВ «Васильківхлібопродукт» були проведені виробничі випробування формування борошна із заданими показниками якості шляхом корегування режимів роботи систем здрібнення і удосконалення етапу формування готової продукції.

Борошномельний завод ТОВ «Васильківхлібопродукт» має продуктивність 300 т/добу. Особливістю борошномельного заводу є використання нетрадиційної схеми технологічного процесу в розмельному відділенні, наяв-

ність гнучкої схеми етапу формування борошна та встановлення новітнього комплексного обладнання фірми «Alapala» (Туречина).

Виробничі випробування проводились з 13 по 14 липня 2017 року.

Під час проведення досліджень перероблялась помельна партія пшениці II та III класів у співвідношенні 45 та 55 % відповідно, врожаю 2016 р. з наступними якості (вологість 12,8 %, склоподібність 41 %, натура 780 г/л, кількість клейковини – 22,2 %, якість клейковини – 75 од.

На час випробувань борошномельний завод продуктивністю 300 т/добу працював за схемою односортного помелу пшениці (78,5 % борошно 1-го сорту; 21,5 % – висівки), якість борошна 1-го сорту була наступною (білість – 53 од.; кількість клейковини – 27,2%; якість клейковини – 75 од) (табл.1). Особливістю борошномельного заводу є використання нетрадиційної схеми технологічного процесу в розмельному відділенні та встановлення комплектного обладнання фірми

ОНАХТ було запропоновано використання розробленої моделі для формування борошна із заданими показниками якості, а саме:

- змінити режими роботи систем В1/В2 (зменшити загальне вилучення до 60...62 %), С1/С2 (зменшити на С1 вилучення до 45...50 %, збільшити вилучення на С2 до 50...60 %).

- провести відбір борошна з наступними показниками якості (білість – не менше 59 од.; кількість клейковини – 26,5...27,0 %; якість клейковини – не менше 70 од.) за рахунок його формування з систем С1/С2; В1/В2; R2;V2, при корегуванні режимів роботи даних систем дрібнення.

Після впровадження рекомендованої моделі для виробництва борошна із заданими показниками якості було перероблено 231034 т пшениці і отримано борошна 1-го сорту – 59,0 % (140337 т), борошно із заданими показниками – 18,8 % (44308 т) (табл. 1).

Показники якості готової продукції та розрахунок економічної ефективності наведені в табл. М1, 2.

Таблиця М1

Показники якості борошна хлібопекарського

Показники	Заводські налаштування	Налаштування розроблені в ОНАХТ	
	борошно 1/с	Борошно із заданими показниками якості	борошно 1/с
Вологість, %	14,3	14,7	14,3
Білість, ум.од.	53	60	49
Кількість клейковини, %	27,2	26,8	27,1
Якість клейковини, од.пр. ВДК	75	70	80

Таблиця М2

Розрахунок економічної ефективності (за добу)

Продукція	Ціна за 1 т, грн	Заводські режими		Рекомендовані режими		Різниця, тис грн
		об'єм, т	об'єм реалізації, тис грн	об'єм, т	об'єм реалізації, тис грн	
Борошно 1/с	5500	233,5	1283,700	177,9	978,450	-305,250
Борошно із заданими показниками 2/с	5700	-	-	55,5	316,350	+316,350
Висівки	3100	61,5	190,650	61,5	190,650	—
Разом	—	294,9	1474,350	294,9	1485,450	+11,1

ВИСНОВКИ

1. Отримане на підприємстві борошно із заданими показниками якості (білість –не менше 59 од.; кількість клейковини – 26,7...27,0 %; якість клейковини –не менше 70 од) рекомендується використовувати для виробництва спеціальних груп хлібопекарських виробів;

2. При використанні розробленої моделі на ТОВ «Васильківхлібопродукт» економічний ефект складає 11,100 тис.грн.

