

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БЕЗРУЧЕНКО ОЛЬГА МИКОЛАЇВНА

УДК 641.1:664.68]:637.142

ДИСЕРТАЦІЯ

**ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ З МОЛОЧНО-БІЛКОВИМ
КОНЦЕНТРАТОМ СКОЛОТИН**

Спеціальність 181 – Харчові технології

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

_____ О.М. Безрученко

Науковий керівник

Юдіна Тетяна Іллівна,
доктор технічних наук, професор

Київ – 2023

АНОТАЦІЯ

Безрученко О.М. Технологія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 181 «Харчові технології» – Державний торговельно-економічний університет Міністерства освіти і науки України, Київ, 2023.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та розробленню технології безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин для осіб з глютензалежними захворюваннями.

Актуальність і доцільність дисертаційного дослідження обумовлена вузьким асортиментом безглютенової продукції вітчизняних виробників, а потреба задовольняється здебільшого продуктами закордонного виробництва. Складна ситуація на сьогодні, загострюється через те, що внаслідок активних бойових дій Росії проти України втрачено чотири з дев'яти вітчизняних виробників безглютенової продукції, через руйнування ланцюгів постачання відсутній імпорт продукції для осіб з глютензалежними захворюваннями. Тому, за даних умов розроблення науково обґрунтованих технологій безглютенових борошняних кондитерських виробів і впровадження їх на вітчизняний ринок з метою розширення асортименту продукції для забезпечення потреб споживачів із особливими дієтичними потребами у контексті державної політики щодо нарощування високоякісної продукції вітчизняного виробництва є актуальним і своєчасним завданням.

На базі теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано і доведено науково-практичну гіпотезу – використання суміші безглютенового борошна круп'яних культур, молочно-білкового концентрату сколотин у технології кексів забезпечить підвищення їх технологічної стабільності, харчової та біологічної цінності, дасть змогу розширити асортимент

борошняних кондитерських виробів з прогнозованими показниками якості для осіб з «непереносимістю» глютену.

Вперше науково обґрунтовано та дослідженнями ІЧ-спектрів доведено, що за умов сумісного використання у технології безглютенових кексів аглютененої борошняної сировини та МБК сколотин утворюються додаткові водневі зв'язки між молекулами білків та вуглеводів із забезпеченням стабілізації їх реологічних властивостей.

Обґрунтовано вибір безглютенової борошняної сировини для використання у технології безглютенових кексів - рисове борошно та кукурудзяне борошно тонкого помелу виробника ТОВ «Каскад» ТМ Mr.Tally з технологічними властивостями, зокрема гранулометричним складом, дисперсністю, вмістом пошкодженого крохмалю та ВПЗ, що найбільш близькі до аналогічних показників пшеничного борошна.

Визначено вплив окремих рецептурних компонентів на фізико-хімічні, реологічні та органолептичні показники модельних харчових систем безглютенових кексів з МБК сколотин. Доведено, що використання у технології безглютенових кексів суміші рисового та кукурудзяного борошна у співвідношенні 60...70% і 40...30% відповідно, та 25,0...27,5% молочно-білкового концентрату сколотин сприяє підвищенню вологоутримувальної здатності тіста, позитивно впливає на органолептичні та структурно-механічні властивості розроблених виробів, уповільнює процес «черствіння», створює передумови для розширення асортименту безглютенових кексів з підвищеною харчовою цінністю та заданими споживчими властивостями.

Шляхом багатофакторного експерименту оптимізовано рецептурний склад безглютенових кексів з МБК сколотин. Встановлено, що за умов використання суміші рисового й кукурудзяного борошна, МБК сколотин та цукру масовою часткою 22%, 24,9% та 25,1% відповідно в рецептурній суміші, забезпечується оптимальний питомий об'єм та пористість готових виробів.

Обґрунтовано технологічні режими виробництва безглютенових кексів з МБК сколотин. Доведено, що раціональною тривалістю збивання вершкового

масла, цукру з МБК сколотин є $(2...3) \cdot 60$ с за частоти обертання робочого органу 180 об/хв., що відповідає достатній рівномірності розподілення рецептурних компонентів. Визначено раціональні параметри випікання безглютенових кексів з МБК сколотин: температура пекарної камери $170^{\circ}\text{C}...160^{\circ}\text{C}$, тривалість випікання 25...30 хв.

Розроблено рецептуру та технологічну схему одержання безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. Отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів, доведено їх високу харчову та біологічну цінність. Визначено, що за вмістом білкових речовин безглютеновий кекс перевищує кекс «Сирний» (контроль) на 8,15%, клітковини у 4 рази. Білок розроблених виробів є більш збалансованим за амінокислотним складом, ніж білок контрольного зразка; ідентифіковано та кількісно визначено 18 амінокислот, в тому числі всі незамінні, що є дуже важливим з точки зору забезпечення потреб організму повноцінними білками. В білках розробленого безглютенового кексу питома вага незамінних амінокислот від загальної суми амінокислот складає 38,4 %, заміняє амінокислот - 61,6 %.; лімітуючі амінокислоти відсутні, рівень всіх незамінних амінокислот перевищує стандарт ФАО/ВООЗ, що свідчить про високу біологічну цінність продуктів. Підвищений рівень сіркоутримуючих амінокислот (метіонін+цистин) є наслідком наявності в їх складі МБК сколотин, що містить сироваткові білки молока. Білки розроблених виробів характеризуються високим ступенем гідролізуємості трипсином і декілька менше – пепсином. В цілому перетравлення білків розроблених безглютенових кексів перебільшує контроль, що визначає високий рівень їх біологічної цінності.

Характеристика мінерального складу кексів свідчить, що розроблений безглютеновий кекс з МБК сколотин за вмістом зольних елементів перевищує контроль, а співвідношення у ньому Ca:P:Mg дорівнює 1:2,2:0,45. У порівнянні з формулою збалансованого харчування (Ca:P:Mg – 1:1,5:0,5) декілька занижений вміст магнію, що необхідно враховувати при розробці раціонів

харчування споживачів, поєднуючи безглютенові БКВ з харчовими продуктами багатими на магній.

Результати вивчення вітамінного складу безглютенового кексу з МБК сколотин доводять, що у розробленому виробі у порівнянні з контролем підвищився вміст вітамінів А, Е та водорозчинних вітамінів (В₁, В₂, РР).

Визначено, що зменшення цукру у рецептурі безглютенового кексу на 10% у порівнянні з контролем, та використання МБК сколотин, впливає на зниження енергетичної цінності у порівнянні з кексом «Сирним» на 7,65%.

Встановлено, що показники безпечності безглютенових кексів з МБК сколотин відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм. Результати лабораторних досліджень довели, що вміст глютену у дослідній партії безглютенових кексів з МБК сколотин складає менше 20 мг/кг, що відповідає чинним нормам безпечності безглютенової продукції. Результати дослідження зміни фізико-хімічних, мікробіологічних і органолептичних показників якості розроблених виробів при зберіганні в сукупності з іншими якісними показниками дозволили обґрунтувати режими і терміни зберігання: за температури $18 \pm 3^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75% - не більше 7 діб.

Встановлено, що комплексний показник якості розроблених виробів позиціонується в інтервалі «відмінної якості» та на 4,4% перевищує показник якості контролю. Розроблено та затверджено нормативну документацію на кекс безглютеновий з МБК сколотин, отримано два патенти України на корисні моделі.

Надано оцінку економічної ефективності та соціального ефекту від впровадження розробленої технології у виробництво. Показано, що розроблена технологія забезпечує виробництво продукції на основі вітчизняної ресурсної бази; зростання рентабельності від впровадження розроблених безглютенових кексів становить до 3,5%. Соціальний ефект наданої розробки полягає у більш повному використанні харчового потенціалу вторинної молочної сировини, розширенні асортименту та забезпеченні споживачів продукцією спеціального

дієтичного призначення, підвищеної харчової цінності з поліпшеними споживчими властивостями.

Ключові слова: глютен, целиакія, борошно рисове, борошно кукурудзяне, крохмаль, молочно-білковий концентрат сколотин, борошняні кондитерські вироби, безглютенові кекси, харчова цінність, біологічна цінність, структурно- механічні властивості, показники якості та безпечності продукції.

ABSTRACT

BEZRUCHENKO O. Technology of Gluten-Free Muffins with buttermilk protein concentrate. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript).

Dissertation for obtaining scientific degree of PhD (field of study: 18 Production and Technology, major: 181 Food Technology) - STATE UNIVERSITY OF TRADE AND ECONOMICS, KYIV 2023.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and development of gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate for people with gluten-related disorders.

The relevance and the expediency of the dissertation research is due to the narrow range of gluten-free products of domestic producers, and the need is satisfied mainly by products of foreign production. Today's difficult situation is aggravated by the fact that as a result of Russia's active hostilities against Ukraine, four out of nine domestic producers of gluten-free products have been lost, and there is no import of products for persons with gluten-dependent diseases, because of the destruction of supply chains. Therefore, under these conditions, the development of scientifically based technologies for gluten-free flour confectionery products and their introduction into the domestic market in order to expand the range of products to meet the needs of consumers with special dietary needs in the context of state policy to increase high-quality domestic production is an urgent and timely task.

Based on theoretical and experimental research, the following scientific and practical hypothesis was proposed and proved: the use of a gluten-free cereal flour mix and buttermilk protein concentrate in the muffins production will increase their

technological stability, nutritional and biological value, as well as expand the range of flour confectionery products with predictable quality indicators for people suffering from gluten intolerance.

For the first time, it was scientifically substantiated and proved based on the IR spectra studies that when gluten-free muffins are made with raw gluten-free flour and buttermilk protein concentrate, additional hydrogen bonds are formed between protein and carbohydrate molecules, stabilizing their rheological properties.

The selection of raw gluten-free flour, specifically rice flour and finely milled corn flour produced by Kaskad LLC (TM Mr. Tally) with technological properties, in particular, granulometric composition, dispersion, damaged starch content and water absorption capacity, which are closest to similar parameters of wheat flour, was substantiated for use in the gluten-free muffins technology.

The paper determines the effect of individual recipe components on the physicochemical, rheological and organoleptic parameters of model food systems of gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate. It was proven that the use of a rice and corn flour mix, and buttermilk protein concentrate in the gluten-free muffins production in the ratio of 60...70%, 40...30%, and 25.0...27.5%, respectively, enhances the water absorption capacity of the dough, has a positive impact on the organoleptic, structural and mechanical properties of the developed products, slows down the staling process, and creates the prerequisites for expanding the range of gluten-free muffins with increased nutritional value and desired consumer properties.

Through a multivariate experiment, the formula of gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate was optimized. The paper demonstrates that the use of a rice and corn flour mix, buttermilk protein concentrate, and sugar with a mass fraction of 22%, 24.9%, and 25.1%, respectively, in the formula ensures the optimal specific volume and porosity of the finished products.

Technological modes of production of gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate are substantiated. It has been proven that the efficient duration of whipping butter and sugar with buttermilk protein concentrate is $(2...3) \cdot 60$ s at a food processing machine rotation speed of 180 rpm, which corresponds to a fair

distribution of the recipe ingredients. The optimal parameters for baking gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate were determined: baking chamber temperature 170°C...160°C, baking time 25...30 min.

The formula and technological scheme for the production of gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate were developed. A set of data characterizing the quality of the developed products was obtained, and their high nutritional and biological value was proved. The paper shows that the gluten-free muffin exceeds the Cheese ('Syrnyi') muffin (reference) by 8.15% in protein content and 4 times in fiber content. The protein of the developed products is more balanced in terms of amino acid composition than the protein of the reference sample, there are identified and quantified 18 amino acids, including all irreplaceable, which are very important from the point of view of providing the body with full-fledged proteins. In the proteins of the developed gluten-free muffins, the specific gravity of essential amino acids of the total amount of amino acids is 38.4%, replacement amino acids - 61.6%.; there are no limiting amino acids, the level of all essential amino acids exceeds the FAO/WHO standard, which indicates the high biological value of the products. The increased level of sulfur-containing amino acids (methionine + cystine) is a consequence of the presence in their composition of buttermilk protein concentrate containing whey milk proteins. Proteins of the developed products are characterized by a high degree of hydrolyzability with trypsin and a few less with pepsin. In general, the digestion of proteins of developed gluten-free muffins exaggerates the control that determines the high level of their biological value.

Characteristics of the mineral composition of muffins shows that the developed gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate in the content of ash elements exceeds the control, and the ratio in it Ca: P: Mg is 1: 2.2: 0.45. Compared with the formula of a balanced diet (Ca: P: Mg - 1: 1.5: 0.5), the magnesium content is somewhat underestimated, which must be taken into account when developing consumer diets, combining gluten-free flour confectionery products with foods rich in magnesium.

The results of the study of the vitamin composition of gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate prove that the content of vitamins A, E and water-

soluble vitamins (B₁, B₂, PP) has increased in the developed product, compared with the control.

It was found that reducing sugar in the gluten-free muffin formula by 10% over the reference sample, combined with the use of buttermilk protein concentrate, reduces the energy value by 7.65% as compared to the Cheese ('Syrnyi') muffin.

It was established that the safety indicators of gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate meet the health and hygiene requirements. The laboratory results proved that the gluten content in the test batch of gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate is less than 20 mg/kg, which meets the applicable safety standards for gluten-free products. The study results of changes in physicochemical, microbiological, and organoleptic quality indicators of the developed products during storage, together with other quality indicators, enabled to substantiate storage modes and shelf life: at a temperature of $18\pm 3^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of 70...75% - no more than 7 days. The comprehensive quality indicator of the developed products was found to be within the "excellent quality" range and was 4.4% higher than the reference quality indicator.

Regulatory documentation for gluten-free muffins with buttermilk protein concentrate was developed and approved, and two patents for utility models were obtained. The economic efficiency and social effect of the developed technology implementation in production were assessed. It is shown that the developed technology ensures the production of products based on the domestic resource base; the increase in profitability from the introduction of the developed gluten-free muffins is up to 3.5%. The social effect of the provided development consists in more fully using the nutritional potential of secondary dairy raw materials, expanding the range and providing consumers with products of special dietary purpose, increased nutritional value with improved consumer properties.

Keywords: gluten, celiac disease, rice flour, corn flour, starch, buttermilk protein concentrate, flour confectionery, gluten-free muffins, nutritional value, biological value, structural and mechanical properties, product quality and safety indicators.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ***Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:***

1. Юдіна Т. І., Безрученко О. М., Павлюченко В. О. Обґрунтування складу борошняної сировини у технології безглютенових кексів. *Пр. Тавр. держ. агротехнол. ун-ту*. 2019. Вип. 19. Т. 1. С. 179-186. Мелітополь: ТДАТУ. (Особистий внесок: проведено аналіз літературних джерел щодо проблем харчування при целіакії, досліджено доцільність і можливість використання суміші кукурудзяного і рисового борошна у технології безглютенових борошняних кондитерських виробів, досліджено вплив складу безглютенової борошняної сировини на органолептичні показники та структурно-механічні властивості безглютенових кексів з МБК сколотин).

2. Юдіна Т. І., Безрученко О. М., Кравченко Т. В. Дослідження впливу концентрату сколотин на якість безглютенових кексів. *Вісн. Харк. нац. техн. ун-ту сільського госп-ва ім. Петра Василенка*. 2019. Вип. 207. С. 189-195. Харків: ХНТУСГ. (Особистий внесок: обґрунтовано доцільність використання концентратів молочних білків у технології безглютенових борошняних кондитерських виробів, досліджено вплив МБК сколотин на структурномеханічні властивості тіста та готових безглютенових кексів).

3. Yudina T. I., Bezruchenko O. M., Ahapova O. V. Gluten-free cakes with cereal flour. *Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр.* Вип. 40 (1). Гол. ред. Чернега О. Б. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2020. С. 19-25. DOI: <https://doi.org/10.33274/2079-4827-2020-40-1-19-25>. (Особистий внесок: досліджено доцільність і можливість використання суміші кукурудзяного і рисового борошна у технології безглютенових борошняних кондитерських виробів).

4. Юдіна Т., Романенко Р., Безрученко О. Підвищення технологічного потенціалу аглютенової борошняної сировини. *Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки»*. 2020. № 4 (36). С. 93-103. DOI: [https://doi.org/10.617/tr.knute.2020\(36\)09](https://doi.org/10.617/tr.knute.2020(36)09). (Особистий внесок: визначено дисперсність кукурудзяного

та рисового борошна, досліджено вплив розміру часточок на вологопоглинальну здатність кукурудзяного борошна).

5. Bezruchenko O. M. Technology of gluten-free cake with buttermilk concentrate. *Innovative technologies and equipment: development prospects of the food and restaurant industries*: Scientific monograph. Riga: Baltija Publishing, 2022. P. 38-62. DOI:<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-3>. (Особистий внесок: обґрунтовано вплив співвідношення аглютенів видів борошна у суміші на реологічні властивості тіста, доведено вплив гранулометричного складу аглютенового борошна на його вологопоглинальну здатність та споживчі властивості готових виробів).

6. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Технологічні властивості борошна круп'яних культур для виробництва безглютенових кексів. *Зб. наук. пр. «Продовольчі ресурси»*. 2022. Т. 10 № 19. С. 176-183. DOI:https://doi.org/10.31073/foodresources_2022-19-20. (Особистий внесок: визначено дисперсність кукурудзяного та рисового борошна, досліджено вплив розміру часток та вмісту пошкодженого крохмалю на вологопоглинальну здатність означених видів аглютенового борошна).

7. Юдіна Т., Безрученко О. Харчова та біологічна цінність безглютенових кексів з концентратом сколотин. *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. 2023. № 1 (45). С. 54-62. DOI:[https://doi.org/10.31617/2.2023\(45\)05](https://doi.org/10.31617/2.2023(45)05). (Особистий внесок: розроблено технологію безглютенових кексів, досліджено їх хімічний склад та визначено біологічну цінність).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Тези доповідей та матеріали конференцій

8. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Технологія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. *Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи*: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (м. Тернопіль, 16 листопада 2018 р.). Тернопіль: Тернопільська державна сільськогосподарська дослідна

станція ІКСГП НААН, 2018. С. 56-58. *(Особистий внесок: розроблено технологію безглютенових кексів з МБК сколотин).*

9. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Кекси на безглютеновому борошні для хворих на целиацію. *Матеріали 85-ої Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»* (м. Київ, 11-12 квітня, 2019 р.). Київ: НУХТ, 2019. С. 50. *(Особистий внесок: обгрунтовано доцільність використання у харчуванні для хворих на целиацію безглютенових кексів з МБК сколотин).*

10. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Борошняні кондитерські вироби спеціального призначення. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Туризм XXI століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності»* (м. Пряшів, 10-11 квітня, 2019 р.). Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2019. С. 128-129. *(Особистий внесок: обгрунтовано доцільність використання у харчуванні для хворих на целиацію безглютенових кексів з МБК сколотин).*

11. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенових кексів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність»*. (м. Харків, 15 травня 2019 р.). Харків: ХДУХТ, 2019. С. 39-40. *(Особистий внесок: обгрунтовано технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенових кексів).*

12. Юдіна Т. І., Безрученко О. М., Кравченко Т. В. Вплив молочно-білкового концентрату сколотин на якість безглютенових кексів. *Матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції. «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв»*. (м. Харків, 8 листопада 2029 р.). Харків: ХНТУСГ, 2019. С. 90-91. *(Особистий внесок: досліджено вплив МБК сколотин на якість безглютенових кексів).*

13. Yudina T., Bezruchenko O. Manufacturing technology of a gluten-free chocolate cake. *Tourism of the XXI century: Global challenges and civilization*

values: II International scientific and practical conference (Kyiv, June 1, 2020). Kyiv: KNUTE, 2020. P. 477. (Особистий внесок: розроблено технологію безглютенових шоколадних кексів).

14. Yudina T. I., Bezruchenko O. M., Ahapova O.V. The technology of flour confectionery products using a concentrate of buttermilk. *Eurasian scientific congress*. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference (Barcelona, June 14-16, 2020). Barcelona: Barca Academy Publishing, 2020. P. 142-146. (Особистий внесок: обґрунтовано технологічні аспекти використання аглютенного борошна у технології безглютенових кексів).

15. Юдіна Т., Безрученко О., Агапова О. Вологопоглинальна здатність аглютенової борошняної сировини. *World science: problems, prospects and innovations*. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference (Toronto, March 24-24, 2021). Toronto: Perfect Publishing, 2021. P. 21-27. (Особистий внесок: досліджено вологопоглинальну здатність аглютенової борошняної сировини).

16. Безрученко О., Юдіна Т. Визначення реологічних властивостей безглютенового тіста для кексів. *Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*. (м. Київ, 15 вересня 2021 р.). Київ: НУХТ, 2021. С. 98-100. (Особистий внесок: досліджено реологічні властивості безглютенового тіста для кексів).

17. Безрученко О., Юдіна Т. Показники безпеки безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. *Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*. (м. Київ, 15 листопада 2022 р.). Київ: НУХТ, 2022. С. 42-44. (Особистий внесок: досліджено зміну показників безпеки безглютенових кексів при зберіганні).

18. Юдіна Т., Безрученко О. Зміна ліпідного комплексу безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин при зберіганні. *Матеріали 89-ої Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства*

у XXI столітті». (м. Київ, 3-7 квітня 2023 р.). Київ: НУХТ, 2023 С. 83. (Особистий внесок: досліджено зміну ліпідного комплексу безглютенкових кексів при зберіганні).

19. Юдіна Т., Безрученко О. Якість безглютенкових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Туризм XXI століття: глобальні виклики і цивілізаційні цінності»*. (м. Київ, 23 травня 2023 р.). Київ: ДТЕУ. С. 179. (Особистий внесок: досліджено якість безглютенкових виробів при зберіганні).

20. Юдіна Т., Безрученко О. Біологічна цінність безглютенкових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації»*. (м. Київ, 23 травня 2023 р.). Київ: НУХТ, 2023 С. 49. (Особистий внесок: визначено біологічну цінність безглютенкових виробів).

21. Безрученко О., Юдіна Т. І. Зміна структурно-механічних властивостей безглютенкових кексів при зберіганні. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес»*. (м. Харків, 18 травня 2023 р.). Харків: ДБУ, 2023. С. 200. (Особистий внесок: досліджено зміну структурно-механічних властивостей безглютенкових кексів при зберіганні).

ЗМІСТ

	Сторінки
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	18
ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ БОРОШНЯНОЇ ТА МОЛОЧНО-БІЛКОВОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ.....	26
1.1. Теоретичні та практичні аспекти виробництва борошняних кондитерських виробів для хворих на целиацію.....	26
1.2. Хімічний склад та технологічні властивості безглютенової борошняної сировини.	32
1.3. Перспективи використання молочно-білкових концентратів у технології безглютенових кексів.	40
1.4. Технологічні аспекти виробництва безглютенових кексів.....	45
Висновки за розділом 1.....	54
Список використаних джерел за розділом 1.....	55
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, ПРЕДМЕТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	72
2.1. Об'єкти і предмети досліджень.....	73
2.2. Методи і методики досліджень.....	78
2.3. Статистична обробка експериментальних даних.....	85
Висновки за розділом 2.....	86
Список використаних джерел за розділом 2.....	87
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ З МОЛОЧНО-БІЛКОВИМ КОНЦЕНТРАТОМ СКОЛОТИН.....	90
3.1. Технологічні властивості аглютенового борошна круп'яних культур.....	90
3.2. Дослідження впливу рецептурних компонентів на якість	

безглютенового тіста та готових виробів.....	99
3.2.1. Склад борошняної суміші у рецептурі безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.....	101
3.2.2. Вплив цукру на стан вуглеводно-амілазного комплексу тіста.....	108
3.2.3. Вплив молочно-білкового концентрату сколотин на якість безглютенових кексів.....	114
3.3. Оптимізація рецептурного складу безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.....	121
3.4. Технологічні параметри одержання безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.....	128
Висновки за розділом 3.....	139
Список використаних джерел за розділом 3.....	141
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ З МОЛОЧНО-БІЛКОВИМ КОНЦЕНТРАТОМ СКОЛОТИН ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ.....	146
4.1. Технологічна схема виробництва безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.....	146
4.2. Харчова та біологічна цінність безглютенових кексів з МБК сколотин.....	149
4.3. Безпечність та зміна показників якості безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин під час зберігання.....	159
4.4. Комплексна оцінка якості готових виробів.....	167
Висновки за розділом 4.....	174
Список використаних джерел за розділом 4.....	175
РОЗДІЛ 5. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	177
5.1. Заходи із практичного впровадження результатів	

дослідження.....	177
5.2. Розрахунок ефективності наукової розробки	178
Висновки за розділом 5.....	182
Список використаних джерел за розділом 5.....	183
ВИСНОВКИ.....	184
ДОДАТКИ.....	187
ДОДАТОК А. Протоколи лабораторних випробувань якості борошна ТОВ «Каскад», Україна (визначення алергенів).....	188
ДОДАТОК Б. Дериватограми.....	193
ДОДАТОК В. Оптимізація рецептурних компонентів безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.....	195
ДОДАТОК Г. Деклараційні патенти України на корисну модель.....	202
ДОДАТОК Д. Протоколи дослідження хімічного складу.....	205
ДОДАТОК Е. Протоколи лабораторних випробувань якості безглютенових кексів з МБК сколотин (визначення алергенів).....	210
ДОДАТОК Ж. Протоколи лабораторних випробувань якості безглютенових кексів з МБК сколотин при зберіганні.....	213
ДОДАТОК К. Довідки про впровадження результатів дослідження	226
ДОДАТОК Л. Нормативна документація.....	229
ДОДАТОК М. Протоколи та акти дегустацій.....	232
ДОДАТОК Н. Акти впровадження	242
ДОДАТОК П. Список опублікованих праць за темою дисертації.....	247

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БКВ	- борошняні кондитерські вироби
МБК	- молочно-білковий концентрат
БР	- борошно рисове
БК	- борошно кукурудзяне
БП	- борошно пшеничне
ВПЗ	- вологопоглинальна здатність
ВУЗ	- вологоутримувальна здатність
ІЧ - спектри	- інфрачервоні спектри
ППВВ	- порушене повне внутрішнє відбиття
АК	- амінокислота
ВООЗ	- Всесвітня Організація Охорони Здоров'я
ТМ	- торгова марка
ТОВ	- товариство з обмеженою відповідальністю
ФОП	- фізична особа підприємець

ВСТУП

Актуальність теми. У зв'язку з військовим станом в Україні, погіршенням екологічного та соціально-економічного становища загострилася проблема збереження здоров'я і підвищення імунного стану населення країни. Умови праці та життєдіяльності в екстремальних умовах характеризуються підвищеними фізичними навантаженнями, емоційно-психічним напруженням, і, як наслідок, загостренням неаліментарних хронічних захворювань.

Одними з таких захворювань є целиакія - хронічне, генетично детерміноване захворювання, що проявляється у стійкій непереносимості глютену (злакового білка пшениці, жита, ячменю, вівса) з розвитком атрофії слизової оболонки тонкої кишки і пов'язаного з нею синдромом мальабсорбції.

При тривалому перебігу нерозпізнаної целиакії унаслідок інтоксикації організму глютену починаються важкі вторинні імунні порушення: інсулінозалежний цукровий діабет, хронічний гепатит, артрит, стоматит, виразки кишечника, пухлини порожнини рота і шлунково-кишкового тракту, безпліддя.

За оцінками експертів ВООЗ, з 2005 року целиакія вважається найчастішим захворюванням тонкого кишечника. При цьому встановлено, що уражається цим захворюванням мінімум 1% населення земної кулі.

За даними Всеукраїнського товариства целиакії щороку 450 тисяч українців страждають на целиакію. Найбільш часто целиакія виявляється у дітей у віковій групі від півроку до 2-х років, у яких розвивається постійна непереносимість глютену. В останні роки середній вік пацієнтів, у яких діагностується целиакія, становить 45 років, а у 25% целиакія виявляється у віковій групі старше 60-ти років.

Єдиним способом лікування цього захворювання і профілактики всіх його важких ускладнень є обов'язкове дотримання безглютенової дієти. При цьому з раціону виключаються всі продукти з пшеничного і житнього борошна, вівса, ячменю.

На жаль, в Україні виробництво безглютенових виробів неналагоджене. Складна ситуація на сьогодні, загострюється через те, що після року активних бойових дій Росії проти України втрачено чотири з дев'яти вітчизняних виробників безглютенової продукції, через руйнування ланцюгів постачання відсутній імпорту продукції для осіб з целиакією та глютензалежними захворюваннями. Тому, за даних умов насичення ринку безглютеновими харчовими продуктами – одна із проблем, що поставлена життям перед науковцями і промисловістю країни.

Створенню науково-практичних засад виробництва борошняних кондитерських виробів з регульованим нутрієнтним складом, зокрема безглютенових, присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених: В.В. Дорохович, О.В. Немиріч, А. В. Гавриша, О.І. Шаповаленко, О.С. Павлюченко, Н.В. Чорної, Т. О. Лісовської, Т.М. Лозової, І.В. Сирохмана, Camino M., Jeffrey L., Trif A., Perlmutter D., Loberg K. та ін. Багато з них продовжують займатися цією проблемою, бо вона не втратила своєї актуальності й сьогодні.

Особливу увагу, на наш погляд, слід приділити хлібопекарській продукції та борошняним кондитерським виробам, які є найбільш повсякденно вживаними і виступають головним джерелом глютену, бо включають пшеничне борошно як основний сировинний ресурс.

У загальній структурі ринку борошняних кондитерських виробів кекси займають до 15% загального обсягу виробництва і користуються популярністю у всіх верств населення. Разом з тим, аналіз складу кексів з позицій нутріціології свідчить про їх невисоку біологічну цінність, оскільки вміст білків, поліненасичених жирних кислот, макро- та мікроелементів у них незначний.

Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є застосування інноваційних технологій з залученням молочного білка у концентрованому вигляді, зокрема молочно-білкового концентрату (МБК) склотин – джерела унікальної білкової системи високої харчової цінності. Це створює передумови для

розширення асортименту безглютенових кексів з підвищеною біологічною цінністю і виробництва конкурентоздатної безглютенової продукції із заданими функціонально-технологічними властивостями.

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

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

Дисертаційна робота виконувалась згідно з тематичними планами наукових досліджень кафедри технології і організації ресторанного господарства Державного торговельно-економічного університету: науково-дослідна робота «Інноваційні технології харчових продуктів спеціального призначення» (№ 00119U100296)

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування і розроблення технології безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.

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

- обґрунтувати технологічну доцільність використання суміші борошна круп'яних культур (рисового, кукурудзяного) та молочно-білкового концентрату сколотин у технології кексів для осіб з «непереносимістю» глютену;
- визначити технологічні властивості безглютенових видів борошна (рисового, кукурудзяного) з метою прогнозування: їх раціонального співвідношення у складі борошняної суміші, впливу на реологічні показники тіста та якість готових виробів;
- дослідити вплив окремих рецептурних компонентів (борошняної суміші, цукру, МБК сколотин) на органолептичні, фізико-хімічні показники та реологічні властивості модельних харчових систем безглютенових кексів;

- обґрунтувати технологічні параметри виробництва безглютенових кексів з МБК сколотин;
- розробити технологію безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин, комплексно дослідити якість розробленої продукції, а також її зміни в процесі зберігання;
- розробити нормативну документацію на безглютенові кекси з молочно-білковим концентратом сколотин, здійснити комплекс заходів щодо практичного впровадження результатів досліджень та оцінити соціальну і економічну ефективність наукової розробки.

Об'єкт дослідження – технологія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.

Предмет дослідження - рисове, кукурудзяне борошно, молочно-білковий концентрат сколотин, органолептичні, фізико-хімічні показники, структурно-механічні та мікробіологічні властивості модельних харчових систем, що містять вищевказані види сировини, якість борошняних кондитерських виробів.

Методи дослідження – стандартні загальноприйняті та спеціальні фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні, структурно-механічні, кваліметричні, системного аналізу, моделювання, математично-статистичні методи обробки експериментальних даних з використанням сучасних комп'ютерних програм.

Наукова новизна одержаних результатів На основі теоретичних і експериментальних досліджень сформульовано й доведено *науково-практичну гіпотезу* – використання суміші безглютенового борошна круп'яних культур, молочно-білкового концентрату сколотин у технології кексів забезпечить підвищення їх технологічної стабільності, харчової та біологічної цінності, дасть змогу розширити асортимент борошняних кондитерських виробів з прогнозованими показниками якості для осіб з «непереносимістю» глютену.

Уперше:

- науково обґрунтовано та дослідженнями ІЧ-спектрів доведено, що за умов сумісного використання у технології безглютенових кексів аглютенної борошняної сировини та МБК сколотин утворюються додаткові водневі зв'язки між молекулами білків та вуглеводів із забезпеченням стабілізації їх реологічних властивостей;

- встановлено, що використання суміші рисового та кукурудзяного борошна у співвідношенні 60...70% і 40...30% відповідно, підвищує вологоутримувальну здатність тіста, покращує органолептичні та структурно-механічні властивості безглютенових кексів, уповільнює процес «черствіння»;

- визначено закономірності впливу рецептурних інгредієнтів на процес тістоутворення та якість безглютенових кексів. Шляхом багатофакторного експерименту встановлено, що використання суміші рисового й кукурудзяного борошна, МБК сколотин та цукру масовою часткою 22%, 24,9% та 25,1% відповідно, забезпечує оптимальний питомий об'єм та пористість готових виробів;

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

Набули подальшого розвитку:

- дослідження кінетики тепломасообмінних процесів під час випікання безглютенових кексів в умовах радіаційно-конвективного нагрівання;

- теоретичні підходи щодо обґрунтування доцільності сумісного використання рослинної сировини та молочно-білкових концентратів у технології безглютенових борошняних кондитерських виробів, в основі якої лежить стабілізація реологічних властивостей тіста та готових виробів.

Новизна запропонованих технічних рішень підтверджена двома патентами України на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технологію

безглютоєвих кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. Розроблено та погоджено із Держпродспоживслужбою у встановленому порядку нормативну документацію (ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 «Кекс безглютоєвий з молочно-білковим концентратом сколотин»).

Результати роботи впроваджені у навчальний процес Відокремленого структурного підрозділу «Вінницький торговельно-економічний фаховий коледж Державного торговельно-економічного університету» та можуть бути використані у науково-дослідній роботі здобувачів освіти.

Впровадження науково-технічних розробок і випуск експериментальних партій кексів безглютоєвих з молочно-білковим концентратом сколотин здійснено у виробничих умовах ТОВ «Фудком», м. Київ (акт від 21.02.2023), ФОП Кривсун Н.В. (готельно-ресторанний комплекс «Лубенська слобода»), с. Вільшанка, Полтавська обл. (акт від 26.04.2023), ТОВ «МПС-ПРОДУКТ» (мережа піцерій «Matamia!»), м. Київ (акт від 17.03.2023).

Особистий внесок автора в ході виконання дисертаційної роботи полягає у плануванні експерименту, проведенні наукових експериментальних досліджень, моделюванні технологічних процесів, аналізі і теоретичному обґрунтуванні результатів, підготовці матеріалів до публікації отриманих даних, розробці нормативної документації, впровадженні нових технологій у виробництво, формулюванні висновків.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень обговорювалися протягом 2018-2023 рр. і здобули позитивні оцінки на: III Міжнародній науково-практичній конференції «Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи» (м. Тернопіль, 2018 р.); 85 Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, НУХТ, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Туризм XXI століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності» (м. Київ, м. Пряшів, Словаччина, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток харчових

виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (м. Харків, ХДУХТ, 2019 р.); XX Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв» (м. Харків, ХНТУСГ, 2019 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Туризм XXI століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності» (м. Київ, КНТЕУ, 2020 р.); Eurasian scientific congress. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing (Barcelona, Spain, 2020); World science: problems, prospects and innovations. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. Perfect Publishing (Toronto, Canada, 2021); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» (м. Київ, НУХТ, 2022 р.); 89 Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, НУХТ, 2023 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Туризм XXI століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності» (м. Київ, ДТЕУ, 2023 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації» (м. Київ, НУХТ, 2023 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» (м. Харків, ДБУ, 2023 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 21 наукова праця, у тому числі: 7 статей, серед яких 6 - у затверджених фахових виданнях України, 1 - у науковому періодичному виданні іншої держави з напрямку дослідження; 14 тез доповідей – у матеріалах наукових конференцій

Структура і обсяг наукової роботи. Дисертація складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків та 12 додатків. Роботу викладено на 186 сторінках друкованого тексту, містить 39 таблиць, 44 рисунка.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ БОРОШНЯНОЇ ТА МОЛОЧНО-БІЛКОВОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

1.1. Теоретичні та практичні аспекти виробництва борошняних кондитерських виробів для хворих на целиацію

Процеси глобалізації та інтеграції України до світової спільноти, боротьба за ресурси та доступ до нових ринків збуту стали рушійною силою запровадження інноваційних технологій харчової продукції, зокрема борошняних кондитерських виробів, що мають за мету імпортозаміщення, зменшення залежності від зарубіжних технологій та сировини, забезпечення сталого розвитку АПК України. До ключових завдань, які вирішуються за впровадження інновацій, належать раціональне використання сировинних ресурсів шляхом їх комплексної переробки, підвищення конкурентоспроможності вітчизняної харчової продукції.

Враховуючи стрімке зростання в світі і, зокрема, в Україні, аліментарно-залежних захворювань, кількості людей із надмірною масою тіла, ферментопатіями та обмеження природних продовольчих ресурсів домінантою постає проблема розроблення технологій борошняних кондитерських виробів (БКВ) з регульованим нутрієнтним складом, як групи продуктів, що характеризується підвищеним попитом населення.

На сьогодні доцільність створення нових рецептур і технологій харчових продуктів категорії «freefrom» обумовлена насамперед їх високою затребуваністю та вузьким асортиментом вітчизняного виробництва. Одними з найбільш поширених харчових продуктів категорії «freefrom» є безглютенові, які призначені для харчування хворих на целиацію - хронічне, генетично детерміноване захворювання, що проявляється у стійкій непереносимості глютену (злаковий білок пшениці, жита, ячменю, вівса) з

розвитком атрофії слизової оболонки тонкої кишки і пов'язаного з ним синдромом мальабсорбції. За оцінками експертів ВООЗ, з 2005 року целиакія вважається найчастішим захворюванням тонкого кишечника і уражає понад 1% населення земної кулі [1-6].

На сьогодні відомо три форми глютензалежних захворювань, пов'язаних з непереносимістю білка злакових культур. Найбільш відомою є целиакія – хронічне генетично імунне захворювання, що викликане вживанням клейковини в генетично сприйнятливих осіб [2, 3].

Друга форма – це алергія на білок злаків. Найчастіше чутливість до пшениці, жита, ячменю, вівса проявляється у дітей з atopічним дерматитом і бронхіальною астмою і складає від 18 до 50 % [2, 5-9].

У 2012 році було виявлено нову форму – непереносимість глютену без целиакії (gluten sensitivity), або нецелиакайна неалергічна непереносимість глютену, при чому число людей з цим захворюванням значно перевищує кількість хворих на целиакію та становить 7-16 % [2-9].

Поширеність целиакії у світі, за даними Всесвітньої гастроентерологічної організації (World Gastroenterology Organization), оцінюється як 1 на 300 осіб, а частота прояву целиакії у представників індоєвропейської раси, за результатами досліджень Європейської асоціації спілок целиакії (*Association of European Coeliac Societies, AO ECS*), в середньому становить приблизно 1 %. За даними Всеукраїнського товариства целиакії щороку 450 тисяч українців страждають на глютензалежні захворювання [2, 6-12].

Для характеристики глютензалежних захворювань застосовують різні терміни – *ентеропатична чутливість до глютену* (gluten sensitive enteropathy), *ентеропатична непереносимість глютену* (glutenin tolerant enteropathy), *глютеніна ентенопатія* (nontropical sprue), *черевний синдром мальабсорбції* (celiacs prue) [3].

Слід зазначити, що в поняття «глютен» різні вчені вкладають різне значення. Так, фахівці у галузі харчових технологій розуміють глютен як

комбінацію двох специфічних типів білка – глютенін (глютелін) і гліадин (проламін). А науковці медичної галузі, навпаки, визначають глютен як проламін, фракцію з білка пшениці, жита та ячменю [3].

Відомо, що пшеничні білки поділяють на чотири основні групи – глобуліни, альбуміни, глютеліни та проламіни. Токсичними для хворих на целиацію є проламіни пшениці, ячменю, жита. Проламін пшениці отримав назву гліадин, жита – декалін, ячменю – гордеїн, вівса – авенін [3, 13-18].

Небезпечний не сам глютен, а продукти його неповного розщеплення через дефіцит специфічних ферментів у осіб з непереносимістю глютену. Продукти неповного розщеплювання глютену, насамперед, L-гліадин токсично впливає на слизову оболонку тонкої кишки, атрофує її ворсинки, що порушує всмоктування поживних речовин [3, 12-19].

Основний методом лікування целиації - довічне дотримання аглютененової дієти з виключенням з раціону хліба і хлібобулочних виробів, манної, пшоняної, перлової і пшеничної крупи. З круп'яних культур дозволяються до вживання рис, гречка, кукурудза. Рекомендується також багата на білки сировина (м'ясо, риба, сир, боби), вітаміни (фрукти й овочі). Оскільки целиація часто супроводжується гіполактазією, молоко і молочні продукти виключають. Використовують свіжий сир кисломолочний у натуральному вигляді, стравах, масло вершкове. З овочів рекомендують гарбуз, кабачки, зелений горошок, картоплю, моркву, цвітну капусту. Каші готують на воді або м'ясному бульйоні, киселі і компоти - із солодких сортів ягід і фруктів (груші, яблука, суниця, чорниця, малина) [2, 3, 9, 12, 13,16, 17]. Непереносимість глютену при цьому залишається, зате самопочуття поліпшується, симптоми зникають.

Безглютенова їжа на сьогодні - тренд здорового харчування. Мільйони людей у всьому світі стали споживати продукти, що не містять глютену, не лише внаслідок діагностики глютензалежних захворювань чи зі збільшенням медичних показань, а й через загальне уявлення про підтримку здоров'я та профілактику хвороб, поширення інформації серед споживачів,

інтенсифікацію маркетингової діяльності та покращення каналів збуту продуктів, що не містять глютену [2, 18].

Безглютенові продукти відносяться до категорії харчових продуктів спеціального дієтичного призначення, які складаються чи виготовлені з одного або більше інгредієнтів, і не містять пшениці, жита, ячменю, вівса або їхніх гібридних сортів [2, 12, 18].

Гарантією безпеки безглютенової продукції слугує ліцензійний символ "Перекреслений колосок", використання якого надається компаніям, чия продукція відповідає вимогам АОЕСС до безглютенових продуктів харчування. АОЕСС – це сертифікуючий орган у Європі, некомерційна організація, що включає 35 європейських національних громадських об'єднань хворих на целиакію.

Станом на січень 2018 року по всій Європі було отримано виробниками – членами АОЕСС ліцензію на 12 000 продуктів без глютену з обов'язковим їх тестуванням в акредитованій лабораторії [2, 21]. Підприємство щороку перевіряється, щоб забезпечити послідовне виробництво безглютенової продукції [22].

Слід зазначити, що відповідно до міжнародного стандарту, встановленого *Codex Alimentarius*, продовольство може маркуватися "Без глютену", якщо вміст глютену в загальній масі харчового продукту не перевищує 20 мг/кг [2, 19, 20].

В Україні стало можливим ліцензування українських виробників після підписання ліцензійного договору між АОЕСС і ВГО "Українська спілка целиакії" та реєстрації ТМ "Перекреслений колосок" у травні 2017 р. Можливість ліцензування безглютенових продуктів у межах України значно спростила процедуру присвоєння відповідного символу і позитивно вплинула на розвиток вітчизняного ринку безглютенових продуктів [23]. На законодавчому рівні в Україні гарантією безпеки безглютенової продукції став прийнятий у 2019 р. Закон України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів», в якому визначається, що «позначення «без

глютену» може бути застосовано лише за умови, якщо вміст глютену у харчових продуктах не перевищує 20 мг/кг загальної маси харчового продукту [24].

На сьогодні для виробництва безглютенових борошняних виробів характерні два принципових напрямки.

Перший з них передбачає проектування рецептур виробів з використанням різноманітної рослинної безглютенової сировини.

Другий, біокаталітичний напрямок, орієнтований на видалення або модифікацію глютену, знаходиться в стадії дослідних розробок.

У першому напрямку вирішується проблема моделювання хлібопекарських властивостей глютенвміщуючого пшеничного і житнього борошна. Йдеться, насамперед, про імітацію структуроутворюючих властивостей цих продуктів.

Пшениця – основний сировинний інгредієнт більшості хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів. При виробництві харчових продуктів без вмісту глютену виникають певні технологічні проблеми щодо створення структури продукту – пористої, пружно-еластичної. [3, 25-28]. Справа в тому, що клейковина пшеничного борошна (глютен) володіє унікальними технологічними властивостями у формуванні структурно-механічних властивостей тіста та текстури готових виробів, надає тісту унікальних в'язко-пружних властивостей і здатність утримувати газ. Такими властивостями не володіють інші білки борошна. Після гідратації і перемішування білки аглютенових сортів борошна не розвиваються у в'язко-пружну мережу, як протеїни пшениці [3, 19].

З точки зору фундаментального механізму безглютенового тістоутворення, критичним чинником є вологість тіста. Кількість води має бути достатньою для забезпечення певного рівня в'язкості, необхідного для утримання газу в тісті. За низького вмісту вологи виріб має щільну консистенцію, за високого – добре піднімається, але «сідає» під час випікання.

Проблем із газоутворенням практично у безглютеновому тісті не існує, проте труднощі виникають зі збереженням його у тісті [3, 4, 27, 28].

Створенню науково-практичних засад виробництва безглютенових борошняних кондитерських виробів присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених: В.В. Дорохович, О.В. Немиріч, А. В. Гавриша, О.І. Шаповаленко, О.С. Павлюченко, Н.В. Чорної, Т. О. Лісовської, Т.М. Лозової, І.В. Сирохмана, Н.В. Гревцевої, Camino M., Jeffrey L., Trif A., та ін. [29-47].

Науковцями під керівництвом Дорохович В.В. [29-33] розроблені технології безглютенових кексів, здобного пісочного печива, бісквітів, мафінів із застосуванням рисового, кукурудзяного або гречаного борошна. Як носій солодкого смаку у розроблених технологіях був використаний лактилол та суміш лактилолу і фруктози. З метою підвищення біологічної цінності БКВ у рецептурі виробів додається соєве та горохове борошно.

Вченими НУХТ Немиріч О.В, Гавриш А. В., Михайленко В. М., Браташ М. Й. розроблені технології бісквітів, фонтанів, печива із застосуванням безглютенового борошна та лактитолу, ізомальту, фруктози (цукрозамінників) [34-38]. Шаповаленко О.І., Павлюченко О.С., у технології безглютенових кексів запропоновано використання суміші кокосового борошна і борошна з коричневого рису, рисового борошна та мигдалевого [39-40]. Існує низка досліджень (Лісовської Т. О., Чорної Н. В., Лозової Т.М., Гревцевої Н.В., Camino M., Jeffrey L., Trif A., та ін.), що ґрунтуються на пошуку оптимального співвідношення структуроутворюючих компонентів для БКВ, за основу взято кукурудзяне екструдоване, рисове, амарантове борошно та крохмале-білкові суміші, які не містять глютену; доведено доцільність використання нетрадиційних видів сировини (фіто добавок, апіпродуктів, білоквмісної та каратиновмісної рослинної сировини) у виробництві борошняних кондитерських виробів для поліпшення їх споживних властивостей та терміну зберігання [41-47].

Наукові дослідження в даному напрямку постійно продовжуються й, з одного боку, лежать в площині використання різних видів безглютенового

борошна, харчових добавок та їх сумішей, а, з іншого, – передбачають залучення до технологічного циклу нової сировини, яка є природним джерелом есенціальних речовин та має широкий спектр технологічних властивостей. Водночас виявлено, що використання безклейковинного борошна у виробництві борошняних кондитерських виробів, зокрема кексів на хімічних розпушувачах, викликає низку технологічних проблем і потребує різноманітних допоміжних засобів щодо поліпшення структури безглютенового тіста.

Наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених спрямовані на пошук нових технологічних рішень створення борошняних кондитерських виробів підвищеної біологічної цінності шляхом залучення окремих видів аглютенової борошняної сировини, нетрадиційної молочної сировини на принципах ресурсозбереження, що визначає перспективність і актуальність даного наукового напрямку.

1.2. Хімічний склад та технологічні властивості безглютенової борошняної сировини.

З метою імітації структуроутворюючих властивостей пшеничного борошна та моделювання його хлібопекарських властивостей харчова інженерія безглютенових борошняних кондитерських виробів використовує метод конструювання продукції на основі природної безглютенової сировини, перш за все рослинного походження. Як правило, модельні харчові композиції для безглютенових борошняних кондитерських виробів комбінують із чотирьох груп компонентів:

- борошно з високим вмістом крохмальних і некрохмальних полісахаридів і круп'яних культур;
- високобілкові інгредієнти (молочно-білкові концентрати, казеїнати, соєві ізоляти і концентрати, ізоляти білків люпину та ін.);
- гідроколоїди (гуарова камедь, ксантан, модифіковані крохмалі та ін.);

- смакові інгредієнти, емульгатори, розпушувачі (сіль, цукор, ароматизатори, меланж, лецитин, харчова сода, барвники та ін.)

Сировину першої групи, яка використовується для приготування безглютенових борошняних кондитерських виробів, умовно можна розділити на дві підгрупи (табл.1.1)

Основним недоліком борошняних кондитерських виробів, вироблених за рецептурами, заснованими на крохмалевмісних продуктах, є їх низька харчова цінність, що обумовлена високим вмістом крохмалю, і, навпаки, низьким вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних нутрієнтів.

Таблиця 1.1.

Характеристика сировини з високим вмістом крохмальних і некрохмальних полісахаридів

Підгрупа А	Підгрупа Б
сировина з високим вмістом крохмалю (рисове борошно, кукурудзяне борошно, борошно з сорго тощо)	сировина з високим вмістом некрохмальних полісахаридів (гречане борошно, вівсяне борошно, борошно з насіння амаранту, борошно з насіння льону і т.д.)
Недоліки	
низька харчова цінність, обумовлена високим вмістом крохмалю	технологічні властивості некрохмальних полісахаридів

Удосконалення технології виробництва борошняних кондитерських виробів, вироблених на сировині підгрупи А, з нашої точки зору, має ґрунтуватися, по-перше, на дослідженні колоїдно-хімічних властивостей різних видів крохмалю (зокрема, визначення співвідношення амілози і амілопектину) і, по-друге, на розробці способів збагачення борошняних кондитерських виробів незамінними макро- і мікронутрієнтами. У цьому випадку основна проблема полягає у формуванні в складі готового продукту таких форм нутрієнтів-збагачувачів, які б ефективно засвоювалися організмом, тобто відповідали б ферментним системам організму людини. Конструювання збагачених безглютенових продуктів повинно проводитися не тільки з урахуванням комбінування мікроелементів і біологічно активних

речовин в засвоювані форми, а, по можливості, в технологічно виправдані з'єднання, що сприяють формуванню необхідних споживчих властивостей.

Як основні види рослинної сировини підгрупи Б в більшості безглютенових борошняних кондитерських виробів використовуються соєве, горохове, нутове, амарантове, арахісове борошно тощо. Безсумнівною перевагою цих видів сировини є висока харчова цінність, обумовлена порівняно високим вмістом білків збалансованого амінокислотного складу, поліфенолів і антиоксидантів, фолатів і вітамінів групи В, харчових волокон. Їх висока харчова цінність визначає інтерес до цих видів сировини для створення спеціальних харчових продуктів.

Соєве борошно характеризується цінним мінеральним та вітамінним складом, також високим вмістом білка та низьким вмістом крохмалю. Особливо слід відмітити значний вміст кальцію, фосфору, цинку, заліза, йоду, а серед вітамінів – вітаміну Е, фолацину. У борошні гороху вміст білка менший, ніж у соєвому, однак у порівнянні з іншими видами безглютенового борошна, його вміст високий. Горохове борошно, як і соєве, характеризується цінним мінеральним та вітамінним складом. Аналіз жирокислотного складу свідчить, що максимальний вміст полі ненасичених жирних кислот, які є найбільш дефіцитними та цінними для організму, має соєве та горохове борошно [48].

Головний конкурент сої – насіння люпину. Воно багате білком (27,8-61,2 %), та жиром (3,7-21,5 %), вітамінами, макро- і мікроелементами, В-каротином (0,20-0,49 мг) та токоферолами (3,9 – 16,2 мг) [49].

У багатьох країнах Європи розглядається використання нутового борошна як сировини, що не містить глютен. Нутове борошно багате на повноцінний білок, поліненасичені жирні кислоти, кальцій, фосфор та селен. Коефіцієнт перетравлюваності білків нуту – 80 – 89 %. Проте, нут в Україні не набув поширення, а нутове борошно не виготовляється [50].

Вітчизняними вченими досліджено білково-ліпідний комплекс сочевиці. Встановлено, що за вмістом білка сочевиця перевищує горох і

квасолію на 2,6% і 6,1% відповідно, а також вона багата В-каротином, піридоксином, тіаміном та холіном. Проте, варто вказати і на недоліки бобових культур – вони важко засвоюються та викликають газоутворення.

Широкого поширення для виробництва безглютенових виробів набула така зернова культура як кіноа. Кіноа багате фосфором (3920 мг кг), залізом (249,3 мг кг), кальцієм (983 мг кг) і калієм (4424 мг кг). Високий вміст вітаміну С (5,46 мг 100 г), токоферолів (до 10,0 мг 100 г), ніацину (0,92 мг 100 г) в складі свідчать про антиоксидантні властивості борошна з насіння кіноа. Проте, відомі і недоліки цієї культури. В оболонці зерна містяться сапоніни, що токсично діють на організм дітей до двох років. Оксалати сприяють утворенню каменів у нирках у людей з порушеним обміном речовин. До того ж, дана культура в Україні не вирощується [51].

Борошно полби також використовується для виробництва безглютенових кондитерських виробів. Порівняння фракційного складу пшеничного борошна і борошна полби показало, що в борошні полби міститься менша кількість проламінової спирторозчинної фракції гліадину (21,67-28,74%), вміст якої в пшеничному борошні складає 38-45% [52].

Високий технологічний потенціал має і борошно з зерна амаранту. Воно є гарним джерелом харчових волокон (8-20%), вітамінів групи В, С, D і Е та таких мінеральних речовин як селен, мідь, марганець, залізо, фосфор і натрій. Антиоксидантні властивості амарантового борошна позитивно впливають на роботу печінки, загрози розвитку онкологічного захворювання [53]. Однак, вживання страв з використанням амарантового борошна для осіб з захворюваннями нирок має бути обмеженим. В амарантовому борошні в невеликій кількості міститься щавлева кислота, що є шкідливою для організму.

Зазвичай, у рецептурах безглютенових БКВ використовуються економічно доступні види локальної аглютенної борошняної сировини, це, як правило, рисове та кукурудзяне, рідше гречане борошно [54].

Жоден із означених видів безглютенового борошна не можна вважати еквівалентним за функціонально-технологічними властивостями пшеничному. Оскільки кожен вид аглютенового борошна має специфічний хімічний склад (табл.1.2) і гранулометричні характеристики, що, в свою чергу, суттєво впливає на структурно-механічні властивості тіста та якість готових виробів [29, 42, 54].

Таблиця 1.2

Хімічний склад кукурудзяного, рисового, гречаного та пшеничного борошна

Назва речовин	Кукурудзяне борошно, г/100 г	Рисове борошно, г/100 г	Гречане борошно, г/100 г	Пшеничне борошно, г/100 г
Білки	7,2	6,9	12,6	11,1
Жири	1,4	0,6	3,1	1,1
Вуглеводи	72,1	80,2	70,6	71,0
Харчові волокна	4,4	2,3	10,0	2,4
Мінеральні речовини, мг:				
Калій	147,0	50,0	577,0	138,0
Кальцій	20,0	20,0	41,0	20,0
Магній	30,0	30,0	251,0	29,0
Натрій	7,0	22,0	11,0	2,0
Фосфор	109,0	119,0	337,0	112,0
Залізо	2,7	1,3	4,1	1,26
Цинк	0,5	0,8	3,12	0,86
Вітаміни, мг				
В-каротин	0,2	0	-	-
Е(токоферол)	0,6	0,3	0,32	0,05
В1(тіамін)	0,35	0,06	0,42	0,194
В2(рибофлавін)	0,13	0,03	0,19	0,072
РР	3,00	3,20	6,15	1,20
Ніацин	1,8	1,4	4,09	1,2
Енергетична цінність, ккал	331	356	335	363

Разом з тим, слід зазначити, що безглютенове борошно круп'яних культур має високий технологічний потенціал та характеризується гарною поживною цінністю.

Так, середній вміст білка в гречаному борошні складає 12,6%, рисовому борошні – 7%, кукурудзяному – 8% [54].

Білок гречаного борошна відрізняється збалансованістю за амінокислотним складом, а за вмістом лізину він перевершує білки пшениці та жита. Порівняльний аналіз хімічного складу гречаного борошна з борошном інших культур показав підвищений вміст кальцію, феруму, вітамінів В₁, В₂, РР і Е. Рутин гречаного борошна сприяє підвищенню міцності капілярів; лецитин і аргінін знижують вміст холестерину в крові. Вміст клітковини в гречаному борошні в 1,5-2 рази більше, ніж у рисовому і вівсяному [3, 54].

Попередніми дослідженнями науковців доведено, що амінокислотний склад білка рису близький до гречки. Продукти переробки рису багаті вітамінами В₁ і В₂, фосфором, фітином і лецитином. Рисове борошно містить кремній, який сприяє процесам обміну речовин в організмі людини, біотин, а також інші вітаміни і мікроелементи, що мають важливе медико-біологічне значення [3, 54].

У кукурудзяному борошні, порівняно з пшеничним, міститься більше ліпідів, цукрів, геміцелюлози. Це борошно багате на К, Са, Mg і F, вітаміни Е і В₂, біотин. Білки кукурудзяного борошна слабо набрякають. Борошно не містить глютену, не утворює клейковини, але має велику газоутворювальну здатність [3, 41, 42, 54].

Враховуючи вищезначене, найбільш пильної уваги, на наш погляд, заслуговують рисове та кукурудзяне борошно, які не є алергенними, мають нейтральні смак і запах, що дозволяє використовувати їх без суттєвих кількісних обмежень у рецептурі безглютенових борошняних кондитерських виробів.

Важливою технологічною властивістю досліджуваного борошна, що впливає на вологість та структурно-механічні властивості тіста, є його водопоглинальна здатність (ВПЗ). На думку деяких дослідників [3, 41, 42, 54], різниця у показниках ВПЗ безглютенового тіста обумовлена хімічним складом та гранулометричними характеристиками рисового та кукурудзяного борошна. Таким чином, варіювання складовими композиційної суміші з означених видів безглютенового борошна дозволить не тільки позитивно вплинути на хімічний склад, а й корегувати структурно-механічні властивості тіста та борошняних кондитерських виробів на їх основі.

Встановлено, що використання безклейковинного борошна у виробництві борошняних кондитерських виробів, зокрема кексів на хімічних розпушувачах, зумовлює низку технологічних проблем і потребує розроблення напрямів щодо поліпшення структури тіста та готових виробів [3, 28, 29].

Визначено кроки щодо регулювання структурно-механічних властивостей безглютенового тіста. По-перше, це застосування борошняних сумішей, а не окремих видів безглютенового борошна, що дозволяє суттєво поліпшити харчову та біологічну цінність, структуру виробів; розширити сировинну базу та асортимент готової продукції [3, 54-56].

Так, науковцями НУХТ для підвищення харчової та біологічної цінності виробів для хворих на целиакію використано добавки борошна солоду, сої та гороху [30, 32], суміші кокосового борошна і борошна з коричневого рису, рисового борошна та мигдалевого [39-40].

Бразильськими вченими із Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) [57-59] розроблено технологію безглютенових тістечок з борошна сочевиці та порошку аквафаби (порошок з відвару нуту), а також безглютенових коржиків з крохмалю червоного рису з додаванням трансглютамінази.

Італійські розробники у технології безглютенових мафінів і бісквітів пропонують поєднати рисове і кукурудзяне борошно з додаванням камеді

ксантану, тоді як іспанські дослідники пропонують до цієї ж борошняної суміші додавати камедь гуару [60-62].

Польські дослідники рисове борошно поєднують з порошком з листя брокколі, що надає антиоксидантних властивостей безглютеновим бісквітним тістечкам [63].

Канадськими вченими [64] розроблена технологія безглютенових мафінів, яка передбачає додавання до кукурудзяного борошна суміші подрібнених волоських горіхів та арахісу у співвідношенні 1:1.

Американські науковці пропонують міксувати мигдалеве і кокосове борошно, що надає безглютеновим кексам приємного смаку та аромату [65], та концентрат сироваткових білків.

Доведено, що одним із чинників оптимізації і стабілізації процесу утримання газу, утвореного в безглютеновому тісті на хімічних розпушувачах при випіканні, є кількість води для гідратації біополімерів тіста і набуття необхідної в'язкості. Одним із шляхів підвищення гідратаційної здатності безглютенового тіста є додавання білкових речовин [3, 66-68]. Тому науковий і практичний інтерес становлять молочно-білкові концентрати – джерело унікальної системи, яка представлена білками високої харчової цінності. Окрім посилення вологоутримувальної здатності тіста, цей крок дозволяє комбінувати білки тваринного і рослинного походження, сприяє розширенню асортимента безглютенових кексів з підвищеною біологічною цінністю.

Обґрунтуванню доцільності використання МБК сколотин для виробництва безглютенових борошняних кондитерських виробів, на підставі аналізу його хімічного складу та технологічних властивостей, присвячено наступний підрозділ роботи.

1.3. Перспективи використання молочно-білкових концентратів у технології безглютенових кексів.

Молочно-білкові концентрати виробляють у двох формах: нерозчинні та розчинні. Класифікація МБК із виділенням підгруп за вмістом сухих речовин [67, 68] надана на рис. 1.1.

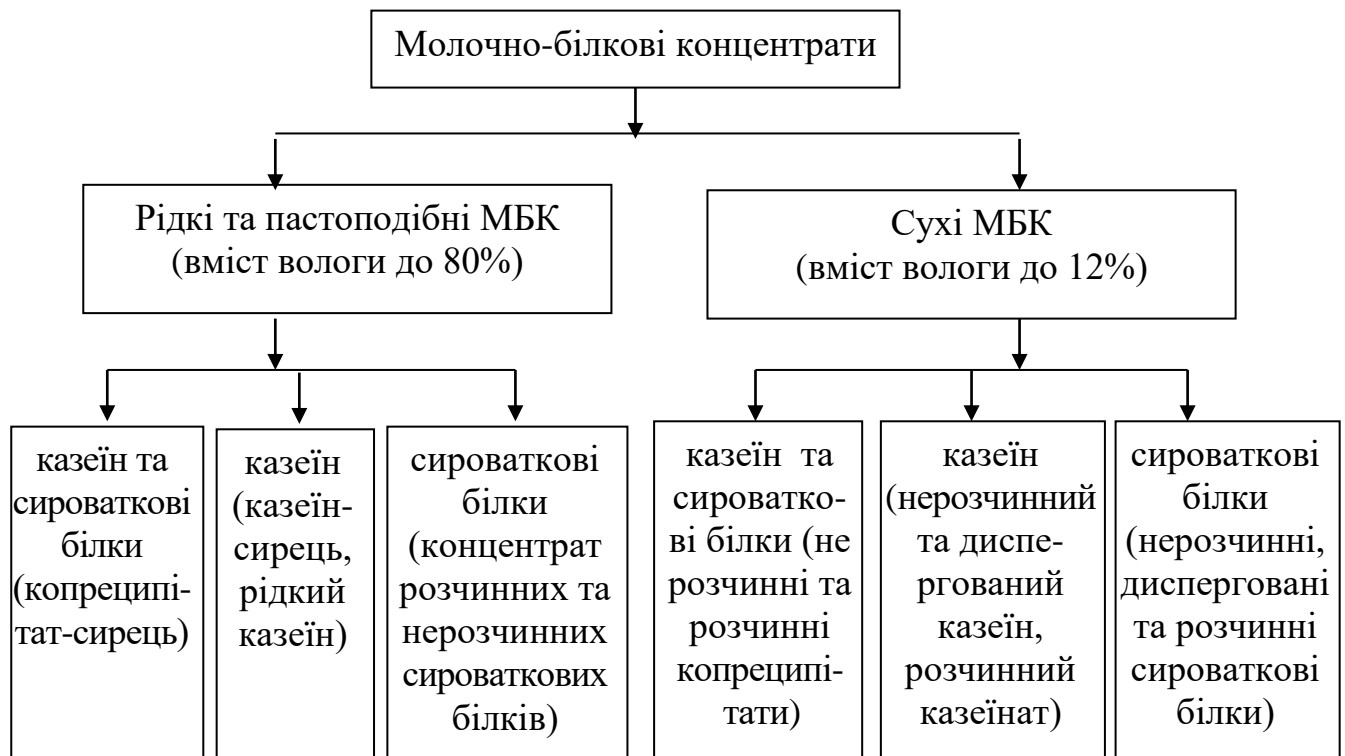


Рис. 1.1. Класифікація молочно-білкових концентратів

Сухі МБК нерозчинної форми у вигляді гранул використовують: у м'ясній промисловості при виробництві ковбас з сирого фаршу, у хлібобулочних виробках, у сільському господарстві для годування риби та птиці. Більш широкого застосування нерозчинні МБК в харчовій промисловості не знайшли, але вони є сировиною для отримання розчинної форми молочно-білкових концентратів.

Серед концентратів молочних білків розчинної форми найбільшим попитом користуються казеїнати та копреципітати. Це пояснюється не тільки їх високою біологічною цінністю, але й наявністю наступних

функціональних властивостей: здатністю емульгувати жир тваринного та рослинного походження, стабілізувати емульсію; володінням підвищеною водозв'язуючою та піноутворюючою здатністю. Розчинні форми молочно-білкових концентратів широко використовують у виробництві майонезів, соусів, сухих сумішей для коктейлів, швидкозаморожених кулінарних виробів, дитячого харчування тощо [69].

Вплив МБК на харчову цінність хліба та хлібобулочних виробів вивчався в роботах [70-79]. Практично всі дослідники сходяться на думці, що при додаванні молочно-білкових концентратів підвищується біологічна цінність хліба та поліпшуються його органолептичні показники.

Збагачення хлібобулочних і макаронних виробів є одним з раціональних і перспективних шляхів використання молочно-білкових концентратів, тому що білкові речовини борошна бідні валіном, треоніном, лізином, а білки МБК містять ці амінокислоти у великій кількості. Необхідно відзначити, що функції внесених у харчові суміші молочних білків не обмежуються тільки збагаченням продуктів цінними споживчими речовинами. У багатьох випадках внесення молочно-білкових добавок значно поліпшує структурно-механічні властивості тіста та хлібобулочних виробів в цілому.

Дослідження показали, що білки молока впливають на вологопоглинальні властивості борошна [71]. Окрім білка, на технологічний процес впливає й лактоза, що не ферментується дріжджами. Лактоза впливає на структуру м'якушки (м'якушка стає більш ніжною), а також, беручи участь у реакції Майяра, викликає потемніння м'якушки та скоринки, що поліпшує колір виробів. Навіть при великій кількості лактози, що додається, вона не змінює смакові якості хліба, оскільки лактоза має менш солодкий смак, ніж інші цукри [72].

У ряді робіт у якості добавки до хлібобулочних виробів досліджено додавання сухого знежиреного молока. Встановлено, що при додаванні в хліб 6...10% сухого знежиреного молока кількість білка в продукті підвищується

на 9...11%, лізина – на 46%, триптофану – на 10% і метіоніну – на 23%. Було встановлено, що завдяки функціональним властивостям компонентів суміші реологічні властивості тіста поліпшувалися, а також скорочувалася тривалість замісу [73, 74].

Vogelsang-O'Dwyer M., Petersen I. L., Joehnke M. S., та ін. досліджували вплив сироваткового молочного концентрату різного ступеня денатурації на якість хліба. Отримані альвеограми та фаринограми показали, що тісто тим еластичніше, чим вище ступінь денатурації сироваткових білкових концентратів [75].

Запропоновано використання низькокальцієвого копреципітату при виробництві хліба, макаронних виробів. Автори встановили, що продукти із сухим кальцієвим копреципітатом мали кращі органолептичні властивості, ніж продукція з використанням сухого молока [76-79].

У рецептурах борошняних кондитерських виробів, зокрема кексів, традиційно як молочно-білковий компонент використовується сир кисломолочний [80-82]. Однак, особливості технологія виробництва сиру кисломолочного дозволяє використовувати тільки казеїнову фракцію молочних білків. Група повноцінних сироваткових білків, що складає 20...30% загальної кількості білків в молоці, при виготовленні сиру кисломолочного традиційним способом видаляється разом з сироваткою.

Українськими вченими розроблено термокислотний спосіб одержання молочно-білкового концентрату сколотин [83]. Сколотини і кислу сирну сироватку з титрованою кислотністю 135...140 °Т пастеризують окремо одне від одного при температурі 93...95 °С та 90...93 °С протягом (10...15)·60 с та (25...30)·60 с відповідно, після чого охолоджують до 80...85 °С та вносять кислу сирну сироватку в кількості 30...40%. Суміш після перемішування витримують протягом (10...15)·60 с, згусток швидко охолоджують до 40...45 °С і відокремлюють самопресуванням у бязевих мішках. Цей спосіб одержання МБК зі сколотин за рахунок сумісного осадження казеїнових і

сироваткових фракцій дозволяє збільшити вихід молочних білків на 15...20% порівняно з традиційним нежирним кислим сиром.

Отриманий МБК сколотин – це продукт з однорідною, ніжною, пастоподібною консистенцією, який має характерні для молочних продуктів чисті смак і запах, колір від білого до білого з кремовим відтінком [83, 84].

Білки молочно-білкового концентрату сколотин містять у своєму складі крім казеїну сироваткові білки, кількість яких складає 26% від маси протеїну. Відмінною рисою білкового складу сколотин є наявність білків оболонки жирових кульок (55% від їх вмісту в оболонках), що переходять до сколотин за фізико-хімічного і механічного впливу на вершки в процесі виробництва вершкового масла [83, 84].

Як показали дослідження [83, 84], у складі білків МБК сколотин рівень усіх незамінних амінокислот перевищує стандарт ФАО/ВООЗ, що свідчить про високу біологічну цінність продукту. В цілому МБК є продуктом з природним набором життєво важливих мінеральних речовин: кальцію – 0,16%, фосфору – 0,23%, калію – 0,27%, натрію – 0,40%, магнію – 0,04%. Молочно-білковий концентрат сколотин також відрізняється значним вмістом таких мікроелементів як ферум, кобальт та купрум. У формуванні біологічних властивостей сколотин важливу роль відіграють такі вітаміни, як тіамін (В₁), рибофлавін (В₂), біотин (Н), вітамін С та пантотенова кислота. МБК зі сколотин є гарним джерелом водорозчинних вітамінів, що наслідком використання при його виробництві кислої сирної сироватки, яка багата на означені вітаміни. Особливо слід відмітити високе утримання в МБК токоферолу (21%), що бере участь у процесах тканинного дихання і сприяє засвоєнню білків і жирів [83, 84].

Хімічний склад МБК сколотин у порівнянні з деякими молочно-білковими концентратами наведено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Хімічний склад МБК сколотин у порівнянні з деякими молочно-білковими концентратами, (%) [83, 84]

Показники	МБК сколотин	Високо-кальцієвий копреципітат	Низько-кальцієвий копреципітат	Нежирний кисломолочний сир
Волога	71,8	73,4	74,6	77,7
Сухі речовини	28,2	26,6	25,4	22,3
Білок	20,8	19,8	20,6	18,0
Жир	1,3	0,5	0,4	0,6
Зола	2,2	1,8	1,1	1,2

Данні табл. 1.3 доводять, що за вмістом сухих речовин МБК сколотин перевершує висококальцієвий копреципітат на 5,6%, низькокальцієвий копреципітат на 9,9%, нежирний кисломолочний сир на 20,9 %. Вміст білка в МБК сколотин вищий, ніж висококальцієвому копреципітаті на 4,8%, низькокальцієвому копреципітаті – 1,0%, нежирному кисломолочному сиру – 13,4%. Порівняно з наведеними концентратами молочних білків у МБК сколотин збільшено також вміст жиру та зольних елементів. З наведеного можна зробити висновок – МБК сколотин є більш перспективною сировиною для використання у виробництві харчових продуктів, що було враховано при проведенні подальших досліджень [83, 84].

В Україні науковою школою професора Г.В. Дейниченка протягом останніх років розроблено низку технологій напівфабрикатів та кулінарних виробів з використанням МБК зі сколотин, призначених для закладів ресторанного господарства [85-90].

Але на сьогодні асортимент харчових продуктів з використанням МБК сколотин є недостатньо широким. У доступній нам вітчизняній та зарубіжній літературі не знайдено опису технологій безглютенових борошняних кондитерських виробів з використанням МБК зі сколотин. Тому розроблення інноваційної технології безглютенових кексів з використанням МБК зі сколотин є актуальним завданням.

1.4. Технологічні аспекти виробництва безглютенових кексів

Кекси займають до 15% загального обсягу виробництва у загальній структурі ринку БКВ. Ці вироби мають приємний зовнішній вигляд, смакові властивості, добре засвоюються організмом людини, що обумовлює їх популярність у населення.

Залежно від способу виготовлення та рецептур кекси поділяють на такі групи [91]:

- з використанням біологічного способу розпушування (дріжджів);
- з використанням хімічного способу розпушування;
- без дріжджів та хімічних розпушувачів.

Процес приготування тіста для кексів на хімічних розпушувачів та без хімічних розпушувачів складається з наступних етапів: збивання масла з цукром або меланжу з цукром; змішування збитої маси з іншими рецептурними інгредієнтами, крім борошна; потім додавання борошна, приготування та формування тіста; випікання та оздоблювання.

Тісто для кексів (піна-емульсія) являє собою дисперсну систему, що складається з пухирців газу (повітря), що розділені плівками дисперсійного середовища дуже малої товщини. В процесі виготовлення тіста для кексів відбувається насичення повітрям збитої маси та його диспергування, що призводить до збільшення об'єму піни-емульсії і супроводжується розвитком внутрішньої поверхні системи [92-94]. Важливою характеристикою піни-емульсії є дисперсність, що визначає її якість та властивості, а також процеси, що в ній відбуваються. Кекси також відносять до пін, що характеризуються значною міцністю. Міцність та тривалість піни, що утворилась, залежать від виду піноутворювача, що адсорбується на поверхні поділу фаз газ-рідина і його концентрації в системі. Швидкість внутрішнього руйнування структури піни, що відбувається в процесі коалесценції, визначається кінетикою зміни її дисперсності. У зв'язку з тим, що в момент утворення піна не знаходиться у стані гідростатичної рівноваги, надлишкова

рідина витікає з її верхніх плівок у напрямку поля сили тяжіння до тих пір, поки градієнт капілярного тиску не зрівноважить дану силу [93, 95-98].

За умови несвоєчасного випікання відбувається самовільне руйнування піни (тіста) внаслідок того, що відбувається процес коалісценції, зумовлений неоднаковим тиском газу в пухирцях і його дифузним переносом [96, 97, 99].

Таким чином, виготовлення тіста для кексів здійснюється з використанням диспергаційного методу отримання пін, що супроводжується інтенсивним перемішуванням маси в присутності піноутворювача з подальшим насиченням її повітрям та утворенням пінного шару, що поступово збільшується [93, 97, 98].

Важливим технологічним параметром, що впливає на процес аерації є температура. Підвищення температури призводить до зменшення в'язкості рідкої фази, внаслідок чого, піноутворююча здатність підвищується, однак, зменшується стійкість піни.

В процесі випікання, при нагріванні тістових заготовок, внаслідок колоїдних та хімічних процесів, відбуваються якісні та кількісні зміни складових основних харчових речовин, структурно-механічних характеристик тістових заготовок, внаслідок чого відбувається перехід тіста в готові вироби з певними фізико-хімічними та органолептичними показниками якості.

При температурі 40...60°C крохмаль борошна інтенсивно набрякає та частково клейстеризується. При 50...70°C відбувається денатурація та згортання білкових речовин, а вода, що звільнилась при цьому, використовується крохмалем в процесі клейстеризації [96, 98].

Зменшення вмісту жиру (на 3...9%) відповідно до початкової кількості, що відбувається під час випікання виробів, обумовлено видаленням його частини з тіста з парами води та змінами в результаті гідролізу моно- і дигліцеридів, а також окиснення жирних кислот з утворенням пероксидів та гідроперексидів. Зменшення йодного та кислотного чисел жиру підтверджують зміни жирнокислотного складу [100]. В процесі випікання можлива взаємодія

лужних солей розпушувачів з кислими компонентами тіста, що, в подальшому, призведе до зниження лужності готових виробів [101].

Технологічні властивості сировини мають суттєвий вплив на якість тіста для кексів та готових виробів.

У виробництві кексів головним будівельним матеріалом у створенні структури є пшеничний крохмаль, що міститься у борошні. Його функції навіть важливіші, аніж функції білка, а це означає, що під час визначення необхідних властивостей борошна, показники, що засновані на вимірі білка, виявляються несуттєвими [102, 103]. Зазвичай борошно для кексів виготовляють з м'якої пшениці із вмістом клейковини 28-34% слабкої або середньої якості з метою обмеження формування клейковини у тісті [96, 98, 101]. Вийнятком є борошно, призначене для виготовлення фруктових кексів, де додатковий білок сприятиме рівномірному розподілу фруктів та інших наповнювачів та їх утриманню у тісті та готових виробах [95].

У роботах [96, 101] встановлена доцільність використання у виробництві кексів борошна із слабкою клейковиною, отримані вироби характеризуються тонкостінною пористістю, кращими смаковими характеристиками та високим стисканням м'якушки. Це пояснюється відносно низькою водопоглинаючою здатністю даного борошна та зменшенням міцності клейковини.

Борошно, що використовується у виробництві високорецептурних кексів, зазвичай, підлягає попередній обробці. Один із способів передбачає обробку борошна газоподібним хлором, проте у всьому світі використання хлорування усе більше обмежується. У багатьох країнах хлорування заміняють на суху термічну обробку борошна. Ступінь хлорування та теплової обробки борошна, призначеного для виробництва кексів, можуть відрізнитися залежно від можливого використання. Наприклад, високобілкове борошно для виготовлення фруктових кексів підлягатиме більш інтенсивній обробці, ніж борошно, що використовується для виготовлення бісквітів та кексових батончиків [104].

Ще однією відмінною властивістю борошна для високорецептурних кексів є зменшення частинок борошна, що досягається шляхом повторного помолу. Ступінь помолу борошна впливає на його водопоглинаючу здатність, швидкість утворення тіста, консистенцію. Чим крупніші частинки борошна, тим з меншою швидкістю відбувається процес утворення тіста. Пов'язано це із зменшенням швидкості проникнення води всередину білка [104, 105]. Можливість використання у технології виготовлення кексів сировини з частинками грубого помолу, що передбачає обмежене набухання білків клейковини борошна, не досліджувалась і потребує свого вивчення. Для зменшення кількості та послаблення клейковини пшеничного борошна на практиці у рецептурі кексів включають картопляний крохмаль до 25% від маси борошна.

Цукор крім того, що формує смак виробів, є структуроутворювачем колоїдної системи тіста [105]. У технології кексів з використанням та без використання хімічних розпушувачів цукор виконує роль стабілізатора пінної структури. Цукор також має значний вплив на параметри клейтеризації крохмалю борошна. Враховуючи, що при формуванні структури кексу важливу роль відіграє крохмаль, то навіть незначні зміни у процесі його клейстеризації матимуть значний вплив на якість готових виробів. Із збільшенням вмісту цукру у рецептурі підвищується температура клейстеризації крохмалю борошна з подальшою стабілізацією структури кексу (перетворення піни у губку) [104].

Присутність у рідкій фазі тіста цукрів, що вкриті гідратними оболонками, знижує осмотичне набрякання білків борошна. Найбільшою здатністю до гідратації володіють молекули сахарози. При температурі 20°C вони зв'язують та утримують від 8 до 12 молекул води. У зв'язку з цим, збільшення рецептурної кількості цукру призводить до зменшення вмісту вільної вологи та підвищення осмотичного тиску в рідкій фазі тіста, що, в свою чергу знижує набухання колоїдів борошна [105, 106].

У зв'язку з тим, що у технології виготовлення кексів використовується до 35% цукру, ці вироби характеризуються високою енергетичною цінністю і не можуть використовуватись у дієтичному харчуванні [107].

Встановлено покращення показників якості напівфабрикатів та готових виробів за умови зменшення рецептурного вмісту цукру на 10%, що зумовлено збільшенням піноутворюючої здатності яєчно-цукрової суміші, зменшенням щільності тіста, а також підвищенням стискання м'якушки, питомого об'єму та пористості готових виробів [104].

Стабілізуюча дія цукру на піну білка пояснюється його частковою дегідратацією та денатурацією. Наслідком цього є підвищення стійкості піни [92, 104].

Встановлено, що зменшення вмісту цукру на 10-15% від рецептурної кількості не погіршують якість випеченого напівфабрикату [105]. Зменшення вмісту цукру у рецептурі більш ніж на 20% скорочує терміни зберігання готових виробів. Подальше зменшення вмісту цукру у рецептурі призводить до різкого зниження питомої маси, пористості. Погіршуються також структурно-механічні та органолептичні властивості готових виробів [105].

Цукор має позитивний вплив на стійкість емульсій, сповільнюючи при цьому процес емульгування. Це зумовлено його здатністю підвищувати в'язкість дисперсійного середовища та поверхневий натяг на межі поділу фаз [92, 93].

Таким чином, аналізуючи вищезазначене, можна зробити висновок про те, що одним з ефективних способів впливу на процеси емульгування, набрякання білків та клейстеризацію крохмалю борошна з метою отримання виробів з певними фізико-хімічними та органолептичними показниками якості є зміна рецептурної кількості цукру.

Яєчні продукти у виробництві борошняних кондитерських виробів відіграють роль натурального піноутворювача та емульгатора, сприяють формуванню пористої структури, фіксації форми, покращують органолептичні властивості. Високий вміст у яєчному білку амінокислот, в тому числі, незамінних, підвищує харчову цінність готових виробів [106, 108].

У технології кексів з використанням і без використання хімічних розпушувачів яєчні продукти забезпечують формування піноподібної структури напівфабрикатів, також є основним джерелом вологи. Зменшення вмісту яєць у рецептурі призводить до зменшення об'єму, пористості та погіршення структурно-механічних властивостей готових виробів. Заміна яєчних продуктів у рецептурах борошняних кондитерських виробів іншими видами сировини, які мають стабілізуючі та емульгуючі властивості, дозволяє зменшити їхню енергетичну цінність та розширити сировинну базу [92, 101].

Піноутворюючим агентом у тісті для виготовлення кексів є яєчний білок. В процесі отримання пінної структури напівфабрикатів відбувається орієнтація білкової молекули на межі поділу фаз та її розгортання, що супроводжується поверхневою денатурацією. Денатурований білок формує опорну структуру системи та стабілізує її [92, 93, 105, 108].

Важливу роль у процесі тістоутворення відіграють *жири*, які здатні вступати у взаємодію з молекулами білків, крохмалю, змінюючи при цьому їх структуру і властивості [108-112]. Тому, прогнозуючи вплив рецептурного жирового компоненту на показники якості напівфабрикатів і готових виробів, необхідно враховувати не тільки його хімічний склад, але і фізичний стан.

Вважається, що жирові продукти, які містяться у рецептурах борошняних кондитерських виробів (БКВ), впливають на властивості клейковини. Жири підвищують пластичні властивості тіста та збільшують вміст рідкої фази у ньому за рахунок адсорбції на поверхні макромолекул білка та крохмалю і, як наслідок, уповільнення процесу набрякання колоїдів борошна [109-111].

Здатність жирів вступати у взаємодію з компонентами тіста визначається їхнім жирнокислотним складом: чим вищий вміст ненасичених жирних кислот, тим вони більше адсорбуються основними складовими рецептурних компонентів БКВ [92, 110].

У формуванні пухкої структури і текстури при випіканні виробів важливу роль відіграють кристали жиру. Маргарин, що має дрібнокристалічну

структуру, забезпечує однорідну розсипчасту консистенцію. Під час збивання маргарину навкруги пухирців повітря утворюються захисні оболонки у вигляді кристалів жиру. Вони обмежують дифузію газу через стінки повітряних пухирців в критичній стадії випікання при 35...38°C і перед стадією поглинання води з клейковини зернами крохмалю, що набухають. Таким чином клейковина стає більш міцною та еластичною. Кристали жиру, що сконцентровані навколо повітряних пухирців, тануть, і, білкова маса об'єднується з поверхнею пухирців при їх розширенні, збільшуючи опір руйнуванню. Така стабілізація пор сприяє утворенню найбільш стабільного об'єму і найбільш тонкої текстури [106-109].

Твердий жир у виробництві борошняних виробів забезпечує насичення повітрям напівфабрикату, що збивається (піну-емульсію, тісто), його рівномірний розподіл та отримання стабільної високодисперсної системи [92].

Вважається [92, 96], що для кращого розподілу жирів між частинками борошна і надання виробам шарової структури, жир краще додавати в тісто у вигляді тонкої диспергованої емульсії.

В даний час найбільш широке застосування у виробництві борошняних кондитерських виробів набули маргарини.

Використання маргаринів має цілий ряд переваг:

- максимальна можливість до поглинання повітря, що обумовлює високу здатність до аерування (дозволяє отримати пишну, насичену повітрям масу);
- сталість структурно-механічних характеристик сприяє утворенню мілкодисперсної системи, рівномірному розподіленню маргарину між іншими рецептурними компонентами тіста;
- вміст у складі емульгаторів (сприяє утворенню дрібнодисперсної емульсії, уповільненню процесу ретроградації крохмалю) [106].

Однак у маргарині вміст трансізомерів олеїнової кислоти становить більш ніж 50% [113]. Трансізомери існують у природі та містяться у

вершковому маслі, молоці, яйцях, проте їхня кількість не перевищує 5% до загального жиру [114-122].

Достовірно відомо, що вживання трансізомерів має негативний вплив на здоров'я людини, викликаючи розвиток ішемічної хвороби серця, склероз кровоносних судин, серцеву недостатність. Медичними дослідженнями встановлено, що вживання трансізомерів підвищує ризик виникнення ракових пухлин, діабету, хвороб печінки та безпліддя [123-127].

Важливим технологічним параметром, що має вплив на фізичні властивості тіста та якість готових виробів є *температура*. Підвищення температури тіста збільшує швидкість розчинення кристалічної сировини та набрякання колоїдів борошна, призводить до часткової дегідратації сахарози і, як наслідок, збільшення вмісту вільної вологи у тісті [92, 128]. Крім того, підвищення температури призводить до зниження в'язкості дисперсійного середовища і поверхневого натягу на межі поділу фаз, що має позитивний вплив на процеси емульгування та піноутворення. Коливання температури тіста для кексів впливає на такі процеси [128-138]:

- швидкість розчинення сировини, особливо цукру. Низька температура уповільнює процес розчинення цукру. Це особливо помітно за умови використання крупнокристалічного цукру, коли можливе утворення білих плям або краплин при випіканні кексів.
- швидкість гідратації крохмалю у борошні – низька температура призводить до уповільнення процесу гідратації крохмалю.
- збивання жиру та його здатність до аерації – при низькій температурі тіста погіршується збивання жиру та ступінь аерації тіста нижчий. Це призводить до зменшення об'єму тіста та погіршенню органолептичних характеристик.
- функціональні властивості емульгаторів, що використовуються для покращення збивання тіста для кексів також залежать від температури.
- швидкість реакції компонентів розпушувача змінюється. Усі хімічні реакції уповільнюються при зниженні температури, або відбуваються занадто

стрімко при її підвищенні. Зміна кількості вуглекислого газу, що виділяється під час реакції компонентів розпушувача між собою, має безпосередній вплив на форму кексу, об'єм і структуру.

- ускладнюється визначення заданої маси тіста, оскільки можливі коливання густини тіста, пов'язані із станом жиру та емульгатора, а також із швидкістю реакції розпушувача.

Вплив часу. Час диспергування залежить від природи рідин, що змішуються, частоти перемішування, виду збивача, його розмірів та форми, а також температури [83, 137].

Оптимальним часом отримання емульсії є перемішування протягом 15-20 хвилин. У зв'язку з тим, що при досягненні певного розміру, краплини рідини перестають подрібнюватись, подальше перемішування понад оптимальний час є недоцільним та призводить до збільшення витрат на виробництво БКВ. Ефективність перемішування залежить від виду устаткування, що використовується, його характеристик, форми ємкості [139].

Вплив рН середовища. Важливою характеристикою продуктів емульсійного типу є активна кислотність (рН). Її величина впливає на стійкість емульсій, що стабілізовані білками та деякими полісахаридами, створює умови для розвитку корисної або некорисної мікрофлори. Емульсії, що стабілізовані білками, більш стійкі при рН, близькому до їхньої ізоелектричної точки за умови, що білок розчинний в даній точці [99, 137].

При рН, близькому до ізоелектричної точки, зменшуються сили електростатичного відштовхування між білковими молекулами та підвищується жорсткість міжфазних адсорбційних шарів, що сприяє зменшенню деформації та руйнуванню жирових крапель [138, 140].

У зв'язку з тим, що структура готових виробів формується, головним чином, на стадії тістоутворення, цей процес відіграє найважливішу роль при виготовленні кексів. При цьому структурно-механічні властивості тіста і якість готових виробів залежать від якості системи, що отримана під час

технологічного процесу [92, 137]. Дослідженнями [141-144] встановлено, що структурно-механічні характеристики безглютенових борошняних кондитерських виробів залежать від рецептурних компонентів та можуть виступати об'єктивними показниками для контролю за дотриманням рецептури при їх виробництві. Тому, особливу увагу, на наш погляд, необхідно приділити дослідженню впливу рецептурних компонентів на органолептичні та структурно-механічні властивості модельних харчових систем безглютенових кексів з МБК сколотин.

Висновки за розділом 1

1. На основі проведених літературних та патентних досліджень доведено, що розроблення нових технологій безглютенових кондитерських виробів є актуальним і своєчасним завданням, що обумовлено затребуваністю і вузьким асортиментом означеної продукції вітчизняного виробництва. Визначено перспективність сумісного використання окремих видів аглютенної борошна та нетрадиційної молочної сировини у виробництві безглютенових БКВ.

2. Наведена характеристика основних функціонально-технологічних властивостей безглютенової борошняної сировини; визначено кроки щодо регулювання структурно-механічних властивостей безглютенового тіста та готових виробів шляхом застосування борошняних сумішей.

3. Проведений аналіз сучасного стану використання молочно-білкових концентратів у технологіях БКВ. Обґрунтовано доцільність використання МБК сколотин у технології безглютенових кексів у якості структуроутворювача.

4. Проаналізовано вплив технологічних параметрів процесу виробництва на формування якості борошняних кондитерських виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА РОЗДІЛОМ 1.

1. Lebwohl B., Sanders D. S., Green P. H. R. Coeliac disease. *Lancet*. 2017. Vol. 391. Is. 10115. P.70-81. URL: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31796-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31796-8).
2. Краєвська С., Стеценко Н. Формування вітчизняного ринку безглютенових харчових продуктів. *Товари і ринки*. 2018. № 4. С. 36–46. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2018_4_6.
3. Лобачова Н. Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів: монографія. Суми: Сумський нац. аграрний ун-т, 2015. 214 с.
4. Yazar G., Duvarci O. C., Tavman S., Kokini J.L. LAOS behavior of the two main gluten fractions: Gliadin and glutenin. *Journal of Cereal Science*. 2017. Vol. 77. P. 201–210. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.014>.
5. Sergi C, Villanacci V, Carroccio A. Non-celiac wheat sensitivity: rationality and irrationality of a gluten-free diet in individuals affected with non-celiac disease: a review. *BMC Gastroenterol*. 2021 Vol. 21(1) № 5. URL: <https://doi.org/10.1186/s12876-020-01568-6>.
6. World Gastroenterology Organization Global Guidelines. URL : <http://www.worldgastroenterology.org/global-guidelines.html>
7. Hardy M. Y., Tye-Din J. A., Stewart J. A., Schmitz F., Dudek N. L., Hanchapola I., Purcell A. W., Anderson R. P. Ingestion of oats and barley in patients with celiac disease mobilizes cross-reactive T-cells activated by avenin peptides and immuno-dominant hordein peptides. *Journal of Autoimmunity*. 2015. Vol. 56. P. 56-65. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2014.10.003>.
8. Niland B., Cash B.D. Health benefits and adverse effects of a gluten-free diet in non-celiac disease patients. *Gastroenterol Hepatol*. 2018. №14. P. 82-91. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5866307/>.
9. Степанов Ю. М., Саленко А. В. Целиакія: сучасний погляд на діагностику та лікування. *Gastroenterologia*. 2018. №52 (4). С.249-253. URL: <https://doi.org/10.22141/2308-2097.52.4.2018.154145>.

10. Varino S. Active Coeliac: Disassembling Gluten and Coeliac Disease. *Somatechnics*. 2019. Vol. 9. Is. 2-3. P. 188-205.
URL: <https://doi.org/10.3366/soma.2019.0279>.
11. Mukhopadhyay C. D. Current Advances in Celiac Disease: Consequences and Improvement Strategies. In: Singh Deora, N., Deswal, A., Dwivedi, M. (eds) *Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. Food Engineering Series*. Springer, Cham, 2022. P. 1-16. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-88697-4>
12. Surabhi P. Nutritional Aspects and Health Implications of Gluten-Free Products, Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. In: Singh Deora, N., Deswal, A., Dwivedi, M. (eds). *Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. Food Engineering Series*. Springer, Cham, 2022. P. 17-34. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88697-4_2.
13. Newberry C. The Gluten-Free Diet: Use in Digestive Disease Management. *Curr Treat Options Gastroenterol*. 2019. Vol. 17(4). P. 554-563. URL: <https://doi.org/10.1007/s11938-019-00255-0>.
14. Czaja-Bulsa G. Non celiac gluten sensitivity – a new disease with gluten intolerance. *Clin. Nutr*. 2014. Vol. 34, N 2. P. 189–194.
15. Tonutti E., Bizzaro N. Diagnosis and classification of celiac disease and gluten sensitivity. *Autoimmun. Rev*. 2014. Vol. 13, N 4–5. P. 472–476.
16. Mdki M. Celiac disease treatment: gluten-free diet and beyond. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr*. 2014. Vol. 59. P. 15–17.
17. Palmieri B, Vadala M, Laurino C. Gluten-free diet in non-celiac patients: beliefs, truths, advantages and disadvantages. *Minerva Gastroenterol Dietol*. 2019. Vol. 65(2). P.153-162. URL: <https://doi.org/10.23736/S1121-421X.18.02519-9>.
18. Trends and opportunities in the growing market for gluten-free foods
URL: <http://www.mintel.com>.
19. Новойтенко І. В. Малиновський В. В. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.52>.

20. Codex Alimentarius-Commission. Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten: CODEX STAN 118-1979 (amendment: 1983 and 2015).
21. Association of European Coeliac Societies (AOECS). URL: www.aoecs.org.
22. Bardella M. T., Elli L., Ferretti F. Non-celiac Gluten Sensitivity. *Curr Gastroenterol Rep.* 2016. Vol. 18(12). P. 63. URL: <https://doi.org/10.1007/s11894-016-0536-7>.
23. Gluten Free Media Group. URL : <http://www.glutenfreemg.com>.
24. Закон України 2639 – VIII «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19#Text>
25. Kulshrestha R. Overview of the Gluten-Free Market. In: Singh Deora, N., Deswal, A., Dwivedi, M. (eds) Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. *Food Engineering Series*. Springer, Cham, 2022. P. 79-93. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-88697-4_9.
26. US Gluten-free Food Market Research Report, Size , Growth, Trends, Opportunity Analysis, Industry Forecast – 2023-2027. URL: <https://www.technavio.com/report/us-gluten-free-food-market-industry-analysis>
27. Rifna, E.J., Dwivedi, M., Kulshrestha, R. (2022). Novel Approaches in Gluten-Free Bread Making: Case Study. In: Singh Deora, N., Deswal, A., Dwivedi, M. (eds) Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development. *Food Engineering Series*. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-88697-4_8.
28. Houben A., Höchstötter A., Becker Th. Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *European Food Research and Technology*. 2017. Vol. 235. Is. 2. P. 195-208.
29. Дорохович В. В. Безглютенові борошняні кондитерські вироби / В. В. Дорохович, Н. П. Лазоренко // Обладнання та технології харчових виробництв. - 2013. – Вип. 30. – С. 341-347.

30. Дорохович, В. В. Одержання безглютенових вафельних листів із гречаного борошна шляхом мікрохвильового оброблення / В. В. Дорохович, С. І. Літвинчук, В. Є. Носенко // Харчова промисловість. – 2018. – № 23. – С. 48–54.

31. Дорохович В.В. Дослідження тепломасообмінних процесів, що відбуваються при випіканні кексу на лактитолі / В.В. Дорохович, Н.П. Лазаренко // Хлібопекар. і кондитер. про-сть України. – 2008.– № 9. – С. 21-23.

32. Патент 20732 UA, МПК А23G 3/00 (2006.01), Кекс безглютеновий / Дорохович А.М., Бабіч О.В., Дорохович В.В; заявник Національний університет харчових технологій. – u200607974; заявл. 17.07.2006; опубл. 15.02.2007, бюл. №2, 2007 р.

33. Деклараційний патент 6680 України, МПК А23G3/00. Печиво безглютенове / Дорохович А.М., Бабіч О.В., Дорохович В.В. – № 20041008766; заявл. 26.10.2004; опубл. 16.05.2005, Бюл. № 5.

34. М. В. Янчик, О. В. Неміріч, А. В. Гавриш Аналіз якості кондитерських напівфабрикатів з рослинними порошками впродовж зберігання. Наукові праці НУХТ. – 2017. – Том 23, №1. – С. 222-230.

35. Неміріч О.В., Гавриш А.В. Пористість фонданів спеціального призначення. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі»* 22-23 березня 2017 р. – К.: НУХТ, 2017р. С.28-31.

36. В. Неміріч, В. М. Михайленко, М. Й. Браташ Перспективні напрямки підвищення біологічної цінності борошняного кондитерського виробу «брауні» спеціального призначення *Актуальні проблеми сучасної науки*, Астана – Київ – Відень, – 2018. – С. 61-65.

37. Дудкіна О.О. Показники якості та безпеки фонданів спеціального призначення / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч, Т.І. Іщенко, І.М. Тернавська // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – 2016. – Том 18, №2 (68). – С. 134-138.

38. Патент на винахід 117717 UA, МПК A21D 13/066 (2017.01). Спосіб виробництва фондану / А.В. Гавриш, Т.І. Іщенко, О.В. Неміріч, О.О. Дудкіна, І.М. Тернавська; заявник Національний університет харчових технологій. – № u2017 05027 ; заявл. 24.05.17 ; опубл. 10.09.2018 ; Бюл. № 17, 2018 р.

39. O. Sharovalenko, O. Pavliuchenko, Y. Furmanova, L. Sharan, O.Kuzmin Improvement of the recipe composition of special purpose gluten-free chocolate muffins. *Food science and technology* 4/2020. P. 20-27.

40. Погорельська А.С., Павлюченко О.С., Кузьмін О.В., Польовик В.В., Силко І.М. Теоретичні аспекти доцільності створення безглютенових кексів, збагачених сиром кисломолочним для закладів ресторанного господарства. *Наукові праці НУХТ* 2023 Том 29 №1. С. 152-162.

41. Лісовська Т. О., Чорна Н. В., Дьяков О. Г. Дослідження реологічних властивостей бісквітного тіста з використанням екструдованого кукурудзяного борошна // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2016. № 2/11 (80). С. 19–23.

42. Технологія бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого [Електронний ресурс] : монографія / Т. О. Лісовська, Н. В. Чорна. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2020.

43. Наукове обґрунтування поліпшення споживних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини: монографія / Т.М. Лозова. І.В. Сирохман. – Львів: Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2017. – 328 с.

44. Використання каротиновмісної сировини в технологіях борошняних кондитерських та макаронних та виробів: монографія / Н.В. Гревцева, О.Г. Шидакова-Каменюка, Д.О. Набоков. – Харків: ХДУХТ, 2018. – 122 с.

45. Camino Mancebo, Patricia Rodriguez, Manuel Gomez Protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. *LWT-Food Scienc and Technology*. 2016, Volume 67. P. 127-132.

46. Jeffrey L. Gluten-free baked products/ L.C. Jeffrey, W.A. Atwell // AACC International, Inc. – 2014. – 88 p.
47. A.Trif, A Vârban, L. Pîrvulescu, D.N. Raba The technology of making a pastry product from tender dough/ // LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE, SERIA I, VOL.XX (3), Romania – 2018. – pp.188-194.
48. Білкові концентрати з рослин / Соломко Г., Яцківська Н., Соловійова В. та ін. // Харчова і переробна промисловість. – 2015. – № 5. – С. 28 – 30.
49. О.С. Павлюченко, Н.П. Бондар Збагачення млинчиків високобілковим люпиновим борошном. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. – 2018. – Вип.2 с.102-107.
50. Калина В., Гезь Я., & Кузьо , О. (2021). Удосконалення рецептури кондитерського виробу на основі борошна з бобів нуту та ягід журавлини. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення у сучасних технологіях*, (3(9)), 33–39. URL: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2021.03.05>
51. Ж. В. Замай, О. Л. Гуменюк, Р. М. Волкова, О. Б. Хребтань, С. Д. Цибуля, Г. В. Пасов, Г. В. Використання інноваційної сировини (кіноа, чорний кмин, кунжут) та її вплив на властивості пшеничного хліба . // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. – 2021. – № 3 (27). – С. 103-111.
52. Рожно О.В. Розробка технології безглютенових макаронних виробів: дис. ...канд.техн.наук : 05.18.01. Київ, 2018. 160 с.
53. Sanz-Penella, J. M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT – Food Science and Technology*, 2013, 2, 679–685, doi:10.1016/j.lwt.2012.07.031.
54. Дробот В. І., Грищенко А. М. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба. *Обладнання та технології харчових виробництв*: темат. зб. наук. пр. Донецьк: Донецький нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2013. Вип. 30. С. 52-58.

55. Ilkem Demirkesen Mert, Osvaldo H. Campanella, Gulum Sumnu, Serpil Sahin. Gluten-free sourdough bread prepared with chestnut and rice flour. *Foodbalt*. 2016. Vol. 26. Is. 1. P. 239-242.

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

57. Pauline Godoi Silva, Daneysa Lahis Kalschne, Diogo Salvati, Evandro Bona, Angela Claudia Rodrigues. Aquafaba powder, lentil protein and citric acid as egg replacer in gluten-free cake: A model approach. *Applied Food Research*. 2022. № 6. P.34-36. journal homepage: URL: www.elsevier.com/locate/afres.

58. Moroni A., Zannini E., Arendt Elke K., Sensidoni G. Exploitation of buckwheat sourdough for the production of wheat bread. *European Food Research and Technology*. 2017. №10. P. 23-27.

59. Gustavo Heinrich Langa, Dianini Hüttner Kringela, Tanize dos Santos Acunhab, Cristiano Dietrich Ferreirac, Álvaro Renato Guerra Diasa, Elessandra da Rosa Zavarezea, Maurício de Oliveiraa. Cake of brown, black and red rice: Influence of transglutaminase on technological properties, in vitro starch digestibility and phenolic compounds. *Food Chemistry*. 2020. №318. P. 56-60. journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchem.

60. Belorio, M., & Gomez, M. Gluten-free muffins versus gluten containing muffins: Ingredients and nutritional differences. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. № 102. P. 249–253.

61. Cairano, M. Di, Galgano, F., Tolve, R., Caruso, M. C., & Condelli, N. Trends in food science & technology focus on gluten free biscuits : Ingredients and issues. *Trends in Food Science & Technology*. 2018. № 81, P. 203–212.

62. Chi, M. S., Adriana, P., Man, S. M., Mure, V., Ancu, S., Pop, A., Stan, L., & Rusu, B. Textural and Sensory Features Changes of Gluten Free Muffins Based on Rice Sourdough Fermented with *Lactobacillus spicheri* DSM 15429. *Foods*. 2020. № 9(3), P. 363. URL: <https://doi.org/10.3390/foods9030363>

63. Natalia Drabińska, Ewa Ciska, Beata Szmatowicz, Urszula Krupa-Kozaka. Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes. *Food Chemistry*. 2018. №267. P.67-71. journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchem.

64. Amin N. Olaimat, Walid M. Al-Rousan, Khaled M. Al-Marazeeq, Tareq M. Osaili, Radwan Y. Ajo Malak Angor, Richard A. Holley. Physicochemical and sensory characteristics of gluten-free corn-based biscuit supplemented with walnut and peanut for celiac patients. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 2020. №123 . P.45-48. journal homepage: www.sciencedirect.com.

65. Lauren Hopkin, Hannah Broadbent, Gene J. Ahlborn, Influence of almond and coconut flours on Ketogenic, Gluten-Free cupcakes. *Food Chemistry: X* 13 2022. № 146. P. 67-89. journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/food-chemistry-x

66. Гніщевич В. А. Технологія та біологічна цінність молочно-білкових копреципітатів/ В.А. Гніщевич, Т.І. Юдіна, Л.Г. Дейниченко // Товари і ринки. – 2016.– №2.– С.148-158.

67. Дейниченко Л.Г., Гніщевич В.А., Дейниченко Г.В. Інноваційні технології молочно-білкових концентратів: монографія. Харків: Факт, 2021. 220 с.

68. Інноваційні технології харчової продукції [Текст] колективна монографія / за заг.ред. Г.В. Дейниченко. Харків: Факт, 2019. С.156-158.

69. Дідух Г.В. Отримання мікропартикуляту з концентрату білків молочної сироватки. *Харчова наука і технологія*. 2015. №2 (31). С.52-56.

70. Сорочинська, Ю. С. Удосконалення технології безглютенового хліба з використанням борошна з зерна сорго : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 "Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів" / Юлія Сергіївна Сорочинська; Нац. ун-т харч. технол. – Київ, 2021. – 21 с.

71. Сафонова О. М. Обґрунтування способу введення концентратів тваринних білків до складу борошняних сумішей/ О. М. Сафонова, А. Т.

Теймурова, К. В. Дугіна, І. О. Головко: Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. – Нові рішення в сучасних технологіях.– Харків: НТУ «ХПІ», 2012.– №17.– С. 117–122.

72. Ткачук Ю. М. Технологія хлібобулочних виробів, збагачених молочними білками: дис. ...кандидата техн. наук: 05.18.01 / Ткачук Юрій Михайлович. – К., 2014.

73. Іщенко, Т. І., Молочний казеїн – ефективний збагачувач хліба. [Текст] / Т. І. Іщенко, Ю. М. Ткачук, В. Ф. Доценко, О. Б. Шидловська // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. - 2009. - №10. - с.67-69.

74. Шевченко А. О. Удосконалення технології діабетичних хлібобулочних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів». Київ, 2018. 20 с.