3. Комісія вважає доцільним використання запропонованої ОНАХТ моделі формування борошна із заданими показниками якості при сортових помелах пшениці для борошномельних заводів з розвиненим технологічним процесом.

Заступник директора з якості

ТОВ «Васильківхлібопродукт»



Г.М. Махинько

Заступник директора з виробництва

ТОВ «Васильківхлібопродукт»



І.Г. Сліпуха

Інженер-технолог

ТОВ «Васильківхлібопродукт»



Л.В. Буренко

Завідувач кафедри технології

переробки зерна ОНАХТ, д.т.н.



Д.О. Жигунов

Старший викладач кафедри технології

переробки зерна ОНАХТ, к.т.н.



М.О. Ковальов

Аспірант кафедри технології

переробки зерна ОНАХТ



В.П. Ковальова

Магістр кафедри технології

переробки зерна ОНАХТ



Д.С. Жиронкіна

ДОДАТОК Н.

Патент на корисну модель «Комплексний хлібопекарський
поліпшувач»



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130843** (13) **U**
(51) МПК
A21D 8/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2018 07216	(72) Винахідник(и):	Жигунов Дмитро Олександрович (UA), Ковальова Василина Петрівна (UA)
(22) Дата подання заявки:	26.06.2018	(73) Власник(и):	ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	26.12.2018		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	26.12.2018, Бюл. № 24		

(54) КОМПЛЕКСНИЙ ХЛІБОПЕКАРСЬКИЙ ПОЛІПШУВАЧ

(57) Реферат:

Комплексний хлібопекарський поліпшувач містить ферментний препарат та емульгатор. Він містить ферментні препарати Фунгаміл 2500 SG і Пентопан 50 BG, як емульгатор містить амінокислоту L-цистеїн, за наступними співвідношенням вказаних компонентів, мас. %:

ферментний препарат	
Фунгаміл 2500 SG	2,8-3,2
ферментний препарат	
Пентопан 500 BG	27,8-32,3
амінокислота L-цистеїн	60,6-69,4.

З ОРИГІНАЛОМ ЗГІДНО
ВЧЕНИЙ
СЕКРЕТАР
СПЕЦРАДИ
Л. П. Паллава
Л. П. ПАЛЛАВОВА

U
UA 130843

ДОДАТОК П.

Технологічний пристрій для дозування технологічних добавок на стадії виробництва борошна

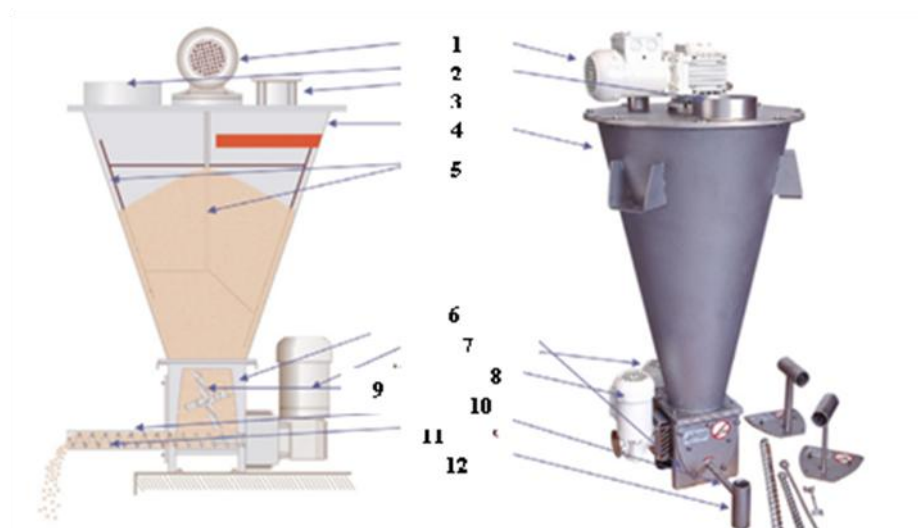


Рис. П1 Схема дозуючого пристрою EMCEtec GLD 87:

1 – мішалка привід; 2 – вхідний отвір; 3 – вентиляційний кран; 4 – бункер; 5 – змішувач; 6 – живильник GLD 87; 7 – гвинтовий привід; 8 – ; 9 – ; 10 – підживлювальна трубка; 11 – гвинт/спіраль; 12 – вихідна трубка.

EMCEtec GLD 87 – Прецизійний дозуючий пристрій для сипких інгредієнтів. Дозуючий пристрій EMCEtec GLD 87 призначений для додавання мікро-інгредієнтів і може бути інтегрований в будь-якому борошномельному виробництві, окремо або в групах. Він дозволяє дозувати інгредієнти, наприклад поліпшувачі борошна, такі як аскорбінова кислота, ферменти і відбілюючі речовини.

Якщо потрібно додати два або більше інгредієнтів, необхідно мати два дозуючі пристрої або премікс всіх інгредієнтів, який може бути виготовлений компанією-виробником.

Компоненти

- Регулятор швидкості ручний або цифровий;
- Бункер з нержавіючої сталі місткістю 30 або 60 літрів;

- Кришка з вбудованою мішалкою.

Дозуючий пристрій повинен бути встановлений на конвеєрі збору борошна. Доступна відстань після дозуючого пристрою, повинна бути не менше 4 метрів, щоб забезпечити ретельне перемішування.

Зміна потужності дозування

Для зміни потужності дозування необхідно замінити дозуючі спіралі, передню пластину з дозуючої трубки і підживлювального гвинта. Це не вимагає великих витрат часу – не більше п'яти хвилин. Дозуючі пристрої групи EМСЕtec використовуються на багатьох заводах у всьому світі.

Спосіб визначення ефективності змішування борошна з аскорбіноювою кислотою (АК).

Компанією «Mühlenc Chemie» запропоновано методику визначення ефективності змішування аскорбінової кислоти з пшеничним борошном. З відібраних зразків борошна масою не менше 200 г відбирають наважки –10 г та розподіляють на дерев'яну дошку по одній пробі розміром 5×5 см. На кожну пробу наливають реагент Тауберс, який складається з двох діючих речовин – . В результаті проби, борошно точково фарбується у синій колір. Відповідно до забарвлення роблять висновок про ефективність змішування. Якщо на пробі велика кількість забарвлень змішування оцінюють, як «дуже добре», середня кількість – «оптимальне», невелика кількість – «незадовільно». Також розроблена шкала, яка відповідає оцінкам змішування для порівняння з дослідним зразком (рис. Л2).



Рис. П1 Схематичний приклад оцінки змішування за методикою компанії «Mühlenc Chemie»

ДОДАТОК Р.

АКТ виробничих випробувань формування борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями на основі розроблених в ОНАХТ рекомендацій для борошномельних заводів зі скороченим технологічним процесом

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова

СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.»



Ф.С. Куцарєв

« 08 » 08 2018р.

АКТ

виробничих випробувань формування борошна з підвищеними
хлібопекарськими властивостями на основі розроблених в ОНАХТ
рекомендацій для борошномельних заводів зі скороченим технологічним
процесом.

Комісія в складі:

від СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.»: голова Куцарєв Ф.С., завідувач лабораторії Д.І. Главацька від Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ): д.т.н. Жигунов Д.О., к.т.н. Ковальов М.О., аспірант Ковальова В.П.

«07» серпня 2018 року підписали дійсний акт про те, що на борошномельному заводі СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.» були проведені виробничі випробування формування борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями шляхом використання технологічних добавок.

Виробничі випробування проводились з 06 по 07 серпня 2018 року. На час випробувань борошномельний завод продуктивністю 100 т/добу працював за схемою односортного помелу пшениці (72,0 % – борошно вищого сорту; 25,1 % – висівки), якість борошна вищого сорту була наступною (білість – 58 од.; кількість клейковини – 24,9 %; якість клейковини – 50 од) (табл.1).