75. Vogelsang-O'Dwyer M., Petersen I. L., Joehnke M. S. etc. Comparison of Faba Bean Protein Ingredients Produced Using Dry Fractionation and Isoelectric Precipitation: Techno-Functional, Nutritional and Environmental Performance. *Foods*. 2020. Vol. 9 (3). P. 322.

76. Bender, D., & Schonlechner, R. 2020. Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *Journal of Cereal Science*, 2020.91. P.45-53. 102904. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102904>

77. Oluwole Steve Ijarotimi, Oluwaseun Grace Ogunjobi, Timilehin David Oluwajuyitana, Gluten free and high protein-fiber wheat flour blends: Macro-micronutrient, dietary fiber, functional properties, and sensory attributes *Food Chemistry Advances* 1 (2022) journal homepage: www.elsevier.com/locate/focha

78. Kaminski, M., Nowak, J. K., Skonieczna-Zydecka, K., & Stachowska, E. (2020). Gluten-free diet yesterday, today and tomorrow: Forecasting using Google Trends data. <https://doi.org/10.1016/j.ajg.2020.04.004>, 21, 67-68.

79. Дробот, В. І. Перспектива збагачення безглютенівих хлібобулочних виробів казеїном [Електронний ресурс] / В. І. Дробот, Ю. С. Сорочинська, А. М. Грищенко // Наукові праці Національного університету харчових

технологій. – 2019. – Т. 25, № 5. – С.117–124. – URL:
<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/32700/1/PERSPECTIVE%20OF%20THE%20ENRICHMENT.pdf>

80. Павлюченко О.С. Доцільність використання сироваткових білків у технології кексів / О.С. Павлюченко, І.В. Дочинець, М.Ю. Машовець – 2017. - № 1 (209). – С.53-55.

81. Збірник рецептур борошняних кондитерських і здобних булочних виробів: Навчально-практичний посібник / О.В. Павлов. – Видання перероблене і доповнене. Київ: ПрофКнига, 2018. - 336с.

82. Погорельська А.С., Павлюченко О.С., Кузьмін О.В., Польовик В.В., Силко І.М. Теоретичні аспекти доцільності створення безглютенових кексів, збагачених сиром кисломолочним для закладів ресторанного господарства. *Наукові праці НУХТ* 2023 Том 29 №1. С. 152-162.

83. Юдіна Т.І. Розробка молочно-білкового концентрату зі сколотин та його використання в технологія продуктів харчування [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.18.16 / Юдіна Тетяна Іллівна. – Х., 2001. – 158с.

84. G. Deynychenko. Determination of process raw processing options in technology milk-vegetable stuffing contain pectin / G. Deynychenko, V. Gnitsevych, , T. Yudina, I. Nazarenko, O. Vasylieva // *Eastern European Journal of Enterprise technologies*. –2016. – №5/11 (84) – С. 25 – 31.

85. Назаренко І.А. Технологія молочно-рослинних фаршів на основі концентрату зі сколотин [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.18.16 / Назаренко Ірина Анатоліївна. – Д., 2014. – 168 с.

86. Юдіна Т.І. Наукове обґрунтування технологій структурованої кулінарної продукції з використанням концентрату сколотин [Текст] : дис. д. техн. наук: 05.18.16 / Юдіна Тетяна Іллівна. – К., 2016 – 377с.

87. Бесіда С.М. Технологія емульсійних соусів з використанням молочно-білкового концентрату зі сколотин. [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.18.16 / Бесіда Світлана Миколаївна. – Д., 2012. – 176 с.

88. Дейниченко Л.Г., Омельченко О.В., Дашивець С.С., Технологія запіканки з молочно-білковим концентратом на основі сколотин з використанням пюре журавлини. *Обладнання та технології харчових виробництв*. ХДУХТ, 2019. С.12-17.

89. Деклараційний патент 42153 А Україна, МПК А 21D8/00. Спосіб одержання тіста для сирників. / Г.В. Дейниченко, Т.І. Юдіна - № 200042251; Заявл. 19.04.2000; Опубл. 15.10.2001, Бюл. №9. – 4с.

90. Юдіна Т.І., Назаренко І.А., Сімакова О.О., Боднарчук О.А. Технологічні параметри одержання пюре гарбуза. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2019. (2(39)). С. 28-35.

91. ДСТУ 4505:2006. Кекси. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України. 2018. 13 с.

92. Горальчук А. Б. Наукове обґрунтування технологій напівфабрикатів збивних для кулінарної та кондитерської продукції з поліфазною дисперсною структурою: дис...к-та техн. наук: 05.18.16.Харків, 2016. С. 326.

93. Iorgachova K. The influence of gluten-free flours on the quality indicators of biscuit semi-finished products / K. Iorgachova, O. Makarova, E. Kotuzaki *Зернові продукти і комбікорми* – Одеса. 2016. Vol. 64, Issue 4, P. 16-21.

94. Foaming and rheological properties of the liquid phase extracted from wheat flour dough [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X14001866#undfig>

95. Басай, О., Павлюченко, О. (2017). Кекси з гарбузом на основі безглютенового борошна. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі», Київ: НУХТ.

96. Дорохович А. М. Маффіни на безглютеновому борошні для хворих на целиацію / А. М. Дорохович, Н. П. Лазоренко // *Ukrainian Food Journal*. – 2012. – № 1. – С. 58–61.

97. Калакура М. М. Дослідження впливу рецептурних інгредієнтів на процес утворення структури бісквітного тіста / М. М. Калакура, В. В. Ніколіна // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2008. – № 25, Ч. 1. – С. 109–112.

98. Лазоренко Н. П. Удосконалення технології маффінів спеціального призначення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів» / Н. П. Лазоренко. – К., 2011. – 22 с.

99. Капліна Т. В., Столярчук В. М., Овчіннікова-Дудник С. О., Бровко Е. М. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів із використанням продуктів переробки гарбузового насіння. Полтава: ПУЕТ, 2015. 356 с.

100. Сирохман І. Вплив добавок-антиоксидантів на якість жирових начинок вафельних тортів / І. Сирохман, Р. Бойдуник *Товари і ринки*. - 2017. - № 2(1).-С.77–85.

101. Самохвалова О. В. Технологія маффінів оздоровчого призначення : монографія / О. В. Самохвалова, К. Р. Касабова, С. Г. Олійник. – Х.: Видавництво "Технологічний Центр" 2015. – 120 с.

102. Інноваційні технології виробництва харчової продукції масового споживання / [П. П. Пивоваров, Гринченко О.О., Михайлов В.М. та ін.] ; за заг. ред. П. П. Пивоварова. – Х. : ХДУХТ, 2011. – 444 с.

103. Технологічні властивості зерна, борошна і тіста / [О. М. Сафонова, Л. М. Тіщенко, Т. В. Гавриш та ін.]. – Х. : Віровець А.П. «Апостроф», 2012. – 252 с.

104. Дорохович В.В. Наукове обґрунтування і розроблення технологій борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання: Дис. докт. техн. наук. К.: КНТЕУ, 2010. 307с.

105. Дорохович В.В. Дослідження впливу традиційних та нетрадиційних цукрозамінників на реологічні властивості тістових мас для здобного печива / В.В. Дорохович // Прогресивні техніка та технології

харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб.наук.пр. – Х.: ХДАХТ. – 2008. – С.46-51.

106. Діагностика фізичних властивостей харчових продуктів: монографія/ С.Л. Шаповал, Р.П. Романенко, Н.П. Форостяна. – Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2017. – 192 с.

107. Корецький В. Л., Орлов Н. М. До проблеми безпеки харчування та моніторингу якості життя населення України. *Проблеми харчування*. 2016. № 1. С. 42–44.

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

109. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю / В. В. Дорохович // Наукові праці НУХТ. – 2017. № 4. – С. 199- 206

110. Лозова Т. Як же впливають добавки рослинного походження на збереження якості жирової основи кексів / Т. Лозова, Х. Ковальчук // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – № 2 (75). – С. 15–17

111. Капліна Т.В., Столярчук В.М., Дудник С.О. Зміна жирової складової кексів з використанням нетрадиційної рослинної сировини під час їх зберігання. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2018 №1/85. С.96-101.

112. Сімакова О. О., Никифоров Р. П. Розробка новітніх технологій виробів з борошна із заданими властивостями: монографія. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2018. 146 с.

113. Ромашко І.С., Басараб І.М. Транс-жири – проблема сучасності. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. Том 18 № 1 (65) Частина 4 2016. С. 115-118.

114. Кузьмін О. В. Комплексна оцінка якості харчування / О. В. Кузьмін, Н. В. Ільчук, Б. А. Салтан *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*, 2018. № 11 (51) 1 т. – с. 69-76.
115. Маркович І. І. Вплив сировини на зміни жирнокислотного складу напівкопчених ковбас / І. І. Маркович, М. З. Паска *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. – 2015. – Том 17 № 4 (64). – С. 71-75.
116. Гуменюк, О. Л., Ксенюк, М. П., Дениско, О. М., & Кирій, А. С. (2019) Заміна гідрогенізованих жирів на рослинну олію у складі борошняних кондитерських виробів. *Технічні науки та технології*, (2(16), 165–169. <http://tst.stu.cn.ua/article/view/183648>
117. David C. Klonoff. Replacements for Trans Fats—Will There Be an Oil Shortage *J Diabetes Sci Technol*. 2017 May. № 1(3). P. 415–422.
118. Шеманська Є.І., Манк В.В., Вінніченко І.М., Левчук І.В. Сучасні напрями покращення біологічної цінності спредів. *Наукові праці НУХТ*. 2015. Том 21, №1. 6 с.
119. Ощипок І. М., Онишко Л. Й. Збагачення харчової сировини інгредієнтами для створення продуктів здорового харчування. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2019. Вип. 22. 8 с.
120. Біологічна дія поліненасичених n-3 жирних кислот в організмі людини та основні джерела забезпечення їх потреби. Грициняк І. І. та ін. Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Львів, 2010. – 12 с.
121. Delia B. Food Carotenoids : *Chemistry, Biology and Technology* / B. Delia. – Wiley-Blackwell, 2015. – 328 p.
122. Данильченко Н.М. Кротова Л.П. Використання сучасної жирової сировини для виробництва борошняних кондитерських виробів: *Збірн. матер. Міжвузівської студентської науково-практичної конференції Вінницького торговельно-економічного коледжу*. Вінниця, 2019. 41-43 с.

123. Мухацька, Р. Основи здоров'я і раціонального харчування. Монографія / Р. Мухацька ; пер. з пол. Ю. Г. Попсуєнко ; Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова, Інститут екології економіки і права. –Київ : ІВЦ АЛКОН, 2016. – 253 с.

124. Kwon Y. Effect of trans–fatty acids on lipid metabolism: Mechanisms for their adverse health effects // *Food Reviews International*. – 2016. – Vol.32. – No. 3. – P.323-339.

125. Гудзь О.М. Жирові системи зі зниженим вмістом транс-ізомерів жирних кислот / П.О. Некрасов, О.М.Гудзь, О.П. Некрасов, В.А. Кіщенко // Питання хімії та хімічної технології. – Дніпро: ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет. – 2019. – №3. – С. 132 – 138.

126. Григоренко О. М. Продуктові інновації як засіб збалансування раціону харчування людини / О. М. Григоренко // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. – 2013.– Ч. 1. – С. 137–138.

127. Наказ МОЗ України № 1073 від 03.09.2017 «Про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії». URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text>

128. Термообробка борошняних кондитерських виробів/ С. Дудко, В. Малиновський, В. Оболкіна // Продовольча індустрія АПК. - 2017. - № 5. - С. 22-24.

129. Дорохович, В. В. Вплив аглютенного борошна на кінетику випікання кексів / В. В. Дорохович, В. М. Ковбаса // Наук. пр. ОНАХТ. – 2011. – Т. 1, Вип. 40. - С. 167-169.

130. Толлок Г. Мікробіологічні критерії безпеки і якості харчової продукції / Г. Толлок // Продовольча індустрія АПК. – 2016. – № 1-2. – С. 36–39.

131. Лісовська Т. О., Шуранкова В. С., Чорна Н. В. Амілографічні дослідження борошняних сумішей // Інноваційні технології розвитку у сфері

харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: тези доп. Всеукраїнської наук. конф. мол. учених і студ., 26 березня 2014 р. Х.:ХДУХТ, 2014. Ч. 1. С. 22.

132. Лісовська Т. О., Рибак О. М., Вічко О. І., Чорна Н. В. Термогравіметричний аналіз бісквітного напівфабрикату з кукурудзяним борошном у процесі зберігання. *Продовольча індустрія АПК*. 2016. №1-2. С. 23-28.

133. Лобачова Н. Л. Обґрунтування режимів тістоведення в технології безглютенового хліба/ Н. Л. Лобачова, О. М. Шаніна // Нові ідеї в харчовій науці – 206 нові продукти харчовій промисловості: міжнар. наук. конф., 13 – 17 жовтня 2014 р. – К: НУХТ, 2014. – С. 77.

134. Riad M. The Effect Of Damaged Starch On The Quality Of Baked Good. *Miller magazine*. 2017, 89. P. 94-98.

135. Tetiana Lisovska, Olga Rybak, Mykola Kuhtyn, Nina Chorna. Investigation of water binding in spongecake with extruded corn meal // *Ukrainian Food Journal*, 2015. Vol. 4. Is.3. P. 413-422.

136. Лобачова Н. Л. Особливості процесу клейстеризації крохмалю кукурудзяного борошна, обробленого транслюматіназою/ Н. Л. Лобачова, Г. Варако, О. М. Шаніна // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: збірник матер. VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю, 4-5 листопада 2014 р. – Одеса: ОНАХТ, 2014. – С. 99.

137. Лобачева Н. Л. Технологічні аспекти формування структури виробів з безглютенової борошняної сировини / Н. Л. Лобачева, О. М. Шаніна // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: матер. XIII Міжнародної науково-практичної конференції 7 листопада 2013р. – Харків, 2013. – С.71–79.

138. Інтенсифікація тепломасообмінних процесів в харчових технологіях: монографія / А.І. Соколенко, А.А. Мазаракі, О.Ю. Шевченко та ін.; під ред. А. І. Соколенка. – Київ: Фенікс, 2011. – 536 с.

139. Стадник І.Я. Напрямки і перспективи в додержанні раціональності процесу замішування. Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні технології і обладнання харчових виробництв» ТНТУ імені Івана Пулюя. 2011. С. 252 – 253.

140. Medvid I., Dotsenko V., Shydlovska O., Ishchenko T. Investigation of the expedience of modification of the carbohydrate composition of rice flour in the technology of gluten-free bread. *EUREKA: Life Sciences*. 2019. № 1. P. 43-51.

141. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review / Jingwen X. et al // *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 103. P. 200-213. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.017>

142. Миколенко С. Ю., Козяр Ю. В. Розроблення безглютенового печива на основі нетрадиційних видів борошна // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Технічні науки. 2018. Т. 29(68), № 4(2). С. 125-130.

143. Блощинська О.О. Удосконалення технології безглютенових фонданів. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія харчової продукції. Національний університет харчових технологій, м.Київ, 2019.

144. Jones J., Zevallos V., Wrigley C. Grains, Foods, and Ingredients Suiting Gluten-Free Diets for Celiac Disease // *Reference Module in Food Science: Elsevier*. 2016. P.460-466. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.00249-3>.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, ПРЕДМЕТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У розділі наведено програму аналітичних та експериментальних досліджень, надано характеристику предметів дослідження, наведено опис методів дослідження показників якості й безпечності сировини, модельних систем, напівфабрикатів і готових виробів, планування експерименту та математичної обробки експериментальних даних.

Теоретичні та експериментальні дослідження за темою дисертаційної роботи виконані базі науково-дослідних лабораторій кафедр технології і організації ресторанного господарства, дизайну та інжинірингу Державного торговельно-економічного університету (2018-2023 р.р.). Хімічний склад розроблених виробів визначали в науково-дослідній лабораторії Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна Національної академії наук України (м.Київ) та в лабораторії фізико-хімічних випробувань харчової продукції Державного підприємства «Вінницький науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». Вміст глютену у виробах визначали у науково-випробувальному центрі харчової продукції Державного підприємства «Полтавський регіональний науково-технічний центр стандартизації, метрології і сертифікації». Ступінь перетравлення білків визначали в науково-дослідній лабораторії Державного дослідного підприємства Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України (м. Київ). Дослідження стану вологи у модельних харчових композиціях виробів на основі термогравіметричного аналізу проводили в Інституті фізики Національної академії наук України (м. Київ). Дослідження реологічних властивостей модельних систем і готових виробів проводили в науково-дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій (м. Київ). Мікробіологічні дослідження проводили в лабораторії ДУ «Вінницького обласного центру контролю та профілактики хвороб МОЗ

України». Кількість пошкодженого крохмалю у безглютеновому борошні визначали у науково-дослідній лабораторії Одеського національного технологічного університету. Дослідження методом ІЧ-спектрометрії проводили на кафедрі аналітичної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

При виконанні роботи користувалися комплексом загальноприйнятих і спеціальних фізичних, хімічних, біохімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних, математичних методів.

2.1. Об'єкти і предмети дослідження

При виконанні дисертаційної роботи теоретичні та експериментальні дослідження щодо наукового обґрунтування та розроблення технології безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин проводили з урахуванням системного підходу.

Методологія системного підходу при вирішенні завдань дисертаційної роботи зводиться до розкриття інтегративних якостей об'єкту дослідження, виявлення різноманітних зв'язків і механізмів, що забезпечують взаємозв'язок та взаємозалежність отриманих результатів.

Для досягнення мети дослідження реалізований поетапний механізм вирішення проблеми, що припускає підпорядкування єдиній меті взаємозалежних складових: I – теоретичного (аналіз) та II, III - експериментального етапів (синтез), IV- оцінки ефективності – покладених в основу програми теоретичних і експериментальних досліджень (рис. 2.1).

Цей підхід став основою для формулювання мети, визначення основних напрямів, конкретних завдань і методів проведення подальших досліджень.

Як основний об'єкт дослідження під час виконання дисертаційної роботи розглядалась технологія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.

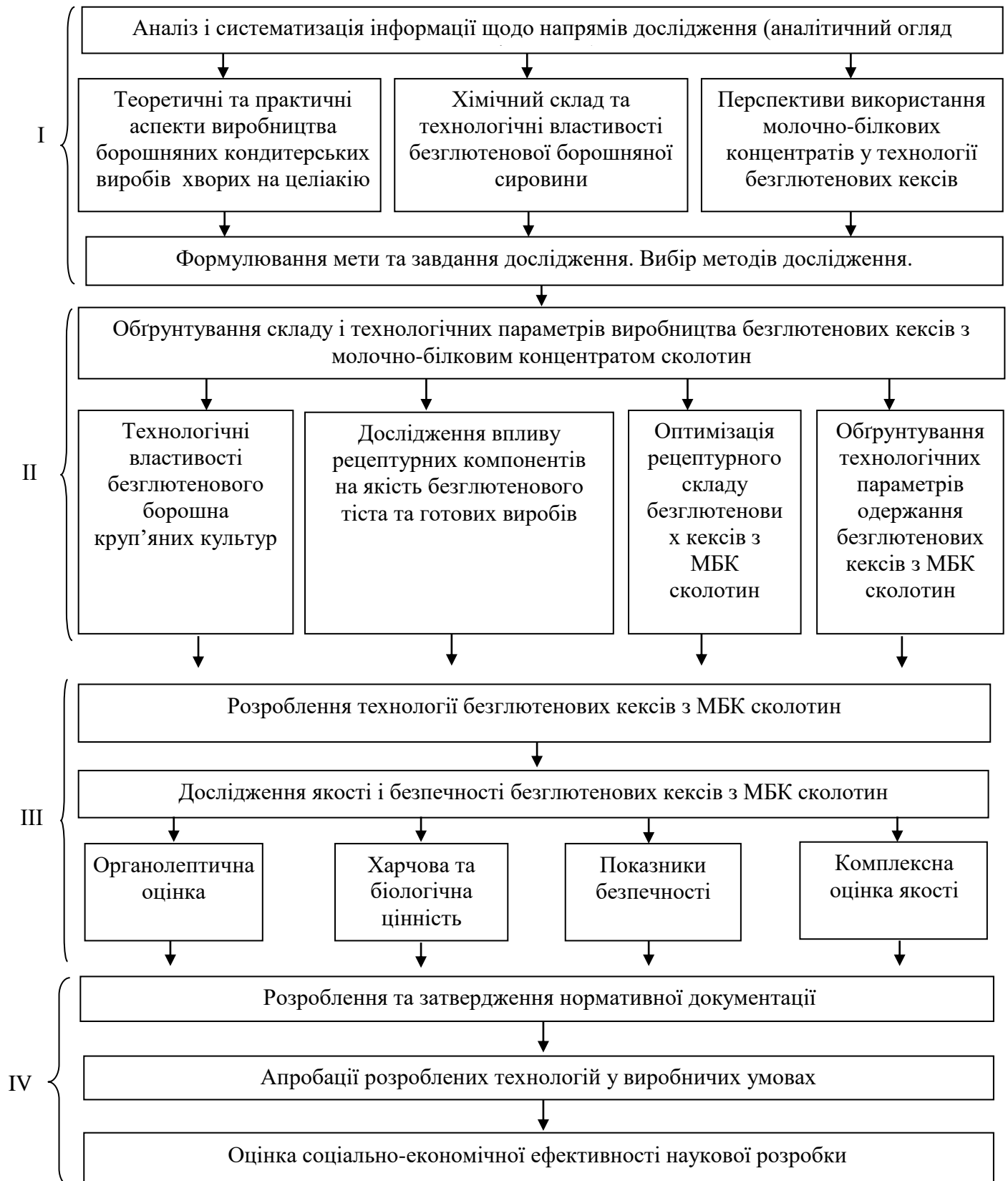


Рис. 2.1. Схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень

В рамках зазначеного об'єкта при виконанні експериментальних робіт предметами досліджень у представленій дисертаційній роботі стала харчова сировина; харчові системи, що моделюють за складом безглютеніві кекси, безглютеніві борошняні кондитерські вироби. Характеристика предметів дослідження наведена в табл. 2.1.

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

Таблиця 2.1

Характеристика предметів дослідження

Назва предметів дослідження	Назва підприємства-виробника	Нормативна та/або інша документація, що регламентує показники якості та безпечності	Примітка
1	2	3	4
I. Харчова сировина			
Борошно пшеничне вищий гатунок	Україна, ТМ «Хуторок»	ДСТУ 46.004-99	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Борошно рисове	Україна, м. Карлівка Полтавської області ТОВ «Каскад» Ms. Tally	ТУ У 10.6-31680679-003:2013	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Борошно рисове	Україна, м. Київ ДП «Бест Альтернатива» ТОВ World Rise	ТУ У 10.6-24583590-008:2016	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Борошно рисове	Україна, м. Лозова Харківської області ТОВ «Органік Еко продукт»	ТУ У 10.6-39229984-001:2019	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Борошно рисове	Україна, м. Харків ТОВ «Бізнес школа» Сто пудів	ТУ У 82.9-31641954-003:2013	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Борошно кукурудзяне	Україна, м. Карлівка Полтавської області ТОВ «Каскад» Ms. Tally	ТУ У 10.6-31680679-003:2013	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Борошно кукурудзяне	Україна, м. Лозова Харківської області ТОВ «Органік Еко продукт»	ТУ У 10.6-39229984-001:2019	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Борошно кукурудзяне	Україна, м. Харків ТОВ «Бізнес школа» Сто пудів	ТУ У 82.9-31641954-003:2013	Виробництво 2018 – 2022 р.р

Борошно кукурудзяне	Україна, смт. Михайло-Коцюбинське Чернігівської області ТОВ «Добродія Фудз» Добродія	ГОСТ 14176-69	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Масло солодковершкове екстра 82,5 %	Україна, ТМ «Фаворит» Галієвський маслозавод	ДСТУ 4339:2005	Виробництво 2018 – 2023 р.р
Цукор білий кристалічний	Україна, ТМ «Diamant»	ДСТУ 4623:2006	Виробництво 2018 – 2022 р.р
МБК зі сколотин	Отриманий у лабораторних умовах	ТУ У 10.5 – 01566057–024:2013	-
Сир кисломолочний 10 %	Україна, Обухівський молокозавод	ДСТУ 4554-2006	Виробництво 2018 – 2023 р.р
Меланж	Україна, Теплицький район, Вінницька область ТОВ Степанівська птахофабрика	ГОСТ 30363-96	Виробництво 2018 – 2023 р.р
Яйця курячі харчові	Україна, м.Київ ТОВ «Ясенвіт»	ДСТУ 5028:2008	Виробництво 2018 – 2023 р.р
Пудра цукрова	Україна, м.Київ ТМ «АТА»	ДСТУ 4623:2006	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Натрій двовуглекислий	Україна, м.Вінниця ТМ «Гостинна оселя»	ГОСТ 2156-76	Виробництво 2018 – 2022 р.р
Амоній вуглекислий	Україна, м.Рівне ТОВ «ВПК-Україна» ТМ «Чемпіон»	ГОСТ-3765-78	Виробництво 2018 – 2022 р.р
II. Модельні харчові композиції			
Модельні харчові композиції безглутенових кексів з МБК сколотин	Отримані у лабораторних умовах	-	-
III. Борошняні кондитерські вироби			
Кекс безглутеновий з концентратом сколотин	Україна, м. Київ ТОВ «Фудком», ТОВ «МПС-ПРОДУКТ», с. Вільшанка., Полтавська обл.ФОП Кривсун Н.В.	ТУ У 10.7-2812700049-001:2022	Виробництво 2022 – 2023 р.р
Кекс безглутеновий шоколадний з концентратом сколотин	Україна, м. Київ ТОВ «Фудком»	ТУ У 10.7-2812700049-001:2022	Виробництво 2022 – 2023 р.р

Для проведення експериментальних досліджень було використано борошно пшеничне вищого гатунку ТМ «Хуторок», борошно рисове ТМ «Ms. Tally» ТОВ «Каскад», борошно кукурудзяне ТМ «Ms. Tally» ТОВ «Каскад», хімічний склад яких наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2.

Хімічний склад рисового, кукурудзяного і пшеничного борошна

Нутрієнти	Вміст, на 100 г борошна		
	борошно рисове ТМ «Ms. Tally» ТОВ «Каскад»*	борошно кукурудзяне ТМ «Ms. Tally» ТОВ «Каскад»*	борошно пшеничне в/г ТМ «Хуторок»
Вода, %	15,5	15,5	14,0
Білки, %	6,0	7,2	10,3
Жири, %	1,4	1,5	1,1
Вуглеводи, %, у т.ч.	74,8	72,1	74,2
моно- і дисахариди	1,45	1,3	1,2
крохмаль	70,8	66,3	67,7
харчові волокна, %	2,4	4,4	0,1
Зола, %	0,75	0,7	0,6
Енергетична цінність, ккал	336	331	363
Мінеральні елементи:			
Калій, мг	76	147	122
Магній, мг	36,8	30	16
Фосфор, мг	96,3	109	86
Ферум, мг	0,35	2,7	1,2
Селен, мкг	15,1	15,4	6,0
Кальцій, мг	10	20	16
Вітаміни:			
В ₁ , тіамін, мг	0,138	0,35	0,17
В ₅ , пантотенова кислота, мг	1,065	0,658	0,3
В ₆ , піридоксин, мг	0,434	0,37	0,17
РР, НЕ, мг	2,59	3,0	1,2
Е, токоферол, мг	-	0,6	0,05

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

В якості контролю використано кекс «Сирний» [1], рецептура якого надана у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Рецептура кексу «Сирний»

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 1кг. готових виробів, г.	
		В натурі	В сухих речовинах
Борошно пшеничне вищого ґатунку	85,50	288,6	246,7
Масло вершкове	84,00	154,6	129,8
Цукор-пісок	99,85	329,8	329,3
Сир 10 % жирності	35,00	257,4	90,1
Меланж	27,00	164,9	44,5
Пудра рафінована	99,85	10,2	10,1
Натрій двовуглекислий	50,00	0,5	0,2
Амоній вуглекислий	0,00	0,9	0
Разом	-	1207	8509
Вихід	80,00	1000,0	8000

2.2. Методи і методики досліджень

У роботі використано стандартні загальноприйняті та спеціальні методи досліджень, які забезпечили виконання поставлених завдань. За призначенням та суттю методи досліджень такі: методи дослідження хімічного й біохімічного складу, методи дослідження фізико-хімічних показників і функціонально-технологічних властивостей, методи мікробіологічних досліджень.

2.2.1. Загальноприйняті методи дослідження якості продуктів. Характеристику загальноприйнятих у хіміко-технологічному контролі методів дослідження наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4.

Методи дослідження якості, що використано при виконанні роботи

Показник	Метод дослідження	Нормативний документ	Літературне джерело
1	2	3	4
Відбір проб		ДСТУ ІАО 13690:2003	[2]

Водопоглинальна здатність борошна, %	Метод центрифугування		[3]
Жирозв'язуюча здатність, %	Метод центрифугування		[3]
Вміст вільної і зв'язаної вологи, %	Термогравіметричний метод (дериватограф DERIVATOGRAPH Q-1500D)		[3]
Органолептична оцінка	Описувальний (якісний) Метод профільного аналізу	ДСТУ-4505:2006	[4]
Густина, г/см ³	Розрахунковий метод		[5]
Питомий об'єм, см ³ /г	Розрахунковий метод		[6]
Упік, %	Розрахунковий метод		[7]
Усихання, %	За різницею ваги свіжовипеченого кексу і повторним зважуванням його ваги через кожні 48 годин		[8]
Крихкість м'якушки, %	За різницею ваги крихт свіжовипеченого кексу і повторним зважуванням ваги крихт зразків кексів через кожні 48 годин		[8]
Деформація м'якушки, од.пр.	На автоматизованому пенетрометрі «Labor»		[3]
В'язкість, Па·с, за $\gamma=1,05 \text{ с}^{-1}$	На ротаційному візкозиметрі «Реотест-2»		[3]
Масова частка вологи, %	Висушуванням при постійній температурі	3626-73	[3, 4]
Масова частка білка, %	Методом К'ельдаля	5983:2003	[9]
Амінокислотний скор	Розрахунковий метод		[10]
Масова частка жиру, %	Екстракційно-ваговий метод Сокслета в модифікації Рушковського	ДСТУ ISO 6492:2003	[11]
Масова частка вуглеводів, %	Центрифужний метод Бертрана-Б'єррі	25832-89	[12]
Масова частка мінеральних речовини, %	Рентгенофлуоресцентний метод за допомогою спектрометра "Спектроскан"	ДСТУ ISO 11885:2005	[13]
Масова частка вітамінів, мг/100г	Аскорбінову кислоту – титриметричним методом за Муррі, β -каротин – фотоелектроколориметричним методом за допомогою КФК-2.		[14]
Енергетична цінність продуктів, ккал	Розрахунковий метод за коефіцієнтами Атвотера		[7, 15]
Перетравність білка, in vitro, %	Метод Покровського О.О. і Єртанова І.Д. в модифікації Сторожука П.Г.		[16]
Кислотне число, мг КОН/г	Метод титрування	4350:2004	[17]
Перекисне число, $\frac{1}{2} \text{ O}$ ммоль/кг	Метод титрування	4570:2006	[18]

МАФАМ, КУО/см ³	Посівом на поживні середовища	ДСТУ ISO 4833:2006	[19]
БГКП, КУО/см ³		ДСТУ ISO 4833:2006	[19]
Стафілококи, КУО/см ³		ДСТУ EN 12824:2004	[19]
Плісняві гриби і дріжджі, КУО/см ³		ГОСТ 10444.12	[19]
Сальмонели, КУО/см ³		ДСТУ EN 12824:2004	[19]
Ефективність перемішування, %	За ступеню рівномірності розподілення рецептурних компонентів в усіх частинах об'єму, що перемішується		[20]

2.2.2. Дослідження гранулометричного складу аглютенного борошна проведено з використанням програмного забезпечення *Cooling Tech 4.5*, методом середньомасового діаметра. Для визначення дисперсного складу борошна з різних частин спожиткової тари було відібрано чотири точкові проби, та зроблено по п'ять фотографій мікроструктури зразка з кожної точкової проби на відстані 0.5 ± 0.2 мм (за роздільної здатності камери 5 Мрх) Мікрофотографії зроблено цифровим мікроскопом *CL PC camera 4.5* методом «темного поля».

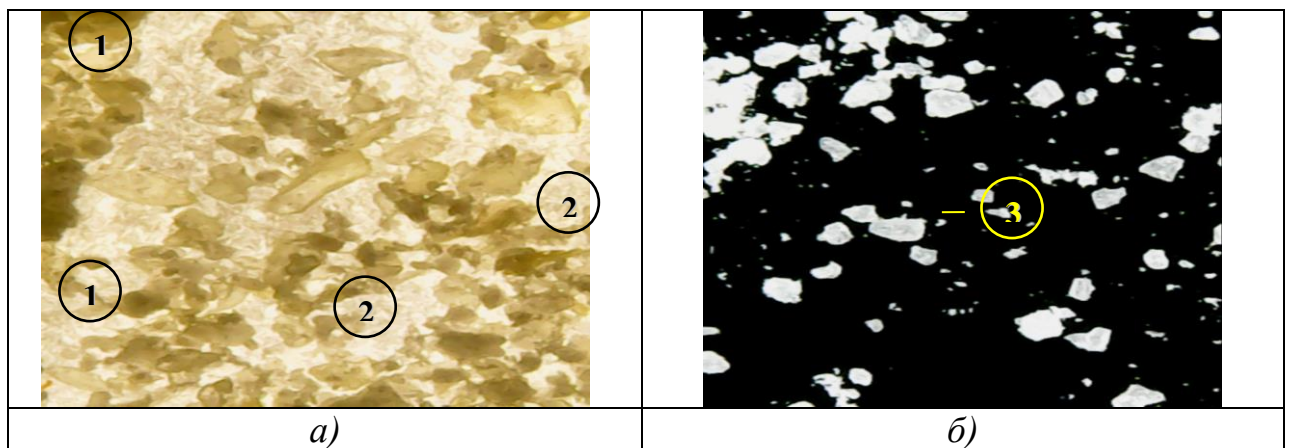


Рис. 2.2. Мікрофотографії часток борошна зроблені методами:
a) світлого поля; *б)* темного поля

Використання метода «світлого поля» дозволяє визначити кількість та виміряти розміри частинок, встановлювати їх походження. Це частинки

ендосперму (рис. 2.2, а) поз. 2) чи частини зародку (рис. 2.2, а) поз. 2). Природа походження частинок впливає на водопоглинаньну здатність борошна. Метод «темного поля» дозволяє зафіксувати найменші частинки (рис. 2.2 б) поз. 3). Проте всі частинки на фотографії мають білий колір, що обумовлено верхнім освітленням поля. Значна кількість частинок борошна - прозорі і на мікрофотографіях зроблених методом «світлого поля» їх не видно. Тому дисперсний аналіз борошна проводили по фотографіях, зроблених методом темного поля.

2.2.3. Вміст пошкодженого крохмалю у борошні визначали за допомогою амперометричного методу на автоматизованому приладі SDmatic фірми Chopin Technologies (рис. 2.3). Результати визначень приладу виражаються як AL, % (відсоток поглинання йоду), перетворений в UCD (одиниці Шопен-Дюбуа).

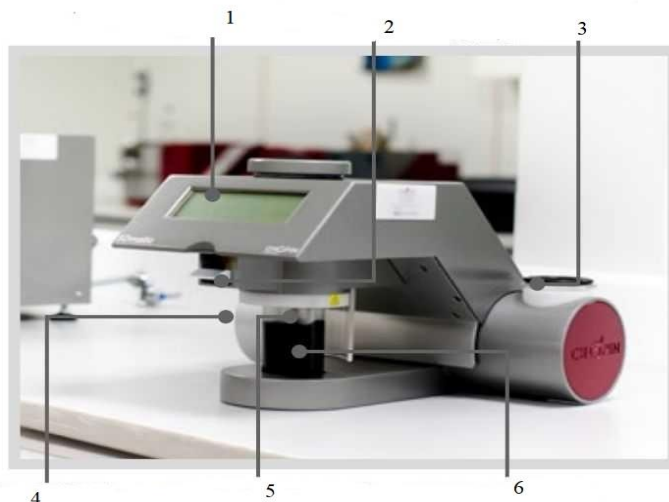


Рис. 2.3. Зовнішній вигляд аналізатора пошкодженого крохмалю SDmatic

1 – сенсорний екран; 2 – ложка для борошна; 3 – підігрів реакційної чаші;
4 – аксесуар для очистки; 5 – вимірювальний зонд; 6 – реакційна чаша

Метод заснований на взаємодії крохмалю та елементного йоду: чим сильніше зруйновані зерна крохмалю, тим зв'язується більша кількість йоду. Дослідження проводиться при температурі 35⁰С. Нагрівання здійснюється

вбудованим електронагрівачем. По досягненню заданої температури починається електрогенерація елементного йоду. Після цього, в розчин йоду додається борошно. Через деякий час після додавання борошна, кількість йоду, що поглинута крохмалем (в першу чергу – пошкодженими зернами), визначається амперометрично. Вимірюється сила залишкового струму, яка обернено пропорційна кількості пошкодженого крохмалю. Результат розраховується автоматично і виводиться на дисплей в одиницях UCD, Farrand та AACC. Для отримання точних результатів прилад автоматично калібрується перед кожним вимірюванням. Прилад оснащений інтерфейсом для під'єднання до комп'ютера

2.2.4. Дослідження ІЧ спектрів готових виробів. ІЧ спектри з перетворенням Фур'є записували за допомогою спектрометра Nicolet Nexus 470. Спектри зразків порівняння записували у таблетках з бромідом калію. Фон записували без зразку відносно оптичного елемента (алмаз) під кутом падаючого променя $\theta=45^\circ$. Діапазон 4000-400 cm^{-1} , кількість сканів – 128. Для записування ІЧ-спектрів зразків продукції використовували приставку ППВВ Smart Orbit (виробництво фірми Thermo Scientific).

Для спектрів ІЧ-ППВВ глибину проникнення ІЧ-випромінювання у зразок (d_e) у залежності від довжини хвилі випромінювання (λ) можна розрахувати за формулою [21], де n_s – показник заломлення світла зразком, n_o – оптичним елементом.

$$d_e = \frac{\lambda}{2\pi n_o \sqrt{\sin^2 \theta - \left(\frac{n_s}{n_o}\right)^2}} \quad (2.1)$$

З формули 2.1 можна бачити, що d_e пропорційна λ , тобто зворотно-пропорційна хвильовому числу, таким чином, порівнюючи спектри ІЧ-ППВВ із спектрами пропускання (спектри стандартів та спектри, описані у літературі) слід мати на увазі, що інтенсивність поглинання в спектрах ППВВ для маленьких хвильових чисел завищена, а для великих – занижена. Ще однією особливістю спектрів ППВВ є шуми в області 1950 – 2200 cm^{-1} , зумовлені

поглинанням алмазного оптичного елемента. Присутня у багатьох спектрах подвійна смуга при $2340 - 2360 \text{ см}^{-1}$ відноситься до поглинання CO_2 , а чисельні дуже вузькі смуги при $3600 - 4000$ та $1500 - 1600$ – до поглинання водяної пари із оточуючого повітря. Наявність цих смуг варіюється від спектру до спектру і пов'язана із зміною складу атмосфери у приміщенні.

Спектри зразків кексів записували у 2 варіантах: при максимальному та мінімальному зусиллі притискання зразку плунжером до оптичного елемента.

2.2.5. Раціональні режими перемішування тіста визначали з використанням планетарного міксеру Arach. Перемішування проводили при частоті обертання робочого органу $2,8 \text{ с}^{-1}$. Якість перемішування тіста оцінювали за ступенем рівномірності розподілення рецептурних компонентів тіста, зокрема білкових. Для цього проводили процес перемішування і кожну хвилину відбирали з різних ділянок робочої камери перемішувального пристрою 10 проб масою по $2 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ кожна та визначали вміст білків в них. Потім розраховували середній вміст білків в окремих точках, величину відхилення вмісту білків і ступінь рівномірності розподілення рецептурних компонентів тіста.

Ефективність перемішування (β , %) оцінювали як ступінь рівномірності розподілення рецептурних компонентів в усіх частинах об'єму, що перемішується [20]:

$$\beta = \frac{\Delta c \cdot 100}{c_0}, \quad (2.2)$$

де C_0 – середній вміст білків в тісті при ідеальному розподіленні рецептурних компонентів;

ΔC – величина відхилення вмісту білків в окремих точках (пробах) об'єму, що перемішується, від середнього вмісту білків при ідеальному розподіленні рецептурних компонентів:

$$\Delta c = \frac{(c_1 - c_0) + (c_2 - c_0) + (c_3 - c_0) + \dots + (c_m - c_0)}{m}, \quad (2.3)$$

де $c_1, c_2, c_3, \dots, c_m$ – середній вміст білків в окремих точках (пробах);

m – кількість проб, що аналізуються.

Із формули (2.2) видно, що чим менше значення β тим ефективніше відбувається процес перемішування. У випадку ідеального перемішування середній вміст білків в кожній пробі рівний середньому вмісту білків при ідеальному розподіленні рецептурних компонентів, а β за таких значень дорівнює 0.

2.2.6. Дослідження пористості готових виробів

Величину пористості визначали за результатами обробки цифрового зображення. Здійснювали сканування зрізу м'якушки контрольного зразку та кексу безглютенового з МБК сколотин. При цьому зріз повинен бути максимально рівним і чистим (без крихти). Зріз виробу прикладали до скла сканеру та проводили сканування зображення в звичайному кольоровому режимі з оптичним розширенням 300 dpi.

Отримане цифрове зображення в прикладному програмному забезпеченні Microsoft Office Picture Manager обрізаємо до тих пір, поки власне зображення не буде складати лише вигляд середньої частини м'якушки виробу. Після чого зображення вводимо у спеціальну програму Imagem.

Для обрахунку величини пористості в меню обирали пункт Plugins – Macros – Пора 3. Процес обробки зображення відбувається в автоматичному режимі, він спочатку спрямований на корекцію, потім на форматування зображення у відтінках сірого і наступний поділ областей на темні (пори) і світлі (маса непористого матеріалу) з подальшим підрахунком площі еліпсів, еквівалентних за цим показником кожній порі. При відомому розширенні сканування легко переходимо від розмірів в пікселях до традиційних одиниць виміру пористості - %.

Значення пористості P' для кондитерських виробів приймається рівним значенню у колонці під назвою «Area Fraction».

2.2.7. Дослідження колірних характеристик готових виробів.

Для отримання колірних характеристик застосовували метод комп'ютерної колориметрії.

Суть методу полягає в оцифруванні зображення досліджуваного зразка і подальшої комп'ютерної обробки. Зразки рівномірно поміщали в скляну кювету, що встановлюється в спеціальний бокс – кюветне відділення, який дозволяє стандартизувати умови освітлення зразка, виключити появу відблисків і побічних засвічень. Кюветне відділення розміщене на робочій площині планшетного сканера Epson. Для отримання цифрового зображення продукту вибирали режим звичайного сканування непрозорих об'єктів. Рухома матриця аналогово-цифрового перетворювача Epson matrix CCD, разом із світлодіодним підсвічуванням LED white, перетворює відображену від об'єкта енергію фотонів в електричний сигнал, який і підлягає оцифруванню. Кодовий сигнал надходить на персональний комп'ютер у вигляді цифрового зображення з розширенням JPG [22]. .

Для аналізу кольору отриманих цифрових зображень застосовували програму, написану в середовищі MathCad, розкладаючи кожен піксель зображення в числові значення координат в системі RGB і наступним перерахунком їх у системах CIE Lab і XYZ за допомогою програм CorelDraw і ColorLab відповідно [22].

2.3. Статистична обробка експериментальних даних

Результати експериментальних досліджень піддавалися статистичній обробці методом найменших квадратів для визначення похибки отриманих даних. По серії кожного дослідження розраховувалася середня величина показника і дисперсія:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad (2.9)$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (2.10)$$

де \bar{y} – середнє значення показника;

y_i – значення показника в кожному досліді;

n – кількість рівнобіжних дослідів.

Для розрахунку достовірності отриманих результатів досліджень використовували критерій Стюдента. Для перевірки розбіжностей між двома середніми використовували формулу:

$$t = \frac{\bar{X}_a - \bar{X}_b}{\sqrt{x_a^2 + x_b^2}}, \quad (2.11)$$

де t – критерій Стюдента;

\bar{X}_a, \bar{X}_b – середнє значення вибірки А та В;

x_a, x_b – похибка середньоарифметичного вибірки А та В.

Розрахунки, оцінювання достовірності експериментальних даних та побудову графіків здійснювали методами математичної статистики за допомогою програм Statistica, Excel, MatCAD, MatLAB.

Комплексну оцінку якості розроблених виробів проводили з використанням принципів кваліметрії [23].

Економічну ефективність від впровадження результатів визначали за чинними у галузі методиками розрахунку.

Висновки за розділом 2

1. Для вирішення поставленої наукової задачі розроблено алгоритм дослідження, який включає теоретичний аналіз, фізичний експеримент, практичну апробацію.

2. Об'єктом дослідження було обрано технологію безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. Предметами досліджень було визначено сталу харчову сировину.

3. Обрано загальноприйнятні і оригінальні методи дослідження харчової цінності, структурно-механічних, органолептичних, фізико-хімічних властивостей та мікробіологічних показників безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. Обґрунтовано застосування комплексу методів дослідження, що дозволяють повною мірою охарактеризувати якість розроблених виробів.

СПИСОК ВИКОРСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА РОЗДІЛОМ 2.

1. Збірник рецептур борошняних кондитерських і здобних булочних виробів: Навчально-практичний посібник / О.В. Павлов. – Видання перероблене і доповнене. Київ: ПрофКнига, 2018. - 336с.
2. ДСТУ ІБО 13690:2003. Зернові, бобові та продукти їх помелу. Відбір проб. (ІБО 13690:1999, ГОТ). [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспо-живстандарт України, 2005. 19 с.
3. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв: навч. пос. / за ред. В. І. Дробот. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.
4. Кекси. «Загальні технічні умови» [Текст]: ДСТУ ISO 4505:2005. – [Чинний від 2006- 10-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006. – 23 с. – (Національні стандарти України).
5. Іоргачова К. Г., Макарова О. В., Гордієнко Л. В., Коркач Г. В. Технологія кондитерського виробництва. Практикум: навч. Посібник. Одеса: ОНАХТ. 2011. 208 с.
6. Горальчук А.Б. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик / А.Б. Горальчук, П.П. Пивоваров, О.О. Гринченко, М.І. Погожих, В.В. Полевич, П.В. Гурський // Навчальний посібник. Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків, 2006. – 63 с.
7. Методи контролю якості харчової продукції : навч. посібник / О. І. Черевко, Л. М. Крайнюк, Л. О. Касілова та ін. ; за ред. Л. М. Крайнюка ; Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Київ : Кондор, 2016. – 512 с.
8. Скуріхіна Л. А. Загальні підходи до регулювання якості харчової продукції / Л. А. Скуріхіна, Л. О. Касілова, Л. Р. Димитрієвич // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. – 2013. – Ч. 1. – С. 109–110.

9. Визначення вмісту азоту і обчислювання вмісту сирого білка. Метод К'ельдаля (ISO 5984:2002, IDT): ДСТУ ISO 5983:2003. – [Чинний від 2005-01-10]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 18 с. – (Національний стандарт України).
10. Нутриціологія : навч. посібник / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, І. В. Цихановська та ін. – Харків : Світ книг, 2013. – 560 с.
11. ДСТУ ISO 6492:2003. Корм для тварин. Визначення вмісту жиру. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 12 с.
12. Дробот В.І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посібник для ВНЗ. Київ: Кондор-Видавництво, 2015. 972 с.
13. Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 19 с.
14. Лабораторні та семінарські заняття з біологічної хімії: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л.М. Вороніна [та ін.]. – Х.: Оригінал, 2004. – 383 с.
15. Продовольча безпека і персоніфікація харчування: у пошуках балансу та ефективної системи управління : монографія / О. Б. Чернега та ін. ; наук. ред. О. Б. Чернега. – Кривий Ріг : Чернявський Д. О., 2015. – 255 с.
16. Рибалка О. У цивілізованому світі добре розуміють харчову цінність натуральних продуктів здорового харчування / О. Рибалка // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – № 3 (76). – С. 7–16.
17. Олії. Методи визначення кислотного числа (ISO 660:1996, NEQ): ДСТУ 4350:2004. – [Чинний від 2005-01-10]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 18 с. – (Національний стандарт України).
18. Жири рослинні та олії. Метод визначення перекісного числа: ДСТУ 4570:2006. [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – III, 6 с. – (Національний стандарт України).

19. ДСТУ ISO 4833-2006 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахунку мікроорганізмів. Техніка підрахування колоній за температури 30 °С. – Чинний від 2007-10-01. – Держпродспоживстандарт, 2007. – 11 с.

20. Черевко О.І. Процеси і апарати харчових виробництв / О.І. Черевко, А.М. Поперечний / Харк. держ. акад. технол. та орг. харчування. – Харків, 2002. – 420с.

21. J.-В. Brubach; A. Mermet; A. Filabozzi; A. Gerschel; P. Roy. Signatures of the hydrogen bonding in the infrared bands of water, J. Chem. Phys. 2005, 122(18), 509 p.

22. Михайлик В. С. Технологія борошняних кондитерських пісочних виробів з використанням шроту. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія харчової продукції. Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, 2023.

23. Кузьмін О. В. Комплексна оцінка якості харчування / О. В. Кузьмін, Н. В. Ільчук, Б. А. Салтан *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*, 2018. № 11 (51) 1 т. – с. 69-76.

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ З МОЛОЧНО-БІЛКОВИМ КОНЦЕНТРАТОМ СКОЛОТИН

На основі теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано робочу гіпотезу наукової роботи – використання суміші аглютенового борошна круп'яних культур та молочно-білкового концентрату сколотин у технології кексів забезпечить підвищення їх технологічної стабільності, харчової та біологічної цінності, дасть змогу розширити асортимент борошняних кондитерських виробів з прогнозованими показниками якості для осіб з «непереносимістю» глютену.

Дослідженнями [1-12] встановлено, що структурно-механічні характеристики безглютенових борошняних і борошняних кондитерських виробів залежать від рецептурних компонентів та можуть виступати об'єктивними показниками для контролю за дотриманням рецептури при їх виробництві. Тому, особливу увагу, на наш погляд, необхідно приділити дослідженню впливу рецептурних компонентів, зокрема аглютенової борошняної сировини, цукру та молочно-білкового концентрату сколотин на органолептичні, функціонально-технологічні та структурно-механічні властивості модельних харчових систем безглютенових кексів з МБК сколотин.

3.1. Технологічні властивості аглютенового борошна круп'яних культур.

Важливою технологічною властивістю аглютенового борошна, від якої залежить вологість та реологічні властивості тіста, є його водопоглинальна здатність (ВПЗ). Доведено [13,14], що основними чинниками, які суттєво впливають на ВПЗ борошна, швидкість утворення тіста та його консистенцію, є гранулометричний склад борошна, тобто розмір часток, які зв'язані між собою в агломерати.

Відомо, що при здрібненні зерна в результаті дії робочих органів подрібнюючих машин, відбувається пошкодження поверхні крохмальних зерен, що в свою чергу призводить до підвищення вологопоглинальної здатності борошна [13-16]. Крохмаль становить близько 4/5 сухої речовини аглютенного борошна. З огляду на це, його властивості та роль у визначенні таких найважливіших технологічних властивостей борошна, як здатність поглинати воду при замішуванні тіста та якість м'якуша, потребують особливої уваги.

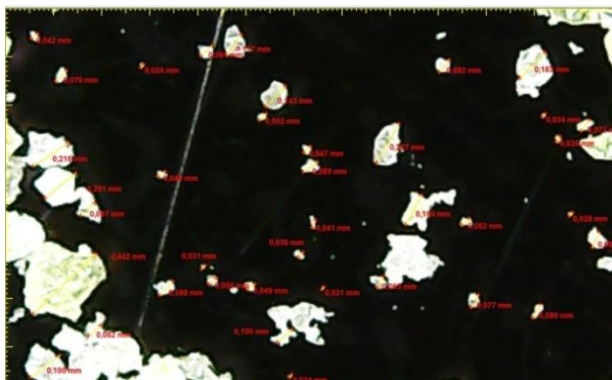
Враховуючи викладене вище, на першому етапі досліджень було визначено гранулометричний склад, вміст пошкодженого та досліджено вплив означених показників на ВПЗ досліджуваних зразків кукурудзяного та рисового борошна. В роботі як предмет дослідження було використано 4 зразки рисового борошна: рисове борошно виробництва ТОВ «World Rise», ТОВ «Каскад», Mr.Tally, ТОВ «Органік Еко-продукт», ТОВ «Бізнес-школа»; 4 зразки кукурудзяного борошна: кукурудзяне борошно обойне ТОВ «Добродія Фуд», кукурудзяне борошно тонкого помелу ТОВ «Сквирський комбінат хлібопродуктів», ТОВ «Каскад», Mr.Tally, ТОВ «Органік Еко-продукт» та борошно пшеничне в/г ТМ «Хуторок».

ВПЗ у хлібопеченні визначають за допомогою фаринографа. Однак, застосовувати таку методику для дослідження безглютенової борошняної сировини недоцільно. З літературних даних [13] відомо, що фаринограми тіста з безглютенових видів борошна не мають характерної форми і не досягають консистенції 500 одиниць приладу, внаслідок утворення нелінійних зв'язків у поліпептидних ланцюгах борошна аглютенних культур, для яких характерна тривимірна розгалужена структура. Тому визначення ВПЗ рисового і кукурудзяного борошна здійснювали методом центрифугування.