Під час проведення досліджень перероблялась помельна партія пшениці II та III класів у співвідношенні 25 % та 75 % відповідно, врожаю

Під час проведення досліджень перероблялась помельна партія пшениці II та III класів у співвідношенні 25 % та 75 % відповідно, врожаю 2017 р. з наступними якості (вологість 12,2 %, склоподібність 42 %, натура 775 г/л, кількість клейковини – 20,4 %, якість клейковини – 60 од.

ОНАХТ було запропоновано використання розробленої моделі для формування борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями, а саме:

- розробити варіанти технологічних добавок та провести підбір її раціональних дозувань для підвищення хлібопекарських властивостей борошна (об'єм хліба – не менше 450 см³, пористість – 78...80 %);
- встановити оптимальні режими дозування та змішування борошна з технологічними добавками.

Розроблено чотири варіанти технологічних добавок (табл.Р1)

Таблиця Р1

Варіанти технологічних добавок для виробництва борошна із заданими показниками якості

Варіант	Технологічна добавка	Дозування, г/1 т борошна	Вартість, грн./т борошна
Варіант 1	α-амілаза+ксиланаза+L-цистеїн	2+20+50	78
Варіант 2	α-амілаза+ксиланаза+L-цистеїн	5+60+100	187
Варіант 3	α-амілаза з геміцелюлазної активністю+L-цистеїн	80+50	177
Варіант 4	α-амілаза з геміцелюлазної активністю+L-цистеїн	120+100	288

Технологічні добавки покращили зовнішній вигляд хліба, поверхня хліба стала більш рівномірною з золотавою скоринкою, покращився також характер пор, смак і аромат виробів. За сумою балів (рис.) хліб покращився з «хорошої» оцінки (76 балів) до «відмінної» (92...100 балів).

За показниками пробної лабораторної випічки об'єм та пористість хліба з використанням технологічних добавок за варіантом 1 і 2 збільшився на 215 см³, 260 см³ та на 6...8 %, відповідно. Технологічні добавки за варіантом 3 і 4 також показали збільшення об'єму та пористості хліба на 190...270 см³ та на 5...7 %, відповідно (табл. Р2).

Таблиця Р2

Показники якості хліба з технологічними добавками

Варіант	Об'єм, см ³	Питомий об'єм см ³ /г	Пористість, %
Контроль	350	2,3	75
Варіант 1	565	3,9	83
Варіант 2	610	4,1	81
Варіант 3	540	3,6	80
Варіант 4	620	3,9	82

Для ефективного змішування борошна з ТД необхідно виконувати наступні рекомендації:

- для багатокомпонентної технологічної добавки слід використовувати декілька дозаторів або замовляти готову технологічну добавку у фірми-виробника;
- дозатор слід встановлювати над конвеєром збору борошна на відстані не менше 3-4-х метрів до кінця конвеєру;
- при додаванні технологічних добавок з маленьким значенням дозування слід готувати попередню суміш у співвідношенні 1:50.

Після впровадження рекомендованої моделі для виробництва борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями було перероблено 100 т пшениці і отримано борошна вищого сорту –50 % (36 т), борошно з підвищеними хлібопекарськими властивостями: – 50 % (36 т) (табл. 2). Показники якості готової продукції та розрахунок економічної ефективності наведені в табл. Р3.