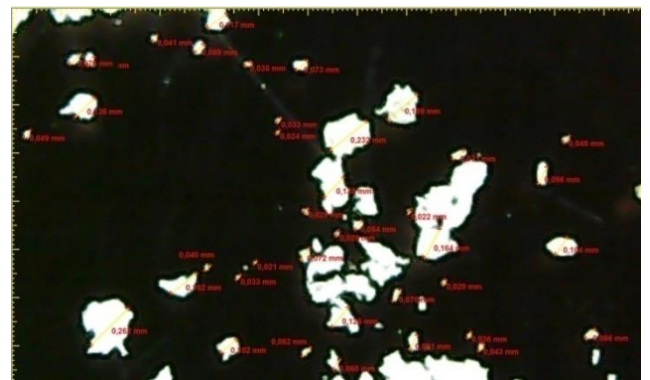
Визначення розмірності часток пшеничного борошна ТМ «Хуторок», 4 зразків кукурудзяного борошна та 4 зразків рисового борошна проводили методом «темного поля». Фрагменти мікрофотографій наведено на рис. 3.1-3.3.



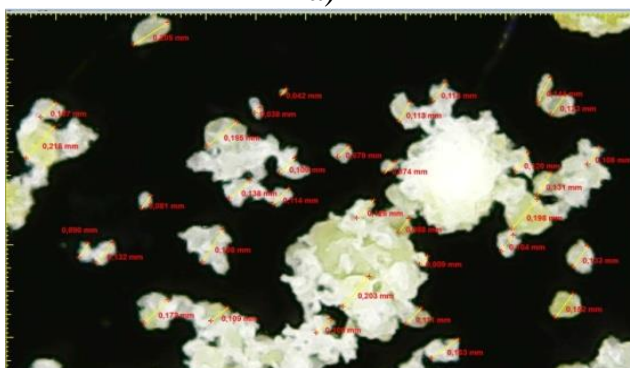
Рис. 3. 1. Визначення розмірів часток пшеничного борошна ТМ «Хуторок» (x 200 разів)



а)



б)



в)



г)

Рис. 3.2. Визначення розмірів часток кукурудзяного борошна (x 200 разів)

а) зразок 1 (Сквірянка); б) зразок 2 (ТОВ «Каскад», Mr.Tally);
в) зразок 3 (ТОВ «Органік Еко-продукт»); г) зразок 4 (ТОВ «Добродія фуд»)

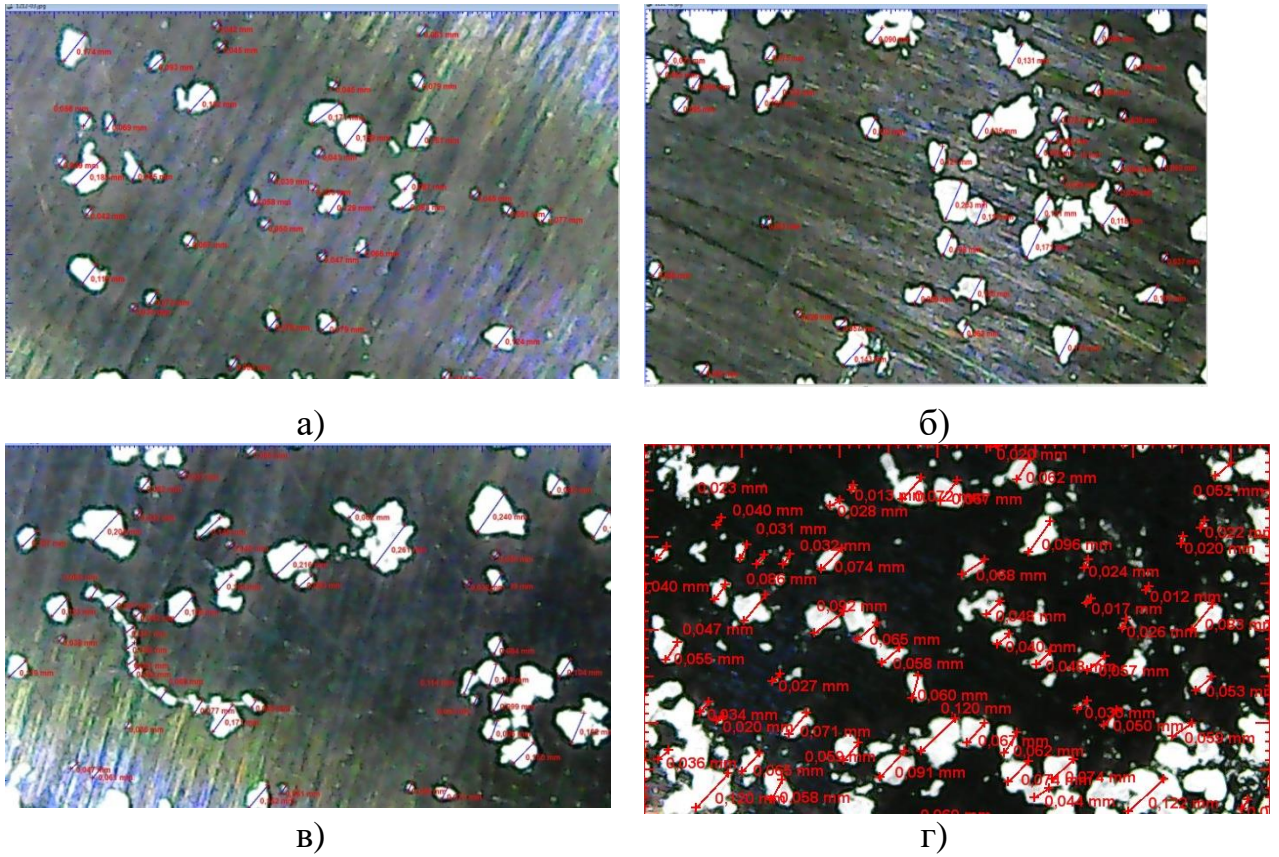


Рис. 3.3. Визначення розмірів часток рисового борошна (x 200 разів)

а) зразок 1 (ТОВ «World Rise»); б) зразок 2 (ТОВ «Каскад», Mr.Tally);
 в) зразок 3 (ТОВ «Органік Еко-продукт»); г) зразок 4 (ТОВ «Бізнес-школа»)

Дисперсний розподіл часток рисового та кукурудзяного борошна наведено на рис. 3.4, 3.5.

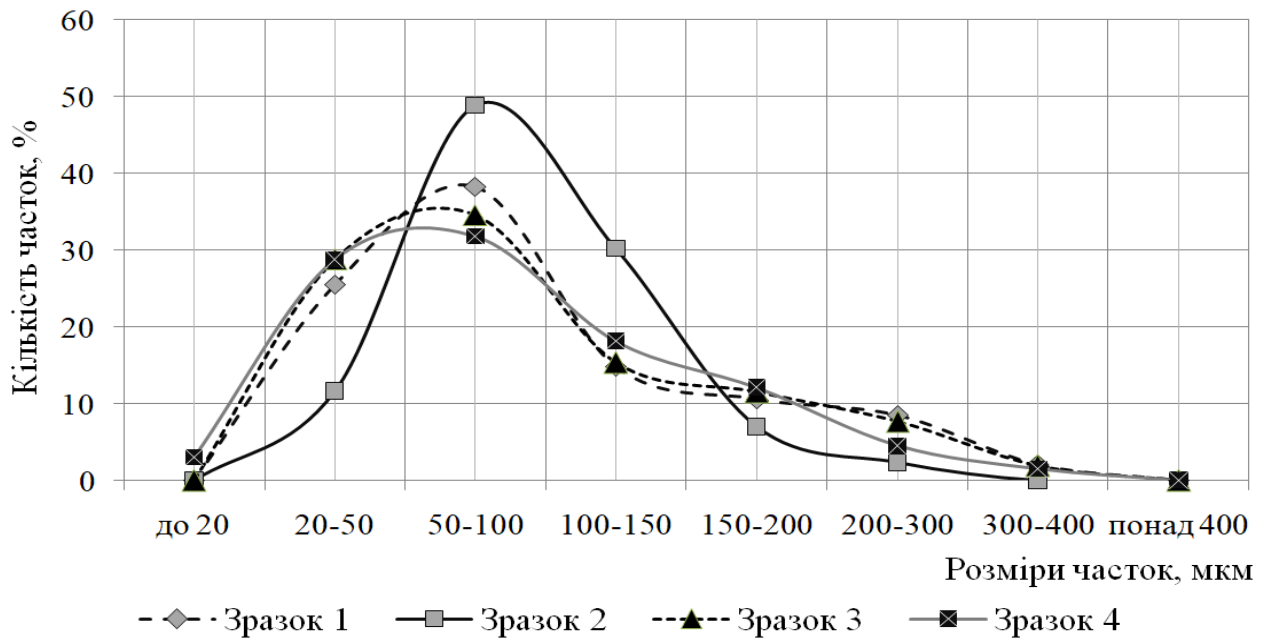


Рис. 3.4. Калібрувальний графік кількості часток різних розмірів рисового борошна

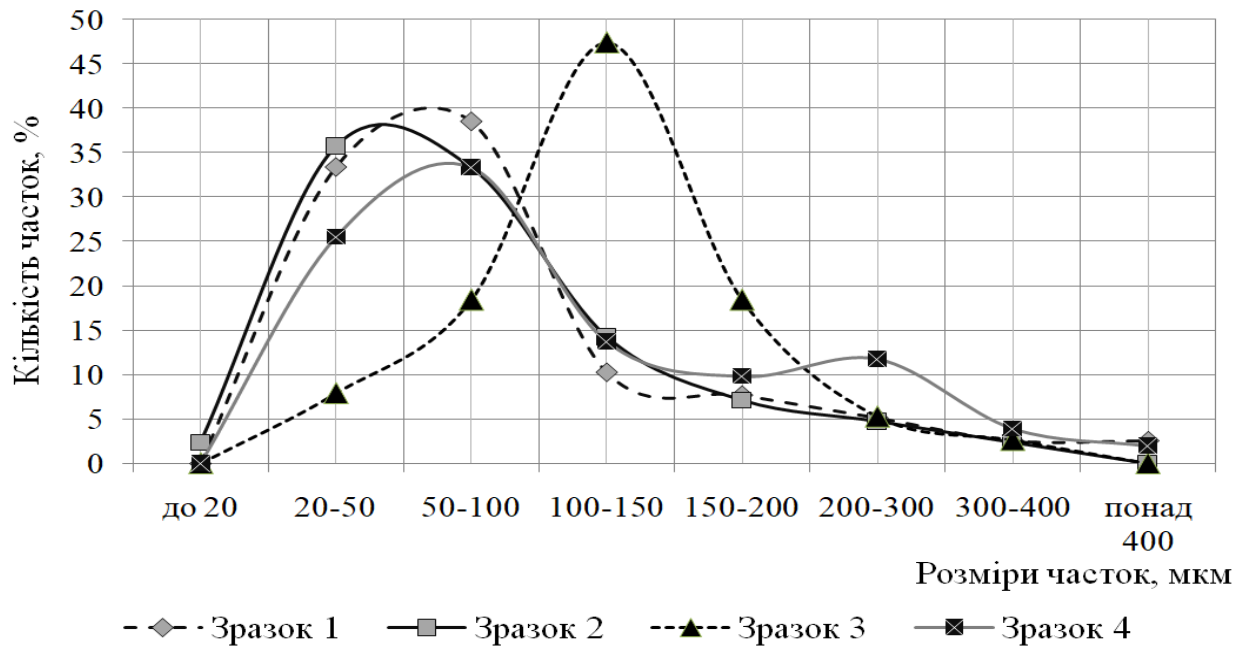


Рис. 3.5. Калібрувальний графік кількості часток різних розмірів кукурудзяного борошна

Результати досліджень [17], що характеризують властивості рисового та кукурудзяного борошна за такими показниками як гранулометричний склад, вміст пошкодженого крохмалю, вологопоглинальна здатність наведено у табл.3.1, 3.2.

Таблиця 3.1

Властивості рисового борошна різних сортів

Показники	Рисове борошно виробників				Борошно пшеничне вищого гатунку ТМ «Хуторок»
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	
	World Rise	Каскад	Органік Еко-продукт	Бізнес-школа	
Крупність, %					
> 300мкм	2,13	<0,1	1,92	1,51	0,2
>200≤ 300мкм	8,51	2,33	7,69	4,55	1,0
>150≤ 200мкм	10,63	6,98	11,54	12,12	18,3
>100≤ 150мкм	14,89	30,23	15,38	18,18	34,2
>50≤ 100мкм	38,30	48,84	34,62	31,82	27,7
>20≤ 50мкм	25,53	11,63	28,85	28,79	14,3
<20 мкм	<0,1	<0,1	<0,1	3,0	4,3
Середній діаметр часток, мкм	105,62	101,97	105,01	108,68	98,0
Однорідність часток, од.пр.	0,64	0,56	0,63	0,63	0,52
Вміст пошкодженого крохмалю, UCD	16,5	21,2	18,2	14,4	19,1
Вологопоглинальна здатність, %	95	92	92	94	68

Властивості кукурудзяного борошна різних сортів

Показники	Кукурудзяне борошно виробників				Борошно пшеничне вищого гатунку ТМ «Хуторок»
	Тонкого помелу			Обойне	
	зразок 1	зразок 2	зразок 3	зразок 4	
	Сквірянка	Каскад	Органік Еко-продукт	Добродія Фуд	
Крупність, %					
> 300 мкм	5,1	2,4	2,63	5,88	0,2
>200≤ 300 мкм	5,2	4,8	5,3	11,8	1,0
>150≤ 200 мкм	7,7	7,1	18,4	9,8	18,3
>100≤ 150 мкм	10,3	14,3	47,4	13,7	34,2
>50≤ 100 мкм	38,46	33,3	18,4	33,4	27,7
>20≤ 50 мкм	33,3	35,7	7,8	25,5	14,3
<20 мкм	<0,1	2,4	<0,1	<0,1	4,3
Середній діаметр часток, мкм	104,26	105,37	134,11	153,84	98,0
Однорідність часток, од.пр.	0,63	0,62	0,59	0,68	0,52
Вміст пошкодженого крохмалю, UCD	31,9	22,9	29,0	8,5	19,1
Вологопоглинальна здатність, %	174	155	168	157	68

Отримані результати (табл.3.1) свідчать, що найбільшу питому вагу в рисовому борошні всіх зразків мають частки розміром 50...100 та 100...150 мкм, у незначній кількості також присутні частки розміром 150...200 мкм. Вміст пошкодженого крохмалю у досліджуваних зразках рисового борошна становить 14,4...21,2 UCD, що згідно рекомендаціям виробника знаходиться в межах норми для хлібопекарського борошна (19-23 UCD) [15, 16]. Рисове борошно характеризується відносною однорідністю за розміром часток (101,97 ...108,68 мкм), високим ступенем дисперсності (0,56...0,64 од.прил.) та, як наслідок, високою вологопоглинальною здатністю, що на 24...27% вища ніж ВПЗ пшеничного борошна. Найбільш високим ступенем дисперсності серед дослідних зразків характеризується рисове борошно ТОВ «Каскад» (0,56), ВПЗ якого складає 92%.

Аналіз гранулометричного складу кукурудзяного борошна (табл.3.2) показав, що найбільшу кількість гранул двох самих крупних фракцій (>300 мкм та >200≤ 300 мкм) містить борошно обойне ТОВ «Добродія Фуд» (17,68 %) та

борошно тонкого помелу підприємства «Сквирський комбінат хлібопродуктів» (10,3 %). Найбільш питому вагу у кукурудзяному борошні ТОВ «Сквирський комбінат хлібопродуктів» та ТОВ «Каскад» (33,4 % та 38,1% відповідно) мають частки розміром $>20 \leq 50$ мкм та <20 мкм. Кількість гранул розміром $>50 \leq 200$ мкм коливається для різних зразків борошна від 55 % до 85%.

Середній діаметр часток кукурудзяного борошна виробників ТОВ «Сквирський комбінат хлібопродуктів» та ТОВ «Каскад» істотно не відрізняються і складають 104,26-105,37 мкм, що незначно більше означеного показника для пшеничного борошна – 98,0 мкм. За показником «однорідності часток» високим ступенем дисперсності характеризується кукурудзяне борошно ТОВ «Органік Еко-продукт» (коефіцієнт однорідності 0,59) та борошно ТОВ «Каскад», Mr.Tally (0,62).

Попередніми дослідженнями [18] доведено, що частки кукурудзяного борошна розміром $>20 \leq 50$ мкм, <20 мкм та понад 300 мкм мають низький показник ВПЗ. Це зумовлено тим, що під час поглинання вологи невеликими частками утворюється насичений в'язкий шар, який запобігає контакту інших часток з водою. Чим більше частки борошна, тим з меншою швидкістю відбувається процес утворення тіста, що пов'язано зі зниженням швидкості проникнення води в середину білка.

Визначено (табл.3.2), що найбільший показник ВПЗ має кукурудзяне борошно виробників ТОВ «Сквирський комбінат хлібопродуктів» (174%) та ТОВ «Органік Еко-продукт» (168 %), що, з нашої точки зору, обумовлено не тільки показниками крупності та дисперсності борошна, але й високим вмістом пошкодженого крохмалю (31,9 UCD та 29,0 UCD відповідно), який істотно впливає на підвищення вологопоглинальної здатності означеної борошняної сировини [15], і перевищує ВПЗ пшеничного борошна і рисового борошна на 87...106% та 63...77% відповідно.

Отримані результати ВПЗ для пшеничного, кукурудзяного та рисового борошна (табл.3.1, 3.2.) мають певний причинно-наслідковий зв'язок та

теоретичне обґрунтування, і обумовлені як гранулометричними характеристиками так і особливістю хімічного складу досліджуваних сортів борошна.

Доведено, що показник ВПЗ борошна залежить від вмісту полімерів здатних до набрякання – білків, крохмалю, пентозанів, клітковини, а також їх стану та величини площі поверхні адсорбування вологи [3]. Так, при формуванні структурно-механічних властивостей тіста значну роль відіграє вміст білка та співвідношення білкових фракцій у борошні. Відомо, що при замішуванні тіста з пшеничного борошна проламінова і глютелінова фракції білка обмежено набрякають, зв'язуючи воду в кількості у 2 і більше разів від своєї маси, а глобулінова і альбумінова – після набрякання переходять в розчин. Основною фракцією білків рисового борошна є глютеліни (63,2 % від загального білка), вміст проламінів становить 4,2 %, тоді як у пшеничному борошні їх кількість – 28,2 % і 35,6 %. При цьому, глютелін рису – орізенін складається із субодиниць, які мають молекулярну масу 23000-43000, а глютенін пшениці – 41000-44000 [19]. Ймовірно, цим пояснюється те, що рисове борошно не здатне утворювати клейковину при замішуванні тіста. Аналогічна тенденція характерна і для кукурудзяного борошна, головною білковою фракцією якого є спирторозчинні проламіни і в менших кількостях альбуміни, глобуліни та глютеніни [20].

Особливістю рисового борошна є те, що тонкостінні клітини ендосперму зерна дуже щільно заповнені багатограними гранулами крохмалю з розмірами 3-6 мкм і білковими тілами, ступінь пошкодження під час помелу нижче, ніж в інших культурах, тоді як крохмаль пшениці має великі та малі дископодібні або еліпсоїдальні гранули розміром 10-35 мкм і 2-10 мкм [21,22]. Менші розміри крохмальних зерен рису, порівняно з пшеницею, призводять до збільшення їх питомої поверхні, внаслідок чого збільшується кількість адсорбційно поглиненої води в процесі замішування тіста.

Будова клітинних структур зерна кукурудзи відрізняється і від пшеничного і від рисового, клітини мають великі розміри і тонкі стінки, структура ендосперму дуже щільна, гранули крохмалю крупніші (до 19,2 мкм),

мають форму багатогранника або сферичну, утримуються разом з білковою матрицею. Під час помелу кукурудзи кількість пошкоджених зерен крохмалю вища, ніж для інших культур. Всі ці складові по різному впливають на ВПЗ кукурудзяного борошна. Набряклі крохмальні зерна мають в середині порожнечу, куди проникає вода, розриває та послаблює деякі водневі зв'язки між ланцюгами, що зумовлює розширення крохмальних зерен, при цьому вільні полімери крохмалю розчиняються, утворюючи дисперсну систему з високим показником ВПЗ [23].

Слід також зазначити, що характерною особливістю рисового та кукурудзяного борошна є підвищений в порівнянні з пшеничним борошном вміст клітковини [24-26], якій властивий високий ступінь гідрофільності.

Таким чином, за результатами моніторингу різних виробників рисового та кукурудзяного борошна в Україні, проведених технологічних досліджень, для подальшого використання у технології безглютенових кексів обрано рисове борошно та кукурудзяне борошно тонкого помелу виробника ТОВ «Каскад» ТМ Mr.Tally, яке характеризується сприятливими технологічними властивостями, зокрема гранулометричним складом, однорідністю часток, вмістом пошкодженого крохмалю та ВПЗ (табл.3.1, 3.2), що найбільш близькі до аналогічних показників пшеничного борошна. Крім того, слід зазначити, що вміст глютену в означених видах рисового і кукурудзяного борошна, як підтвердили результати лабораторних випробувань (Додаток А), не перевищує 20 ppm (20 мг/кг), що є основною вимогою до якості аглютенового борошна для хворих на целиакію.

Оскільки для виробництва кексів за рецептурою [27] використовують сировину, що містить жир, нами було досліджено жирозв'язувальну здатність обраних зразків аглютенового борошна (табл. 3.3).

Аналіз результатів дослідження доводить, що коефіцієнт жирозв'язувальної здатності рисового і кукурудзяного борошна перевищує пшеничне борошно на 23,3 % та 31,7 % відповідно. Наявність такої здатності у

даних видах борошна є передумовою для кращого зв'язування жиру під час формування структури тіста для безглютенових кексів.

Таблиця 3.3

Жирозв'язувальна здатність дослідних зразків борошна

(n=5, P≤0,05)

Показник	Кукурудзяне борошно ТОВ «Каскад», Mr.Tally	Рисове борошно ТОВ «Каскад», Mr.Tally	Борошно пшеничне вищого гатунку ТМ «Хуторок»
Коефіцієнт жирозв'язувальної здатності	0,79	0,74	0,6

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

У ході розробки рецептур безглютенових борошняних кондитерських виробів, зокрема кексів, найбільш пильної уваги, на наш погляд, заслуговує проблема імітації структуроутворюючих властивостей глютенівмісної сировини. Відсутність клейковини в безглютеновій борошняній сировині та необхідність створення пористої, пружно-еластичної структури безглютенового тіста та готових борошняних кондитерських виробів потребує вирішення задачі з формування реологічних властивостей, що забезпечують текстуру адекватну традиційним виробам.

За результатами аналітичного огляду літературних джерел нами визначено кроки щодо регулювання структурно-механічних властивостей безглютенового тіста для кексів.

По-перше, це використання борошняних сумішей, а не окремих видів кукурудзяного або рисового борошна. Кожен вид означеного борошна має специфічний хімічний склад (табл.2.2) і гранулометричні характеристики, що, в свою чергу, суттєво впливають на структурно-механічні властивості тіста та якість готових виробів.

Так, кукурудзяне борошно тонкого помелу ТОВ «Каскад» характеризується високим вмістом вуглеводів, харчових волокон, ніацину та вітаміну Е (α -токоферолу). Водночас встановлено, що рисове борошно ТОВ «Каскад» містить на 41,7 % менше білків порівняно з борошном пшеничним вищого сорту, що може значно вплинути на здатність поглинати воду в тісті. Проте використання його в композиції із кукурудзяним борошном дозволить поповнити загальний вміст білків у виробі. Вищий вміст жирів у безглютенових видах борошна, вірогідно, впливатиме на здатність виробів до зберігання. За результатами порівняльної оцінки вуглеводного складу встановлено, що рисове борошно містить менше крохмалю та значно більшу кількість клітковини, золи, мінеральних елементів і вітамінів порівняно із борошном пшеничним. Це зумовлено технологією помелу, при якій залишається поживна насіннева оболонка рисового зерна.

Таким чином, варіювання складовими композиційної суміші з означених видів безглютенового борошна дозволить не тільки позитивно вплинути на хімічний склад, а й корегувати структурно-механічні властивості тіста та борошняних кондитерських виробів на їх основі.

По-друге, це цілеспрямоване підвищення харчової цінності безглютенових борошняних кондитерських виробів, додаванням до рецептури білоквміщуючої сировини, зокрема концентратів молочних білків [3, 29].

Перспективною сировиною для виробництва борошняних кондитерських виробів є молочно-білковий концентрат сколотин, який отримують з вторинної молочної сировини спільним осадженням казеїну та сироваткових білків. Слід також зазначити, що однією з важливих властивостей молочних білків сколотин, від якої залежить технологічний процес виробництва харчової продукції, є здатність до гідратації. Завдяки цій властивості білки характеризуються певною вологозв'язуючою та вологоутримуючою здатністю, що впливає на консистенцію тіста та структуру готових БКВ, технологію їх виробництва і тривалість зберігання [3, 30].

Окрім посилення вологоутримувальної здатності тіста, цей крок дозволяє комбінувати білки тваринного походження з рослинними білками борошна, що є передумовами для розширення асортименту безглютенових кексів з підвищеною біологічною цінністю.

Таким чином, для моделювання способів поліпшення структури безглютенових кексів вважаємо за необхідне обґрунтувати: склад суміші безглютенової борошняної сировини та ефективність застосування МБК сколотин як добавки-структуроутворювача.

Результати даного підрозділу стануть підґрунтям для обґрунтування фізико-хімічних взаємодій, рецептурного складу і окремих етапів технології безглютенових кексів з МБК сколотин.

3.2.1. Склад борошняної суміші у рецептурі безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин

На першому етапі досліджень визначали вплив складу суміші безглютенової борошняної сировини на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості безглютенових кексів з МБК сколотин.

За результатами серії технологічних відпрацювань і дегустацій було визначено, що заміна пшеничного борошна на борошняну суміш рисового та кукурудзяного борошна за сухими речовинам не дає можливості отримати кекс із заданими споживчими властивостями - кекс був дуже сухим. Доведено доцільність зменшення вмісту сухих речовин аглютенового борошна на 10% відносно пшеничного, що корелює з рекомендаціями інших науковців [28].

З метою визначення раціональної кількості рисового та кукурудзяного борошна у суміші побудовано модельні харчові композиції безглютенових кексів з МБК сколотин (табл. 3.4). Досліджували зразки виробів з використанням борошняних сумішей, кількість рисового та кукурудзяного борошна у складі суміші варіювали від 20 до 80%.

Відомо, що структура безглютенових кексів та їх властивості в процесі зберігання залежать, зокрема від здатності суміші рисового та кукурудзяного

борошна зв'язувати та утримувати вологу, тому, на наш погляд, доцільно дослідити вплив співвідношення означених зразків борошна на вологопоглинальну та вологоутримувальну (ВУЗ) здатність борошняних сумішей.

Таблиця 3.4

Моделльні харчові композиції безглютенового кексу з МБК сколотин

№ з/п	Сировина	Співвідношення сировини, мас. %						
		Контроль	Зразок 1 БР:БК 80:20	Зразок 2 БР:БК 70:30	Зразок 3 БР:БК 60:40	Зразок 4 БР:БК 40:60	Зразок 5 БР:БК 30:70	Зразок 6 БР:БК 20:80
1	Борошно пшеничне	24,2	-	-	-	-	-	-
2	Борошно рисове	-	17,2	15,1	12,9	8,6	6,4	4,3
3	Борошно кукурудзяне	-	4,3	6,4	8,6	12,9	15,1	17,2
4	Цукор-пісок	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6
5	Масло вершкове	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
6	Сир кисломолочний 10% жирності	21,5	-	-	-	-	-	-
7	МБК сколотин		24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2
8	Меланж	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75
9	Натрій двовуглекислий	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
10	Амоній двовуглекислий	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Разом	100	100	100	100	100	100	100

У табл. 3.5 наведено результати дослідження ВПЗ сумішей аглютенового борошна у різних співвідношеннях БР:БК – 80:20, 70:30, 60:40, 40:60, 30:70, 20:80 мас. %.

Дані табл. 3.5 доводять, що із збільшенням частки борошна кукурудзяного в суміші ВПЗ, наприклад, для зразка з вмістом БР:БК – 20:80 мас.% зростає у два рази у порівнянні з контролем, та у 1,4 рази у порівнянні із зразком БР:БК – 80:20 мас. % Така тенденція зміни пояснюється тим, що ВПЗ кукурудзяного борошна ТМ «Ms. Tally» ТОВ «Каскад» на 68% вища ніж ВПЗ рисового борошна (табл. 3.1, 3.2).

Порівняння значення ВПЗ борошняних сумішей

(n=5, P≤0,05)

№ з/п	Зразки	Показник ВПЗ, % при 20 ± 2°С
1	Контроль – 100 мас. % ПБ	68,0
2	БР:БК – 80:20 мас.%	102,0
3	БР:БК – 70:30 мас.%	106,0
4	БР:БК – 60:40 мас.%	110,0
5	БР:БК – 40:60 мас.%	119,0
6	БР:БК – 30:70 мас.%	131,0
7	БР:БК – 20:80 мас.%	142,0

Вологоутримуюча здатність борошняних кондитерських виробів обумовлена вмістом у їх складі основних компонентів, що зв'язують воду – крохмаль, білки та пентозани. Велика роль у формуванні властивостей безглютенових кексів і їх здатності зберігати свіжість належить кількісному співвідношенню вільної і зв'язаної вологи, та розподілу зв'язаної води між біополімерами продукту. Так, за попередніми дослідженнями науковців визначено, що загальна кількість води, яка поглинається тістом розподіляється наступним чином: 31,1 % – сорбується білком, в основному осмотично, 45,5 % – крохмалем – адсорбційно і 23,4 % – пентозанами [31].

Дослідження зміни стану вологи у модельних харчових композиціях безглютенових кексів з МБК сколотин під час теплового оброблення здійснювали на основі термогравіметричного аналізу, в діапазоні температур 20...230° С [32, 33].

Дериватограми отримані під час аналізу контрольного зразка, зразків безглютенових кексів з МБК сколотин представлені в додатку Б. Результати їх розшифровок наведені у табл. 3.6.

Аналіз результатів оброблення дериваторам дозволяє зробити висновок, що процес видалення вологи із усіх дослідних зразків відбувається у три етапи, так як на кривих DTG та DTA зафіксовано по три ендоефекти.

На першому етапі від 20°C до 70°C відбувається видалення вільної вологи, яка має не високу енергію зв'язку із компонентами виробу. На другому етапі за температур 70...170°C проходить вивільнення зв'язаної вологи, яка може утримуватися в осередках білкових молекул. На третьому етапі від 170°C до 230°C відбувається виділення міцно зв'язаної адсорбційної вологи. По виду кривої ДТА можна зробити висновок, що другий процес втрати ваги – ендотермічний, тепловий ефект першого і третього етапів значно менш виражений.

Таблиця 3.6

**Співвідношення води за формами зв'язку у безглютенових кексах з
МКБ сколотин, %**

Зразок безглютенових кексів	Співвідношення БР:БК у борошняній суміші, мас. %	Співвідношення води, %	
		Вільна	Зв'язана
Контроль	-	33,8	66,2
Зразок 1	БР:БК – 80:20	29,7	70,3
Зразок 2	БР:БК – 70:30	29,1	70,9
Зразок 3	БР:БК – 60:40	28,9	71,1
Зразок 4	БР:БК – 40:60	25,6	74,4
Зразок 5	БР:БК – 30:70	24,2	75,8
Зразок 6	БР:БК – 20:80	22,7	77,3

Аналіз даних табл.3.6 доводить, що використання суміші аглютенного борошна сприяє збільшенню зв'язаної води: вміст вільної вологи в контрольному зразку кексів становить 33,8% від всієї вологи, у зразках №1 та №6 безглютенових кексів зі співвідношенням БР:БК – 80:20 і 20:80 її кількість зменшується на 12,1% та 32,8% відповідно.

Суттєве зростання кількості зв'язаної води у безглютенових кексах, на наш погляд, зумовлено збільшенням абсорбційно, осмотично та капілярно зв'язаної води макромолекулами полісахаридів рисового та, особливо, кукурудзяного борошна [26, 34]. Наявність більшої кількості зв'язаної вологи у системі сприятиме покращенню технологічних характеристик безглютенових кексів під час їх випікання та зберігання.

Технологія виробництва безглютенових кексів передбачає короткочасне змішування підготовлених сухих і рідких компонентів протягом (3...5) 60с та відсадження їх у форми.

На думку авторів [35, 36] технологічні властивості дисперсних систем характеризуються перш за все їх реологічними властивостями.

Нами проведено серію експериментів з вивчення залежності ефективної в'язкості зразків кексового тіста з додаванням суміші безглютенового борошна від швидкості зсуву [26].

Результати досліджень для зразків із різним співвідношенням БР і БК у складі борошняної суміші наведені на рис. 3.6.

Аналіз отриманих результатів дозволяє виділити наступні закономірності. Криві течії всіх зразків демонструють, як усі неньютоновські рідини, зменшення в'язкості із збільшенням швидкості зсуву. В усіх зразках зменшення ефективної в'язкості при швидкостях зсуву до 8 c^{-1} відбувається за експонентою. Що вказує на однакову динаміку реологічних властивостей тіста при інтенсивному перемішуванні та не вимагає суттєвого корегування параметрів змішування тіста.

Збільшення у суміші вмісту кукурудзяного борошна від 20,0 до 40,0% не спричиняє суттєвого зростання ефективної в'язкості зразків, тоді як збільшення у суміші кількості кукурудзяного борошна від 40,0 до 60,0% призводить до зростання ефективної в'язкості на 18...23% за малих швидкостей зсуву. Збільшення вмісту кукурудзяного борошна до 70,0% приводить до зростання показника ефективної в'язкості у 1,8...2,2 рази, а вміст кукурудзяного борошна 80% підвищує цей показник у 3,1...3,4 рази. Ефективна в'язкість тіста зі збільшенням швидкості зсуву зменшується як у контролю, так і у дослідних зразках, при цьому динаміка падіння цього показника має аналогічний характер.

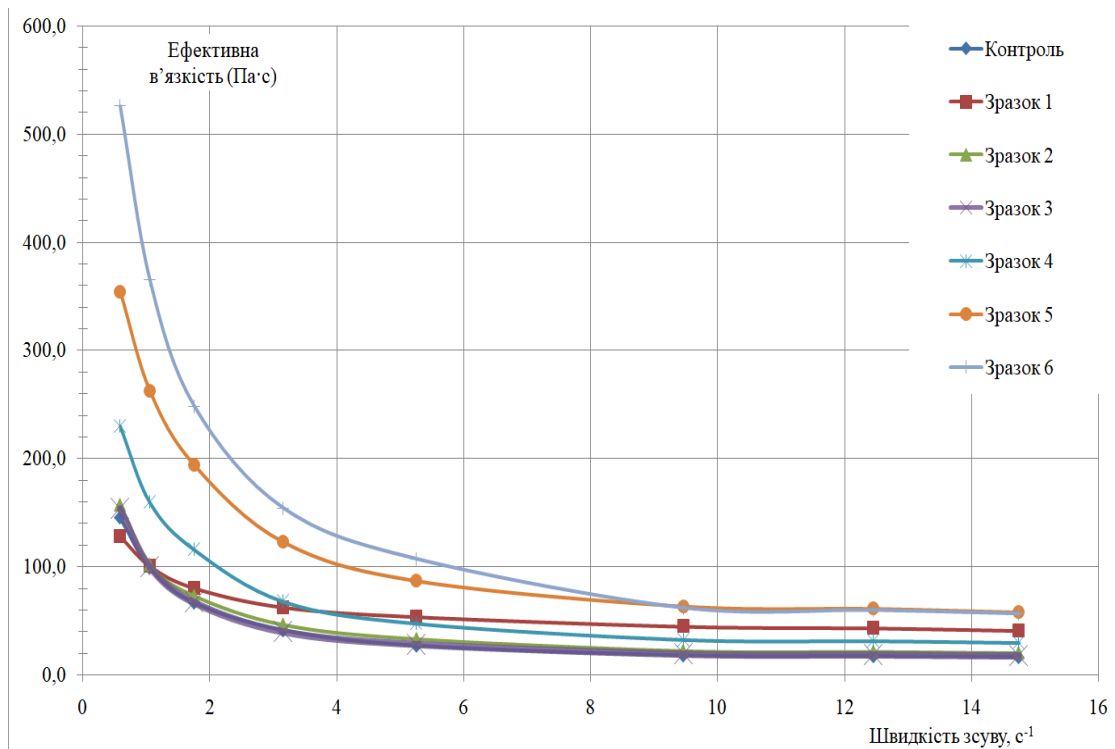


Рис. 3.6. Реологічні криві залежності ефективної в'язкості (Па·с) від швидкості зсуву (c^{-1}) у тісті для безглютенових кексів з МБК сколотин із різним складом борошняної суміші

контроль: 100 мас. % ПБ; зразок 1: БР:БК – 80:20 мас.%; зразок 2: БР:БК – 70:30 мас.%; зразок 3: БР:БК – 60:40 мас.%; зразок 4: БР:БК – 40:60 мас.%; зразок 5: БР:БК – 30:70 мас.%; зразок 6: БР:БК – 20:80 мас.%;

Як видно з рис. 3.6 реологічні криві всіх зразків тіста мають однакову форму, тобто характер зміни в'язкісних характеристик тіста для всіх зразків однаковий. У всіх дослідних зразках відбувається суттєве зменшення ефективної в'язкості за швидкості зсуву до $10,2 \pm 0,4 \text{ c}^{-1}$, при подальшому збільшенні швидкості зсуву понад 10 c^{-1} у всіх зразків з'являється тенденція наближення до постійної ефективної в'язкості, що пояснюється руйнуванням системи кексового тіста.

Отримані результати показали, що збільшення частки кукурудзяного борошна у суміші призводить до зростання ефективної в'язкості через високу ВПЗ і ВУЗ кукурудзяного борошна, і здійснює дестабілізуючий ефект на структурно-механічні властивості кексового тіста. Реологічні властивості тіста зразків 2 та 3 найбільш відповідають властивостям контрольного зразка.

За результатами серії технологічних відпрацювань і дегустацій здійснено узагальнення органолептичних та фізико-хімічних показників якості зразків безглютенових кексів та обрані варіанти з найкращими характеристиками (рис. 3.7, табл. 3.7).



Рис. 3.7. Зовнішній вигляд безглютенових кексів з МБК сколотин з різним складом борошняної суміші

Як показали результати пробних лабораторних випікань, збільшення кількості кукурудзяного борошна у рецептурі суміші понад 70 % призводить до зниження питомого об'єму готових кексів на 17,7 %, надмірної крихкості м'якуша. А збільшення кількості рисового борошна у рецептурі суміші понад 70% призводить до одержання готових виробів з занадто розвиненою нерівномірною пористою структурою.

Таблиця 3.7

Показники якості безглютенових кексів з МБК сколотин з різним складом борошняної суміші

Показники	Склад борошняної суміші					
	зразок 1 БР:БК 80:20	зразок 2 БР:БК 70:30	зразок 3 БР:БК 60:40	зразок 4 БР:БК 40:60	зразок 5 БР:БК 30:70	зразок 6 БР:БК 20:80
Питомий об'єм, см ³ /г	1,69	1,47	1,34	1,14	1,13	0,96
Пористість, %	19,4	17,2	15,9	14,8	12,6	10,4
Зовнішній вигляд	Форма кругла, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів; поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу			Форма кругла, що відповідає формі, встановленій за рецептурою, без надломів; поверхня із наявними значними тріщинами і розривами		
Колір скоринки	Світло-коричневий, денце та бокова поверхня світліші					

Вид на зломі	Добре пропечений, без закалу і слідів непромісу, світло-жовтого кольору.		Недостатньо пропечений, надмірна крихкуватість м'якуша, жовтого кольору
Характер пористості	Дуже розвинена, дрібна неоднорідна	Дрібна, неоднорідна	Товстостінна, неоднорідна
Смак і запах	З легким ароматом і присмаком рису, дуже солодкий	Виражений, збалансований, властивий даному виду кекса, без стороннього присмаку, дуже солодкий	Виражений, з легким ароматом і присмаком кукурудзи, дуже солодкий

За даними органолептичної оцінки (табл. 3.7) нами отримано позитивні результати для сумішей «борошно рисове: борошно кукурудзяне» у співвідношеннях 60:40 та 70:30. Одержані вироби характеризуються гарним зовнішнім виглядом, випуклою поверхнею з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, щільним м'якушем світло-жовтого кольору з текстурою, що притамана традиційному кексу «Сирному».

Таким чином, на підставі проведених досліджень обґрунтовано доцільність та можливість використання у технології безглютенових кексів суміші рисового та кукурудзяного борошна у співвідношенні 60...70% і 40...30% відповідно, від загальної кількості борошняної суміші за рецептурою.

Разом з тим, за результатами органолептичної оцінки виявлено дуже солодкий смак виробів, що негативно впливає на споживчі властивості готових кексів. Тому, перспективою подальших досліджень у цьому напрямку передбачено вивчення впливу вмісту цукру на процеси тістоутворення у технології безглютенових кексів та якість готових виробів.

3.2.2. Вплив цукру на стан вуглеводно-амілазного комплексу тіста

У технології безглютенових кексів з використанням хімічних розпушувачів цукор крім того, що формує смак виробів, також в складній колоїдній системі кексового тіста виконує роль структуроутворювача та стабілізатора пінної структури за збільшення в'язкості системи. Стабілізуюча

дія цукру зумовлена дегідратуючою дією на білок, що призводить до утворення твердої плівки, яка підвищує стійкість пінної системи яєчно-цукрової маси [37]

Технологічний процес виробництва кексів передбачає використання короткочасного замішування з борошном, отже, набрякання білків борошна не відбувається повною мірою, у цьому випадку, на формування структури тіста і випечених кексів істотно впливають властивості крохмалю борошняної суспензії, тому навіть незначні зміни у процесі його клейстеризації матимуть значний вплив на якість готових виробів. Тому під час теплової обробки виробів в технологічному процесі важливо визначити температуру клейстеризації крохмалю і максимальну в'язкість водно-борошняної суспензії, що стане підґрунтям для визначення рецептури та параметрів термооброблення безглютенових кексів.

Температуру початку клейстеризації крохмалю, температуру, за якої встановлено максимальну в'язкість, а також показник максимальної в'язкості для різних модельних систем визначали за допомогою амілографа Brabender.

Амілограми, отримані під час аналізу контрольного зразка, зразків модельних систем «БР:БК (60:40) – цукор – вода» зі зменшенням кількості цукру на 5%, 10%, 15%, 20% по відношенню до вмісту цукру в контролі, представлені на рис. 3.8, результати їх розшифрування наведені у табл. 3.8.

Таблиця 3.8.

Вплив цукру на властивості крохмалю суміші рисового та кукурудзяного борошна

Модель	Зменшення кількості цукру у рецептурі, %	Значення показників			
		Час початку клейстеризації, τ'60 с	Температура початку клейстеризації, °С	Температура суспензії при максимальній в'язкості, °С	Максимальна в'язкість, од.а
Контроль 1 (БП-вода)		8	55	72	620
Контроль 2 (БП-цукор-вода)		5	60	78	690
Зразок 1	5,0	6	72	82	720
Зразок 2	10,0	5	72	82	780
Зразок 3	15,0	4	71	80	920
Зразок 4	20,0	3	68	78	Більше 1000

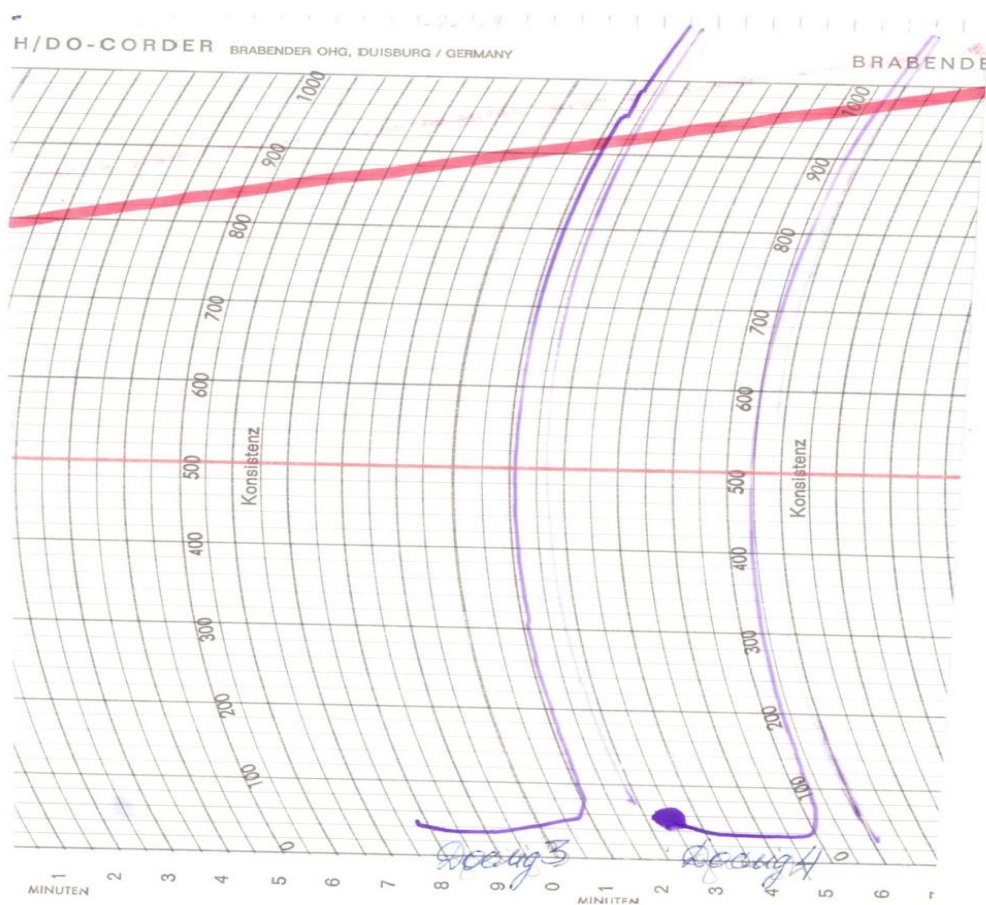
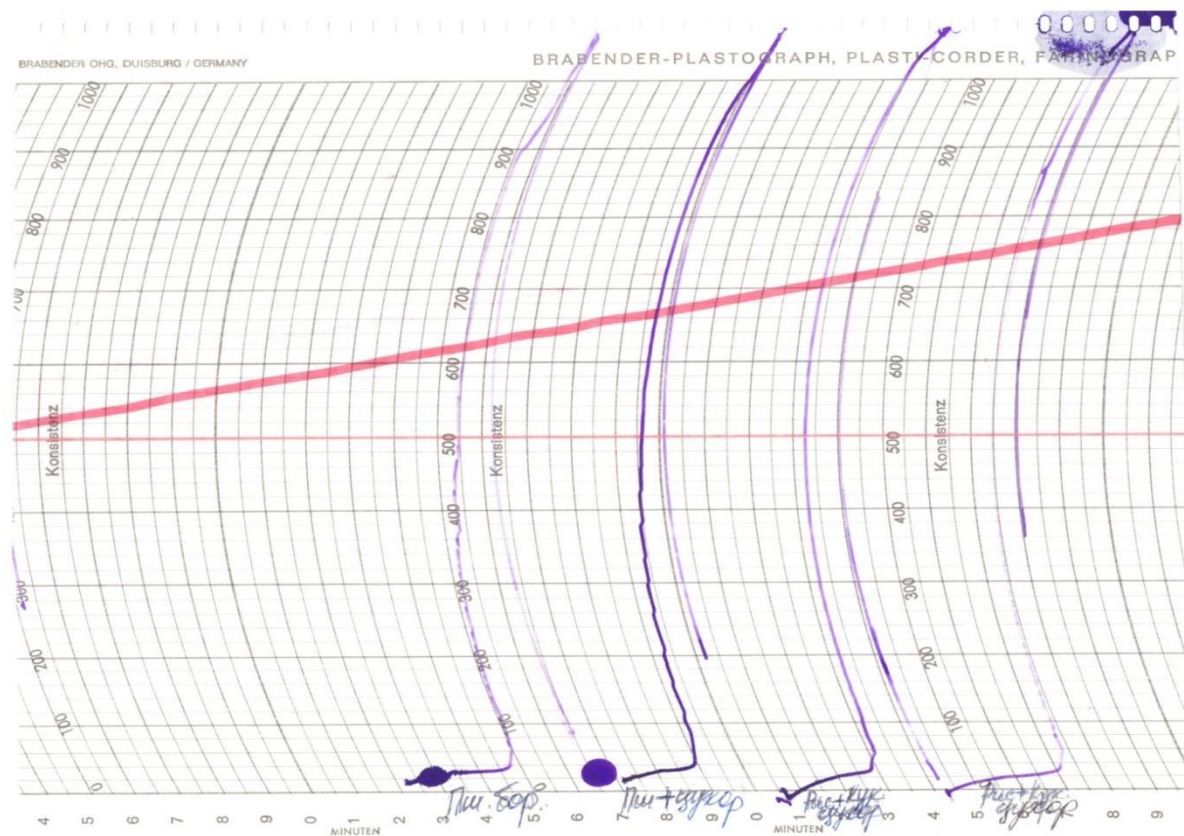


Рис. 3.8. Амліограми суміші рисового та кукурудзяного борошна із різним вмістом цукру

Аналіз розшифрування амілограм (табл. 3.8) показує, що для водно-борошняних контрольних моделей значення температури максимальної клейстеризації (78°C) та максимальної в'язкості суспензії (більше 690 од. а) має зразок «пшеничне борошно-цукор-вода». Це пов'язано з тим, що висока концентрація цукру в рідкій фазі сповільнює швидкість дифузії при набуханні білків і крохмалю пшеничного борошна, зумовлюючи формування більш в'язкої системи і зменшуючи конкуренцію між білком і крохмалем за воду.

Як відомо, сахароза (цукор) затримує набухання крохмальних зерен у воді за рахунок перешкоджання вільного контакту з ними води [38]. Аналізуючи результати досліджень, можна зробити висновок, що цукор підвищує температуру клейстеризації крохмалю. Температура клейстеризації, як видно з табл. 3.8, для зразку 1 «суміш рисового та кукурудзяного борошна-цукру-води» складає 82°C , а зменшення цукру до 20% у зразку 4 впливає на зниження температури клейстеризації до 78°C . Зміна температури клейстеризації є важливим показником, що характеризує наступний процес ретроградації крохмалю в процесі зберігання готових виробів, адже відомо, що чим нижча температура клейстеризації, тим довше вироби зберігають свою свіжість в процесі зберігання [38].

Залежність максимальної в'язкості суспензії від вмісту цукру (табл. 3.8) дозволяє охарактеризувати властивості безглютенового кексу з МБК сколотин під час випікання. Пориста структура виробу закріплюється в результаті коагуляції білків борошна і перетворення крохмалю в густий клейстер. За зменшенням на 20% цукру у рецептурі кексу амілограма показує високу максимальну в'язкість, що свідчить про зв'язування крохмалем під час клейстеризації великої кількості води. В результаті утворюється малорозтяжний крохмальний клейстер та кекс з надмірно крихкуватим м'якушем.

Результати реологічних досліджень зразків тіста для безглютенових кексів з МБК сколотин із різним вмістом цукру наведені на рис. 3.9.

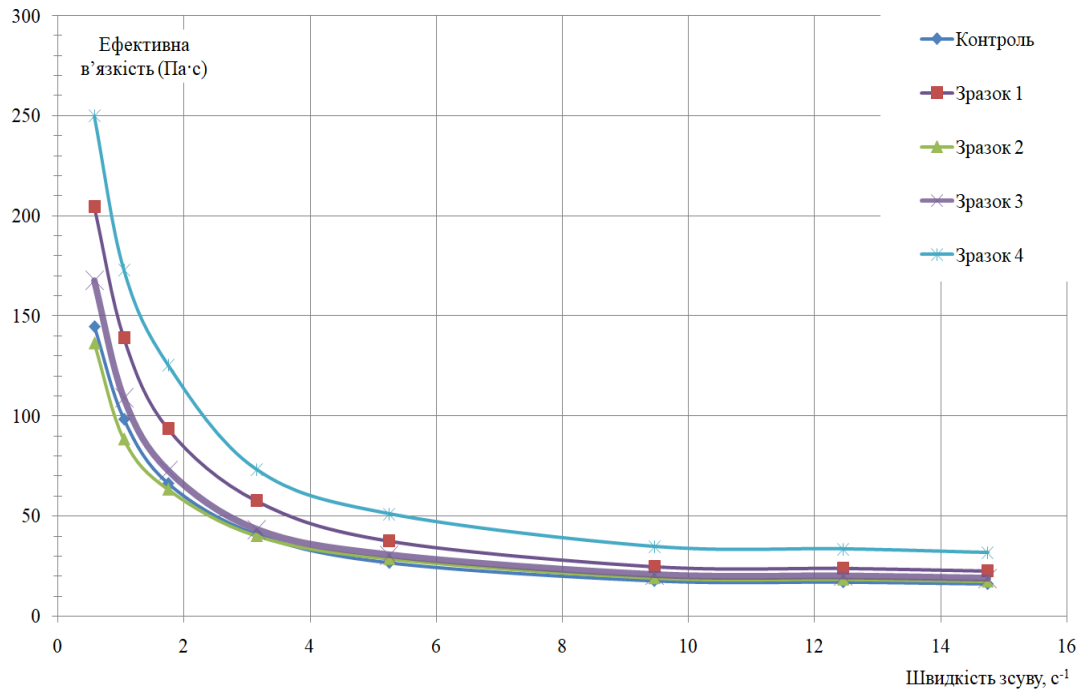


Рис. 3.9. Реологічні криві залежності ефективної в'язкості (Па·с) від швидкості зсуву (c^{-1}) у тісті для безглютенових кексів з МБК сколотин із різним вмістом цукру

контроль – вміст цукру 27,6 мас. %; зразок 1(-5%) – вміст цукру 26,2 мас.%; зразок 2(-10%) – вміст цукру 24,8 мас.%; зразок 3(-15%) – вміст цукру 23,4 мас.%; зразок 4(-20%) – вміст цукру 22,0 мас.%;

Зменшення кількості цукру на 5% призводить до зменшення ефективної в'язкості на 27...29%. В подальшому, із зменшенням вмісту цукру від 15 до 20% зростає в'язкість зразків. Так при зменшенні вмісту цукру на 20% ефективна в'язкість збільшується на 32...37% на всьому діапазоні швидкостей зсуву. Руйнування структури тіста зразка 4 відбувається за швидкості зсуву $9,4 \text{ c}^{-1}$, тоді як і решти зразків за $10,2 \text{ c}^{-1}$.

Наведені результати дослідження в'язкості зразків тістових мас добре корелюють з отриманими вище результатами.

У ході лабораторних випікань виявлено (табл.3.9, рис. 3.10), що зменшення вмісту цукру на 10...15% від рецептурної кількості не погіршують якість випеченого виробу.

**Показники якості безглютенових кексів з МБК сколотин
з різним вмістом цукру**

Показники	Контроль	Зразок 1 (- 5,0%)	Зразок 2 (- 10,0%)	Зразок 3 (- 15,0%)	Зразок 4 (- 20,0%)
Питомий об'єм, см ³ /г	1,36	1,4	1,35	1,3	1,25
Пористість, %	16,67	18,2	15,97	14,8	10,43
Зовнішній вигляд	Форма кругла, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів; поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу				
Колір скоринки	Світло-коричневий, дещо та бокова поверхня світліші				Коричневий
Вид на зломі	Добре пропечений, без закалу і слідів непромісу, світло-жовтого кольору.				Недостатньо пропечений, жовтого кольору
Смак і запах	Виражений, збалансований, властивий даному виду кекса	Виражений, властивий даному виду кекса, дуже солодкий	Виражений, збалансований, властивий даному виду кекса, без стороннього присмаку		



а) контроль



б) зразок 1



в) зразок 2



г) зразок 3



д) зразок 4

Рис. 3. 10. Зовнішній вигляд на зломі кексів безглютенових з МБК сколотин із різним вмістом цукру

Зменшення вмісту цукру у рецептурі більш ніж на 20% призводить до зниження пористості та питомого об'єму виробів. Погіршуються також органолептичні властивості готових кексів.

Таким чином, на підставі проведених досліджень і, враховуючі рекомендації науковців [41, 42], передбачаємо у подальших дослідженнях зменшення у рецептурі безглютенових кексів вмісту цукру на 10...15%, що не вплине на погіршення якості готових виробів.

3.2.3. Вплив молочно-білкового концентрату сколотин на якість безглютенових кексів

Для виробництва борошняних кондитерських виробів перспективною сировиною є молочно-білковий концентрат сколотин. Його отримують з вторинної молочної сировини спільним осадженням казеїну та сироваткових білків. МБК сколотин має біологічну цінність значно вищу, ніж сир кисломолочний, за рахунок сироваткових білків, що за вмістом незамінних амінокислот мають перевагу перед казеїновими фракціями. Підвищену харчову цінність молочно-білкового концентрату сколотин обумовлює вміст 20,8% білка, 1,34% жиру, 0,16 % кальцію, 0,24 % фосфору та інших мікроелементів і водорозчинних вітамінів (підрозділ 1.3).

Тісто для кексів є структурованою дисперсною системою, що складається з твердої, рідкої і газоподібної фаз. Для такої системи характерна залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву, а в структурно-механічні характеристики основний внесок вносять контактні взаємодії, критерієм яких є порівняння енергії контактних взаємодій та енергії для досягнення стану гранично зруйнованої структури [24,28].

Слід зазначити, що однією з важливих властивостей молочних білків є здатність до гідратації, що обумовлює певні вологозв'язувальні та вологоутримувальні властивості і впливає на консистенцію тіста та структуру готових БКВ [39].

Тому, зважаючи на вище наведене, досліджували вплив МБК сколотин на зміну в'язкості і щільності тіста в залежності від змінного рецептурного компонента і його дозування: 22,5%, 25,0%, 27,5%, 30,0%. В якості контролю використовували зразок тіста кексу «Сирний», що виготовлений за традиційною технологією [27].

Технологічний процес і параметри підготовки МБК сколотин перед його введенням до складу багатокомпонентних систем безглютенових кексів здійснювали відповідно до рекомендацій дослідників [39].

Доведено, що значення показника щільності тіста дозволяє оцінювати ступінь його насичення повітрям. Зі збільшенням частки повітряної фази щільність тіста знижується, що призводить до збільшення обсягу готових кексів [40].

Дослідження в'язкості тіста для кексів здійснювали на ротаційному віскозиметрі "Реотест-2" в діапазоні швидкостей зсуву від 0,584 до 14,7 с⁻¹, оскільки відомо, що структура кексового тіста руйнується при більш високих швидкостях зсуву. Вимірювання проводили відразу після замісу при кімнатній температурі 20 ± 2°C. Результати досліджень надані в табл. 3.10 та на рис.3.11.

Таблиця 3.10
Реологічні показники тіста безглютенового кексу з МБК сколотин
(n=5, P≤0,05)

Показники	Контроль	Зразок 1 МБК- 22,5%	Зразок 2 МБК- 25%	Зразок 3 МБК- 27,5%	Зразок 4 МБК- 30%
Ефективна в'язкість, Па·с, за $\gamma=1,05 \text{ с}^{-1}$	98,5	72,3	99,9	122,1	220,7
Густина, г/см ³	1,68	1,54	1,67	1,70	1,84

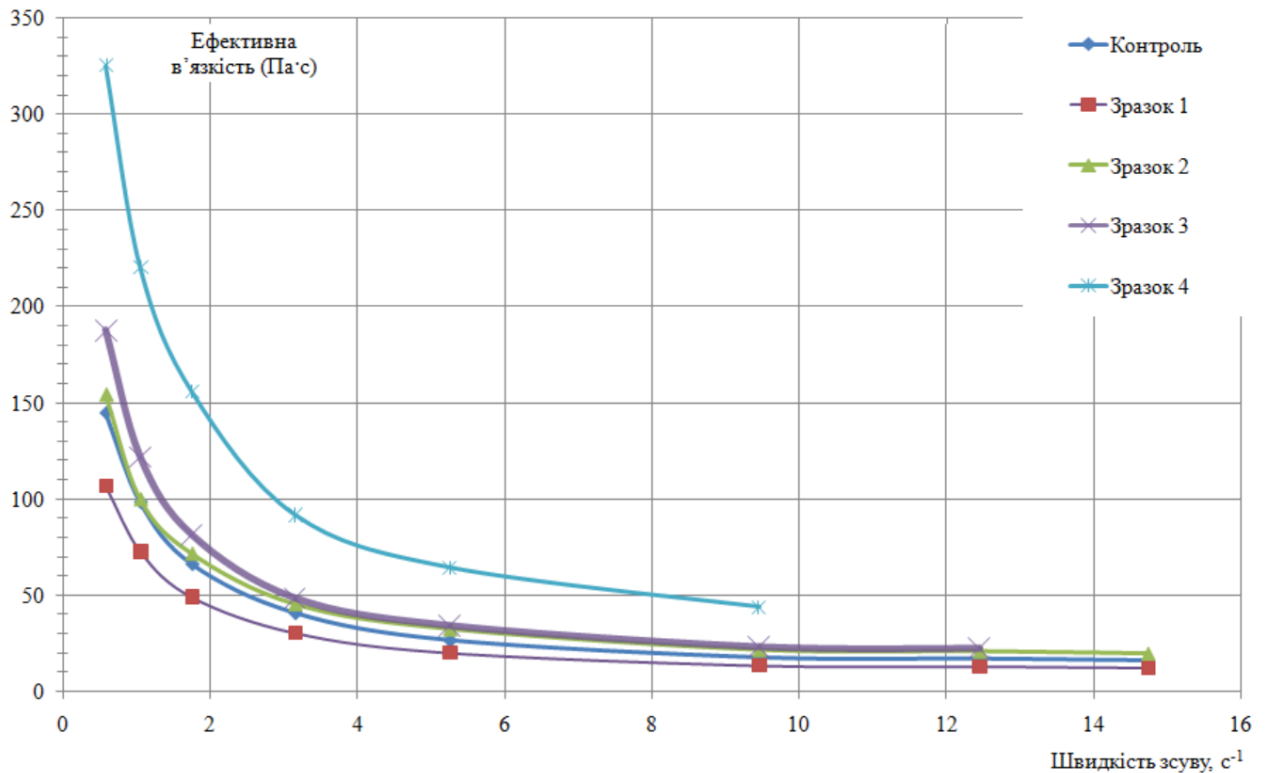


Рис. 3.11. Реологічні криві залежності ефективної в'язкості (Па·с) від швидкості зсуву (c^{-1}) у тісті для безглютенових кексів з МБК сколотин

*контроль – кекс «Сирний»; зразок 1 – вміст МБК 22,5 мас.%;
зразок 2 – вміст МБК 25,0 мас.%; зразок 3 – вміст МБК 27,5 мас.%;
зразок 4 – вміст МБК 30,0 мас.%.*

З представлених даних видно, що зі збільшенням дозування МБК сколотин відбувається поступове збільшення в'язкості і щільності кексового тіста в порівнянні з контрольним зразком. Збільшення щільності тіста можна пояснити зменшенням кількості повітряної фази в тісті, а також надлишку твердих частинок в системі, на поверхні яких може відбуватися адсорбція поверхнево-активних речовин, що додатково знижує їх концентрацію в розчині.

Таким чином, найбільш близькі значення по в'язкості та щільності тіста по відношенню до контролю мають зразки 2 і 3 при дозуванні МБК сколотин у кількості 25,0% та 27,5% відповідно.

Для одержання інформації про механізми структуроутворення тіста для безглютенових кексів з МБК сколотин були зроблені ІЧ-спектри (рис. 3.12, 3.13).

Аналіз ІЧ-спектрів (рис.3.12) доводить, що високоінтенсивні широкі смуги поглинання при 3300, 1640 та 500 см^{-1} , у спектрах кексів та амілози, як типового вуглеводу, відносяться до смуг поглинання молекул води, що у значній кількості присутня у всіх цих зразках [43]. При цьому у спектрах практично відсутня «комбінована» смуга коливань молекул води при 2030 см^{-1} , присутність якої є ознакою наявності великих кластерів рідкої води, не зв'язаної із іншими речовинами.

Порівнюючи спектри кексів та амілози можна бачити, що смуги у діапазоні 2800 – 3000 см^{-1} (валентні коливання зв'язків СН), 1300 – 1470 см^{-1} (деформаційні коливання зв'язків СН), 950 – 1200 см^{-1} (валентні коливання зв'язків С–О та деформаційні коливання гідроксильних груп) та смуга при 936 см^{-1} в цих спектрах схожі, так як основним компонентом, що зумовлює поглинання в ІЧ-ППВВ спектрі записаному при максимальному притисканні зразків кексів, є його вуглеводнева основа.

Порівняння спектрів зразків кексів, представлених на рис. 3.12, за допомогою засобів ПО Omnic 9.0 дає досить високий ступінь збіжності між ними (94,5 %), а відмінність, що спостерігається, скоріше зв'язана із зміною інтенсивності смуг поглинання газоподібної води та CO_2 , зумовленої зміною їх концентрації в оточуючому повітрі під час запису спектрів.

Слід звернути увагу на смугу при 1540 см^{-1} , яка відповідає коливанням амід-II білкової компоненти кексу. Малоінтенсивну смугу при 1250 см^{-1} можна віднести до коливань С–О в карбоксилатних групах ($-\text{CO}_2\text{H}$). Ще одна відмінність між спектрами кексів та стандартного зразку амілози є зсув найінтенсивнішої смуги С–О з 1023 см^{-1} (амілоза) до 997 см^{-1} (кекс-контроль) та 994 см^{-1} (кекс-дослід). Такий ефект, ймовірно, може свідчити про утворення молекулами вуглеводів у структурі кексів водневих зв'язків з молекулами білків та води, при цьому для безглутенових кексів він є більш вираженим.

На рис. 3.13 представлені спектри зразків кексів при мінімальному зусиллі зразку до оптичного елементу та спектр зразку порівняння (рафінованої соняшникової олії), як типої жирової сполуки.

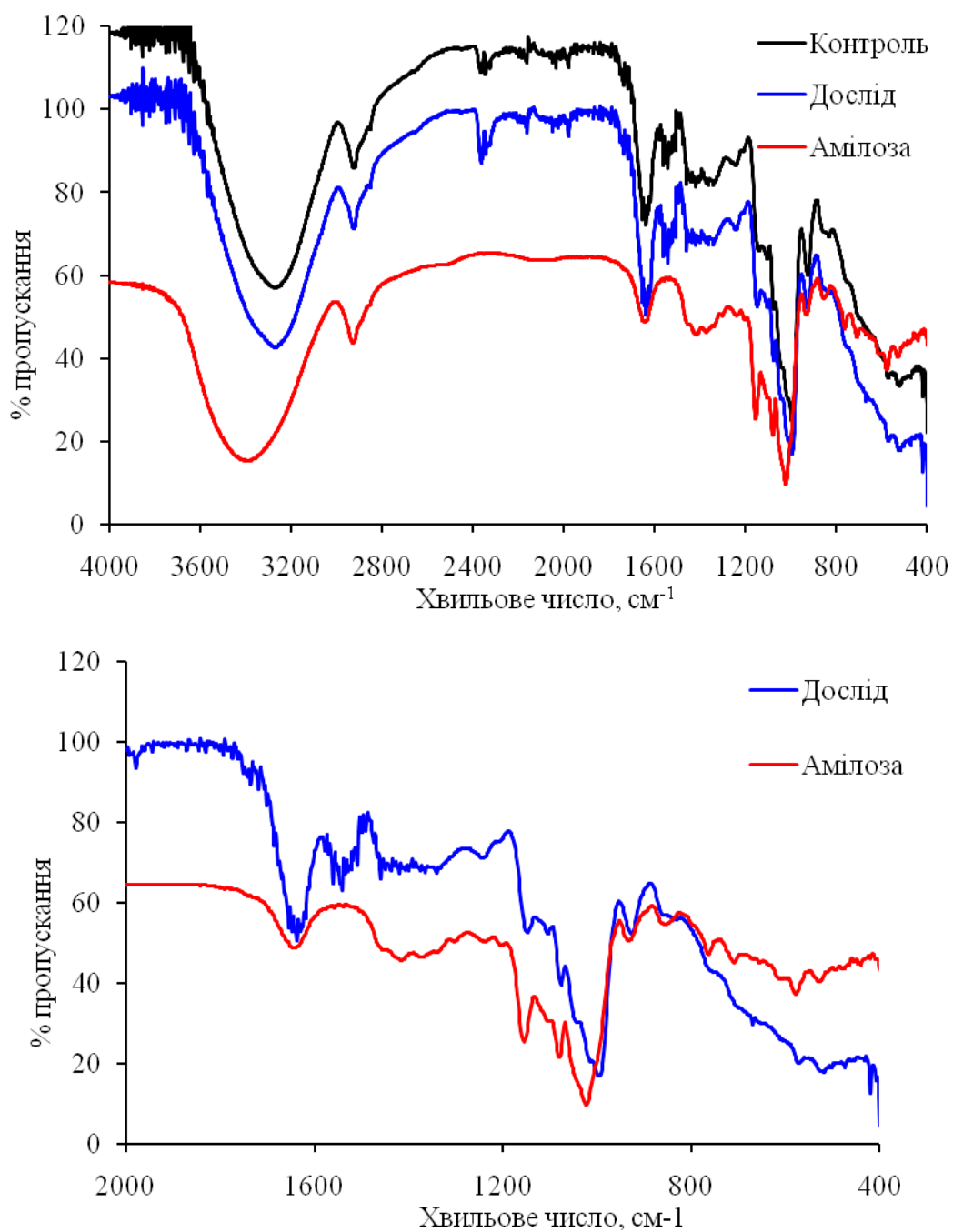


Рис. 3.12. ІЧ спектри ППВВ зразків кексів при максимальному притисканні та ІЧ-спектр пропускання амілози (таблетка в КВr).

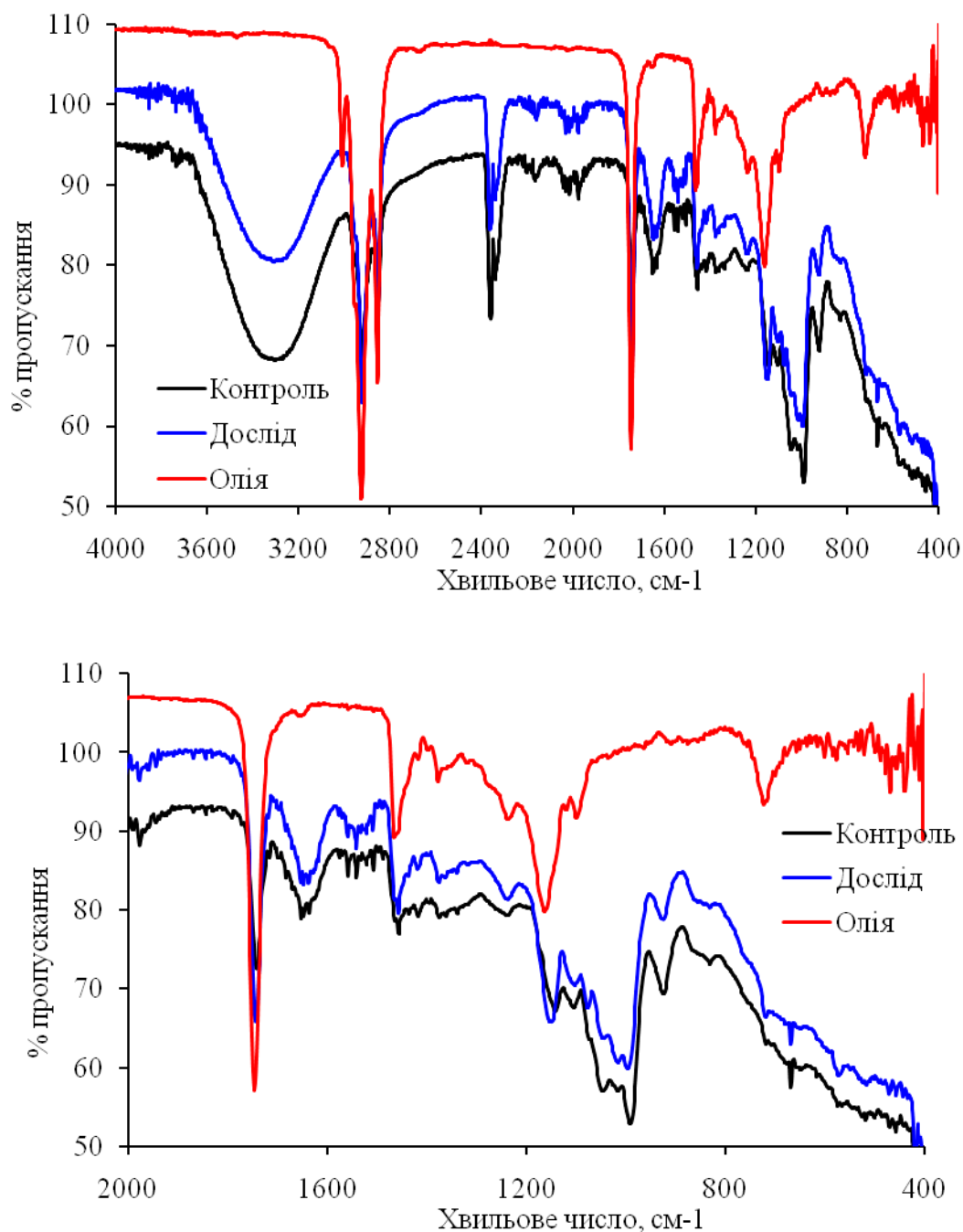


Рис. 3.13. ІЧ спектри ППВВ зразків кексів при мінімальному притисканні та ІЧ-спектр пропускання соняшникової олії (тонкий шар між скельцями в KBr).

Спектри кексів містять той же набір смуг, що і спектри на рис. 3.12. Однак крім них можна бачити високоінтенсивні вузькі смуги валентних коливань зв'язків СН при 2922 та 2852 см^{-1} , валентних коливань зв'язків С=О при 1745 см^{-1} , деформаційних коливань груп CH_2 при 1465 см^{-1} та валентних коливань зв'язків С–О при 1160 см^{-1} , що є дуже характерними для молекул триацилгліцеридів (жирів) і з високою інтенсивністю проявляються, зокрема, в спектрі соняшникової олії.

У разі мінімального притискання зразка кексу до оптичного елементу його поверхня значною мірою вкрита рідкою жирною компонентою, оскільки вуглеводнево-білкова компонента кексу є достатньо твердою і пружною. Цей ефект є більш вираженим для кексу «дослід», оскільки відносна інтенсивність смуг жирної компоненти для його спектру на рис. 3.13 вища, ніж для кексу «контроль». Сильне притискання зумовлює заміну жирної компоненти у тонкому шарі на оптичному елементі вуглеводнево-білковою, внаслідок чого характерні смуги жирів у спектрах на рис. 3.12, що отримані із максимальним притисканням зразків, мають незначну інтенсивність.

Таким чином, результати проведених досліджень доводять, що заміна пшеничного борошна та сиру кисломолочного у кексі «контроль» на суміш аглютенного борошна та МБК сколотин у кексі «дослід» призводить до посилення водневих зв'язків між білками та вуглеводами (зсув смуги валентних коливань з 997 см^{-1} (кекс-контроль) до 994 см^{-1} (кекс-дослід)) та збільшення пружності пористої вуглеводнево-білкової компоненти (зростання відносної інтенсивності смуг поглинання жирної компоненти у спектрах на рис. 3.13)

Як показали результати пробних лабораторних випікань, позитивні результати отримано для модельних харчових композицій безглютенових кексів із вмістом МБК сколотин 25,0% та 27,5% (табл.3.11). Одержані вироби характеризуються гарним зовнішнім виглядом, випуклою без розривів поверхнею, щільним м'якушем жовтого кольору з текстурою, що притамана традиційному кексу «Сирному».

Отримані результати свідчать, що додавання до рецептури 25,0...27,5% молочно-білкового концентрату сколотин сприяє підвищенню вологоутримуючої здатності тіста, реологічних властивостей готових виробів, біологічної цінності за рахунок комбінування білків тваринного походження з рослинними білками борошна, створює передумови для розширення асортименту безглютенових кексів з заданими споживчими властивостями.

Таблиця 3.11

**Показники якості безглютенових кексів
із різним вмістом МБК сколотин**

Показники	Контроль	Зразок 1 МБК- 22,5%	Зразок 2 МБК- 25,0%	Зразок 3 МБК- 27,5%	Зразок 4 МБК- 30,0%
Питомий об'єм, см ³ /г	1,36	1,4	1,33	1,3	1,24
Пористість, %	16,67	18,2	15,97	14,8	10,43
Зовнішній вигляд	Форма кругла, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів; поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу				
Колір скоринки	Світло-коричневий, дещо та бокова поверхня світліші				
Вид на зломі	Добре пропечений, без закалу і слідів непромісу, світло-жовтого кольору.				Недостатньо пропечений, жовтого кольору
Смак і запах	Виражений, збалансований, властивий даному виду кекса	Виражений, збалансований, властивий даному виду кекса, без стороннього присмаку			

3.3. Оптимізація рецептурного складу безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин

Планування експерименту щодо оптимізації рецептурних компонентів безглютенових кексів з МБК сколотин виконано за ортогональним симетричним планом Бокса-Бенкина.

Варіативними факторами оптимізації було обрано:

x_1 – вміст рисового борошна, г/100г;

x_2 – вміст цукру, г/100г;

x_3 – вміст МБК, г/100г;

Крім того, до рецептури безглютенових кексів з МБК сколотин входять також вершкове масло, меланж, натрій двовуглекислий, амоній вуглекислий та цукрова пудра рафінова, вміст яких разом є сталим і складає 27,99 г/100г.

Сума мас інгредієнтів повинна відповідати кінцевій масі готового продукту і для даного завдання становити 100 г, тому вміст кукурудзяного борошна розраховується:

$$100 - x_1 - x_2 - x_3 = 27,99 \quad (3.1)$$

В якості функції відклику, що характеризує якість розробленх БКВ прийнято:

Y_1 – питомий об'єм, см³/г;

Y_2 – пористість, %;

Y_3 – ефективна в'язкість, Па·с, за $\gamma = 1,05 \text{ с}^{-1}$.

В табл. 3.12 наведено умови проведення повного трьохфакторного експерименту щодо оптимізації рецептурних компонентів безглютенових кексів з МБК сколотин з рівнями варіювання -1; 0; +1.

Таблиця 3.12

Рівні та інтервали факторів варіювання

Рівні	Фактори		
	Вміст рисового борошна, г/100г	Вміст цукру, г/100г	Вміст МБК, г/100г
	x_1	x_2	x_3
Основний (x_{i0})	12,9	24,8	25
Інтервал варіювання (Δx_i)	2,2	1,4	2,5
Верхній (x_{imax})	10,7	23,4	22,5
Нижній (x_{imin})	15,1	26,2	27,5

Матрицю планування експерименту наведено в табл. 3.13.

Матриця планування експерименту

j	Значення фактора						
	натуральні			кодовані			
	вміст рисового борошна, г/100г	вміст цукру, г/100г	вміст МБК, г/100г	x0	x1	x2	x3
1	10,7	23,4	22,5	1	-1	-1	-1
2	15,1	23,4	22,5	1	1	-1	-1
3	10,7	26,2	22,5	1	-1	1	-1
4	15,1	26,2	22,5	1	1	1	-1
5	10,7	23,4	27,5	1	-1	-1	1
6	15,1	23,4	27,5	1	1	-1	1
7	10,7	26,2	27,5	1	-1	1	1
8	15,1	26,2	27,5	1	1	1	1
9	10,2	24,8	25	1	-1,21532	0	0
10	15,6	24,8	25	1	1,215319	0	0
11	12,9	23,1	25	1	0	-1,2153189	0
12	12,9	26,5	25	1	0	1,21531889	0
13	12,9	24,8	22,0	1	0	0	-1,2153189
14	12,9	24,8	28,0	1	0	0	1,2153189
15	12,9	24,8	25	1	0	0	0
$\sum_{i=1}^N x_{iu}^2$				15	10,954	10,954	10,954

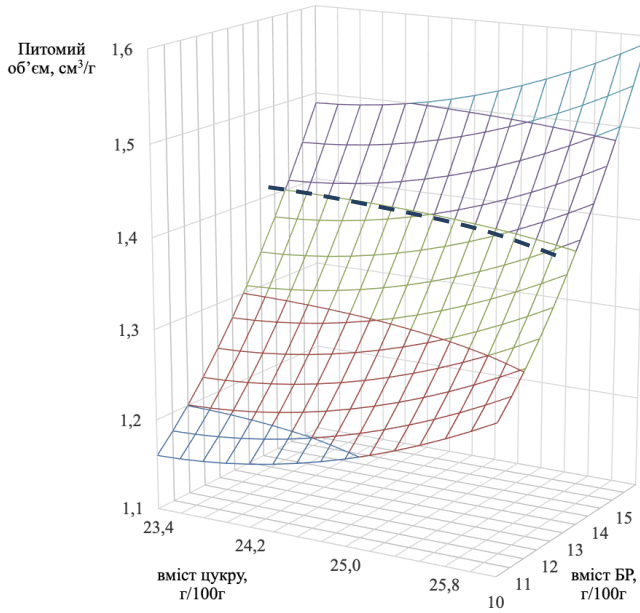
Математична модель поверхні відклику має вигляд:

$$\bar{Y}_i = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_1 x_2 + b_5 x_1 x_3 + b_6 x_2 x_3 + b_7 x_1 x_2 x_3 + b_8 (x_1^2 - \lambda_2) + b_9 (x_2^2 - \lambda_2) + b_{10} \quad (3.2)$$

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

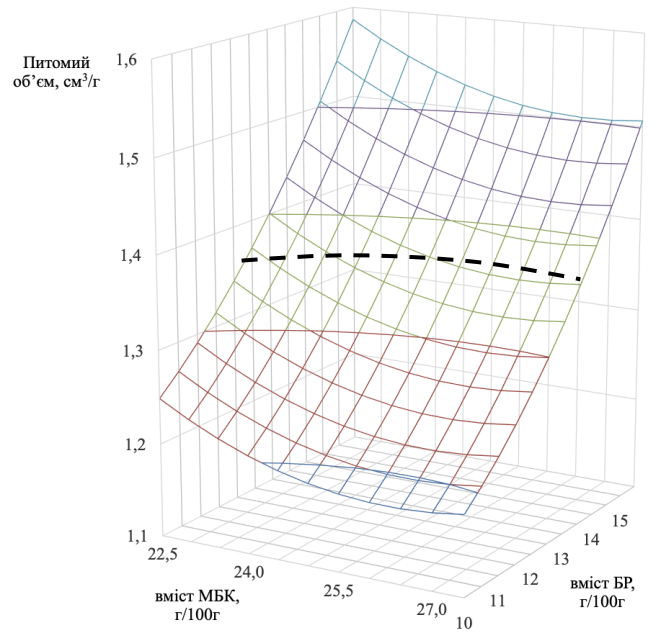
Поверхню відклику питомого об'єму від вмісту рисового борошна, цукру та МБК сколотин наведено на рис. 3.14-3.16.

Розрахунок критерію Фішера наведено в додатку В.4. Критерій Фішера для отриманої математичної моделі дорівнює $F = 0,03011 \leq 8,72868$, що свідчить про адекватність отриманої регресії.



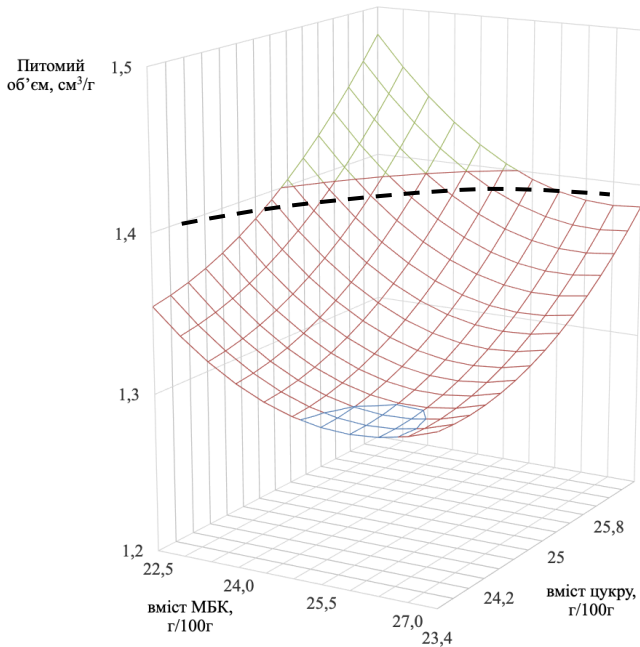
--- - питомий об'єм контролю;

Рис. 3.14. Залежність питомого об'єму від вмісту БР та цукру при вмісті МБК 25%



--- - питомий об'єм контролю;

Рис. 3.15. Залежність питомого об'єму від вмісту БР та МБК при вмісті цукру 24,8%



--- - питомий об'єм контролю;

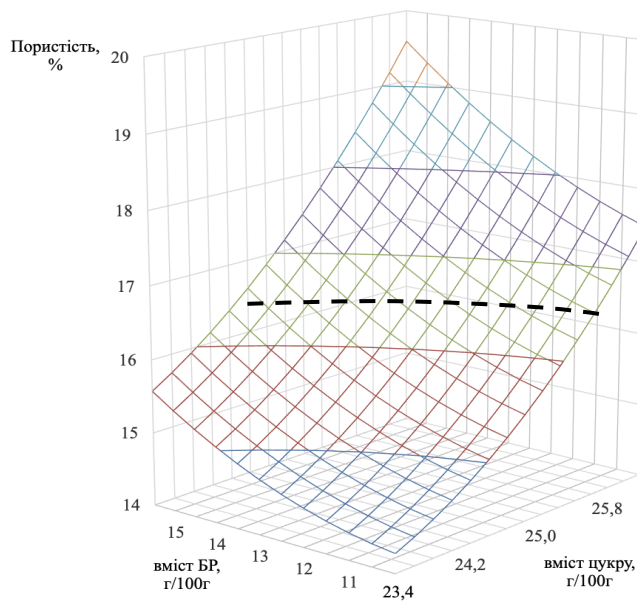
Рис. 3.16. Залежність питомого об'єму від вмісту цукру та МБК при вмісті БР 12,9%

Результати експерименту по визначенню питомого об'єму (см³/г) для контрольного зразка та повного ряду модельних зразків безглютенових кексів з МБК сколотин представлено в додатку В.1. Розраховані числові значення коефіцієнтів поліному надано в додатку В.1.

Після переведення поліном в натуральних змінних має вигляд:

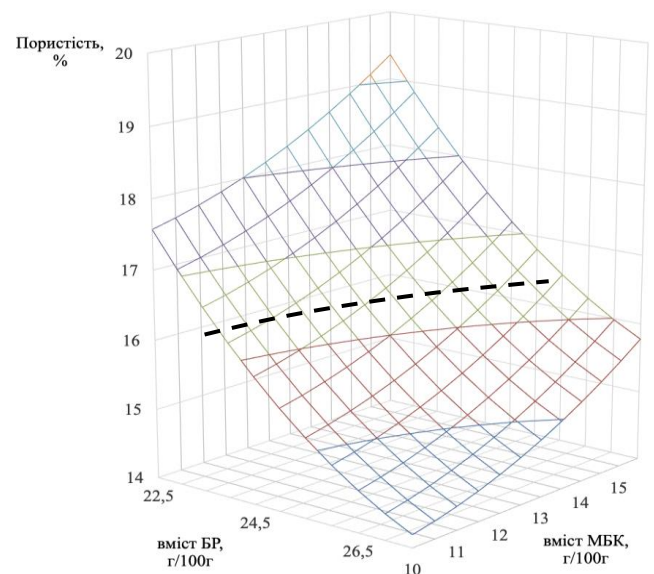
$$\begin{aligned}
 Y_1 = & 2,2676 + 0,4717x_1 - 0,2138x_2 \\
 & + 0,1022x_3 - 0,0204x_1x_2 - 0,0209x_1x_3 - \\
 & 0,0140x_2x_3 + 0,0008x_1x_2x_3 + 0,0043x_1^2 + 0,01 \\
 & 21x_2^2 + 0,0048x_3^2
 \end{aligned} \tag{3.3}$$

На рис. 3.17- 3.19 наведено поверхню відклику пористості від вмісту рисового борошна, цукру та МБК.



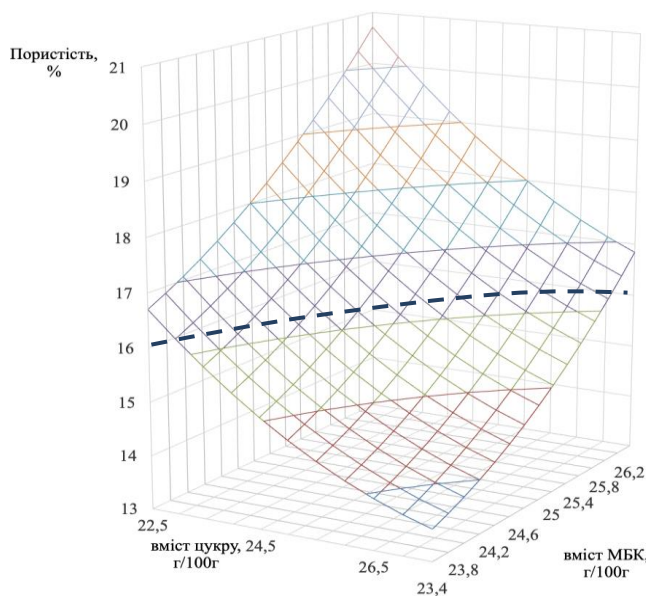
--- - пористість контролю;

Рис. 3.17. Залежність пористості від вмісту БР та цукру при вмісті МБК 25%



--- - пористість контролю;

Рис. 3.18. Залежність пористості від вмісту БР та МБК при вмісті цукру 24,8%



--- - пористість контролю;

Рис.3.19.Залежність пористості від вмісту цукру та МБК при вмісті БР 12,9%

Результати експерименту по визначенню пористості (%) для контрольного зразка та повного ряду модельних зразків представлено в додатку В.2. Розраховані числові значення коефіцієнтів поліному надано в додатку В.2.

Після переведення поліном в натуральних змінних має вигляд:

$$Y_2 = 174,6979 - 2,8908x_1 - 9,3847x_2 - 3,3389x_3 + 0,1047x_1x_2 + 0,0473x_1x_3 - 0,0254x_2x_3 - 0,0022x_1x_2x_3 + 0,0305x_1^2 + 0,2152x_2^2 + 0,0673x_3^2 \quad (3.4)$$

Розрахунок критерію Фішера наведено в додатку В.5.

Критерій Фішера для отриманої математичної моделі - $F=2,46561 \leq 8,72868$, що свідчить про адекватність отриманої регресії.

Поверхню відклику ефективної в'язкості (Па·с) від вмісту рисового борошна, цукру та МБК наведено на рис. 3.20- 3.22.

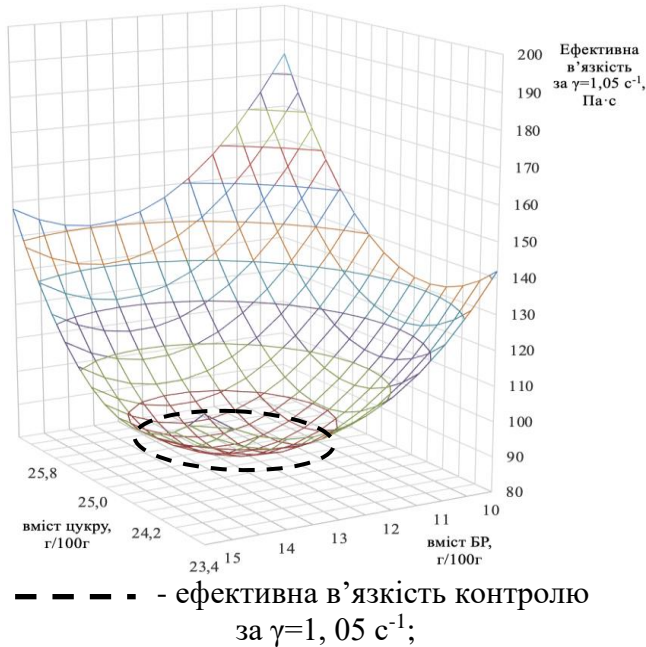


Рис. 3.20. Залежність ефективної в'язкості за $\gamma=1,05 \text{ c}^{-1}$ від вмісту БР та цукру при вмісті МБК 25%

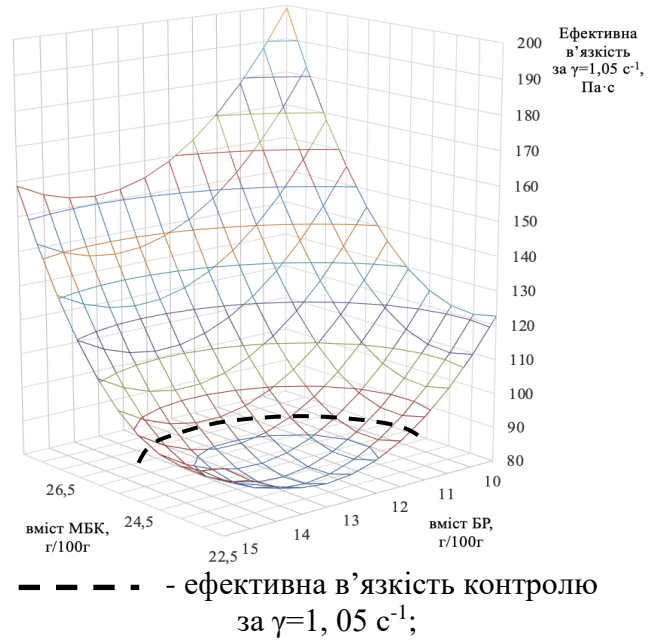


Рис. 3.21. Залежність ефективної в'язкості за $\gamma=1,05 \text{ c}^{-1}$ від вмісту БР та МБК при вмісті цукру 24,8%

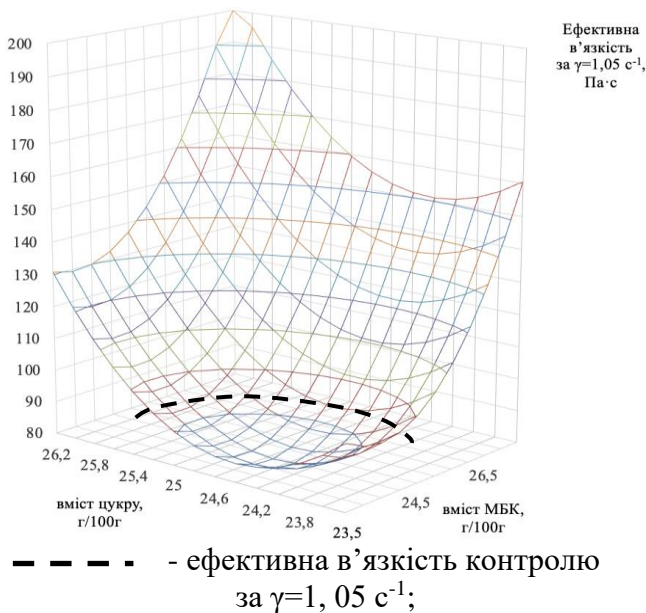


Рис. 3.22. Залежність ефективної в'язкості за $\gamma=1,05 \text{ c}^{-1}$ від вмісту цукру та МБК при вмісті БР 12,9%

Результати експериментів по визначенню ефективної в'язкості за $\gamma=1,05 \text{ c}^{-1}$ для контрольного зразка та повного ряду модельних зразків представлено в додатку В.3.

В натуральних змінних поліном має вигляд:

$$Y_3 = 11151,6388 - 28,3997x_1 - 695,2390x_2 - 193,9859x_3 - 1,5235x_1x_2 - 1,4159x_1x_3 + 0,6580x_2x_3 + 0,0329x_1x_2x_3 + 2,9536x_1^2 + 14,1411x_2^2 + 3,9796x_3^2 \quad (3.5)$$

Розрахунок критерію Фішера наведено в додатку В.6.

Критерій Фішера для отриманої математичної моделі $F=0,09435 \leq 8,72868$, що свідчить про адекватність отриманої регресії.

З метою математичного обґрунтування оптимальної рецептури була використана надбудова «Пошук рішень» пакету MS Excel. Питомий об'єм було обрано як цільову функцію, значення якої, бажано, щоб були якомога ближчими до показників контролю, тому цільову функцію лімітовано до 1,36:

$$\lim_{X_1, X_2, X_3 \rightarrow 0} Y_1 (X_1; X_2; X_3) \rightarrow 1,36 \quad (3.6)$$

В якості функцій, що характеризують обмеження процесу, прийняті:

$Y_2(X_1, X_2, X_3)$ – залежність пористості:

$$Y_2(X_1, X_2, X_3) = 16,67 \quad (3.7)$$

$Y_3(X_1, X_2, X_3)$ – залежність ефективної в'язкості:

$$Y_3(X_1, X_2, X_3) = 98,5 \quad (3.8)$$

Крім того, всі значення мають бути вище 0

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

Виходячи з того, що сума додаткових інгредієнтів складає 27,99г/100г, сума всіх питомих компонентів має бути не вище 72,01г/100г. При чому, різницю між сумою X_1, X_2 та X_3 та 72,01 складає вміст БК.

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 72,01 \quad (3.10)$$

При розрахунках допущено допустиме відхилення 5%, відносну погрішність $1 \cdot 10^{-6}$. В ході проведеного розрахунку отримані наступні результати:

Ім'я	Змінні			Цільова функція	
	X_1	X_2	X_3	$Y_1 (X_1, X_2, X_3)$	
Значення	13,20	25,07	24,88	1,36	→ 1,36
Обмеження					
$Y_2 (X_1, X_2, X_3) =$	16,67	=	16,7		
$Y_3 (X_1, X_2, X_3) =$	98,5	=	98,5		
X_1	13,20	>=	0		
X_2	25,07	>=	0		
X_3	24,88	>=	0		
$X_1 + X_2 + X_3 =$	63,14	<=	72,01		

Таким чином, за допомогою багатофакторного експерименту визначено оптимальний рецептурний склад безглютенових кексів з МБК сколотин, що наведено у табл. 3.14.

Таблиця 3.14

**Оптимальний рецептурний склад безглютенових кексів з МБК
сколотин**

Назва рецептурних інгредієнтів	Масова частка компонентів, кг
Борошно рисове	13,2
Борошно кукурудзяне	8,8
Цукор	25,1
МБК сколотин	24,9
Масло вершкове	13,06
Меланж	13,96
Пудра рафінована	0,86
Натрій двовуглекислий	0,04
Амоній вуглекислий	0,08
Всього	100,00

**3.4. Технологічні параметри одержання безглютенових кексів з МБК
сколотин**

Розробка технології безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин потребує обґрунтування етапів та параметрів технологічного процесу як сукупності окремих, головним чином послідовно проведених операцій. На ефект кожної операції впливає результат дії на матеріальний потік як у попередній, так і в наступній операціях.

Відповідно до теорії системного аналізу технологію безглютенових кексів можна представити у вигляді складної системи, складовими якої є декілька підсистем, що взаємодіють одна з одною. Кінцевим етапом взаємодії цих підсистем є утворення нового готового продукту. При розробці технології безглютенових кексів з МБК сколотин важливим є знання природи та взаємодії різних факторів, які впливають на формування показників якості продукту на рівні кожної підсистеми [44]. Таким чином, обґрунтування технологічних

параметрів в межах кожної підсистеми забезпечує одержання кінцевого продукту з заданими функціонально-технологічними властивостями.

Систему отримання безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин представлено у вигляді горизонтальної декомпозиції (рис. 3.23). Необхідно відмітити, що функціонування системи в цілому забезпечується функціонуванням окремих її компонентів згідно поставленої мети.

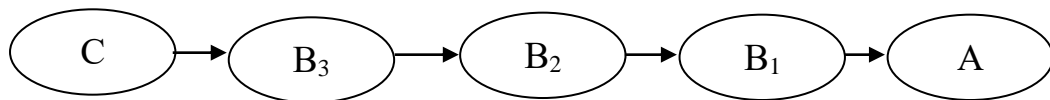


Рис. 3.23 Горизонтальна декомпозиція технологічної системи виробництва безглютенових кексів з МБК сколотин

Параметри технологічної системи виробництва безглютенових кексів з МБК сколотин в межах виділених підсистем наведені в табл. 3.15.

Як свідчать отриманні дані, результатом послідовного переходу підсистеми С, в підсистеми В₃, В₂, В₁ є формування підсистеми А з отриманням безглютенових кексів з МБК сколотин, заданої споживчої властивості.

Підсистема С «Підготовка рецептурних компонентів». В рамках підсистеми С здійснюється просіювання сухих рецептурних компонентів ($d = (2...3) \cdot 10^{-3}$ м; $d=1,4 \cdot 10^{-3}$ м) з метою видалення сторонніх домішок та руйнування агломерованих часток; протирання МБК сколотин ($d=1,4 \cdot 10^{-3}$ м); підготовка вершкового масла. У виробництві кексового тіста вершкове масло відіграє головну роль у захопленні повітря і тому має залишатися досить пластичним під час замісу. Для забезпечення стійких параметрів при обробці та випіканні кексових виробів із вершковим маслом його потрібно використовувати при температурі 20...22°C [42].

Таблиця 3.15.

Параметри технологічної системи виробництва безглютенових кексів з МБК сколотин

Підсистеми	Мета функціонування	Технологічні операції	Параметри, що контролюються
С	Підготовка рецептурних компонентів	1 - просіювання кукурудзяного та рисового борошна, амонію, соди	Сита $d=1,4 \cdot 10^{-3}$ м
		2 - дозування борошна, амонію, соди	-
		3 - просіювання цукру	Сита $d=(2 \dots 3) \cdot 10^{-3}$ м
		4 - дозування цукру	-
		5 - звільнення МБК зі сколотин від спожиткової тари	-
		6 - дозування МБК сколотин	-
		7- протирання МБК сколотин	Сита $d=(0,2 \dots 0,3) \cdot 10^{-3}$ м
		8 - проціджування меланжу	Сита $d=(0,2 \dots 0,3) \cdot 10^{-3}$ м
		9 - дозування меланжу	-
		10 - звільнення вершкового масла від спожиткової тари	-
		11 - дозування вершкового масла	-
В ₃	Утворення емульсії	1 – збивання вершкового масла з цукром	$\tau = (10 \dots 15) \cdot 60$ с, $t = 20 \dots 22^\circ\text{C}$
		2 – збивання суміші з МБК до однорідної маси	Підлягають обґрунтуванню
В ₂	Утворення тіста	1- з'єднання рецептурних інгредієнтів	-
		2 – замішування тіста	$\tau = (3 \dots 5) \cdot 60$ с, $t = 20 \dots 22^\circ\text{C}$
В ₁	Виробництво безглютенових кексів	1- випікання	Підлягають обґрунтуванню
А	Утворення готового до споживання продукту	1 - охолодження	$t = 20 \dots 22^\circ\text{C}$
		2 – посипання цукровою пудрою	-
		3 - реалізація/ зберігання	- / підлягають обґрунтуванню

Підсистема В₃ «Утворення емульсії». Здійснюється емульгування вершкового масла в дисперсне середовище з використанням планетарного міксера APACH APL5B за частоти обертання робочого органа 150...180 об/хв. при температурі 20...22°C. Доведено, що оптимальним для отримання емульсії є перемішування протягом 10-15 хвилин. У зв'язку з тим, що при досягненні певного розміру краплі рідини перестають дробитися, подальше перемішування понад оптимальний час є недоцільним і призводить до збільшення витрат на виробництво БКВ [42]. Збивання жиру та його здатність до аерації при більш низькій температурі тіста погіршуються, це призводить до зменшення об'єму тіста та погіршенню органолептичних характеристик готових виробів.

Важливою стадією на цьому етапі є також процес збивання вершкового масла, цукру з МБК сколотин до однорідної маси, технологічні параметри якого потребують обґрунтування.

Визначення раціонального режиму збивання дозволяє забезпечити раціональний режим роботи планетарного міксера, протягом якого рівномірне розподілення компонентів досягається за мінімальний проміжок часу, що забезпечує виготовлення якісного тістового напівфабрикату.

На рис 3.24 наведено результати дослідження впливу тривалості перемішування на рівномірність розподілення рецептурних компонентів.

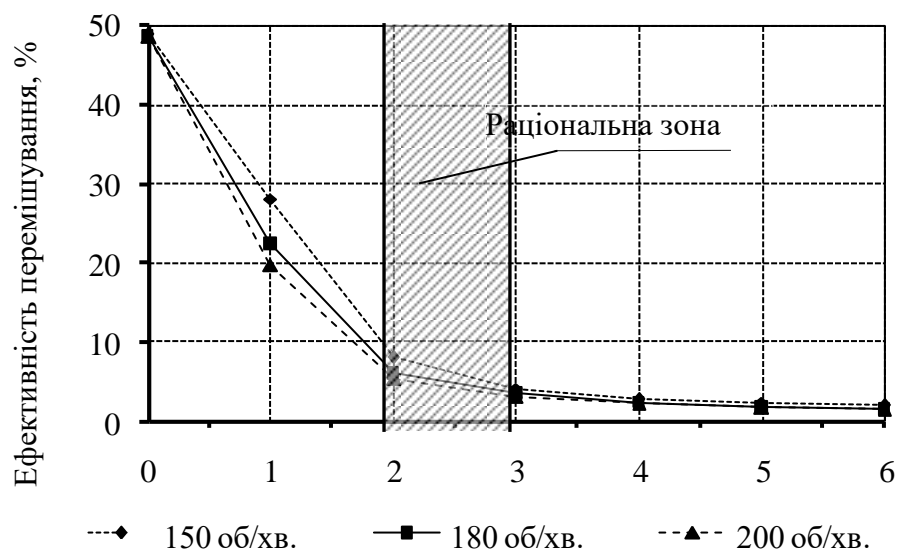


Рис. 3.24. Вплив тривалості перемішування на розподілення рецептурних компонентів безглютенового кексу з МБК сколотин

Аналіз отриманих даних свідчить, що найбільш інтенсивно перемішування рецептурних компонентів в змішувачі APACH APL5B відбувається протягом перших двох хвилин, під час яких рівномірність розподілення рецептурних компонентів збільшується на 40,6% за частоти обертання робочого органу 150 об/хв., на 42,7% за частоти обертання 180 об/хв. та на 43,2% за частоти обертання 200 об/хв. Протягом наступної хвилини розподілення компонентів відбувається менш інтенсивно і рівномірність їх збільшується на 2,2...3,8%. Починаючи з четвертої хвилини процесу, рівномірність розподілення рецептурних компонентів майже однакова і відрізняється на 1,2...1,5%. Після п'ятої хвилини ефективність перемішування, незалежно від частоти обертання робочого органу, значно падає, а рівномірність розподілення рецептурних компонентів змінюється не більше ніж на 0,1...0,6% за хвилину.

Таким чином, раціональною тривалістю перемішування компонентів є $(2...3) \cdot 60$ с за частоти обертання робочого органу 180 об/хв., що відповідає достатній рівномірності розподілення рецептурних компонентів при мінімальних затратах часу і, відповідно, енергії на перемішування.