Таблиця Р3

Показники якості борошна хлібопекарського

Показники	Заводські налаштування	Налаштування розроблені в ОНАХТ	
	борошно вищого сорту	Борошно в/с покращений	борошно вищого сорту
Білість, од.	58	58	58
Кількість клейковини, %	24,9	25,0	24,8
Якість клейковини (ІДК), од.	50	60	48
Об'єм хліба, см ³	350	600	350
Пористість, %	72	82	73

Таблиця Р4

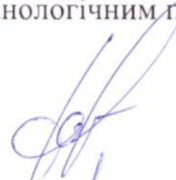
Розрахунок економічної ефективності (за добу)

Продукція	Ціна за 1 т, грн	Заводські режими		Рекомендовані режими			Різниця, тис грн
		об'єм, т	об'єм реалізації, тис грн	об'єм, т	об'єм реалізації, тис грн	витрати на ТД, тис грн	
Борошно в/с	6700	72	482,4	36	241,2	–	-241,2
Борошно в/с покращений	7100	–	–	36	249,2	6,4	249,2
Висівки	3000	25,1	75,3	25,1	75,3	–	0
Разом	–		557,7		565,7		8,0

3. При використанні розробленої моделі на борошномельному заводі СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.» економічний ефект складає 8,0 тис.грн.

3. Комісія вважає доцільним використання запропонованої ОНАХТ моделі для формування борошна підприємстві з підвищеними хлібопекарськими властивостями при сортових помелах пшениці для борошномельних заводів зі скороченим технологічним процесом.

Голова
СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.



Ф.С. Куцарєв

Завідувач лабораторії
СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.



..... Д.І. Главацька

Завідувач кафедри технології
переробки зерна ОНАХТ, д.т.н.



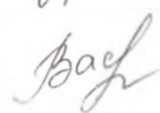
Д.О. Жигунов

Старший викладач кафедри технології
переробки зерна ОНАХТ, к.т.н.



М.О. Ковальов

Аспірант кафедри технології
переробки зерна ОНАХТ



В.П. Ковальова

ДОДАТОК С.

Акт впровадження результатів наукових досліджень за дисертацією у навчальний процес

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор ОНАХТ

проф. Єгоров Б.В.

20__ р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Результатів наукових досліджень за дисертацією

Ми, що нижче підписалися, проректор із науково-педагогічної та навчальної роботи доц. Трішин Ф.А., з одного боку, проректор з наукової роботи доц. Поварової Н.М. з іншого боку, даним актом підтверджуємо, що результати за дисертацією Ковальнової Василюк Петрівни на тему «Розробка технології виробництва борошна із заданими показниками якості», яка виконана під науковим керівництвом доктора технічних наук Жигунова Дмитра Олександровича за спеціальністю 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур, впроваджено у навчальний процес вивчення курсів "Технологія мукомельного виробництва", "Контроль якості та безпеки продукції галузі", "Науково-дослідна робота студентів" для студентів за напрямком підготовки 181 – харчові технології

Додаток: Витяг з протоколу засідання кафедри технології переробки зерна

Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи

Ф.А. Трішин

Проректор з наукової роботи

Н.М. Поварова

ДОДАТОК Т.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Жигунов Д.О., Ковальов М.О., Ковальова В.П. Дослідження переваг і недоліків при визначенні клейковини автоматизованим і ручним способом // Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 3. С. 21-26.
2. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Жиронкіна Д.С. Аналіз якості борошна з різних регіонів України // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2017. Т.81, вип.2. С. 35-43.
3. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Мороз А.І. Визначення показників якості борошна з різних систем технологічного процесу при сортовому помелі пшениці // Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 4. С. 30-36.
4. Ковальова В.П. Розробка комплексного коректору для стабілізації якості борошна на борошномельних заводах // Технічні науки та технології. 2018. № 11. С. 206-213.
5. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Підвищення хлібопекарської якості пшеничного борошна //Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О.І. Черевко. Харків: ХДУХТ, 2018. – Вип. 1(27). – С.280-291.
6. Analysis of the quality of flour from different systems of the technological process of a flour mill / Zhygunov D.et. al. // Зернові продукти і комбікорми. 2019. № 1. С. 23-28.
7. Визначення показників якості індивідуальних потоків борошна з заводу зі скороченою схемою технологічного процесу / Д.О. Жигунов та ін. // Технічні науки та технології. 2019. № 1. С. 195-204.