Підсистема В₂ «Утворення тіста». В рамках підсистеми здійснюється з'єднання рецептурних інгредієнтів та замішування тіста ($\tau = (3...5) \cdot 60$ с, $t = 20...22^\circ\text{C}$). Обґрунтування технологічних параметрів процесу тістоутворення здійснено в підрозділі 1.4.

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

Перетворення тістової заготовки у готовий виріб зумовлено теплофізичними, колоїдними, біохімічними процесами, що відбуваються під

час випікання, а також тепломасообмінними процесами, які супроводжуються втратою вологи. В основі всіх процесів лежить теплообмін у тістовій заготовці під час прогрівання її в пекарній камері. Відомо, що характер та швидкість процесу нагрівання продукту обумовлюють його теплофізичні властивості, до яких, зокрема відноситься питома теплоємність, що характеризує інтенсивність змін температури виробу при його нагріванні [26, 45, 46].

Результатами попередніх досліджень науковців [46] доведено, що на питому теплоємність БКВ впливають: хімічний склад, структура виробів, вологість та характер зв'язку води в них.

Лабораторні дослідження щодо визначення теплофізичних властивостей зразків тістових заготовок безглютенового кексу з МБК сколотин та кексу «Сирний» (контроль), довели (рис. 3.25), що питома теплоємність розробленого безглютенового кексу на 2,8% вища за контрольний зразок. Це обумовлено тим, що показник вологості безглютенового кексу ($23\pm 3\%$) за рахунок відмінності рецептурних інгредієнтів та хімічного складу, структури та характеру зв'язку вологи, незначно перевищує кекс «Сирний» ($20\pm 3\%$), який вироблений за традиційною технологією.

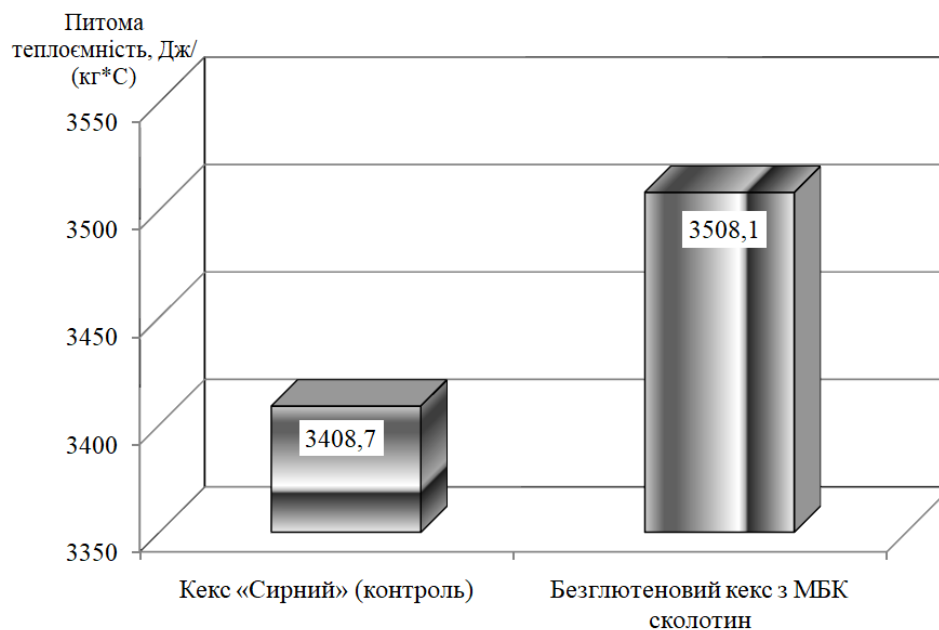


Рис. 3.25. Питома теплоємність безглютенового кексу з МБК сколотин

Питома теплоємність вказує скільки теплоти потрібно затратити для прогрівання кексів до температури випікання. Чим більше вологи у зразку, тим швидкість прогрівання менша, бо система накопичує енергію, але за рахунок такої фізико-хімічної властивості відбувається більш повільне випікання зразка у порівнянні з контрольним [46].

Для обґрунтування раціональних параметрів термооброблення безглютенових кексів з МБК сколотин було досліджено органолептичні показники та кінетику зміни температури центральних шарів м'якуша готових випечених виробів.

За нормативною документацією [27] кекс «Сирний» (контроль) рекомендується випікати за $t = 160...185^{\circ}\text{C}$, тому проводили дослідження при цих температурах. Разом з тим, слід зазначити, що тривалість випікання кексів залежить від форми, розміру, ваги та рецептурного складу досліджуваних виробів, і коливається в межах 25...60 хв.

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

- температура повітря пекарної камери – 190°C , 180°C , 170°C , 160°C .
- вага тістової заготовки – 90 г.

Під час випікання кінетику зміни температури центральних шарів м'якушки досліджуваних зразків визначали автоматичним потенціометром. Закінчення процесу випікання визначали за температурою центральних шарів м'якушки, яка у випечених борошняних кондитерських виробих становить $95...97^{\circ}\text{C}$, що є підставою судити про їх кулінарну готовність [26, 47]. Дані досліджень надані у табл.3.16 та рис. 3.26 - 3.29.

Аналіз даних досліджень доводить, що при температурі випікання 180°C , 190°C безглютенові кекси з МБК сколотин досягають кулінарної готовності за тривалості випікання 35 хвилин. Але готові кекси мають незадовільні споживчі властивості (рис.3.24, 3.25), а саме – на поверхні виробів утворюється підгоріла, щільна скоринка, що не дає випаровуватися волозі і призводить до появи значних тріщин і товарний розривів, які псують вид виробу.

**Кінетика зміни температури у центральних шарах м'якушки
безглютенових кексів з МБК сколотин**

Тривалість випікання, хв.	Температура у центральних шарах м'якушки, °С			
	$t_{\text{випік}} = 190^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{випік}} = 180^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{випік}} = 170^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{випік}} = 160^{\circ}\text{C}$
15	84,5	85,8	88,6	87,2
20	86,1	90,5	93,6	91,6
25	86,8	93,2	95,1	93,6
30	87,4	94,3	95,4	95,2
35	96,8	96,8	96,7	95,7

При температурі випікання 170°C, 160 °C за тривалості термооброблення 25 та 30 хв. відповідно, температура у центральних шарах м'якушки розроблених кексів досягає 95,1...95,2°C, що говорить про їх кулінарну готовність. Отримані безглютенові кекси з МБК сколотин мають гарні споживчі властивості - форма виробів кругла, без надломів; поверхня випукла, світло-коричневого кольору, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу.

Таким чином, за результатами проведених досліджень визначено раціональні параметри випікання безглютенових кексів з МБК сколотин: температура пекарної камери 170°C...160 °C, тривалість випікання 25...30 хв., що за означених температурних режимів на 20...25% перевищує тривалість випікання традиційного кексу «Сирного» (20...25 хв.).

Виявлені характеристики тепломасообмінних процесів безглютенових кексів дають можливість регулювати параметри і режими їх випікання відповідно до потреби споживача.



$\tau=15$ хв.

$\tau=20$ хв.

$\tau=25$ хв.

$\tau=30$ хв.

$\tau=35$ хв.

Рис. 3.26. Зовнішній вигляд безглютенових кексів з МБК сколотин при термооброблені за $t = 190^{\circ}\text{C}$



$\tau=15$ хв.

$\tau=20$ хв.

$\tau=25$ хв.

$\tau=30$ хв.

$\tau=35$ хв.

Рис. 3.27. Зовнішній вигляд безглютенових кексів з МБК сколотин при термооброблені за $t = 180^{\circ}\text{C}$



$\tau=15$ хв.

$\tau=20$ хв.

$\tau=25$ хв.

$\tau=30$ хв.

$\tau=35$ хв.

$\tau=40$ хв.

Рис. 3.28. Зовнішній вигляд безглютенових кексів з МБК сколотин при термооброблені за $t = 170^{\circ}\text{C}$



$\tau=15$ хв.

$\tau=20$ хв.

$\tau=25$ хв.

$\tau=30$ хв.

$\tau=35$ хв.

$\tau=40$ хв.

Рис. 3.29. Зовнішній вигляд безглютенових кексів з МБК сколотин при термооброблені за $t = 160^{\circ}\text{C}$

Позитивний вплив встановлених параметрів термооброблення на органолептичні показники безглютенових кексів підтверджено і їх колірними характеристиками, визначення яких здійснено методом комп'ютерної колориметрії. Оцінювання кольоровості зображень (рис.3.30) проводили за значенням координатних величин у цифрових системах RGB і в CIE Lab. У кожному з досліджуваних зразків аналізували однакову площу $\sim 288 \text{ мм}^2$, що відповідає квадрату – 235×235 пікселів. Середнє значення координат кольору аналізованих площ наведено в табл. 3.17.

З отриманих даних видно, що кекс безглютеновий з МБК сколотин має більші значення показника насиченості кольору - S_{ab} од., має різноманіття пігментів, що зумовлюють колір, а за індексом жовтизни він перевищує контроль майже на 8 одиниць.



а) безглютеновий кекс з МБК сколотин

б) кекс «Сирний» (контроль)

Рис. 3.30. Цифрові зображення кексів

Таблиця 3.17

Колірні характеристики безглютенових кексів з МБК сколотин

Назва виробу	Координати кольору, ум.од.									Насиченість кольору	Колірний тон	Індекс жовтизни
	R	G	B	L	a	b	X	Y	Z			
Кекс «Сирний» (контроль)	179	156	56	144	120	165	134	33	140	1011	-0,029	70,66
Кекс безглютеновий з МБК сколотин	190	157	23	167	122	144	158	41	138	1089	-0,029	78,05

Підсистема А «Утворення готового до споживання продукту». Вид упаковки, маса безглютенових кексів визначені на основі проведення маркетингових досліджень ринку. Передбачено, що готові вироби фасують масою від 75-100 г, що дозволяє реалізувати їх як в торговій мережі, так і у закладах ресторанного господарства. Готові безглютенові кекси після випікання підлягають охолодженню до температури 20...22°C з метою їх зберігання впродовж 7 діб.

Запропоновані контрольовані параметри процесу одержання безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин, по-перше, дозволяють визначати стабільність показників якості тістових напівфабрикатів і кінцевого продукту на різних стадіях виробництва, по-друге, застосовувати коригувальні дії для забезпечення їх стабільності і, по-третє, необхідні для діагностики систем контролю якості.

Висновки за розділом 3.

1. Обґрунтовано вибір безглютенової борошняної сировини для використання у технології безглютенових кексів - рисове борошно та кукурудзяне борошно тонкого помелу виробника ТОВ «Каскад» ТМ Mr.Tally з технологічними властивостями, що найбільш близькі до аналогічних показників пшеничного борошна.

2. Встановлено вплив окремих рецептурних компонентів на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники модельних харчових систем безглютенових кексів з МБК сколотин. Обґрунтовано доцільність використання у технології безглютенових кексів суміші рисового та кукурудзяного борошна у співвідношенні 60...70% і 40...30% відповідно, від загальної кількості борошняної суміші за рецептурою. Встановлено, що зменшення у рецептурі безглютенових кексів вмісту цукру на 10...15%, не впливає на погіршення якості готових виробів. Доведено, що додавання до рецептури 25,0...27,5% молочно-білкового концентрату сколотин сприяє підвищенню вологоутримуючої здатності тіста, забезпечує стабілізацію реологічних

властивостей готових виробів внаслідок утворення водневих зв'язків між молекулами білків та вуглеводів.

3. За допомогою багатофакторного експерименту оптимізовано рецептурний склад безглютенових кексів з МБК сколотин: вміст молочно-білкового концентрату становить 24,9%, цукру – 25,1%, співвідношення рисового та кукурудзяного борошна у суміші – 60% та 40% відповідно.

4. Обґрунтовано технологічні режими виробництва безглютенових кексів з МБК сколотин. Доведено, що раціональною тривалістю збивання вершкового масла, цукру з МБК сколотин є $(2...3) \cdot 60$ с за частоти обертання робочого органу 180 об/хв., що відповідає достатній рівномірності розподілення рецептурних компонентів при мінімальних затратах часу і, відповідно, енергії на перемішування. Визначено раціональні параметри випікання безглютенових кексів з МБК сколотин: температура пекарної камери 170°C...160 °C, тривалість випікання 25...30 хв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА РОЗДІЛОМ 3.

1. Sergi C, Villanacci V, Carroccio A. Non-celiac wheat sensitivity: rationality and irrationality of a gluten-free diet in individuals affected with non-celiac disease: a review. *BMC Gastroenterol.* 2021 Vol. 21(1) № 5. <https://doi.org/10.1186/s12876-020-01568-6>.
2. Дробот В. І. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба / В. І. Дробот, А. М. Грищенко // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2013. Вип. 30. С. 52 –58.
3. Лобачова Н. Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів: монографія. Суми: Сумський нац. аграрний ун-т, 2015. 214 с.
4. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф., Федоренко Ю. О. Перспективи розширення асортименту хлібобулочних виробів для хворих на цeliacію. *Хранение и переработка зерна.* 2017. № 3 (211). С. 43-48.
5. Niland B., Cash B.D. Health benefits and adverse effects of a gluten-free diet in non-celiac disease patients. *GastroenterolHepatol.* 2018. №14. P. 82-91. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5866307/>.
6. Tetiana Lisovska, Olga Rybak, Mykola Kuhtyn, Nina Chorna. Investigation of water binding in spongecake with extruded corn meal // *Ukrainian Food Journal*, 2015. Vol. 4. Is.3. P. 413-422.
7. Лісовська Т. О., Чорна Н. В., Дьяков О. Г. Дослідження реологічних властивостей бісквітного тіста з використанням екструдованого кукурудзяного борошна // *Східно-Європейський журнал передових технологій.* 2016. № 2/11 (80). С. 19–23.
8. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю / В. В. Дорохович // *Наукові праці НУХТ.* – 2017. № 4. – С. 199- 206
9. Наукове обґрунтування поліпшення споживних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини: монографія / Т.М. Лозова. І.В. Сирохман. – Львів: Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2017. – 328 с.

10. Аналіз якості кондитерських напівфабрикатів з рослинними порошками впродовж зберігання / М. В. Янчик, О. В. Неміріч, А. В. Гавриш / Наукові праці НУХТ. – 2017. – Том 23, №1. – С. 222-231
11. Перспективні напрямки підвищення біологічної цінності борошняного кондитерського виробу «брауні» спеціального призначення / О. В. Неміріч, В. М. Михайленко, М. Й. Браташ // Актуальні проблеми сучасної науки, Астана – Київ – Відень, – 2018. – С. 61-65.
12. Борошняні кондитерські вироби для хворих на цукровий діабет із застосуванням продуктів переробки моркви / В. В. Дорохович // Наукові праці НУХТ. – 2020. – Т. 26, № 1. – С. 238-244.
13. Грищенко А. М., Дробот В. І. Технологічні властивості безглютенових видів сировини. *Наук. пр. ОНАХТ*. 2010. Вип. 46. Т. 1. С. 162-166.
14. Дорохович А. М., Лазоренко Н. П. Маффіни на безглютеновому борошні для хворих на целиацію. *Ukrainian Food Journal*. 2012. № 1. С. 58-61.
15. Riad M. The Effect Of Damaged Starch On The Quality Of Baked Good. *Miller magazine*. 2017, 89:94-98.
16. 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.
17. Юдіна Т.І., Безрученко О.М. Технологічні властивості борошна круп'яних культур для виробництва безглютенових кексів. Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси». 2022. Том 10 №19. С.176-183.
18. Юдіна Т., Романенко Р., Безрученко О. Підвищення технологічного потенціалу аглютенної борошняної сировини. Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки». 2020.№4 (36). С.93-103.
19. Medvid I., Dotsenko V., Shydlovska O., Ishchenko T. Investigation of the expedience of modification of the carbohydrate composition of rice flour in the technology of gluten-free bread. *EUREKA: Life Sciences*. 2019. № 1. P. 43-51.

20. Нєміріч О.В., Михайленко В.М., Бережна Т.О. Порівняльна характеристика хімічного складу та біологічної цінності аглютененого та пшеничного борошна. *Zbiórartykułównaukowychrecenzowanych*. 2018. №4. Р. 30-33.
21. Кулініч В.І., Гавриш А.В., Доценко В.Ф. Рисове борошно - перспективна сировина для безглютенових продуктів. *Наукові праці ОНАХТ*. 2013. Вип 44, Т. 1.С. 175-178.
22. Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф. Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу рисового борошна як сировини для безглютененого хліба. *Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві та здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Київ: НУХТ, 2018. С. 38-40.*
23. Lopez O. V. et al. Acetylated and native corn starch blend films produced by blown extrusion. *Jornal of Food Engineering*. 2013. Т. 21. №1.Р. 1-22.
24. Лісовська Т. О., Чорна Н. В., Юкало В. Г. Вивчення структурно-механічних характеристик тіста на основі борошняних сумішей з екструдованим кукурудзяним борошном // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2016, Т.18, № 2 (68). С.51–55.
25. Новойтенко І. В., Малиновський В. В. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.52>.
26. Технологія маффінів оздоровчого призначення: монографія /О. В. Самохвалова, К. Р. Касабова, С. Г. Олійник. – Х.: Видавництво "Технологічний Центр" 2015. – 120 с.
27. Збірник рецептур борошняних кондитерських і здобних булочних виробів: Навчально-практичний посібник / О.В. Павлов. – Видання перероблене і доповнене. Київ: ПрофКнига, 2018. - 336с.
28. Дорохович, В. В. Безглютенові борошняні кондитерські вироби / В. В. Дорохович, Н. П. Лазоренко // *Обладнання та технології харчових виробництв*. - 2013. – Вип. 30. – С. 341-347.

29. Гніцевич В. А. Технологія та біологічна цінність молочно-білкових копреципітатів/ В.А. Гніцевич, Т.І. Юдіна, Л.Г. Дейниченко // Товари і ринки. – 2016.– №2.– С.148-158.
30. Дейниченко Л.Г., Гніцевич В.А., Дейниченко Г.В. Інноваційні технології молочно-білкових концентратів: монографія. Харків: Факт, 2021. 220 с.
31. Eliasson A.C. Starch in food: structure, function and applications. – Cambridge: Wood head Publishing Limited, 2004. – 605 p.
32. Вода в харчових продуктах і для харчових продуктів : всеукр. наук.-практ. конф., 16-17 травня 2013 р. : тези / редкол. : О. І. Черевко [та ін.] ; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х. : ХДУХТ, 2013. – 129 с.
33. Haines P.J. (2012), Thermal Methods of Analysis: Principles, Applications and Problems, *Springer Science & Business Media*.
34. Лісовська Т. О., Рибак О. М., Вічко О. І., Чорна Н. В. Термогравіметричний аналіз бісквітного напівфабрикату з кукурудзяним борошном у процесі зберігання. *Продовольча індустрія АПК*. 2016. №1-2. С. 23-28.
35. Ahmed J. et al. Impact of hight pressure treatment on functional, rheological, pasting and structural properties of lentil starch dispersions. *Carbohydrate Polymers*. 2016. Т. 152. С. 639-647.
36. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: Навчальний посібник/ А.Б. Горальчук, П.П. Пивоваров, О.О. Гринченко, М.І. Погожих, В.В. Полевич, П.В. Гурський / Харк. держ. у-т харч. та торгівлі. – Харків, 2006. – 63 с.
37. Лісовська Т. О., Шуранкова В. С., Чорна Н. В. Амілографічні дослідження борошняних сумішей // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: тези доп. Всеукраїнської наук. конф. мол. учених і студ., 26 березня 2014 р. Х.:ХДУХТ, 2014. Ч. 1. С. 22.
38. Ковбаса В.М. Вплив цукрозамінників на формування клейковинного комплексу / В.Н. Ковбаса, В.В. Дорохович // Торгівля, комерція, підприємництво : зб. наук. пр. – Л.: Львів. комерц. акад. – 2008. – Вип. 9. – С. 141-146.

39. Юдіна Т.І. Наукове обґрунтування технологій структурованої кулінарної продукції з використанням концентрату сколотин [Текст] : дис. д. техн. наук: 05.18.16 / Юдіна Тетяна Іллівна. – К., 2016 – 377с.
40. Camino M., Mancebo Patricia Rodriguez, Manuel Gomez Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. LWT-Food Scienc and Technology. 2016, Volume 67. P. 127-132.
41. Дорохович В.В. Дослідження впливу традиційних та нетрадиційних цукрозамінників на реологічні властивості тістових мас для здобного печива / В.В. Дорохович // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб.наук.пр. – Х.: ХДАХТ. – 2008. – С.46-51.
42. Дорохович В.В. Наукове обґрунтування і розроблення технологій борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання: Дис. докт. техн. наук. К.: КНТЕУ, 2010. 307с.
43. J.-V. Brubach; A. Mermet; A. Filabozzi; A. Gerschel; P. Roy. Signatures of the hydrogen bonding in the infrared bands of water, J. Chem. Phys. 2005, 122(18), 509 p.
44. Кузьмін О. В. Комплексна оцінка якості харчування / О. В. Кузьмін, Н. В. Ільчук, Б. А. Салтан *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*, 2018. № 11 (51) 1 т. – с. 69-76.
45. Термообробка борошняних кондитерських виробів/ С. Дудко, В. Малиновський, В. Оболкіна // *Продовольча індустрія АПК*. - 2017. - № 5. - С. 22-24.
46. Діагностика фізичних властивостей харчових продуктів: монографія/ С.Л. Шаповал, Р.П. Романенко, Н.П. Форостяна. – Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2017. – 192 с.
47. Дорохович, В. В. Вплив аглютенного борошна на кінетику випікання кексів / В. В. Дорохович, В. М. Ковбаса // *Наук. пр. ОНАХТ*. – 2011. – Т. 1, Вип. 40. - С. 167-169.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ З МОЛОЧНО-БІЛКОВИМ КОНЦЕНТРАТОМ СКОЛОТИН ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ.

4.1. Технологічна схема виробництва безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.

На підставі серії попередніх експериментів (розділ 3) та з урахуванням відомостей, що містяться в науково-технічній літературі, розроблено технологічну схему одержання безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. У розробленій технології у якості рецептурних компонентів передбачено використання суміші кукурудзяного та рисового борошна, масла вершкового, цукру, молочно-білкового концентрату сколотин, меланжу, амонію двовуглекислого, двовуглекислого натрію.

Технологічна схема одержання безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин подана на рис. 4.1.

Технологічні режими виробництва безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин, вказані в схемі, визначені на підставі проведених досліджень, обґрунтування цих режимів наведено в розділі 3.

На спосіб виробництва безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин, який покладено в основу технологічної схеми виробництва, отримано деклараційні патенти України на корисну модель (додатки Г.1, Г.2).

Спосіб одержання нового БКВ (рис.4.1): підготовлене вершкове масло збивають з цукром протягом $(10...15) \cdot 60$ с, з'єднують з протертим МБК сколотин та продовжують збивання протягом $(2...3) \cdot 60$ с до однорідної маси. Потім додають меланж, соду, амоній, ретельно перемішують, всипають суміш рисового та кукурудзяного борошна (у співвідношенні 60% та 40% відповідно) і замішують тісто протягом $(3...5) \cdot 60$ с.

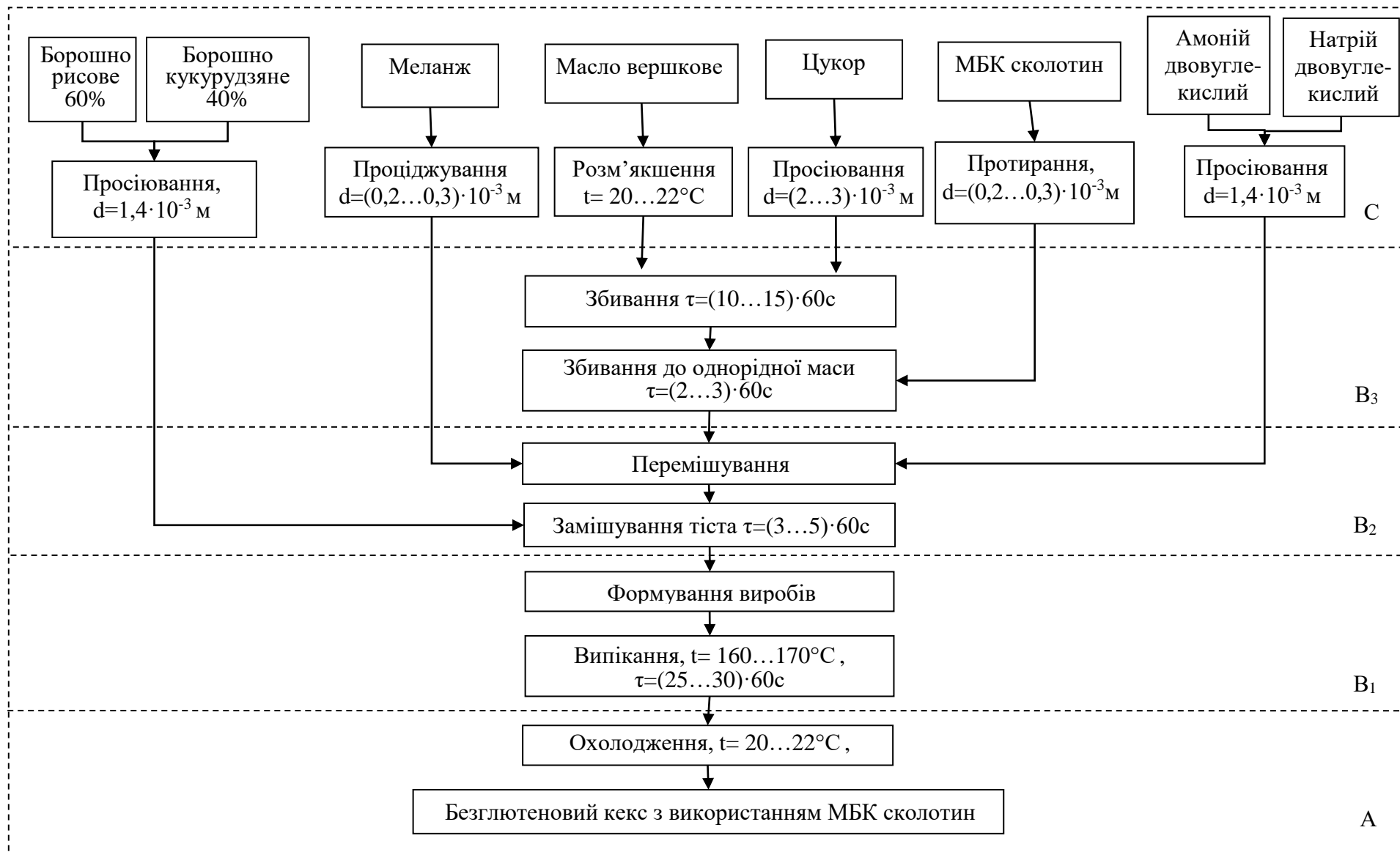


Рис. 4.1. Технологічна схема одержання безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин
A, B₁, B₂, B₃, C - підсистеми

Випікають вироби за температури 160...170°C протягом (25...30)·60 с. Готові кекси оздоблюють рафінадною пудрою і реалізують.

Одержані безглютенові кекси характеризуються випуклою поверхнею з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, щільним м'якушем світло-жовтого кольору з текстурою, що притаманна традиційному кексу «Сирному».

Проведені дослідження дозволили розробити рецептурний склад (табл.4.1) безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.

Таблиця 4.1

Рецептура безглютенового кексу з МБК сколотин

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 10 кг готової продукції, г	
		У натурі	У сухих речовинах
Борошно рисове	91.0	1560	1419,6
Борошно кукурудзяне	85.0	1038	882,3
Масло вершкове	84.00	1546	1298,6
Цукор	99.85	2968	2963,7
МБК сколотин	28.2	2956	833,6
Меланж	27.00	1649	445,2
Пудра рафінована	99.85	102	101,8
Натрій двовуглекислий	50.00	5,2	2,6
Амоній вуглекислий	0.00	9,9	0,00
Всього сировини	-	11834,1	7997,4
Вихід готової продукції	77.00	10000.0	7700,0
Вологість	23±3%		

Особливості технології, рецептурних компонентів та перспективи подальшого використання визначили необхідність дослідження якості розроблених безглютенових кексів з МБК сколотин. Тому, наступним етапом роботи було передбачено дослідження органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних та показників безпечності розроблених кексів безглютенових з молочно-білковим концентратом сколотин, результати яких представлено у наступних підрозділах.

4.2 Харчова та біологічної цінності безглютенових кексів з МБК сколотин.

Безглютенові кекси з МБК сколотин характеризуються комплексом показників якості, до яких належать: органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники та показники безпеки. При оцінюванні якості розроблених безглютенових кексів за контроль обрано кекс «Сирний», що виготовлений за традиційною технологією.

Органолептичні показники розроблених виробів визначала дегустаційна комісія на підставі розробленої шкали сенсорної оцінки безглютенових кексів з МБК сколотин. Сенсорна оцінка кексів розроблена за 5-ти бальною шкалою (табл. 4.2) з урахуванням основних характеристик, що підлягають оцінці.

Було декомпозовано кожний з органолептичних показників якості та визначено коефіцієнти їх вагомості (табл. 4.3). Визначення органолептичних показників представлено у вигляді окремих дескрипторів на кільцевих профілях (рис. 4.2).

Таким чином доведено, що за органолептичними показниками (табл. 4.3, рис. 4.2) зразки розроблених БКВ не поступаються контрольному, а за насиченістю кольору та запаху перевищують його.

Проведені дослідження (табл 4.4) доводять, що за такими фізико-хімічними показниками як масова частка загального цукру (за сахарозою), масова частка жиру, масова частка вологи, масова частка золи та лужність розроблені безглютенові кекси з молочно-білковим концентратом сколотин відповідають вимогам ДСТУ 4505:2005 «Кекси Загальні технічні умови».

В ході випікання із кексового тіста відбувається видалення вологи, що обумовлює втрату маси виробу і характеризується упіком. Упик – важливий технологічний показник, який визначає вихід готових виробів. Величина упікання виробів залежить від температури і тривалості випікання, відносної вологості пекарної камери, а також особливостей рецептури [1].

Таблиця 4.2

Шкала загальної органолептичної оцінки безлютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин

Показники якості	Рівень якості (бал)				
	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
Зовнішній вигляд	Форма кругла не zdeформована, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів; поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, без підгорілості	Форма zdeформована, з надливом; поверхня з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, без підгорілості	Форма кругла, що відповідає формі, встановленій за рецептурою, без надломів; поверхня із наявними значними тріщинами і розривами	Форма zdeформована, поверхня із значними тріщинами і розривами	Форма zdeформована, з надливом; поверхня підгоріла, із значними тріщинами і розривами
Вид в розломі	Кекс добре пропечений, без закалу і слідів непромісу.	Кекс добре пропечений, без закалу і слідів непромісу.	Кекс добре пропечений, без закалу і слідів непромісу.	Кекс недостатньо пропечений	Кекс не пропечений, м'якушка тяжка, щільна, з не розвинуеною пористістю, з слідами закалу і непромісу,
Колір	Світло-жовтий, денце та бокова поверхня світліші	Однорідний, світло-жовтий	Неоднорідний, світло-коричневий	Невиражений, натуральний	Невиражений, ненатуральний
Запах	Виражений, властивий даному сорту кекса, без стороннього запаху	Виражений, властивий даному сорту кекса, без стороннього запаху	Невиражений, притаманний компонентами, що входять до його складу	Невиражений	Невиражений, зі стороннім запахом
Смак	Виражений, збалансований, властивий даному виду кекса, без стороннього присмаку	Виражений, незбалансований, властивий даному виду кекса	Виражений, властивий даному виду кекса, із салистим присмаком	Невиражений, невластивий даному виду кекса, із салистим та прогірклим присмаком	Поява салистого та гіркуватого присмаку

Таблиця 4.3

Результати сенсорного аналізу беглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин

Найменування показника	Коефіцієнт вагомості	Характеристика	№ дескриптора	Коефіцієнт вагомості	Оцінка показника	
					Дослід	Контроль
Зовнішній вигляд	0,3	Відповідність форми	1	0,3	4,8	5,0
		Випуклість поверхні	2	0,2	4,6	5,0
		Відсутність надломів	3	0,3	4,8	5,0
		Відсутність підгорілості	4	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,8	5,0
Вид в розломі	0,3	Пропеченість	5	0,4	4,8	5,0
		Пористість	6	0,2	4,6	5,0
		Відсутність закалу	7	0,2	5,0	5,0
		Відсутність непромісу	8	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,84	5,0
Колір	0,1	Однорідність	9	0,2	5,0	4,9
		Насиченість	10	0,3	5,0	4,9
		Натуральність	11	0,2	5,0	5,0
		Притаманний данному виробу	12	0,3	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					5,0	4,95
Запах	0,1	Вираженість	13	0,2	4,9	4,7
		Чистота	14	0,2	5,0	5,0
		Натуральність	15	0,2	4,9	4,9
		Відсутність стороннього запаху	16	0,2	4,9	4,9
		Притаманний данному виробу	17	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,96	4,9
Смак	0,2	Вираженість	18	0,2	5,0	5,0
		Збалансованість	19	0,2	4,7	4,9
		Натуральність	20	0,2	5,0	4,9
		Відсутність стороннього присмаку	21	0,2	5,0	5,0
		Притаманний даному виробу	22	0,2	5,0	5,0
Середня оцінка за дескрипторами					4,94	4,98
Комплексна оцінка сенсорного аналізу					4,88	4,94

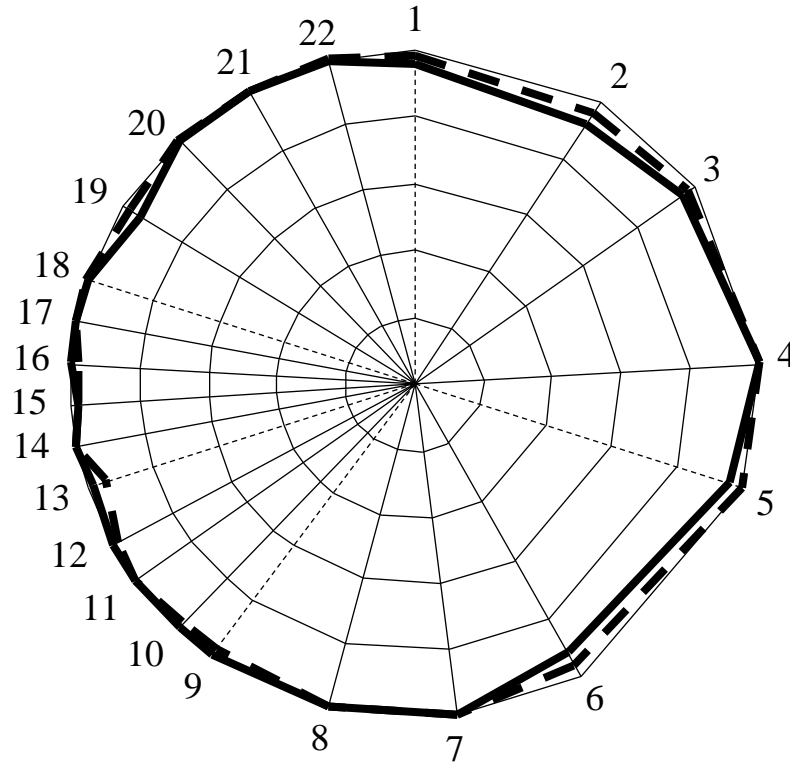


Рис. 4.2 Профілі органолептичної оцінки якості:

- — кексу безглютенового з молочно-білковим концентратом сколотин, $S=4,88$
 --- — кексу сирного (контроль), $S=4,94$

Дескриптори:

зовнішній вигляд: 1 – відповідність форми; 2 – випуклість поверхні;
 3 – відсутність надломів; 4 - відсутність підгорілості;

вид в розломі: 5 - пропеченість; 6 - пористість; 7- відсутність закалу;
 8 - відсутність непромісу;

колір: 9 – однорідність; 10 - насиченість; 11 - натуральність; 12 – притаманний даному виробу;

запах: 13 - вираженість; 14 - чистота; 15 - натуральність; 16 - відсутність стороннього запаху; 17 – притаманний даному виробу;

смак: 18 - вираженість; 19 – збалансованість; 20 – натуральність;
 21 – відсутність стороннього присмаку; 22 – притаманний даному виробу.

Таблиця 4.4

Фізико-хімічні показники безглютенових кексів з МБК сколотин

Назва показника	ДСТУ 4505:2005	Кекс «Сирний» (контроль)	Кекс безглютеновий з МБК сколотин
Масова частка загального цукру (за сахарозою) в перерахунку на суху речовину, %	16,0 – 60,8	41,16	38,5
Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину, %	2,2 – 34,2	16,2	16,86
Масова частка вологи, %	10,0 – 31,0	20	23
Лужність в перерахунку на сухі речовини, градуси, не більше ніж	2,0	2,0	1,8
Масова частка золи, нерозчиненої в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%, %, не більше ніж	0,1	0,1	0,1
Упік, %		17	15,5
Пористість, %		16,67	15,97
Питомий об'єм, см ³ /г		1,36	1,33

Проведені дослідження показали, що використання у рецептурі безглютенових кексів кукурудзяного та рисового борошна сприяє зниженню величини упіку на 1,5%. Це, очевидно, пов'язано із підвищеним вмістом у розроблених безглютенових кексах порівняно з контролем харчових волокон, які здатні поглинати і міцно зв'язувати воду. Отже, за рахунок використання аглютенових видів борошна уповільнюється процес вологовіддачі, що забезпечує зменшення показника «упікання» безглютенових кексів з МБК сколотин.

Як видно з табл. 4.4 вологість готових безглютенових кексів зростає на 3% порівняно з контролем. Зростання вологості безглютенових кексів пояснюється різницею в механізмі утримування вологи аглютеновим та

пшеничним борошном. Тобто, здатністю кукурудзяного і рисового борошна до міцнішого утримування вологи, видалення якої потребує більше енергії, відповідно вищої температури ніж температура випікання контрольного зразка. Як наслідок, у порівнянні з контролем на 4,2% та 2,2% відповідно знижується пористість й питомий об'єм безглютенових кексів.

Разом з тим, слід зазначити, що зменшення значень показників «упікання», «пористості» та «питомого об'єму» розроблених безглютенових кексів є незначними, такими, що знаходяться в межах допустимих відхілень і суттєво не впливають на споживчі властивості готових виробів у порівнянні з кексом «Сирним», що виготовлений за традиційною технологією.

Вміст основних харчових речовин та енергетична цінність безглютенового кекса з МБК сколотин наведено у табл. 4.5 (підтверджено протоколом лабораторних випробовувань - Додаток Д).

Таблиця 4.5.

**Харчова та енергетична цінність безглютенових кексів
з МБК сколотин (у 100 г)**

Показник	Кекс «Сирний» (контроль)	Безглютеновий кекс з МБК сколотин
1	2	3
Білки, г	9,45	10,1±0,14
Жири, г	17,54	15,7±0,5
Вуглеводи, г .	55,92	51,96±1,2
у т.ч.:		
- моно-, дисахариди, г	34,28	30,82±0,5
- крохмаль, г	19,54	19,86±0,2
- клітковина, г	0,03	0,13±0,02
Енергетична цінність, ккал	419,34	389,54±4, 3
Мінеральні речовини, мг		
Натрій	36,91	42,65±1,2
Калій	93,8	134,35±3,4
Кальцій	60,53	66,15±1,4
Магній	19,9	29,6±0,5
Фосфор	114,86	147,57±3,6
Ферум	1,02	1,16±0,1
Вітаміни, мг		
А (ретинол)	0,148	0,153±0,04
β-каротин	0,057	0,08±0,02

Е (токоферол)	0,014	0,23±0,04
В ₁ (тіамін)	0,07	0,12±0,02
В ₂ (рибофлавін)	0,165	0,18±0,04
РР (ніацин)	0,495	0,68±0,05
С (аскорбінова кислота)	0,13	0,09±0,02

Дані табл. 4.5 доводять, що за вмістом більшості нутрієнтів розроблені безглютенові кекси перевищують контрольний зразок. Так, за вмістом білкових речовин безглютеновий кекс перевищує контроль на 6,19%, за вмістом клітковини – в 4 рази.

Характеристика мінерального складу кексів (табл. 4.5) свідчить, що розроблений безглютеновий кекс з МБК сколотин за вмістом зольних елементів перевищує контроль, а співвідношення у ньому Са:Р:Мg дорівнює 1:2,2:0,45. У порівнянні з формулою збалансованого харчування (Са:Р:Мg – 1:1,5:0,5) декілька занижений вміст магнію, що необхідно враховувати при розробці раціонів харчування споживачів, поєднуючи безглютенові БКВ з харчовими продуктами багатими на магній.

Результати вивчення вітамінного складу безглютенового кексу з МБК сколотин (табл. 4.5) показують, що у розробленому виробі у порівнянні з контролем підвищився вміст вітамінів А, Е та водорозчинних вітамінів (В₁, В₂, РР).

Слід зазначити, що використання МБК сколотин, вміст жиру в якому складає 1,3 % проти 10 % у кисломолочному сири, та зменшення цукру у рецептурі безглютенового кексу на 10% у порівнянні з контролем, впливає на зниження його енергетичної цінності у порівнянні з кексом «Сирним» на 7,65%.

Для визначення біологічної цінності суттєвим є не тільки кількість білка, але і його якість, що, в першу чергу, характеризується вмістом і співвідношенням незамінних амінокислот. Аналіз якісного складу білків розробленого безглютенового кексу наведений у табл.4.6.

Таблиця 4.6

Амінокислотний склад білків кексів (n=5, P≤0,05)

Амінокислоти	Кекс «Сирний» (контроль)	Безглутеновий кекс з МБК сколотин
	мг/100 г	
Незамінні, у т.ч.	3285,39	4091,73
Валін	466,82	641,16
Ізолейцин	382,94	449,84
Лейцин	720,68	963,8
Лізин	488,49	662,39
Метіонін	223,27	267,62
Треонін	353,39	445,12
Триптофан	129,03	180,06
Фенілаланін	520,77	481,74
Замінні, у т.ч.	5543,51	6575,87
Аланін	326,46	421,11
Аргінін	401,63	493,49
Аспарагінова кислота	571,56	906,18
Гістидін	240,91	300,27
Гліцин	244,56	278,36
Глутамінова кислота	1972,72	2088,09
Пролін	747,73	420,18
Серин	510,22	943,78
Тирозин	397,77	438,4
Цистин	129,95	286,01
Загальна кількість АК	8828,9	10667,6

Аналіз даних табл.4.6 доводить, що в розроблених виробах ідентифіковано та кількісно визначено 18 амінокислот, в тому числі всі незамінні, що є дуже важливим з точки зору забезпечення потреб організму повноцінними білками. В білках розробленого безглутенового кексу питома вага незамінних амінокислот від загальної суми амінокислот складає 38,4 %, замінних амінокислот - 61,6 %.

Серед незамінних амінокислот превалюючим є лейцин (9,03 % загальної суми амінокислот і 23,6 % суми незамінних амінокислот), валін (відповідно 6 % і 15,66 %), лізин (відповідно 6,21% і 16,18 %); серед замінних – глютамінова кислота – 19,57%, аспарагінова кислота – (8,49 % загальної суми амінокислот) і серин – 8,85 %, що є характерними для молокозміщуючих продуктів.

Для визначення біологічної цінності продукту розраховували його амінокислотний скор і порівнювали його зі амінокислотним скором «ідеального» білка (табл.4.7).

Таблиця 4.7

Біологічна цінність безглютенових кексів з МБК сколотин (n=5, P≤0,05)

Амінокислота	Рекомендований вміст ФАО/ВООЗ, мг/1г білка	Кекс «Сирний» (контроль)		Безглютеновий кекс з МБК сколотин	
		мг/ 1г білка	% до стандарту	мг/1 г білка	% до стандарту
Ізолейцин	40	40,52	101,3	44,02	110,05
Лейцин	70	76,26	108,94	94,30	134,71
Метіонін + цистин	35	37,38	106,8	54,17	154,77
Лізин	55	47,46	86,3	64,81	117,84
Фенілаланін+ тирозин	60	97,2	162	90,03	150,05
Треонін	40	37,39	93,48	43,55	108,88
Триптофан	10	13,65	136,5	17,62	176,2
Валін	50	49,39	98,78	62,74	125,48

Аналіз даних табл. 4.7 свідчить, що в складі білків розроблених кексів лімітуючі амінокислоти відсутні, рівень всіх незамінних амінокислот перевищує стандарт ФАО/ВООЗ [2], що свідчить про високу біологічну цінність продуктів. Підвищений рівень сіркоутримуючих амінокислот (метіонін+цистин) є наслідком наявності в їх складі МБК сколотин, що містить сироваткові білки молока.

Слід відзначити, що біологічна цінність продукту визначається з однієї сторони відповідністю розрахункового сора незамінних амінокислот стандарту ФАО/ВООЗ, а з іншого боку – ступенем перетравлення його ферментами травного шляху.

Відомості щодо ступеня перетравлення безглютенового кексу з МБК сколотин наведені на рис.4.3 та в табл.4.8.

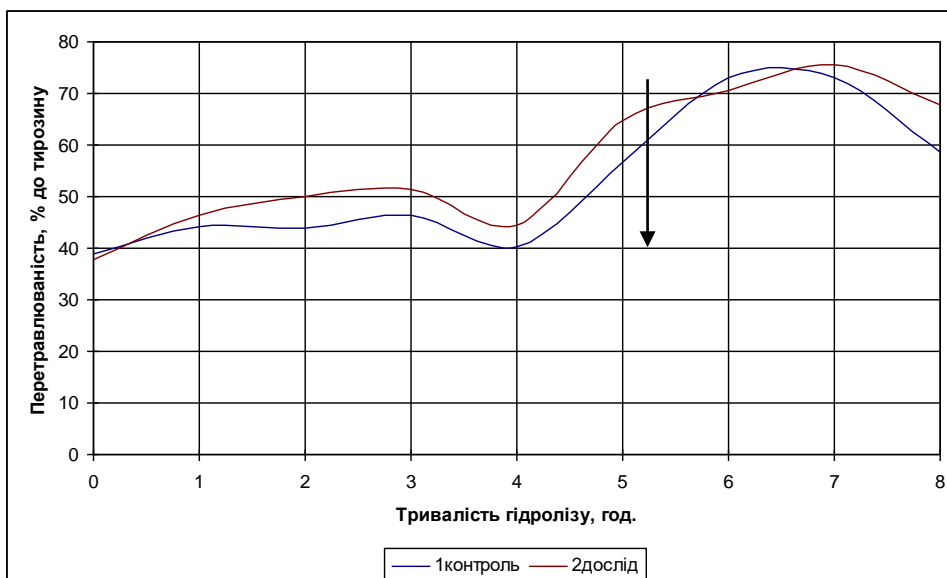


Рис. 4.3. Динаміка процесу протеолізу білкових систем у складі кексів

* стрілка вказує момент додавання трипсину в пепсиновий гідролізат.

Таблиця 4.8

**Перетравлюваність безглютенових кексів з МБК сколотин
(в умовах *in vitro*)**

Назва зразка	Перетравлюваність білків			
	мг тирозину / г білку			%
	пепсином	трипсином	всього	
Кекс «Сирний» (контроль)	5,59±0,05	15,41±0,18	21,00±0,27	52,76
Безглютеновий кекс з МБК сколотин	8,38±0,05	16,38±0,15	24,76±0,27	56,52

Як свідчать дані табл. 4.8, білки розроблених продуктів характеризуються високим ступенем гідролізуємості трипсином і декілька менше – пепсином, що, на наш погляд, пов'язано з наявністю у виробках клітковини. В цілому перетравлення білків розроблених безглютенових кексів перебільшує контроль, що визначає високий рівень їх біологічної цінності.

4.3. Безпечність та зміна показників якості безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин під час зберігання

Безглютеновий кекс з молочно-білковим концентратом сколотин є продуктом спеціального дієтичного призначення для осіб з целиакією та глютен-залежними захворюваннями. Гарантією безпечності споживання розробленого виробу для означеного контингенту споживачів є відсутність глютену у харчовому продукті відповідно до міжнародного безглютенового стандарту AOECS. На кожен партію продукції з позначенням «без глютену» повинен бути наданий відповідний сертифікат про вміст глютену нижче 20 мг/кг.

Результати лабораторних досліджень, проведені з використанням імуноферментного аналізу методом R5 Мендеса (ДСТУ-Н CODEX STAN 118:2014), доводять, що вміст глютену у дослідній партії безглютенових кексів з МБК сколотин відповідає чинним нормам безпечності і складає менше 5 мг/кг (підтверджено протоколом лабораторних випробовувань - Додаток Е).

Контроль вмісту забруднювачів хімічної природи та загального мікробіологічного забруднення і визначення наявності шкідливої мікрофлори – обов'язковий етап дослідження якості борошняних кондитерських виробів.

Вміст забруднювачів хімічної природи, радіонуклідів та мікробіологічні показники у продукції не повинні перевищувати допустимих рівнів, передбачених наказом МОЗ № 1238 від 22.05.2020 «Про внесення змін до Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», наказу МОЗ України від 19.07.2012 № 548 «Мікробіологічним критеріям для встановлення показників безпечності харчових продуктів». Характеристика вмісту забруднювачів хімічної природи в розроблених виробках надана в табл. 4.9 (підтверджено протоколом лабораторних випробовувань якості безглютенових кексів з МБК сколотин – Додаток Ж).

Таблиця 4.9

**Вміст забруднювачів хімічної природи
у безглютенових кексах з МБК сколотин**

Показники	Гранично допустимий рівень	Безглютеновий кекс з МБК сколотин
<i>Токсичні елементи, мг/кг, не більше:</i>		
Кадмій	0,1	менше 0,05
Свинець	0,5	менше 0,25
Миш'як	0,3	0,22
Ртуть	0,02	не виявлено
Мідь	10,0	0,11
Цинк	50,0	9,23
<i>Мікотоксини, мг/кг, не більше:</i>		
Афлотоксини:		
Афлотоксин В ₁ ;	0,005	менше 0,001
Дезоксиніваленол	0,5	менше 0,2
Зеараленон	0,05	менше 0,04

Дані результатів (табл. 4.9) засвідчили, що свіжовиготовлені безглютенові кекси з МБК сколотин за вмістом важких металів та інших забруднювачів хімічної природи не перевищують встановлених гранично допустимих концентрацій й відповідають чинним правилам та нормам безпеки.

Вивчення мікробіологічної безпеки розроблених виробів поєднували з гігієнічним обґрунтуванням терміну їх зберігання (табл. 4.10).

Органолептичну оцінку якості (табл. 4.10) розроблених безглютенових кексів під час зберігання проводили за розробленою пятибальною шкалою (табл.4.2).

Безглютенові кекси з МБК сколотин зберігали за температури $18\pm 3^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75% запакованими в поліпропіленову плівку протягом 10 діб.

Таблиця 4.10

Зміни показників якості безглютенових кексів з МБК сколотин під час зберігання

Показники	ДСТУ 4505:2005 Кекси без начинки	Фактичний вміст за тривалості зберігання					
		0 діб	3 доби	5 діб	7 діб	9 діб	10 діб
Кількість МАФАМ, КУО в 1г, не більше ніж	5×10^2	1×10^2	1×10^2	1×10^2	2×10^2	4×10^2	$5,2 \times 10^2$
БГКП (коліформи) в 0,1г	не дозволено	не виявлено					
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1г	не дозволено	не виявлено					
Патогенні мікроорганізми, у т.ч. бактерії <i>Salmonella</i> в 25г	не дозволено	не виявлено					
Плісняві гриби, КУО в 1г	не дозволено	не виявлено					
Органолептичні показники							
Зовнішній вигляд		4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7
Колір		5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9
Вид в розломі		4,84	4,84	4,8	4,8	4,7	4,7
Смак		4,94	4,94	4,94	4,9	4,8	4,8
Запах		4,96	4,96	4,9	4,9	4,8	4,8

Контроль за мікробіологічними показниками проводили на наявність у борошняних кондитерських виробках 4 груп мікроорганізмів: санітарно-показових, до яких відносяться мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми (МАФАМ) і бактерії групи кишкової палички – БГКП (коліформи); умовно патогенних мікроорганізмів (коагулазопозитивний стафілокок); патогенних, у т.ч. сальмонели; мікроорганізмів псування – плісняві гриби. Контамінацію визначали в колонії утворювальних одиниць (КУО).

Аналіз даних табл. 4.10 свідчить, що під час зберігання розроблених виробів протягом 9 діб мікробіологічні показники знаходяться в межах норми і не перевищують нормативні показники щодо безпечності безглютенових кексів з МБК сколотин (підтверджено протоколом лабораторних випробовувань мікробіологічних показників безглютенових кексів з МБК сколотин – Додаток Є).

Таким чином, для дотримання мікробіологічної безпечності безглютенових кексів з МБК сколотин з одночасним збереженням їх органолептичних показників обґрунтовано режими та терміни зберігання: температура $18\pm 3^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря 70...75%, термін зберігання - 7 діб.

Борошняні кондитерські вироби за впливом чинників, що домінують на тривалість зберігання, поділяються на п'ять груп [3]. До третьої групи належать кекси та бісквітні напівфабрикати з жиром, у процесі зберігання яких відбуваються складні фізико-хімічні процеси: десорбція вологи, черствіння, зміна стану ліпідного комплексу.

Уважається [4], що саме стан ліпідного комплексу є головним чинником, що визначає якість виробів цієї групи під час зберігання в умовах, визначених стандартами. У кексах при зберіганні не в упакованому вигляді домінуючим фактором при зберіганні також є їх десорбційна здатність.

Важливими показниками якості і безпечності кексів без начинок, як виробів, що містять до 34,2 % жиру [4-9], є значення ступеня окиснення та гідролізу їх ліпідної фракції, що характеризують перекисне та кислотне числа. Тому важливо було дослідити зміни цих показників під час зберігання та їх вплив на якість безглютенових кексів з МБК сколотин (рис.4.4, 4.5).

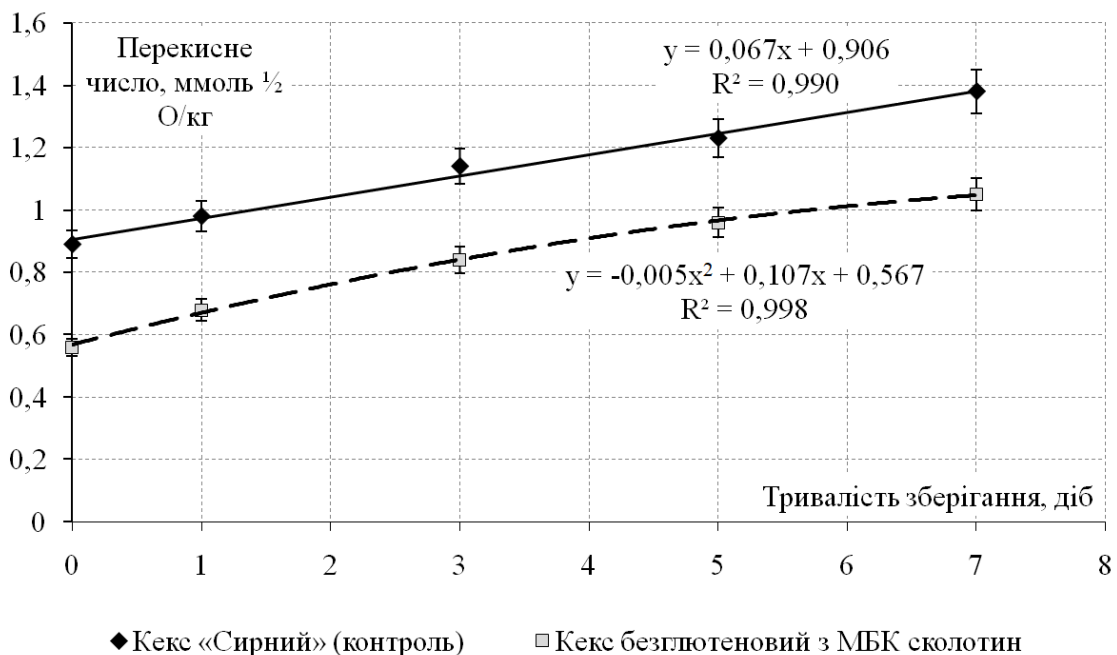


Рис. 4.4. Зміни перекисного числа кексів під час зберігання

Результати досліджень показали збільшення швидкості накопичення перекисного числа контрольного зразка протягом усього терміну зберігання (0,89...1,38 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг) порівняно з дослідним. Для розроблених виробів перекисне число залишалось на рівні 0,56...1,05 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг, що, порівняно з контролем, на 37,0...24,6 % менше. Зниження швидкості реакції окиснення, ймовірно, обумовлено тим, що природні антиоксиданти, а саме бетакаротин кукурудзяного борошна та токоферол, що міститься у молочно-білковому концентраті сколотин, реагують з вільними радикалами перекисів з утворенням малоактивних сполук [4,8, 9].

Разом із тим відомо [4, 9], що процес гідролізу може відбуватись за рахунок дії молекулярного кисню. Тому нами визначено здатність ліпідної фракції до накопичення вільних жирних кислот під час зберігання контрольних і розроблених кексів (рис.4.5).

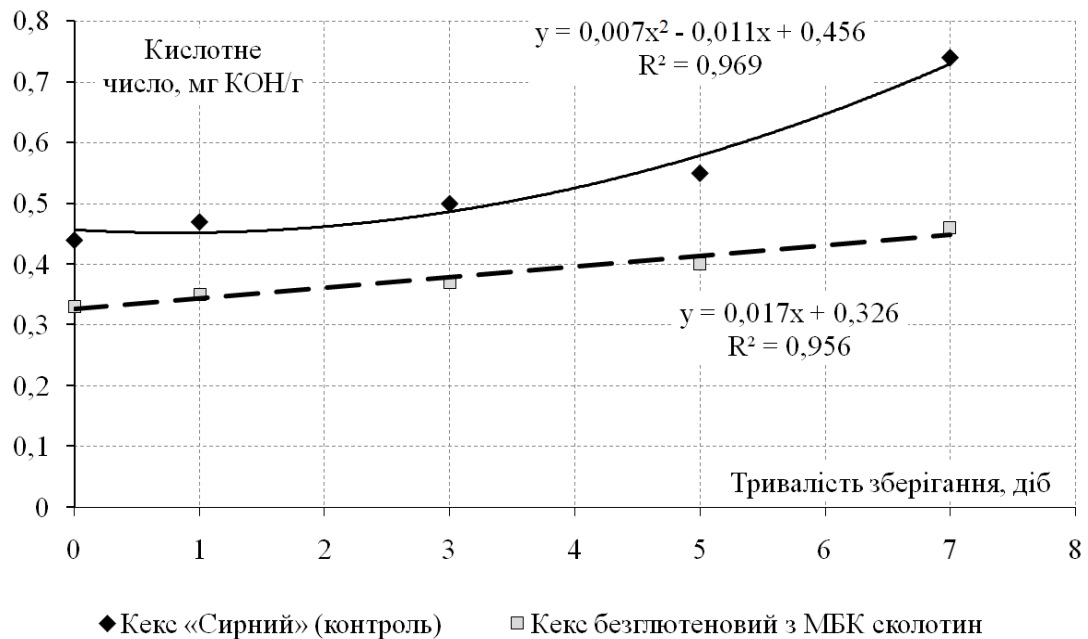


Рис. 4.5. Зміни кислотного числа кексів під час зберігання

Аналіз показників кислотного числа дослідних зразків під час зберігання показав, що приріст вільних жирних кислот у виробі відбувався повільніше, ніж у контролі. Показник кислотного числа у свіжовипечених виробі за

традиційною технологією становив 0,44 мг КОН/г, а у зразках безглютенових кексів з МБК сколотин – 0,33 мг КОН/г.

Через 1...7 діб зберігання показник кислотного числа у контрольного зразка становив 0,74 мг КОН/г, а для безглютенових кексів у 1,6 рази менше.

Слід відмітити, що накопичення вільних жирних кислот у розроблених виробках у перші три доби відбувалось дуже повільно, і лише на п'яту добу зберігання підвищилось на 21,2 %. На нашу думку, це може бути обумовлено високою жирозв'язуючою здатністю кукурудзяного та рисового борошна порівняно з пшеничним, що призводить до гальмування доступу кисню до молекул жиру і, як наслідок, дещо уповільнює процес його окиснення [9]. Крім того, наявність у складі безглютенових кексів бетакаротину та токоферолу, які є природними антиоксидантами, також затримує цей процес.

Кекси впродовж встановленого нормативною документацією [7] терміну зберігання (1...7 діб) втрачають свої споживчі властивості, що є результатом певних сорбційно-десорбційних процесів, черствіння їх м'якушки і скоринки [9].

Процес черствіння кексів має ряд особливостей у зв'язку з підвищеним вмістом жиру у виробках. Проведені науковцями дослідження з визначення ступеня кристалічності крохмалю в зразках свіжого і черствого кексів показали, що в процесі зберігання ступінь кристалічності зразків майже не підвищується [10]. Це пояснюється тим, що під час замішування тіста і випікання заготовок жир адсорбується на поверхні крохмальних зерен і, тим самим, перешкоджає ретроградації крохмалю в процесі зберігання готових кексів. Тому черствіння кексів в основному зумовлено десорбційними процесами (рис.4.6).

При дослідженні процесу черствіння кексів використано криву усихання, яка відображає зміну їх числових значень маси після випікання. Встановлено, що контрольні зразки кексів втрачають вологу більш інтенсивно, ніж безглютенові кекси з МБК сколотин впродовж усього терміну зберігання. Так, впродовж 1...7 діб зберігання, вміст вологи знижується у контрольних зразках на 1...4%, а у розроблених виробках на 0,5...2%. Це пов'язано зі значним

вмістом у складі безглютенових кексів з МБК сколотин клітковини, яка здатна поглинати та міцно зв'язувати воду. Також це явище пов'язано із здатністю крохмалю кукурудзяного і рисового борошна зв'язувати вологу та повільнішою ретроградацією крохмального клейстеру у порівнянні з пшеничним борошном вищого сорту, та є передумовою сповільнення процесу черствіння.

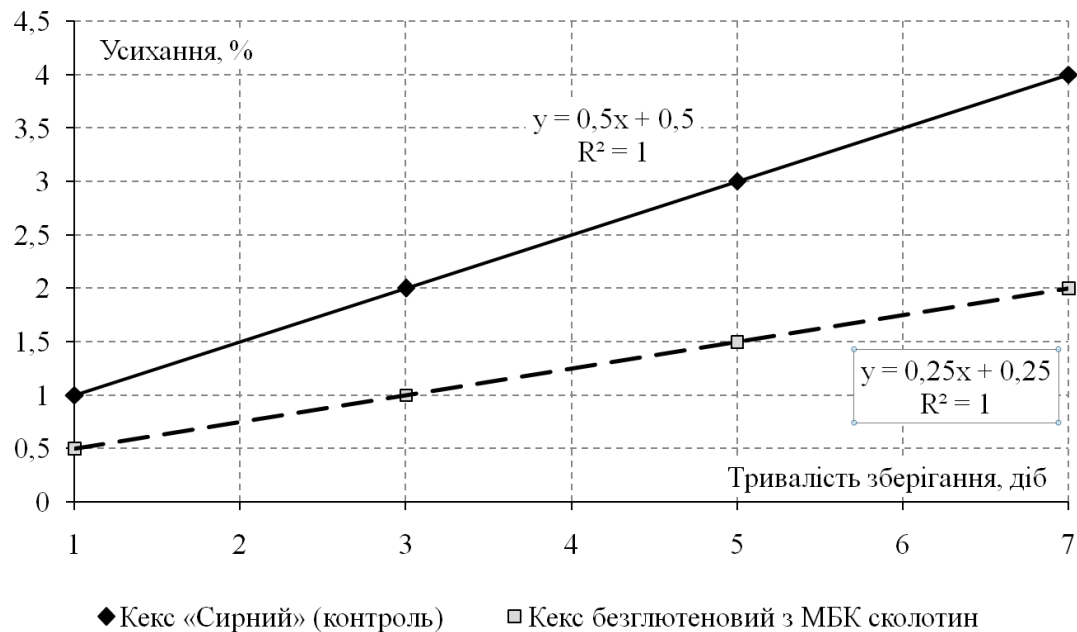


Рис. 4.6. Усихання кексів під час зберігання

Важливою характеристикою ступеня свіжості борошняних кондитерських виробів під час зберігання є їх крихкуватість [9].

Використання суміші аглютенного борошна у рецептурі розроблених виробів зумовлює зростання крихкуватості розроблених кексів одразу після їх випікання (рис. 4.7), що пов'язано зі зменшенням міцності структури кексів порівняно з контролем внаслідок зменшення масової частки клейковинних білків, що беруть участь у її формуванні [9].

Впродовж 1...7 діб зберігання крихкуватість контрольних зразків зростає у 1,4...2,6 рази, у розроблених виробих цей показник збільшується повільніше (1,1...1,5 рази) порівняно зі свіжевипеченими кексами за рахунок того, що розроблені кекси менш інтенсивно втрачають вологу.

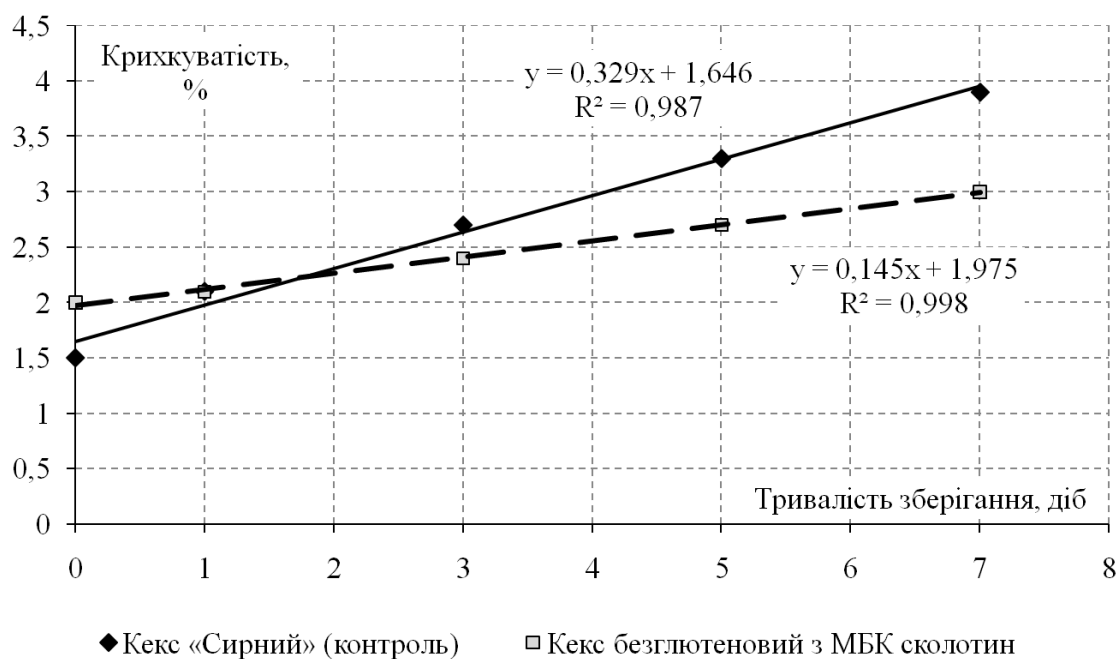


Рис. 4.7. Крижкватість кексів під час зберігання

Зміна структурно-механічних властивостей кексів за даними вимірювання пружності їх м'якушки за ступенем деформації під дією навантаження наведено на рис. 4.8.

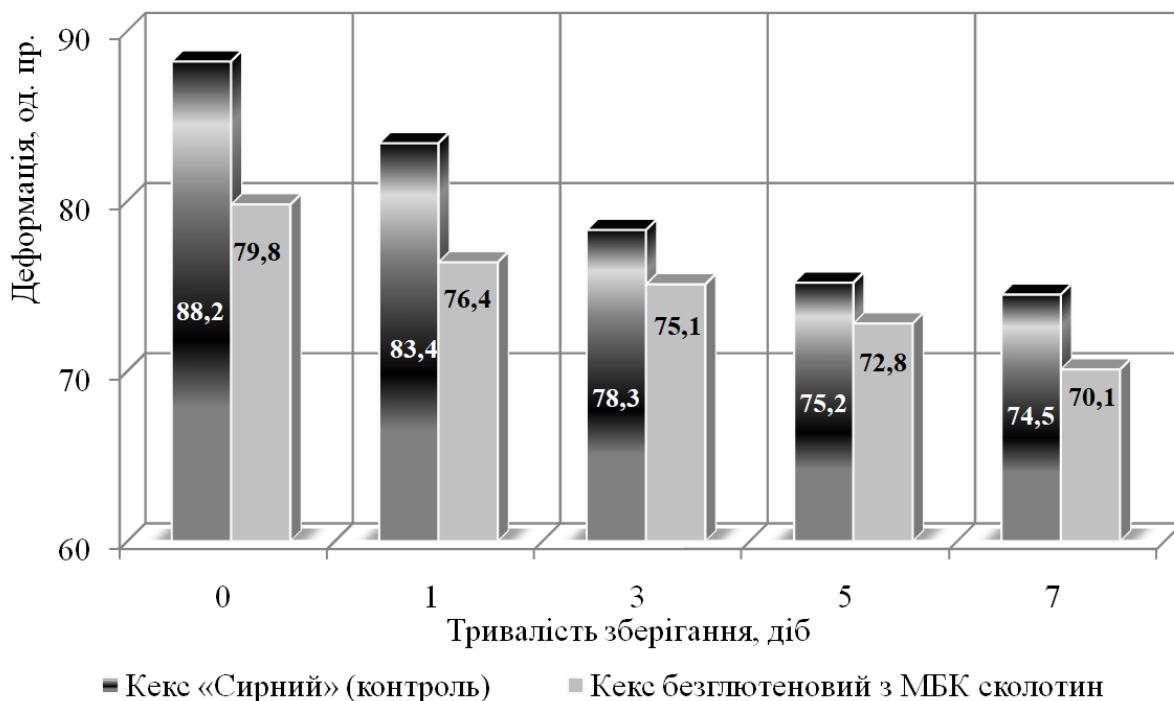


Рис. 4.8. Стискуваність м'якушки кексів під час зберігання

Стискуваність м'якушки розроблених виробів через 1...7 днів зберігання зменшується на 4,3...12,2% , у контрольних зразках на 5,4...14,4%. Така

тенденція, на наш погляд, пов'язана з більшим вмістом вологи у розроблених виробках за рахунок значного вмісту клітковини, завдяки чому м'якушка кексів більш повільно втрачає м'якість [9].

Таким чином, проведені дослідження доводять, що використання у технології безглютенових кексів суміші кукурудзяного та рисового борошна, МБК сколотин у визначеній кількості, надає можливість не тільки покращити харчову та біологічну цінність виробів, але й забезпечити безпечність та якість розроблених безглютенових кексів впродовж визначеного терміну зберігання - не більше 7 діб за температури $18\pm 3^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75%.

4.4. Комплексна оцінка якості готових виробів.

Розроблено ієрархічну структуру сукупності властивостей (рис. 4.9), що необхідні для достовірної комплексної оцінки якості безглютенових кексів з МБК сколотин [11]. Розроблена структура представлена трьома рівнями. На першому рівні якість готових виробів представлена двома групами показників окремо на етапах виробництва та зберігання. Якість безглютенових кексів з МБК сколотин на етапі виробництва визначається нормованими (органолептичними властивостями, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками) та ненормованими (харчовою цінністю) показниками, а на етапі зберігання – органолептичними властивостями, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками.

Оцінювання одиничних показників якості безглютенових кексів з МБК сколотин та контрольного зразку проводили з використанням функції бажаності Харрінгтона (рис. 4.10):

$$K_i = \exp[-\exp(-Y_i)], \quad (4.1)$$

де Y_i – кодоване значення безрозмірної шкали.

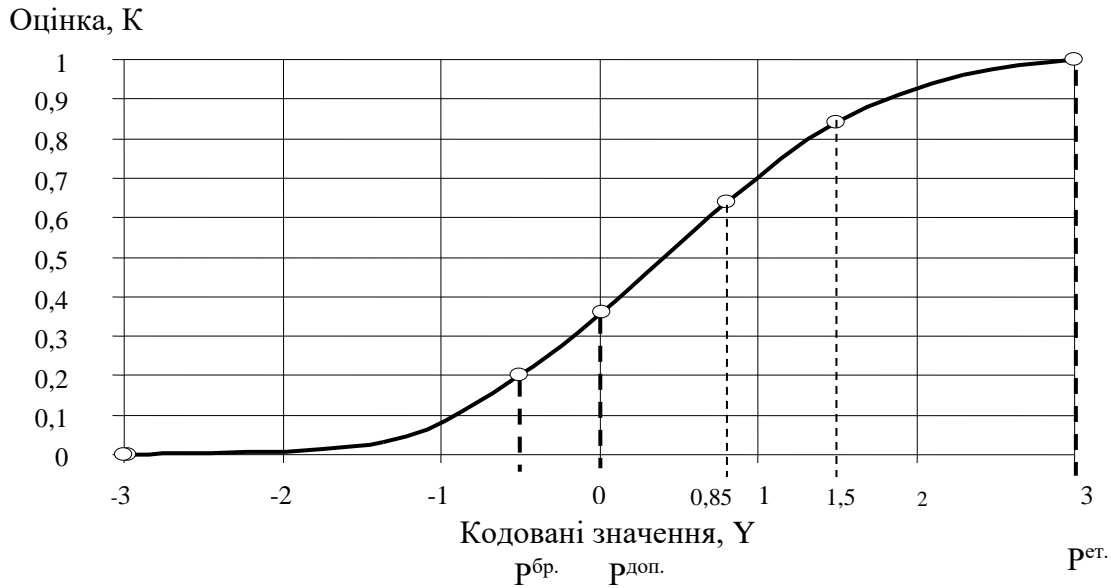


Рис. 4.10. Графік визначення оцінок нормованих показників якості

Визначено можливий інтервал зміни показників якості безглютенових кексів з МБК сколотин. Значення еталонних $P_{ij}^{ет}$, допустимих $P_{ij}^{доп}$ (мінімальні за вимогами нормативної документації) та бракувальних показників $P_{ij}^{бр}$ наведено в табл. 4.11.

З урахуванням даних табл. 4.11 розроблено шкалу вузлових значень абсолютних показників якості безглютенових кексів з МБК сколотин (табл. 4.12). Обґрунтування вузлових значень виконано згідно вимог до кексів за ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови» [7].

Шкала вузлових значень показників якості безглютенових кексів з МБК сколотин представлені у вигляді відносного показника $d = 0,37$ та виділено жирним шрифтом (табл. 4.12). Значення відносного показника нижчі 0,37 не відповідають вимогам нормативної документації. Переведення абсолютних значень показників якості (P_{ij}) у відносні безрозмірні величини (K_{ij}) здійснювали графічним методом з використанням кривої (рис. 4.9) та з урахуванням вузлових значень абсолютних показників якості (табл. 4.12).

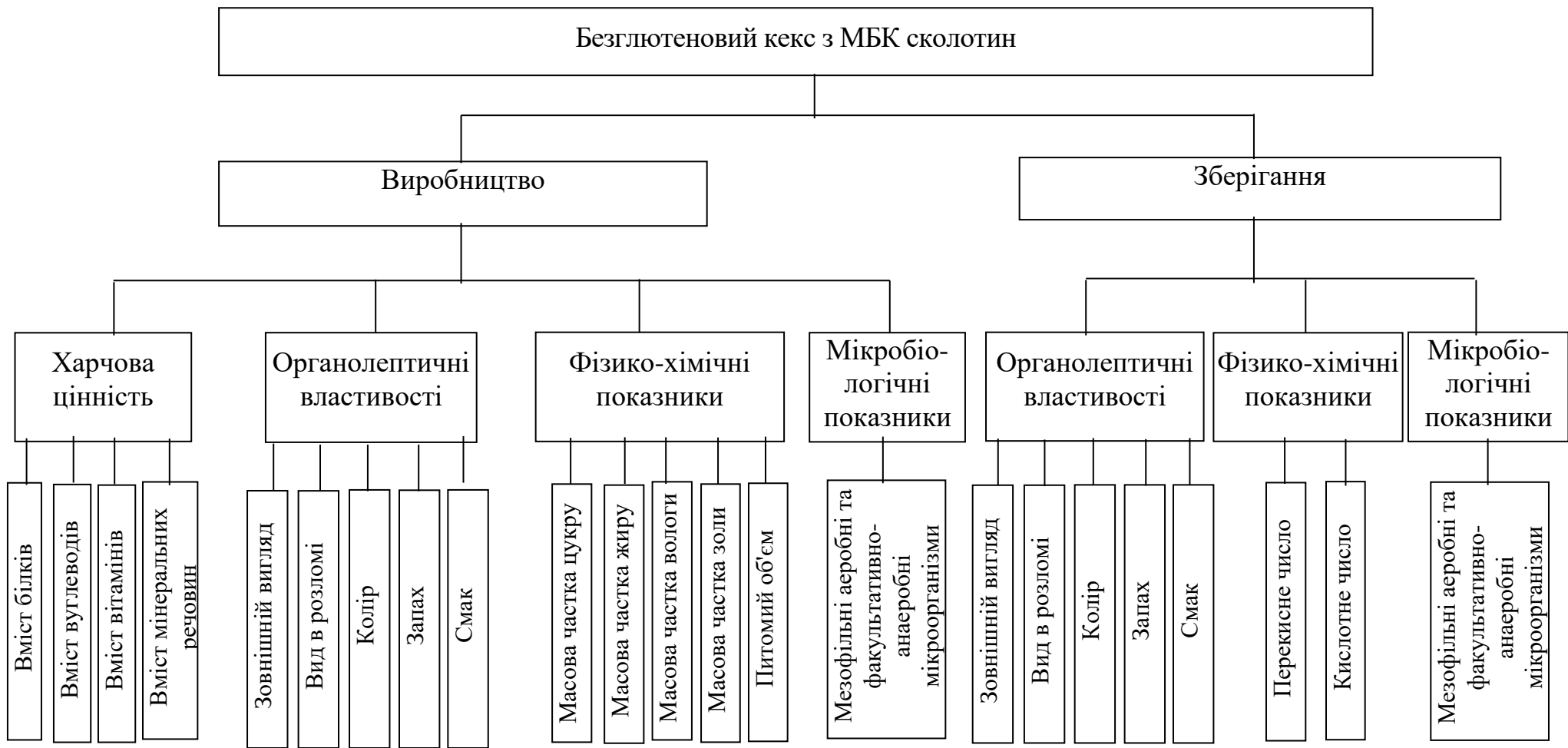


Рис. 4.9. Ієрархічна структура показників якості безглютенових кексів з МБК сколотин

Таблиця 4.11

Критичні межі показників якості безглютенових кексів з МБК сколотин

Показник	Одиниці виміру	Значення показника		
		еталонне $P_{ij}^{ет}$	допустиме $P_{ij}^{доп}$	бракувальне $P_{ij}^{бр}$
1	2	3	4	5
Харчова цінність				
Вміст білків	%	12	6	4
Вміст вуглеводів	%	60	30	20
Вміст вітамінів	%	0,0020	0,0008	0,0004
Вміст мінеральних речовин	%	0,450	0,150	0,050
Органолептичні показники				
Зовнішній вигляд	бал	5,0	3,0	2,0
Вид в розломі	бал	5,0	3,0	2,0
Колір	бал	5,0	3,0	2,0
Запах	бал	5,0	3,0	2,0
Смак	бал	5,0	3,0	2,0
Фізико-хімічні показники				
Масова частка загального цукру	%	16	61	65
Масова частка жиру	%	2	35	40
Масова частка вологи	%	10	31	38
Масова частка золи, нерозчиненої в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%	%	0,025	0,1	0,125
Питомий об'єм	см ³ /г	1,75	1,45	1,35
Перекисне число	ммоль ½ О/кг	0,4	1,9	2,4
Кислотне число	мг КОН/г	0,1	1,0	1,3
Мікробіологічні показники				
Кількість МАФАМ	КУО в 1 г	5×10	5×10 ²	7,5×10 ²

Таблиця 4.12

**Шкала вузлових значень показників якості безглютенових кексів з МБК
сколотин**

Назва показника	Одиниця виміру	Оцінка, Кі					
		1,00	0,80	0,63	0,37	0,20	0,00
		Кодоване значення У					
		3,00	1,50	0,85	0,00	-0,50	-3,00
1	2	3	4	5	6	7	8
Харчова цінність							
Вміст білків	%	12	10	8	6	4	2
Вміст вуглеводів	%	60	50	40	30	20	10
Вміст вітамінів	%	0,0020	0,0016	0,0012	0,0008	0,0004	0
Вміст мінеральних речовин	%	0,450	0,350	0,250	0,150	0,050	0
Органолептичні показники							
Зовнішній вигляд	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Вид в розломі	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Колір	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Запах	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Смак	бал	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Фізико-хімічні показники							
Масова частка загального цукру	%	16	31	46	61	65	70
Масова частка жиру	%	2	13	24	35	40	45
Масова частка вологи	%	10	17	24	31	38	45
Масова частка золи, нерозчиненої в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%	%	0,025	0,05	0,075	0,1	0,125	0,15
Питомий об'єм	см ³ /г	1,75	1,65	1,55	1,45	1,35	1,25
Перекисне число	ммоль ½ О/кг	0,4	0,9	1,4	1,9	2,4	2,9
Кислотне число	мг КОН/г	0,1	0,4	0,7	1,0	1,3	1,6
Мікробіологічні показники							
Кількість МАФАМ	КУО в 1 г	5×10	10 ²	2,5×10 ²	5×10²	7,5×10 ²	10 ³

Експертною групою співробітників кафедри технології і організації ресторанного господарства ДТЕУ визначено міжгрупові (M_j) та внутрішньогрупові (m_{ij}) коефіцієнти вагомості кожного показника якості. Коефіцієнти вагомості на етапі виробництва: харчова цінність – 0,35, органолептичні властивості – 0,35, фізико-хімічні показники – 0,2, мікробіологічні показники – 0,1; на етапі зберігання: органолептичні властивості – 0,35, фізико-хімічні показники – 0,35, мікробіологічні показники – 0,3. Коефіцієнти вагомості для етапу «виробництва» прийнято – 0,6, для етапу «зберігання» – 0,4. Комплексна оцінка показників якості безглютенових кексів з МБК сколотин надана в табл. 4.13.

Таблиця 4.13

**Комплексна оцінка показників якості безглютенових кексів з МБК
сколотин**

Показник	m_{ij}	$P_{ij}^{ст}$	$P_{ij}^{бр}$	Кекс «Сирний» (контроль)		Кекс безглю- теновий з МБК сколотин	
				P_{ij}	K_{ij}	P_{ij}	K_{ij}
1	2	3	4	5	6	7	8
Виробництво ($M_{ст} = 0,6$)							
Харчова цінність ($M_j = 0,35$)							
Вміст білків	0,258	12	4	10,22	0,82	9,45	0,75
Вміст вуглеводів	0,210	60	20	51,46	0,83	55,92	0,92
Вміст вітамінів	0,266	0,0020	0,0004	0,0011	0,59	0,0016	0,82
Вміст мінеральних речовин	0,266	0,450	0,050	0,327	0,76	0,429	0,96
Разом по групі					0,745		0,860
Органолептичні показники ($M_j = 0,35$)							
Зовнішній вигляд	0,204	5,0	2,0	4,9	0,96	4,8	0,92
Вид в розломі	0,210	5,0	2,0	4,96	0,98	4,84	0,94
Колір	0,191	5,0	2,0	4,92	0,97	5,0	1,00
Запах	0,197	5,0	2,0	4,9	0,96	4,96	0,98
Смак	0,197	5,0	2,0	4,98	0,99	4,94	0,98
Разом по групі					0,972		0,963
Фізико-хімічні показники ($M_j = 0,2$)							
Масова частка загального цукру	0,171	16	65	41,16	0,68	38,5	0,71
Масова частка жиру	0,179	2	40	16,2	0,75	16,86	0,74

Масова частка вологи	0,207	10	38	20	0,73	23	0,65
Масова частка золи, нерозчиненої в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%	0,207	0,025	0,125	0,1	0,37	0,1	0,37
Питомий об'єм	0,236	1,75	1,35	1,74	0,98	1,67	0,84
Разом по групі					0,709		0,663
Мікробіологічні показники ($M_j = 0,1$)							
Кількість МАФAM	1,000	5×10	$7,5 \times 10^2$	1×10^2	0,80	1×10^2	0,80
Разом по групі					0,800		0,800
Комплексний показник етапу ($K_{ет}$)					0,815		0,841
Зберігання ($M_{ет} = 0,4$)							
Органолептичні показники ($M_j = 0,35$)							
Зовнішній вигляд	0,201	5,0	2,0	4,84	0,94	4,8	0,92
Вид в розломі	0,214	5,0	2,0	4,9	0,96	4,8	0,92
Колір	0,195	5,0	2,0	4,9	0,96	5,0	1,00
Запах	0,195	5,0	2,0	4,9	0,96	4,9	0,96
Смак	0,195	5,0	2,0	4,94	0,98	4,9	0,96
Разом по групі					0,960		0,951
Фізико-хімічні показники ($M_j = 0,35$)							
Перекисне число	0,508	0,4	2,4	1,38	0,64	1,05	0,75
Кислотне число	0,492	0,1	1,3	0,74	0,60	0,46	0,77
Разом по групі					0,620		0,760
Мікробіологічні показники ($M_j = 0,3$)							
Кількість МАФAM	1,000	5×10	$7,5 \times 10^2$	2×10^2	0,69	2×10^2	0,69
Разом по групі					0,690		0,690
Комплексний показник етапу ($K_{ет}$)					0,760		0,806
Комплексний показник якості (K_o)					0,798		0,833

Аналіз даних табл. 4.13 свідчить, що КПЯ кексу безглютенового з МБК сколотин позиціонуються в інтервалі «відмінної якості» (0,80...1,0 од.) та на 4,4% перевищує показник якості контролю. Високу оцінку якості кексу безглютенового з МБК сколотин на етапі «виробництва» можна пояснити тим, що розроблений кекс має вищі абсолютні значення показників групи «харчова цінність», а на етапі «зберігання» – групи «фізико-хімічні показники».

Висновки за розділом 4

1. Розроблено рецептуру та технологічну схему одержання безглутенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин, встановлені раціональні технологічні параметри окремих стадій процесу їх виробництва.

2. Отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів, доведено їх високу харчову та біологічну цінність. Визначено, що за вмістом білкових речовин безглутеновий кекс перевищує контроль на 8,15%, клітковини у 4 рази. Білок розроблених виробів є більш збалансованим за амінокислотним складом, ніж білок контрольного зразка, не містить лімітуючих амінокислот. Характеристика мінерального та вітамінного складу кексів доводить, що за вмістом зольних елементів та вітамінів розроблений безглутеновий кекс з МБК сколотин перевищує контроль. Визначено, що зменшення у рецептурі безглутенового кексу цукру на 10% у порівнянні з контролем, та використання МБК сколотин, вміст жиру в якому складає 1,3 % проти 10 % у кисломолочному сирі, призводить до зниження його енергетичної цінності у порівнянні з кексом «Сирним» на 7,65%.

3. Встановлено, що показники безпечності безглутенових кексів з МБК сколотин відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм. Результати лабораторних досліджень доводять, що вміст глютену у дослідній партії безглутенових кексів з МБК сколотин складає менше 20 мг/кг, що відповідає чинним нормам безпечності безглутенової продукції. Результати дослідження зміни фізико-хімічних, мікробіологічних і органолептичних показників якості розроблених виробів при зберіганні в сукупності з іншими якісними показниками дозволили обґрунтувати їх режим і термін зберігання: за температури $18 \pm 3^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75% - не більше 7 діб.

4. Розроблено ієрархічну структуру показників якості безглутенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин та здійснено комплексну оцінку їх якості. Встановлено, що комплексний показник якості розроблених виробів позиціонується в інтервалі «відмінної якості» та на 4,4% перевищує показник якості контролю.

СПИСОК ВИКОРСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА РОЗДІЛОМ 4.

1. Мирошник Ю.А. Використання порошків калини, горобини та обліпихи в технології бісквітного напівфабрикату / Ю.А. Мирошник, І.М. Медвідь, О.Б. Шидловська, В.Ф. Доценко // Наукові праці ОНАХТ. – 2014. – Вип. 46, Т. 1. – С. 166-170.
2. FAO/WHO. Energy and Protein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO ad Hoc Expert Committee, WHO // Techn. Rep. Ser. – 1973. – P. 64–65.
3. Дорохович А. М. Класифікація борошняних кондитерських виробів за домінуючими чинниками, що визначають терміни їх зберігання / А.М. Дорохович, Н. В. Олексієнко // Наукові праці Українського державного університету харчових технологій. – 2000. – № 6. – С. 65–67.
4. Капліна Т.В. Зміни жирової складової кексів із використанням нетрадиційної рослинної сировини під час їх зберігання / Т.В. Капліна, В.М. Столярчук, С.О. Дудник // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. – 2018. - № 1 (85). – С.96-103.
5. Смоляр В. Токоферолі й стійкість олій / В. Смоляр, О. Дядечко // Харчова і переробна промисловість. – 1999. – № 9. – С. 20.
6. Лозова Т. Як же впливають добавки рослинного походження на збереження якості жирової основи кексів / Т. Лозова, Х. Ковальчук // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – № 2 (75). – С. 15–17.
7. Кекси. «Загальні технічні умови» [Текст]: ДСТУ ISO 4505:2005. – [Чинний від 2006- 10-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006. – 23 с. – (Національні стандарти України).
8. Caleja C. Suitability of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract rich in rosmarinic acid as a potential enhancer of functional properties in cupcakes / C. Caleja, L. Barros // Food Chemistry. – 2018. – № 250. – P. 67–74.
9. Самохвалова О. В. Технологія маффінів оздоровчого призначення : монографія / О. В. Самохвалова, К. Р. Касабова, С. Г. Олійник. – Х.: Видавництво "Технологічний Центр" 2015. – 120 с.

10. Ruß G. Back-Optimierungs-System «Vario-Back» : Berichte VDB / Gerhard Ruß // Brot und Backwaren. – 2008. – № 1. – p. 36.

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

РОЗДІЛ 5

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

5.1. Заходи із практичного впровадження результатів дослідження.

Дисертаційна робота виконувалась відповідно з тематичними планами наукових досліджень кафедри технології і організації ресторанного господарства Державного торговельно-економічного університету за темою «Інноваційні технології харчових продуктів спеціального призначення» (Додаток К.1).

Окремі положення та висновки дисертаційного дослідження включено до лекційного матеріалу зі спеціальної дисципліни «Інноваційні харчові технології» (Додаток К.2).

У період виконання теоретичних і експериментальних досліджень за дисертацією паралельно проводилася робота з впровадження їх результатів у практику. Так, результати дослідження знайшли відбиток у розробці і затвердженні у відповідному порядку нормативної документації – ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 «Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин» (додаток Л).

Безглютенові кекси з концентратом сколотин неодноразово були представлені на дегустаціях за участю наукових і практичних працівників ресторанного господарства, харчової промисловості, де отримали високу оцінку спеціалістів і були рекомендовані до впровадження (додаток М).

Впровадження науково-технічних розробок шляхом випуску промислових партій й реалізації нових виробів здійснено у виробничих умовах ТОВ «ФУДКОМ» м. Київ (акт від 21.02.2023р.) (Додаток Н.1), ТОВ «МПС-ПРОДУКТ» мережа піцерій «MamaMia!» м. Київ (акт від 17.03.2023 р.) (Додаток Н.2); ФОП Кривсун Н.В. ресторан «Лубенська слобода» м. Лубни Полтавської області (акт від 26.04.2023 р.) (Додаток Н.3).

5.2 Розрахунок ефективності наукової розробки.

Позитивне значення результатів дослідження полягає в економічній та соціальній ефективності розробок. Основний ефект від впровадження нової продукції – соціальний, який полягає в збереженні і захисті здоров'я людини та більш повному використанні ресурсів білково-вуглеводної молочної сировини, у розширенні асортименту борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного призначення підвищеної харчової цінності з поліпшеними споживчими властивостями за рахунок виробництва безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.

Визначення економічної ефективності від впровадження інноваційних технологій передбачає, по-перше, попереднє виявлення розміру змін поточних і капітальних витрат виробництва, що, у свою чергу, потребує тісного взаємозв'язку джерел ефекту від їх застосування. Такими джерелами при впровадженні нових технологій продукції на основі виробництва безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин можуть бути трудові, матеріальні, фінансові ресурси тощо.

Економічний ефект від впровадження нових розробок передбачається в одержанні прибутку за рахунок забезпечення їх реалізації. Досягнення необхідного обсягу реалізації та оптимального прибутку залежить від правильності обрання цінової політики.

Так, розрахунок собівартості безглютенових кексів з використанням молочно-білкового концентрату сколотин здійснювався на підставі нормативних актів, прийнятих і затверджених для виробництва відповідного суб'єкта господарської діяльності, Методичних рекомендацій з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості [1,2].

Кількісна оцінка економічної ефективності проводилася на підставі розрахунку вартості безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин та співставленням її з собівартістю кексу «Сирний», що виготовлений за традиційною технологією.

У табл. 5.1 наведено розрахунок вартості сировини для виробництва та реалізації 10 кг розробленої продукції.

Таблиця 5.1

Розрахунок вартості сировини для виробництва безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин

Найменування сировини та матеріалів	Безглютеновий кекс з МБК сколотин			Кекс «Сирний»		
	Кількість сировини, кг	Вартість 1 кг (л), грн.	Вартість сировини, грн.	Кількість сировини, кг	Вартість 1 кг (л), грн.	Вартість сировини, грн.
Борошно рисове ТОВ «Каскад»	1,56	45	70,2			
Борошно кукурудзяне ТОВ «Каскад»	1,038	25	25,95			
Борошно пшеничне ТМ «Хуторок»	-	-	-	2,886	11	31,75
Масло вершкове	1,546	230,35	356,12	1,546	230,35	356,12
Цукор	2,968	29,5	87,56	3,298	29,5	97,29
МБК сколотин	2,956	46,4	137,16	-	-	-
Сир 10% жирності	-	-	-	2,574	82	211,07
Меланж	1,649	36	59,36	1,649	36	59,36
Пудра рафінадна	0,102	58,3	5,95	0,102	58,3	5,95
Натрій двовуглекислий	0,0052	33	0,17	0,0052	33	0,17
Амоній вуглекислий	0,0099	19	0,19	0,0099	19	0,19
Разом	11,834		742,66	12,070		761,90
Витрати на пакування	-	-	4,46	-	-	4,57
Транспортно-виробничі витрати	-	-	29,71	-	-	30,48
Всього	-	-	776,82	-	-	796,94

Розрахунок вартості сировини і матеріалів здійснювали визначенням загальної ціни інгредієнтів, що необхідні для виробництва 10 кг безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин і кексу «Сирний». Розрахунки проведено відповідно до Методичних рекомендацій з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості [2], з урахуванням внесених змін до технології нової продукції. Калькуляцію собівартості 10 кг безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин і кексу «Сирний» наведено у цінах на 01.02.23 р.

До статті «Сировина та матеріали» відносимо витрати на пакування, транспортно-виробничі заходи та обладнання, необхідне для виготовлення кексів. Витрати на пакування приймали у розмірі 0,6% від вартості сировини, на транспортно-виробничі заходи – у розмірі 4%.

Кількісна величина фінансової (комерційної) ефективності визначається відношенням суми одержаного прибутку від потенційно можливого обсягу і вартості капіталовкладень. У свою чергу, сума одержаного прибутку – різниця між ціною продажу і собівартістю випуску з урахуванням обсягу продажу.

Отже, загальна сума коштів, за всіма статтями складає для собівартості безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин – 776,82 грн. та для собівартості кексу «Сирний» – 796,94 грн.

Для цілей ціноутворення собівартість калькулюється за статтями калькуляції [2, 3], що представлена у табл. 5.2.

Таблиця 5.2

**Розрахунок собівартості і відпускної ціни безглютенових кексів з
молочно-білковим концентратом сколотин**

Найменування статей витрат	Витрати на 10 кг, грн.	
	Безглютеновий кекс з МБК сколотин	Кекс «Сирний»
1	2	3
Сировина та матеріали	776,82	796,94
Зворотні відходи (вираховуються)	2,18	2,23
Паливо і електроенергія на технологічні цілі	6,40	6,40
Основна і додаткова заробітна плата	3,13	3,13
Відрахування на соц. страхування	0,69	0,69
Витрати на утримання і експлуатацію устаткування (амортизація)	0,41	0,41
Загальновиробничі витрати (ремонт)	0,31	0,31
Виробнича собівартість	789,93	810,11
Адміністративні витрати	1,25	3,35
Витрати на збут	16,35	22,36
Повна собівартість	807,54	835,82
Прибуток підприємства	80,75	83,58
Оптова ціна підприємства	888,29	919,41
Податок на додану вартість	177,66	183,88
Відпускна ціна 10 кг	1065,95	1103,29
Відпускна ціна 1 кг	106,59	110,33

Заробітна плата робітників, які зайняті безпосередньо у виробництві, входить до собівартості продукції. Основна заробітна плата при виробництві 10 кг безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин і кексу «Сирний» складає 2,85 грн.

Додаткова заробітна плата включає надбавки, доплати, які передбачені чинним законодавством та премії. За досягнення кількісних і якісних результатів праці встановлено премію, розмір якої становить 10% від основної заробітної плати, що складає 0,28 грн. для безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин і кексу «Сирний»..

Отже, витрати на оплату праці (основну і додаткову) на виготовлення 10 кг безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин складають 3,13 грн., як і для кексу «Сирний».

Відрахування на соціальні заходи приймали в розмірі 22% (згідно змін до Податкового кодексу України єдиний соціальний внесок становить 22%) від витрат на оплату праці, що складає 0,69 грн.

Витрати на утримання та експлуатацію устаткування формувалися шляхом суми наступних відрахувань: амортизаційних – відрахування від вартості будівель, устаткування; на модернізацію, ремонт і заміну фондів, що належать підприємству; суми витрат орендатора за користування наданими в оперативну та фінансову оренду основними фондами; витрати на проведення поточного ремонту, технічного обслуговування обладнання та інших витрат, пов'язаних з утриманням і експлуатацією обладнання. Розмір цих витрат складає 0,08% від вартості машин та устаткування і дорівнює відповідно 0,41 грн.

Загальновиробничі витрати становлять 10% від витрат на оплату праці і дорівнюють 0,31 грн.

Для нормального функціонування підприємства прибуток повинен складати не менше 10% до собівартості і дорівнює для безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин 80,75 грн., а для кексу «Сирний» – 83,58 грн.

Податок на додану вартість – 20 % від оптової ціни підприємства.

Отже, відпускна ціна розроблених безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин на 3,39% нижча за ціну кексу «Сирний». При виробництві можливо збільшення відпускної ціни безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин до рівня суми прибутку аналога (кекс «Сирний»), тоді додатковий прибуток на кожні 10 кг продукції становитиме $83,58 - 80,75 = 2,83$ грн. Рівень рентабельності безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин підвищиться на 2,4% ($2,83 : 80,75 \times 100 = 3,5\%$).

Таким чином, впровадження у виробництво нової технології безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин є економічно ефективним.

Висновки за розділом 5.

1. Проведено комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження розробленої технології у підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства м. Києва, Лубни Полтавської області.

2. Здійснена оцінка ефективності функціонування розробленої технології безглютенових кексів з концентратом сколотин. Показано, що розроблена технологія забезпечує виробництво продукції на основі вітчизняної ресурсної бази, включаючи не тільки вихідну локальну сировину, але й основні кошти. Проведено розрахунок собівартості і відпускної ціни безглютенових кексів з концентратом сколотин. Встановлено, що оптово-відпускна ціна розроблених виробів на 3,39 % нижча за оптово-відпускну ціну традиційного кексу «Сирного», що є резервом зростання прибутковості та джерелом конкурентної переваги. Визначено, що зростання рентабельності від впровадження розробленої продукції становить до 3,5%.

3. Соціальний ефект наданої розробки полягає у більш повному використанні харчового потенціалу вторинної молочної сировини, розширенні асортименту та забезпеченні споживачів продукцією спеціального дієтичного призначення, підвищеної харчової цінності з поліпшеними споживчими властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА РОЗДІЛОМ 5.

1. Діяльність суб'єктів господарювання»/«Activity of business entities». Статистичний збірник. Державна служба статистики України. 2020 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ9_u.htm.
2. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості (наказ Міністерства промислової політики України № 373 від 09.07.2007 р.). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/>.
3. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 «Витрати». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/>.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу та узагальнення теоретичних, експериментальних даних та виробничих досліджень обґрунтовано перспективність та доцільність комплексного використання суміші безглютенового борошна круп'яних культур та молочно-білкового концентрату сколотин у технологіях безглютенових кексів для підвищення їх технологічної стабільності та харчової цінності, що дає змогу розширити асортимент БКВ з прогнозованими показниками якості, сформувані нові споживчі властивості продукції для осіб з глютензалежними захворюваннями, більш повно використовувати харчовий потенціал вторинної молочної сировини.

2. На основі експериментальних і теоретичних досліджень обґрунтовано вибір безглютенової борошняної сировини для використання у технології безглютенових кексів - рисове борошно та кукурудзяне борошно тонкого помелу виробника ТОВ «Каскад» ТМ Mr.Tally з технологічними властивостями, зокрема гранулометричним складом, однорідністю часток, вмістом пошкодженого крохмалю та ВПЗ, що найбільш близькі до аналогічних показників пшеничного борошна.

3. Експериментальними методами та методами моделювання встановлено вплив окремих рецептурних компонентів на фізико-хімічні, реологічні та органолептичні показники модельних харчових систем безглютенових кексів з МБК сколотин. Обґрунтовано доцільність використання суміші рисового та кукурудзяного борошна у співвідношенні 60...70% і 40...30% відповідно, від загальної кількості борошняна за рецептурою, у технології безглютенових кексів. Встановлено, що зменшення у рецептурі безглютенових кексів вмісту цукру на 10...15%, не впливає на погіршення якості готових виробів. Доведено, що додавання до рецептури 25,0...27,5% МБК сколотин підвищує вологоутримувальну здатність тіста, дозволяє комбінувати білки рослинного та тваринного походження, створює передумови для розширення асортименту безглютенових кексів підвищеної харчової цінності та заданими споживчими властивостями.

4. За допомогою багатофакторного експерименту оптимізовано рецептурний склад безглютенових кексів з МБК сколотин: вміст молочно-білкового концентрату становить 24,9%, цукру – 25,1%, співвідношення рисового та кукурудзяного борошна у суміші – 60% та 40% відповідно.

5. Обґрунтовано технологічні режими виробництва безглютенових кексів з МБК сколотин. Доведено, що раціональною тривалістю збивання вершкового масла, цукру з МБК сколотин є $(2...3) \cdot 60$ с за частоти обертання робочого органу 180 об/хв., що відповідає достатній рівномірності розподілення рецептурних компонентів. Визначено раціональні параметри випікання безглютенових кексів з МБК сколотин: температура пекарної камери 170°C...160 °C, тривалість випікання 25...30 хв.

6. Розроблено рецептуру та технологічну схему одержання безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин, отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів, доведено їх високу харчову та біологічну цінність. Доведено, що за вмістом білкових речовин, які є більш збалансованими за амінокислотним складом, безглютеновий кекс перевищує контроль на 8,15%, клітковини у 4 рази. Визначено, що зменшення цукру на 10% у порівнянні з контролем та використання МБК сколотин у рецептурі безглютенових кексів призводить до зниження енергетичної цінності на 7,65% у порівнянні з кексом «Сирним». Встановлено, що комплексний показник якості розроблених виробів позиціонується в інтервалі «відмінної якості» та на 4,4% перевищує показник якості контролю.

7. Доведено, що показники безпечності безглютенових кексів з МБК сколотин відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм; вміст глютену у дослідній партії складає менше 20 мг/кг, що відповідає чинним нормам безпечності безглютенової продукції. Обґрунтовано режим і термін зберігання безглютенових кексів з МБК сколотин: за температури $18 \pm 3^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75% - не більше 7 діб.

8. Розроблено та погоджено з Держспоживслужбою в установленому порядку нормативну документацію - ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 «Кекс

безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин». Проведено комплекс заходів щодо впровадження розробленої технології у підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства м. Києва, Лубни Полтавської області. Здійснена оцінка ефективності функціонування розробленої технології безглютенових кексів з МБК сколотин. Показано, що розроблена технологія забезпечує виробництво продукції на основі вітчизняної ресурсної бази; зростання рентабельності від впровадження розроблених безглютенових кексів становить до 3,5%. Соціальний ефект наданої розробки полягає у більш повному використанні харчового потенціалу вторинної молочної сировини, розширенні асортименту та забезпечені споживачів продукцією спеціального дієтичного призначення, підвищеної харчової цінності з поліпшеними споживчими властивостями.

ДОДАТКИ

**ДОДАТОК А. Протоколи лабораторних випробувань якості борошна ТОВ
«Каскад», Україна (визначення алергенів)**

МІНЕКОНОМІКИ
 ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ПОЛТАВСЬКИЙ РЕГІОНАЛЬНИЙ НАУКОВО-
 ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ"



20289
 DSTU EN ISO/IEC 17025

Науково-дослідний випробувальний центр
 харчової продукції

Акредитований відповідно до вимог
 DSTU EN ISO/IEC 17025:2019

Атестат акредитації № 20289 від 01.12.2021
 (атестат акредитації дійсний до 29.11.2022)

Україна, м.Полтава, вул. Вузька, 6 тел. (0532) 60-27-08, 60-19-49, 050-404-92-93



ЗАТВЕРДЖУЮ

Надійшлик НДВЦХП
 ДП "Полтавастандартметрологія"

Ремізова Н.Л.

29 вересня 2022 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 1672

від 29 вересня 2022 р.

1. Найменування продукції Борошно рисове
2. НД на продукцію фактичне значення
3. Підприємство-виробник ТОВ "Каскад" Україна
4. Замовник, адреса ТОВ "Каскад" м. Карлівка, вул. Полтавський шлях, 34
5. Місце відбору зразків ТОВ "Каскад"
 акт відбору від 20 вересня 2022 р.
6. Дата виготовлення 20.09.22
7. Розмір партії 10 т
8. Кількість зразка 1 кг
9. Дата надходження для випробувань 21 вересня 2022 р.
10. Зразки відібрані заступником директора Дурманенко І.В.

Додаткові відомості:

- назва продукції вказана згідно акту відбору зразків;
- забороняється передрук протоколу без дозволу випробувального центру;
- протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням, у тому вигляді, у якому їх було отримано

Продовження додатку А.1

Продовження протоколу № 1673 від 29.09.2022

Визначення алергенів

№ п/п	Назва показника	Один. вимір.	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Похибка
1	Вміст глютену	мг/кг	R5 ELISA GLIADIN (AOAC-OMA)	фактичне значення	менше 5,0*	±16%

Обладнання: ваги AS 60/220 R, фотометр для мікропланшетів iMark

Примітка: * - межа чутливості методу

** - межа чутливості приладу

*** - розходження між паралельними випробуваннями

^ - нормативний документ (НД) не входить до сфери акредитації НДВЦХП або виданий на заміну НД, що входить до сфери акредитації НДВЦХП

^^ - нормативний документ скасований без заміни


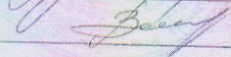
Дата початку випробувань

21 вересня 2022 р.