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних науко метричних баз даних:

8. Development of technological solutions for flour production with specified quality parameters / Zhygunov D.et. al. // Food Science and Technology 2018. Vol.12, №3. P. 71-80.

Патент на корисну модель:

9. Пат. на корисну модель 130843 Україна, A21D 8/02 – № u201807216; заявл. 26.06.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл. № 24. Комплексний хлібопекарський поліпшувач. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. – власник ОНАХТ.

Статті у наукових виданнях інших держав:

10. Zhygunov D., Mardar M, Kovalova V. Use of enzyme preparations for improvement of the flour baking properties // Food Science and Applied Biotechnology, 2018, №1, С. 26-32.

Статті в інших наукових виданнях України:

11. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Мороз А.І. Реконструктивний тип адаптування реального сектору економіки та галузевої науки України до умов постіндустріального суспільства // Хлібопекарські властивості пшеничного борошна / за заг. ред. Савенка І.І., Станкевича Г.М., Седікової І.О. Одеса, 2017. С. 211-224.

12. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Хлібопекарські властивості борошна південного регіону // Хранение и переработка зерна. 2017. №11. С. 35-38.

Тези наукових доповідей

13. Жигунов Д.О., Стоянова В.П. Порівняння досліджень різних методів відмивання клейковини // 3б. тез. доп. 75-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 21-25 квіт. 2015 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2015. С.35-37.

14. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Ковальов М.О. Сравнительный анализ различных методов отмывания клейковины // «Инновационные развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства»: сб. мат. Междунар. научно-практ. конф., Алматы, 29-30 октября 2015 г. / АТУ, 2015. С.11-13.
15. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Визначення кількості клейковини різними методами // «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства»: зб. праць за підс. VI Міжнар. наук.-практ. конф. вчених, аспірантів і студентів, Київ, 28-29 квітня 2016 р. / НУБІП, 2016. С.215-217.
16. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Мороз А.С. Порівняльний аналіз різних методів визначення кількості і якості клейковини // Зб. тез. доп. 76-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 18–22 квітня 2016 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій, 2016. С.40-42.
17. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Ковальов М.О. Сравнительный анализ показателей качества муки пшеничной для разных видов изделий // «Техника и технология пищевых производств» / Сб. тез. XI Междунар. научно-техн. конф., Могилев, 20-21 апреля 2017г. / МГУП, 2017. С. 83
18. Жигунов Д. О. Вплив ферментного препарату Фунгаміл на хлібопекарські властивості борошна / Д. О. Жигунов, В. П. Ковальова, Д. С. Жиронкіна // Зб. тез. доп. 77-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 18-21 квіт. 2017 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій, Одеса, 2017. – С. 42–44.
19. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Жиронкіна Д.С. Використання α -амілази для покращення хлібопекарських властивостей борошна // «Технології харчових продуктів і комбікормів»: зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 25-30 вересня 2017р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса 2017, С.4-5.
20. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Сучасні методи оцінки хлібопекарських властивостей борошна // «Якість і безпека харчових продуктів»: зб. тез III Міжнар. конф., Київ, 16-17 листопада 2017р. // НУХТ. Київ, С.82-83.

21. Хоренжий Н.В., Ковальова В.П. Дослідження процесу змішування пшеничного борошна з технологічними добавками // Зб. тез. доп. 78-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 23–27 квіт. 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2018. – С. 35–37.
22. Жигунов Д.О., Хоренжий Н.В., Ковальова В.П. Дослідження процесу змішування пшеничного борошна з комплексом ферментних препаратів // «Технології харчових продуктів і комбікормів»: зб. Між нар. Наук.-практ. конф., Одеса, 24-29 вересня 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса. С. 13-15.
23. Жигунов Д.О., Ковальов М.О., Ковальова В.П. Дослідження водопоглинальної здатності і кількості пошкодженого крохмалю індивідуальних потоків борошна // Зб. тез. доп. 79-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 16–19 квітня 2019 р. Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса С.37-39.