Дата закінчення випробувань

29 вересня 2022 р.

Відповідальні за випробування та підготовку протоколу:

 Братішко С.В. Волохова С.А.

Примітка:

МІНЕКОНОМІКИ
 ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ПОЛТАВСЬКИЙ РЕГІОНАЛЬНИЙ НАУКОВО-
 ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ"



20289
 ДСТУ ISO/IEC 17025

Науково-дослідний випробувальний центр
 харчової продукції

Акредитований відповідно до вимог
 ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019

Атестат акредитації № 20289 від 01.12.2021
 (атестат акредитації дійсний до 29.11.2022)

Україна, м.Полтава, вул. Вузька, 6, тел. (0532) 60-27-08, 60-19-49, 050-404-92-93



ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник НДВЦХП

ДП "Полтавастандартметрологія"

Ремізова Н.Л.

29 вересня 2022 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 1673

від 29 вересня 2022 р.

1. Найменування продукції Борошно кукурудзяне
2. НД на продукцію фактичне значення
3. Підприємство-виробник ТОВ "Каскад" Україна
4. Замовник, адреса ТОВ "Каскад" м. Карлівка, вул. Полтавський шлях, 34
5. Місце відбору зразків ТОВ "Каскад"
 акт відбору від 20 вересня 2022 р.
6. Дата виготовлення 20.09.22
7. Розмір партії 10 т
8. Кількість зразка 1 кг
9. Дата надходження для випробувань 21 вересня 2022 р.
10. Зразки відібрані заступником директора Дурманенко І.В.

Додаткові відомості:

- назва продукції вказана згідно акту відбору зразків;
- забороняється передрук протоколу без дозволу випробувального центру;
- протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням, у тому вигляді, у якому їх було отримано

Продовження додатку А.2

Продовження протоколу № 1673 від 29.09.2022

Визначення алергенів

№ п/п	Назва показника	Один. вимір.	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення *	Похибка
1	Вміст глютену	мг/кг	R5 ELISA GLIADIN (AOAC-OMA)	фактичне значення	менше 5,0*	±16%
Обладнання: ваги AS 60/220 R, фотометр для мікропланшетів iMark						

Примітка: * - межа чутливості методу
 ** - межа чутливості приладу
 *** - розходження між паралельними випробуваннями
 ^ - нормативний документ (НД) не входить до сфери акредитації ІДВІХП або виданий на заміну НД, що входить до сфери акредитації ІДВІХП
 ^^ - нормативний документ скасований без заміни

Дата початку випробувань

21 вересня 2022 р.

Дата закінчення випробувань

29 вересня 2022 р.

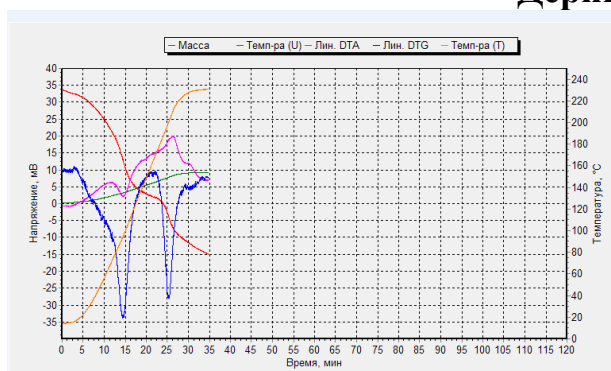
Відповідальні за випробування та підготовку протоколу:

Братішко С.В.Волохова С.А.

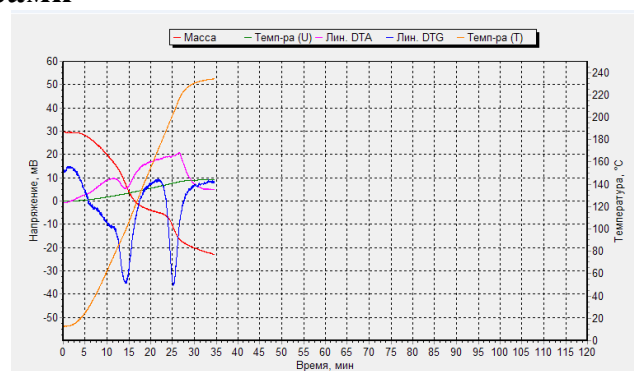
Примітка:

ДОДАТОК Б. Дериватограми

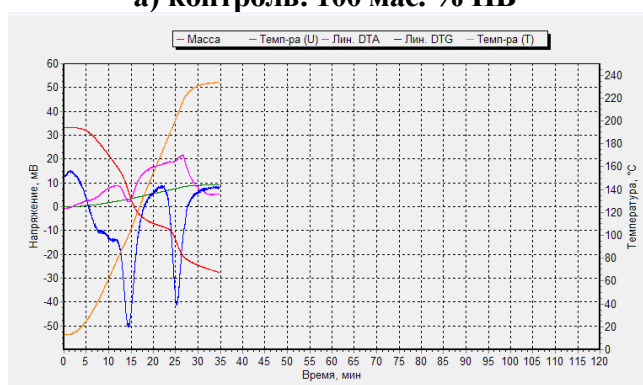
Дериватограми



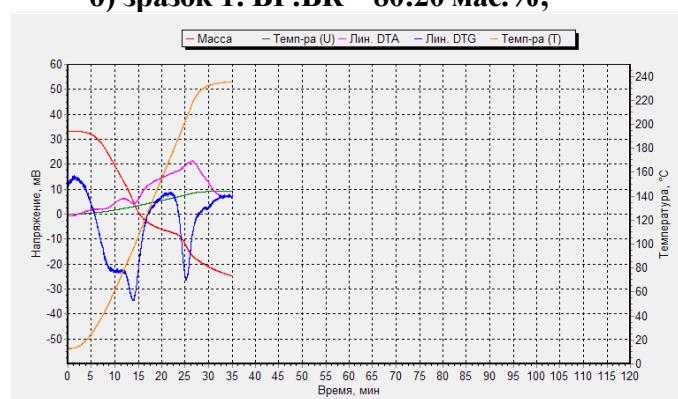
а) контроль: 100 мас. % ПБ



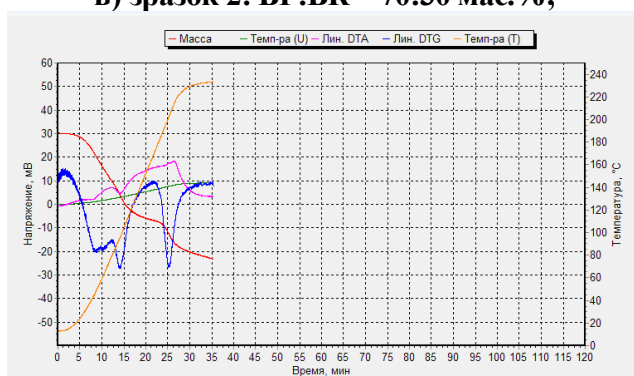
б) образец 1: БР:БК – 80:20 мас.%;



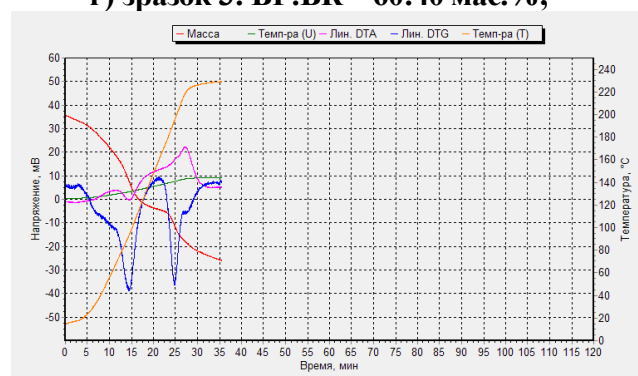
в) образец 2: БР:БК – 70:30 мас.%;



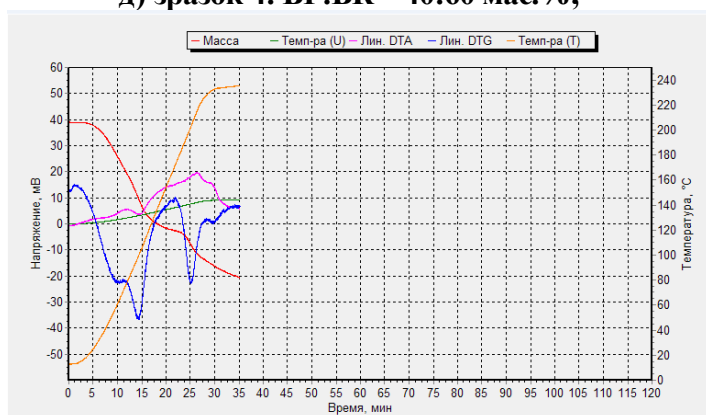
г) образец 3: БР:БК – 60:40 мас.%;



д) образец 4: БР:БК – 40:60 мас.%;



е) образец 5: БР:БК – 30:70 мас.%;



е) образец 6: БР:БК – 20:80 мас.%;

**ДОДАТОК В. Оптимізація рецептурних компонентів безглютенових кексів
з молочно-білковим концентратом сколотин**

Додаток В.1

Результати експерименту по визначенню питомого об'єму, см³/г

j	Фактори			Y _{1;1}	Y _{1;2}	Y _{1;3}	Y _{1;сер}
	x ₁	x ₂	x ₃				
1	-1	-1	-1	1,28	1,31	1,25	1,28
2	1	-1	-1	1,54	1,48	1,51	1,51
3	-1	1	-1	1,33	1,41	1,37	1,37
4	1	1	-1	1,63	1,68	1,60	1,63
5	-1	-1	1	1,20	1,18	1,15	1,18
6	1	-1	1	1,43	1,38	1,38	1,40
7	-1	1	1	1,39	1,19	1,24	1,28
8	1	1	1	1,42	1,53	1,58	1,51
9	-1,21532	0	0	1,18	1,27	1,24	1,23
10	1,215319	0	0	1,52	1,52	1,48	1,51
11	0	-1,2153189	0	1,30	1,24	1,37	1,30
12	0	1,21531889	0	1,47	1,39	1,39	1,42
13	0	0	-1,2153189	1,41	1,45	1,41	1,42
14	0	0	1,2153189	1,30	1,32	1,29	1,30
15	0	0	0	1,34	1,36	1,30	1,33
16	Контроль			1,34	1,39	1,36	1,36

Значення коефіцієнтів поліному

b ₀	1,3830
b ₁	0,1345
b ₂	0,0513
b ₃	-0,0359
b ₄	0,0003
b ₅	-0,0034
b ₆	-0,0121
b ₇	0,0063
b ₈	0,0207
b ₉	0,0237
b ₁₀	0,0300

$$Y_1 = 1,3287 + 0,1345x_1 + 0,0513x_2 - 0,0359x_3 + 0,0003x_1x_2 - 0,0034x_1x_3 - 0,0121x_2x_3 + 0,0063x_1x_2x_3 + 0,0207x_1^2 + 0,0237x_2^2 + 0,0300x_3^2$$

Додаток В.2

Результати експерименту по визначенню пористості, %

j	Фактори			Y _{2;1}	Y _{2;2}	Y _{2;3}	Y _{2;ср}
	x ₁	x ₂	x ₃				
1	-1	-1	-1	16,27	16,30	16,33	16,30
2	1	-1	-1	17,31	17,23	17,31	17,28
3	-1	1	-1	20,11	20,04	20,01	20,05
4	1	1	-1	21,73	21,81	21,71	21,75
5	-1	-1	1	13,28	13,22	13,27	13,26
6	1	-1	1	14,03	14,12	14,02	14,06
7	-1	1	1	16,34	16,28	16,29	16,30
8	1	1	1	17,64	17,68	17,74	17,69
9	-1,21532	0	0	15,28	15,27	15,22	15,26
10	1,215319	0	0	17,54	17,55	17,61	17,57
11	0	-1,2153189	0	14,71	14,75	14,69	14,72
12	0	1,21531889	0	18,84	18,82	18,89	18,85
13	0	0	-1,2153189	18,83	18,85	18,88	18,85
14	0	0	1,2153189	14,77	14,77	14,63	14,72
15	0	0	0	15,90	15,88	15,92	15,90
16	Контроль			16,62	16,65	16,74	16,67

Значення коефіцієнтів поліному

b ₀	16,8409
b ₁	0,6973
b ₂	1,8162
b ₃	-1,7464
b ₄	0,1537
b ₅	-0,0391
b ₆	-0,1881
b ₇	-0,0169
b ₈	0,1478
b ₉	0,4218
b ₁₀	0,4203

$$Y_2 = 16,1181 + 0,6973x_1 + 1,8162x_2 - 1,7464x_3 + 0,1537x_1x_2 - 0,0391x_1x_3 - 0,1881x_2x_3 - 0,0169x_1x_2x_3 + 0,1478x_1^2 + 0,4218x_2^2 + 0,4203x_3^2$$

Додаток В.3

Результати експерименту по визначенню ефективної в'язкості, Па·с, за $\gamma=1,05 \text{ с}^{-1}$.

j	Фактори			Y _{3;1}	Y _{3;2}	Y _{3;3}	Y _{3;сер}
	x ₁	x ₂	x ₃				
1	-1	-1	-1	123,2	123,9	112,5	119,8
2	1	-1	-1	109,5	109,4	109,7	109,5
3	-1	1	-1	155,2	155,1	155,8	155,4
4	1	1	-1	135,2	135,6	135,4	135,4
5	-1	-1	1	187,7	187,2	187,4	187,4
6	1	-1	1	162,7	163,4	162,7	162,9
7	-1	1	1	236,6	237,1	237,6	237,1
8	1	1	1	205,7	204,3	204,9	205,0
9	-1,21532	0	0	130,7	130,5	130,6	130,6
10	1,215319	0	0	103,5	103,0	103,5	103,3
11	0	-1,2153189	0	114,5	113,7	114,5	114,2
12	0	1,21531889	0	159,8	159,3	158,9	159,4
13	0	0	-1,2153189	91,7	91,7	91,8	91,7
14	0	0	1,2153189	173,8	173,2	173,3	173,4
15	0	0	0	99,4	99,8	100,4	99,9
16	Контроль			98,3	98,4	98,7	98,5

Значення коефіцієнтів поліному

b ₀	145,6712
b ₁	-10,9556
b ₂	18,9901
b ₃	33,9240
b ₄	-2,1594
b ₅	-3,3004
b ₆	3,7881
b ₇	0,2533
b ₈	14,2956
b ₉	27,7165
b ₁₀	24,8723

$$Y_3 = 96,8277 - 10,9556x_1 + 18,9901x_2 + 33,9240x_3 - 2,1594x_1x_2 - 3,3004x_1x_3 + 3,7881x_2x_3 + 0,2533x_1x_2x_3 + 14,2956x_1^2 + 27,7165x_2^2 + 24,8723x_3^2$$

Додаток В.4

Розрахунок критерію Фішера для поліному по визначенню питомого об'єму

j	x ₁	x ₂	x ₃	Y _{1;сер}	\bar{Y}_1	S ² ad	S ² e	S ² y ₁	S ² y ₂	S ² y ₃
1	-1	-1	-1	1,28	1,23	0,00033	0,00045	4,553E-05	0,0008232	0,0004816
2	1	-1	-1	1,51	1,52	0,00001	0,00040	0,0002372	0,0007912	0,000162
3	-1	1	-1	1,37	1,37	0,00018	0,00065	0,0012889	0,0002279	0,0004328
4	1	1	-1	1,63	1,63	0,00001	0,00053	2,633E-05	0,0009307	0,0006439
5	-1	-1	1	1,18	1,20	0,00014	0,00067	9,045E-05	0,0006716	0,001255
6	1	-1	1	1,40	1,45	0,00001	0,00075	6,251E-05	0,0008288	0,0013465
7	-1	1	1	1,28	1,27	0,00006	0,00362	0,0068525	0,0034379	0,000583
8	1	1	1	1,51	1,54	0,00005	0,00340	0,0066889	0,0025103	0,0010038
9	-									
9	1,2153189	0	0	1,23	1,20	0,00150	0,00001	3,418E-06	3,141E-07	1,66E-06
10	1,2153189	0	0	1,51	1,52	0,00008	0,00012	3,735E-05	8,526E-05	0,0002355
11	0	-								
11	0	1,2153189	0	1,30	1,30	0,00050	0,00205	0,0015313	0,0005898	0,0040217
12	0	1,2153189	0	1,42	1,43	0,00005	0,00077	0,0015364	0,0002936	0,0004868
13	0	0	-							
13	0	0	1,2153189	1,42	1,42	0,00062	0,00042	0,0001951	0,0008357	0,0002232
14	0	0	1,2153189	1,30	1,33	0,00002	0,00026	0,0003456	6,031E-06	0,000443
15	0	0	0	1,33	1,33	0,00206	0,00026	0,0003072	1,685E-05	0,0004679
						0,00043	0,01436			
					F=	0,03011	≤8,72868			

Додаток В.5

Розрахунок критерію Фішера для поліному по визначенню пористості

j	x ₁	x ₂	x ₃	Y _{2;сер}	\bar{Y}_2	S ² ad	S ² e	S ² y ₁	S ² y ₂	S ² y ₃
1	-1	-1	-1	16,30	16,28	0,00257	0,00295	0,00241	0,00070	0,00572
2	1	-1	-1	17,28	17,42	0,01845	0,00069	0,00037	0,00139	0,00033
3	-1	1	-1	20,05	19,95	0,01457	0,00101	0,00088	0,00020	0,00193
4	1	1	-1	21,75	21,77	0,00433	0,00007	0,00000	0,00012	0,00008
5	-1	-1	1	13,26	13,21	0,00033	0,00064	0,00119	0,00009	0,00063
6	1	-1	1	14,06	14,25	0,02835	0,00071	0,00142	0,00041	0,00030
7	-1	1	1	16,30	16,19	0,00778	0,00001	0,00001	0,00000	0,00002
8	1	1	1	17,69	17,78	0,00967	0,00095	0,00115	0,00004	0,00164
9	-									
9	1,2153189	0	0	15,26	15,49	0,05884	0,00024	0,00030	0,00001	0,00041
10	1,2153189	0	0	17,57	17,18	0,13784	0,00085	0,00006	0,00099	0,00152
11	0	-								
11	0	1,2153189	0	14,72	14,53	0,03229	0,00056	0,00000	0,00082	0,00087
12	0	1,2153189	0	18,85	18,95	0,00259	0,00170	0,00035	0,00327	0,00147
13	0	0	-							
13	0	0	1,2153189	18,85	18,86	0,00012	0,00019	0,00001	0,00023	0,00033
14	0	0	1,2153189	14,72	14,62	0,01391	0,00097	0,00049	0,00048	0,00195
15	0	0	0	15,90	16,12	0,03830	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000
						0,02846	0,01154			
					F=	2,46561	8,72868			

Додаток В.6.

Розрахунок критерію Фішера для поліному по визначенню ефективної в'язкості

j	x ₁	x ₂	x ₃	Y _{3;сер}	\bar{Y}_3	S ² ad	S ² e	S ² y ₁	S ² y ₂	S ² y ₃
1	-1	-1	-1	119,8	119,8	0,00001	13,56451	5,53245	8,11421	27,04687
2	1	-1	-1	109,5	109,3	0,03530	0,00779	0,00004	0,01100	0,01235
3	-1	1	-1	155,4	155,1	0,09158	0,04618	0,00760	0,04349	0,08745
4	1	1	-1	135,4	134,9	0,24307	0,00971	0,01670	0,01206	0,00038
5	-1	-1	1	187,4	187,2	0,05258	0,02569	0,04268	0,03390	0,00050
6	1	-1	1	162,9	162,5	0,17614	0,04701	0,02364	0,09402	0,02337
7	-1	1	1	237,1	236,6	0,28562	0,09319	0,14956	0,00074	0,12928
8	1	1	1	205,0	204,3	0,52537	0,16974	0,28031	0,22599	0,00292
9	-									
9	1,2153189	0	0	130,6	131,3	0,45765	0,00286	0,00530	0,00294	0,00035
10	1,2153189	0	0	103,3	104,6	1,69820	0,02061	0,01098	0,04120	0,00964
11	-									
11	0	1,2153189	0	114,2	114,7	0,23492	0,06893	0,03507	0,13786	0,03386
12	0	1,2153189	0	159,4	160,8	2,21704	0,07503	0,11939	0,00045	0,10525
13	-									
13	0	0	1,2153189	91,7	92,3	0,36723	0,00307	0,00115	0,00196	0,00610
14	0	0	1,2153189	173,4	174,8	1,87398	0,04444	0,08701	0,03418	0,01212
15	0	0	0	99,9	96,8	9,23520	0,08444	0,10889	0,00222	0,14222
						1,34568	14,26321			
					F=	0,09435	8,72868			

ДОДАТОК Г. Деклараційні патенти України на корисну модель





ДОДАТОК Д. Протоколи дослідження хімічного складу

ВЦ.401.701 редакція від 14.11.2019
ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ВІННИЦЯСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ"

ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР

Атестат акредитації № 20341 від 25.07.2022



20341
ДСТУ ISO/IEC 17025

Україна, 21011, м. Вінниця, вул. Левка Лук'яненка, 23/2 тел. (0432) 50-81-20, факс (0432) 50-81-20, sertdept@sertifcentr.vn.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. начальника ВЦ

ДП "Вінницястандартметрологія"

Андрієвська К.М.

28 квітня 2023 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 879

від 28 квітня 2023 р.

з метою контролю згідно листа

1. Найменування продукції і НД Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин
2. Виробник, адреса Безрученко Ольга Миколаївна вул.Герцена, 65 кв.2 м.Вінниця
3. Замовник, адреса Безрученко Ольга Миколаївна вул.Герцена, 65 кв.2 м.Вінниця
4. Місце відбору зразків Безрученко Ольга Миколаївна, вул.Герцена, 65 кв.2 м.Вінниця (згідно акту відбору замовника)
акт відбору № б/н (вх.лист №818) від 19 квітня 2023 р.
5. Дата виготовлення 18.04.2023 р. (згідно акту відбору замовника)
6. Розмір партії 1 кг (згідно акту відбору замовника)
7. Кількість зразків 370 г
8. Дата надходження для випробувань 19 квітня 2023 р.

Додаткові відомості:

Забороняється передрук протоколу без дозволу випробувального центру.

В пунктах 1-7 вказана інформація надана замовником.

Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням.

Продовження додатку Д.1

Продовження протоколу № 879 від 28.04.2023

Фізико-хімічні показники харчової продукції

№ п/п	Назва показника	Один. вимір.	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Додаткові відомості
1	Масова частка жиру	%	ДСТУ 5060:2008 п.5	--	15,7	±0,5
2	Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину (напівфабрикат)	%	ДСТУ 5060:2008 п.5	--	22,1	±0,5
3	Масова частка білка	%	ДСТУ ISO20483:2016	--	10,1	±0,14
4	Масова частка білка в перерахунку на суху речовину	%	ДСТУ ISO20483:2016	--	14,2	±0,14
Обладнання: Ваги Mettler Toledo ME 204, шафа сушильна SNOL 67/350						

Примітка 1: * - межа чутливості методу, приладу
 ** - НД на метод за згодою замовника

Дата початку випробувань

19 квітня 2023 р.

Дата закінчення випробувань

28 квітня 2023 р.

Відповідальні за випробування та підготовку протоколу:

Шишина А.В.

Іванцова Т.Ф.

Примітка 2: Коефіцієнт перерахунку вмісту азоту на масову частку білка - 6,25. Кінець протокола.

Додаток Д.2

Інститут біохімії ім. О.В.Палладіна
Національної академії наук України
м. Київ, вул. Паскивська, 9
Україна, 01

ВИПРОБУВАЛЬНО-БІОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР
ІНСТИТУТУ БІОХІМІЇ НАН УКРАЇНИ

Вміст вітамінів у зразку
(Безглютеновий кекс з МБК сколотин)

№ п/п	Назва показника	Одиниця виміру	Вміст вітамінів
1	Вітамін В ₁	мг на 100г	0,12 ± 0,02
2	Вітамін В ₂	мг на 100г	0,18 ± 0,04
3	Вітамін В ₃ (РР)	мг на 100г	0,68 ± 0,05
4	Вітамін Е	мг на 100г	0,23 ± 0,04
5	Вітамін С	мг на 100г	0,09 ± 0,02

Відповідальні виконавці:

наук. спів.

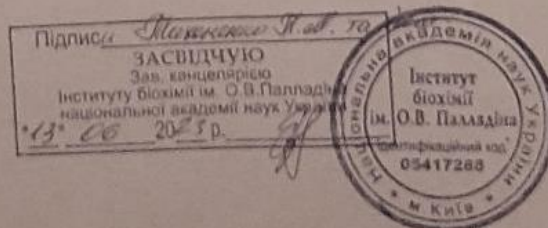
м.н.с.

м.н.с.

Т.М. Тихоненко

Л.І. Чехівська

С.П. Степаненко



Додаток Д.3

Інститут біохімії ім. О.В.Палладіна
 Національної академії наук України
 м. Київ, вул. Леонтовича, 9
 Україна, 01601

ВІПРОБУВАЛЬНО-БІОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР
 ІНСТИТУТУ БІОХІМІЇ НАН УКРАЇНИ

Вміст амінокислот у зразку
 (Безглютеновий кекс з МБК сколотин)

Амінокислота	Кількість мг в 100 г зразку	% по мг
Валін	641,16	6,01
Ізолейцин	449,84	4,22
Лейцин	963,8	9,03
Лізин	662,39	6,21
Метіонін	267,62	2,51
Треонін	445,12	4,17
Триптофан	180,06	1,69
Фенілаланін	481,74	4,52
Аланін	421,11	3,95
Аргінін	493,49	4,63
Аспарагінова кислота	906,18	8,49
Гістидін	300,27	2,81
Гліцин	278,36	2,61
Глутамінова кислота	2088,09	19,57
Пролін	420,18	3,94
Серин	943,78	8,85
Тирозин	438,4	4,11
Цистин	286,01	2,68
Сума	10667,6	100

Відповідальний виконавець:
 гол. інж. дослідник

М.П.М'ясникова

Підпис *М.П.М'ясникова*
 ЗАСВІДЧУЮ
 Зав. канцелярією
 Інституту біохімії ім. О.В.Палладіна
 національної академії наук України
 №13" 06 2023 р.



**ДОДАТОК Е. Протоколи лабораторних випробувань якості
безглютенових кексів з МБК сколотин (визначення алергенів)**

МІНЕКОНОМІКИ
 ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ПОЛТАВСЬКИЙ РЕГІОНАЛЬНИЙ НАУКОВО-
 ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ"



20289
 ДСТУ EN ISO/IEC 17025

Науково-дослідний випробувальний центр
 харчової продукції

Акредитований відповідно до вимог
 ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019

Атестат акредитації № 20289 від 01.12.2021
 (атестат акредитації дійсний до 29.11.2022)

Україна, м.Полтава, вул. Вузька, 6 тел. (0532) 60-27-08, 60-19-49, 050-404-92-93



ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник НДВЦХП
 ДП "Полтавастандартметрологія"

Ремізова Н.Л.

10 жовтня 2022 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 2015

від 10 жовтня 2022 р.

1. Найменування продукції Кекс безглютеновий з молочно-білковим кремфом
концентратом сколотин
2. НД на продукцію ТУ У 10.7-2812700049-001:2022
3. Підприємство-виробник Україна
4. Замовник, адреса Безрученко Ольга Миколаївна
5. Місце відбору зразків Безрученко Ольга Миколаївна
акт відбору від 2 листопада 2022 р.
6. Дата виготовлення 01.11.2022
7. Розмір партії не зазначено
8. Кількість зразка 5 ост.
9. Дата надходження для випробувань 2 листопада 2022 р.
10. Зразки відібрані Безрученко Ольга Миколаївна

Додаткові відомості:

- назва продукції вказана згідно акту відбору зразків;
- забороняється передрук протоколу без дозволу випробувального центру;
- протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням, у тому вигляді, у якому їх було отримано

Продовження додатку Е

Продовження протоколу № 2015 від 10.10.2022

Визначення алергенів

№ п/п	Назва показника	Один. вимір.	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Похибка
1	Вміст глютену	мг/кг	R5 ELISA Gliadin (AOAC-OMA)	не більше 20	менше 5*	-
Обладнання: ваги AS 60/220.R, фотометр для мікропланшетів iMark						

Примітка: * - межа чутливості методу

** - межа чутливості приладу

*** - розходження між паралельними випробуваннями

^ - нормативний документ (НД) не входить до сфери акредитації НДВЦХП або виданий на заміну НД, що входить до сфери акредитації НДВЦХП

^^ - нормативний документ скасований без заміни

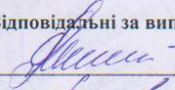
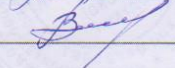
Дата початку випробувань

2 листопада 2022 р.

Дата закінчення випробувань

10 жовтня 2022 р.

Відповідальні за випробування та підготовку протоколу:


 Гньотова О.В. Волохова С.А.

Примітка:

**ДОДАТОК Ж. Протоколи лабораторних випробувань якості
безглютенових кексів з МБК сколотин при зберіганні**

Додаток Ж.1

Ф 7.8/1-1





МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР

**Державна установа "Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб
Міністерства охорони здоров'я України"**

АКРЕДИТОВАНИЙ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ДСТУ ISO/IEC 17025:2019
Атестат про акредитацію № 20832 від 01.06.2021р. дійсний до 06.03.2024р.

Україна, 21100, м. Вінниця, вул. Малиновського, 11, тел. (0432) 56-22-78, факс (0432) 67-18-35, vinoblises@ukr.net







ЗАТВЕРДЖУЮ
Начальник ВЦ
ДУ "Вінницький ОЦКПХ МОЗ"
А.В. Борисенко
28.12.2022 р.

20832
ДСТУ ISO/IEC 17025

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ
№ 1854 від 28.12.2022 р.

Найменування продукції і НД	<u>Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин, За вимогами замовника</u>
Виробник, адреса	<u>гр. Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Замовник, адреса	<u>гр. Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Місце відбору зразка	<u>вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Акт відбору	<u>б/н від 14.12.2022 р.</u>
Дата виготовлення	<u>14.12.2022 р.</u>
Розмір партії	<u>2 кг</u>
Кількість зразка	<u>0,4 кг, вид упаковки: Упаковка виробника</u>
Дата надходження для випробувань	<u>14.12.2022 р.</u>

Протокол випробувань № 1854

Сторінка 1 з 2

Продовження додатку Ж.1

Визначення токсичних елементів у харчових продуктах

№ п/п	Назва показника	Один. виміру	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Похибка (3) або невизначеність вимірювання
1	Масова частка цинку	мг/кг	ГОСТ 30178-96	не більше 50,0	9,23	
2	Масова частка миш'яку	мг/кг	МВВ 081/12-4751-01	не більше 0,3	0,220	±0,088
3	Масова частка свинцю	мг/кг	ГОСТ 30178-96	не більше 0,5	менше 0,25*	
4	Масова частка кадмію	мг/кг	ГОСТ 30178-96	не більше 0,1	менше 0,05*	
5	Масова частка міді	мг/кг	ГОСТ 30178-96	не більше 10,0	0,11	

Визначення мікотоксинів у харчових продуктах


№ п/п	Назва показника	Один. виміру	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Похибка (3) або невизначеність вимірювання
1	Масова частка дезоксиніваленолу	мг/кг	МУ 5177-90	не більше 0,5	менше 0,2*	
2	Масова частка афлатоксину В1	мг/кг	МР 2273-80	не більше 0,005	менше 0,001*	
3	Масова частка зеараленону	мг/кг	МР 2964-84	не більше 0,05	менше 0,04*	

- Примітка 1. Протокол випробувань стосується лише зразка, який передано на випробування.
 2. Протокол випробувань може бути повністю або частково відтворений лише з дозволу ВЦ.
 3. Похибку зазначено згідно НД.
 * - межа чутливості методу

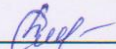
Дата початку випробувань
14.12.2022

Дата закінчення випробувань
28.12.2022

Відповідальні за випробування:


 Л.І. Коробійчук

Відповідальний за формування протоколу випробувань:

 О.С. Поліщук

Додаток Ж.2


Ф 7.8/1-1





МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР

**Державна установа "Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб
Міністерства охорони здоров'я України"**
АКРЕДИТОВАНИЙ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ДСТУ ISO/IEC 17025:2019
Атестат про акредитацію № 20832 від 01.06.2021р. дійсний до 06.03.2024р.

Україна, 21100, м.Вінниця, вул. Малиновського, 11, тел.(0432) 56-22-78, факс (0432) 67-18-35, vinoblises@ukr.net







ЗАТВЕРДЖУЮ
Начальник ВЦ
ДУ "Вінницький ОЦКПХ МОЗ"
А.В. Борисенко
07.11.2022 р.

20832
ДСТУ ISO/IEC 17025

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ
№ 1608 від 07.11.2022 р.

Найменування продукції і НД	<u>Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин, За вимогами замовника</u>
Виробник, адреса	<u>гр.Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Замовник, адреса	<u>гр.Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Місце відбору зразка	<u>вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Акт відбору	<u>б/н від 01.11.2022 р.</u>
Дата виготовлення	<u>01.11.2022 р.</u>
Розмір партії	<u>2 кг</u>
Кількість зразка	<u>0,2 кг, вид упаковки: Упаковка виробника</u>
Дата надходження для випробувань	<u>01.11.2022 р.</u>

Протокол випробувань № 1608

Сторінка 1 з 2

Продовження додатку Ж.2

Мікробіологічні дослідження харчових продуктів


№ п/п	Назва показника	Один. виміру	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Похибка (3) або невизначеність вимірювання
1	БГКП (коліформи).	КУО в 0,1г	ДСТУ ISO 4832:2015	не допускаються	відсутні	
2	Дріжджі та пліснява	КУО в 1 г	ДСТУ 8447 :2015	не допускаються	відсутні	
3	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели.	КУО в 25 г	Інструкція 1135-73	не допускаються	відсутні	
4	Staphylococcus aureus	КУО в 1 г	ГОСТ10444.2-94	не допускаються	відсутні	
5	КМАФАнМ	КУО в 1 г	ДСТУ 8446 - 2015	не більше 5×10^2	$1 \cdot 10^2$	

- Примітка 1. Протокол випробувань стосується лише зразка, який передано на випробування.
 2. Протокол випробувань може бути повністю або частково відтворений лише з дозволу ВЦ.
 3. Похибку зазначено згідно НД.

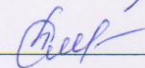
Дата початку випробувань
01.11.2022

Дата закінчення випробувань
07.11.2022


Відповідальні за випробування:

 О.Л. Юнусова

Відповідальний за формування протоколу випробувань:

 О.С. Поліщук

Ф 7.8/1-1





МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР


**Державна установа "Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб
Міністерства охорони здоров'я України"**

АКРЕДИТОВАНИЙ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ДСТУ ISO/IEC 17025:2019
Атестат про акредитацію № 20832 від 01.06.2021р. дійсний до 06.03.2024р.

Україна, 21100, м. Вінниця, вул. Малиновського, 11, тел. (0432) 56-22-78, факс (0432) 67-18-35, vinoblises@ukr.net







20832
ДСТУ ISO/IEC 17025

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ
№ 1632 від 10.11.2022 р.

Найменування продукції і НД	<u>Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин, За вимогами замовника</u>
Виробник, адреса	<u>гр. Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Замовник, адреса	<u>гр. Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Місце відбору зразка	<u>вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Акт відбору	<u>б/н від 04.11.2022 р.</u>
Дата виготовлення	<u>01.11.2022 р.</u>
Розмір партії	<u>2 кг</u>
Кількість зразка	<u>0,2 кг, вид упаковки: Упаковка виробника</u>
Дата надходження для випробувань	<u>04.11.2022 р.</u>

Протокол випробувань № 1632

Сторінка 1 з 2

Продовження додатку Ж.3

Мікробіологічні дослідження харчових продуктів


№ п/п	Назва показника	Один. виміру	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Похибка (3) або невизначеність вимірювання
1	БГКП (коліформи).	КУО в 0,1г	ГОСТ30518-97	не допускаються	відсутні	
2	Дріжджі та пліснява	КУО в 1 г	ДСТУ 8447 :2015	не допускаються	відсутні	
3	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели.	КУО в 25 г	Інструкція 1135-73	не допускаються	відсутні	
4	Staphylococcus aureus	КУО в 1 г	ГОСТ10444.2-94	не допускаються	відсутні	
5	КМАФАнМ	КУО в 1 г	ДСТУ 8446 - 2015	не більше 5×10^2	$1 \cdot 10^2$	

- Примітка 1. Протокол випробувань стосується лише зразка, який передано на випробування.
 2. Протокол випробувань може бути повністю або частково відтворений лише з дозволу ВЦ.
 3. Похибку зазначено згідно НД.

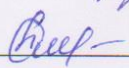
Дата початку випробувань
04.11.2022

Дата закінчення випробувань
10.11.2022

Відповідальні за випробування:


 О.Л. Юнусова

Відповідальний за формування протоколу випробувань:


 О.С. Поліщук


Додаток Ж.4


Ф 7.8/1-1


 МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
 ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР
**Державна установа "Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб
 Міністерства охорони здоров'я України"**
АКРЕДИТОВАНИЙ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ДСТУ ISO/IEC 17025:2019
 Атестат про акредитацію № 20832 від 01.06.2021р. дійсний до 06.03.2024р.

Україна, 21100, м. Вінниця, вул. Малиновського, 11, тел. (0432) 56-22-78, факс (0432) 67-18-35, vinoblises@ukr.net







20832
ДСТУ ISO/IEC 17025

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ
№ 1653 від 14.11.2022 р.

Найменування продукції і НД	<u>Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин, За вимогами замовника</u>
Виробник, адреса	<u>гр. Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Замовник, адреса	<u>гр. Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Місце відбору зразка	<u>вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Акт відбору	<u>б/н від 08.11.2022 р.</u>
Дата виготовлення	<u>01.11.2022 р.</u>
Розмір партії	<u>2 кг</u>
Кількість зразка	<u>0,2 кг, вид упаковки: Упаковка виробника</u>
Дата надходження для випробувань	<u>08.11.2022 р.</u>

Протокол випробувань № 1653
Сторінка 1 з 2

Продовження додатку Ж.4

Мікробіологічні дослідження харчових продуктів


№ п/п	Назва показника	Один. виміру	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Похибка (3) або невизначеність вимірювання
1	Дріжджі та пліснява	КУО в 1 г	ДСТУ 8447 :2015	не допускаються	відсутні	
2	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели.	КУО в 25 г	Інструкція 1135-73	не допускаються	відсутні	
3	БГКП (коліформи)	КУО в 0,1 г	ДСТУ 4832 2015	не допускаються	відсутні	
4	Staphylococcus aureus	КУО в 1 г	ГОСТ 10444.2-94	не допускаються	відсутні	
5	КМАФАнМ	КУО в 1 г	ДСТУ 8446 - 2015	не більше 5x10 ²	1*10 ²	

- Примітка 1. Протокол випробувань стосується лише зразка, який передано на випробування.
 2. Протокол випробувань може бути повністю або частково відтворений лише з дозволу ВЦ.
 3. Похибку зазначено згідно НД.

Дата початку випробувань
08.11.2022

Дата закінчення випробувань
14.11.2022

Відповідальні за випробування:


 О.Л. Юнусова

Відповідальний за формування протоколу випробувань:


 Г.Г. Іскра


Додаток Ж.5


Ф 7.8/1-1


 МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
 ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР
**Державна установа "Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб
 Міністерства охорони здоров'я України"**
АКРЕДИТОВАНИЙ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ДСТУ ISO/IEC 17025:2019
 Атестат про акредитацію № 20832 від 01.06.2021р. дійсний до 06.03.2024р.

Україна, 21100, м. Вінниця, вул. Малиновського, 11, тел. (0432) 56-22-78, факс (0432) 67-18-35, vinoblscs@ukr.net







ЗАТВЕРДЖУЮ
 Начальник ВЦ
 ДУ "Вінницький ОЦКПХ МОЗ"
 А.В. Борисенко
 09.05.2023 р.

20832
 ДСТУ ISO/IEC 17025

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ
№ 888 від 09.05.2023 р.

Найменування продукції і НД	<u>Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин, За вимогами замовника</u>
Виробник, адреса	<u>гр.Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Замовник, адреса	<u>гр.Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Місце відбору зразка	<u>вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Акт відбору	<u>б/н від 03.05.2023 р.</u>
Дата виготовлення	<u>24.04.2023 р.</u>
Розмір партії	<u>2 кг</u>
Кількість зразка	<u>0,2 кг, вид упаковки: Упаковка виробника</u>
Дата надходження для випробувань	<u>03.05.2023 р.</u>

Протокол випробувань № 888
Сторінка 1 з 2

Продовження додатку Ж.5

Мікробіологічні дослідження харчових продуктів

№ п/п	Назва показника	Один. виміру	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Похибка (3) або невизначеність вимірювання
1	КМАФАМ	КУО в 1 г	ДСТУ 8446 - 2015	не більше 5×10^2	4×10^2	
2	БГКП (коліформи).	КУО в 0,1г	ГОСТ30518-97	не допускаються	відсутні	
3	Дріжджі та пліснява	КУО в 1 г	ДСТУ 8447 :2015	не допускаються	відсутні	
4	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели.	КУО в 25 г	Інструкція 1135-73	не допускаються	відсутні	
5	Staphylococcus aureus	КУО в 1 г	ГОСТ10444.2-94	не допускаються	відсутні	

Примітка 1. Протокол випробувань стосується лише зразка, який передано на випробування.
 2. Протокол випробувань може бути повністю або частково відтворений лише з дозволу ВЦ.
 3. Похибку зазначено згідно НД.

Дата початку випробувань
03.05.2023

Дата закінчення випробувань
09.05.2023

Відповідальні за випробування:


О.Л. Юнусова

Відповідальний за формування протоколу випробувань:

О.С. Поліщук

Додаток Ж.6

Ф 7.8/1-1






МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР

**Державна установа "Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб
Міністерства охорони здоров'я України"**

АКРЕДИТОВАНИЙ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ДСТУ ISO/IEC 17025:2019
Атестат про акредитацію № 20832 від 01.06.2021р. дійсний до 06.03.2024р.

Україна, 21100, м. Вінниця, вул. Малиновського, 11, тел. (0432) 56-22-78, факс (0432) 57-18-35, vinoblises@ukr.net

20832
ДСТУ ISO/IEC 17025

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ
№ 904 від 09.05.2023 р.

Найменування продукції і НД	<u>Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин, За вимогами замовника</u>
Виробник, адреса	<u>гр. Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Замовник, адреса	<u>гр. Безрученко О.М., вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Місце відбору зразка	<u>вул. Герцена, 65/2, м. Вінниця</u>
Акт відбору	<u>б/н від 04.05.2023 р.</u>
Дата виготовлення	<u>24.04.2023 р.</u>
Розмір партії	<u>2 кг</u>
Кількість зразка	<u>0,2 кг, вид упаковки: Упаковка виробника</u>
Дата надходження для випробувань	<u>04.05.2023 р.</u>

Протокол випробувань № 904

Сторінка 1 з 2

Продовження додатку Ж.6

Мікробіологічні дослідження харчових продуктів

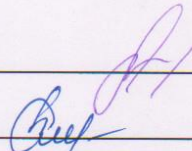
№ п/п	Назва показника	Один. виміру	НД на метод випробувань	Допустимі рівні	Фактичне значення	Похибка (3) або невизначеність вимірювання
1	БГКП (коліформи).	КУО в 0,1г	ГОСТ30518-97	не допускаються	відсутні	
2	КМАФАМ	КУО в 1 г	ДСТУ 8446 - 2015	5x10 ⁴	5,2*10 ²	
3	Дріжджі та пліснява	КУО в 1 г	ДСТУ 8447 :2015	не допускаються	відсутні	
4	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели.	КУО в 25 г	Інструкція 1135-73	не допускаються	відсутні	
5	Staphylococcus aureus	КУО в 1 г	ГОСТ10444.2-94	не допускається	відсутні	

- Примітка 1. Протокол випробувань стосується лише зразка, який передано на випробування.
 2. Протокол випробувань може бути повністю або частково відтворений лише з дозволу ВЦ.
 3. Похибку зазначено згідно НД.

Дата початку випробувань
04.05.2023

Дата закінчення випробувань
09.05.2023

Відповідальні за випробування:



 О.Л. Юнусова

Відповідальний за формування протоколу випробувань:



 О.С. Поліщук

ДОДАТОК К. Довідки про впровадження результатів дослідження



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, тел. +38 (044) 531 47 41, e-mail: knute@knute.edu.ua, код ЄДРПОУ 44470624

22-02.2023 № 291/24

На № _____

ДОВІДКА

Видана Безрученко Ользі Миколаївні, аспіранту кафедри технології і організації ресторанного господарства Державного торговельно-економічного університету, про те, що вона дійсно з I кв. 2019 р. по IV кв. 2022 р. брала участь у виконанні науково-дослідної роботи «Інноваційні технології харчових продуктів спеціального призначення» (термін виконання теми: I кв. 2019 р. – IV кв. 2022 р.).

Державний торговельно-економічний університет є правонаступником Київського національного торговельно-економічного університету.

Номер державної реєстрації НДР 0119U100296.

Особистий внесок Безрученко Ольги Миколаївни:

- визначено фізико-хімічні показники та технологічні властивості аглютенного борошна;
- досліджено реологічні властивості модельних харчових систем тістових напівфабрикатів на основі суміші кукурудзяного та рисового борошна;
- розроблено технологію борошняних кондитерських виробів спеціального призначення, зокрема безглютенових кексів, досліджено показники їх якості;
- здійснено заходи щодо впровадження результатів дослідження у практичну діяльність закладів ресторанного бізнесу.

**Проректор з науково-педагогічної
роботи та міжнародних зв'язків**



Анжеліка ГЕРАСИМЕНКО

Додаток К.2



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Відокремлений структурний підрозділ
**«ВІННИЦЬКИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ФАХОВИЙ
 КОЛЕДЖ
 ДЕРЖАВНОГО ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

вул. Київська, 80, м. Вінниця, 21022, тел.: (0432) 66-50-05
 e-mail: head@vttec.vn.ua ; vtet@mail.vinnica.ua , код ЄДРПОУ 01565891

04.10.2022 № 201

На № _____

ДОВІДКА

Видана **Безрученко Ользі Миколаївні**, аспірантці кафедри технології та організації ресторанного господарства Державного торговельно-економічного університету, про те, що окремі положення, висновки, пропозиції та результати, що містяться у дисертаційному дослідженні, виконаному на здобуття наукового ступеня доктора філософії, на тему «Технологія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин» застосовувались в освітньому процесі ВСП «ВТЕФК ДТЕУ» для підготовки лекційних матеріалів з навчальної дисципліни «Інноваційні харчові технології».

Особистий внесок аспірантки: підготовлено текст лекції №8 «Інноваційні технології виробництва борошняних кондитерських виробів» навчальної дисципліни «Інноваційні харчові технології» для здобувачів освітнього ступеня «фаховий молодший бакалавр».

Довідка видана для подання до спеціальної вченої ради.

В.о. директора



Наталія ЛОЗОВСЬКА

ДОДАТОК Л. Нормативна документація



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ
БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ**

вул. Б. Грінченка, 1, м. Київ, 01001, тел. 279-12-70, 279-75-58, факс 279-48-83,
e-mail: info@dpss.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т. в. о. Голови Держпродспоживслужби
Лордкіпанідзе А.Ю.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

М.П.

ВИСНОВОК

державної санітарно-епідеміологічної експертизи

від 25.01. 2023 р.

№ 12.2-18-2/ 90

Найменування об'єкта експертизи: ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 "Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин. Технічні умови"

Код за ДКПП 10.71.12-00.90

Сфера застосування та реалізації об'єкта експертизи: нормативний документ для харчової промисловості, ресторанного господарства.

Розробник: ФОП Кучеренко Наталія Василівна, Україна, 21000, Вінницька обл., м. Вінниця, вул. Пушкіна, буд. 9, кв. 11, тел.: 0972518364, E-mail: natashakucherenko03011977@gmail.com, інд. код 2812700049

(адреса, місцезнаходження, телефон, факс, E-mail, веб-сайт, код ЄДРПОУ)

Заявник експертизи: ФОП Кучеренко Наталія Василівна, Україна, 21000, Вінницька обл., м. Вінниця, вул. Пушкіна, буд. 9, кв. 11, тел.: 0972518364, E-mail: natashakucherenko03011977@gmail.com, інд. код 2812700049

(адреса, місцезнаходження, телефон, факс, E-mail, веб-сайт, код ЄДРПОУ)

За результатами державної санітарно-епідеміологічної експертизи ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 "Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин. Технічні умови" відповідають вимогам діючого санітарного законодавства України і можуть бути погоджені (затверджені)

(вказати необхідне)

Висновок дійсний до: на термін дії ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 "Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин. Технічні умови"

При внесенні змін до нормативного документу щодо сфери застосування, умов застосування об'єкту експертизи даний висновок втрачає силу

Комісія для проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи в особливо складних випадках при державній установі «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України»

Протокол експертизи № 515 від 22.11.2022 року.

(N протоколу, дата його затвердження)

Голова комісії

Полька Н.С.

(ініціали та прізвище)

02094, м. Київ, вул. Попудренка, 50, тел.:

(044) 292-02-93.

(найменування місцезнаходження, телефон, факс, E-mail)



Продовження додатку Л

Державна установа "Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Маршесва НАМН України"

НАУКОВИЙ ЗВІТ
САНІТАРНО-ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОЇ

ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 "Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин. Технічні умови"

Державна установа
"ІНСТИТУТ
ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я
ІМ. О.М. МАРШЕСВА НАМН
УКРАЇНИ"
02680, м. Київ-94, вул. Полудренка, 57

8.2/1657 від 22.11.2022 р.

Договір № 1674 від 08.11.2022 р.

ФОП Наталією КУЧЕРЕНКО, Україна, м. Київ разом з д.т.н., проф.Тетяною ЮДНОЮ та аспіранткою Ольгою БЕЗРУЧЕНКО - фахівцями Державного торговельно-економічного університету Україна, м. Київ розроблено проект ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 "Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин. Технічні умови". Мета розробки проекту технічних умов – розширення асортименту безглютенових продуктів на ринку України.

На розгляд надані ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 "Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин. Технічні умови", пояснювальна записка.

Ці технічні умови поширюються на кекси безглютенові з молочно-білковим концентратом сколотин (далі – продукція) для спеціального дієтичного споживання, які призначені для реалізації в торговельній мережі, на підприємствах громадського харчування та в закладах ресторанного господарства.

Обов'язкові вимоги до якості продукції, що забезпечують її безпеку для життя і здоров'я населення, охорону довкілля викладені у розділах 3, 4.

Позначення продукції може містити додаткову інформацію – знак для товарів та послуг (торгову назву), що прийнятий для неї на підприємстві – виробнику і який не суперечить чинному законодавству.

Ці технічні умови є власністю фізичної особи-підприємця – Кучеренко Наталії Василівни і не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані та розповсюджені без дозволу організації-власника.

Приклад позначення при замовленні:

«Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин», ТУ У 10.7–2812700049-001:2022.

Дозволено не вказувати в позначці під час замовлення позначення цих технічних умов.

Порядок розташування слів може бути змінено.

Технічні умови необхідно переглядати регулярно: не рідше одного разу на п'ять років після введення їх в дію або останнього перегляду, якщо не виникла необхідності переглянути їх раніше у випадку прийняття нормативно-законодавчих актів, відповідних національних (міждержавних) стандартів, які регламентують інші вимоги крім тих, що встановлені у технічних умовах.

Розділ 2 "Нормативні посилання": наведено перелік ДСТУ, ГОСТ, СанПіН, ТУ, ДСП, МУ, на які є посилання в тексті технічних умов.

Примітка.

Чинність стандартів, на які є посилання, перевіряють згідно з офіційними виданнями національного органу стандартизації – каталогом національних нормативних документів і щомісячними інформаційними показниками національних стандартів.

Якщо нормативний документ, на який є посилання, замінено новим або до нього внесено зміни, треба застосовувати нормативний документ або його останнє видання зі змінами.

Якщо стандарт, на який є посилання, скасований без заміни, то пункт, на який є посилання на цей стандарт, застосовують в частині, яка не стосується цього посилання.

3 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

3.1 Загальні вимоги

3.1.1 Продукція повинна відповідати вимогам цих технічних умов, вироблятися згідно з технологічною документацією, рецептур з дотриманням санітарних правил для підприємств, що виробляють кондитерські вироби з кремом ДСП № 262 та санітарних правил для підприємств хлібопекарської промисловості, затверджених в установленому порядку.

3.1.2 Оператори ринку відповідають за виконання вимог законодавства про безпечність та окремі показники якості харчових продуктів у межах діяльності, яку вони здійснюють.

3.1.3 Оператор потужності з виробництва продукції здійснює процедури, що засновані на принципах системи аналізу ризиків та контролю у критичних точках, які забезпечують відповідність готового продукту за показниками безпечності вимогам санітарних заходів.

3.1.4 Продукціяможуть випускатися під різними знаками для товарів і послуг, зареєстрованими в установленому порядку і за наявності документів на право їх використання.

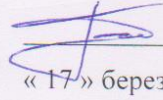
Примітка. З метою попередження порушення авторського права на знаки для товарів та послуг і виключення цивільної, адміністративної чи кримінальної відповідальності, виробник продукції повинен проводити офіційну перевірку назв для товарів та послуг за власний рахунок перед пакуванням добавок.

Виробник, який не здійснив перевірку, може понести відповідальність відповідно до ст. 51-2 Кодексу України про адміністративні правопорушення, ст. 176 Кримінального кодексу України, ст. 20 Закону України «Про охорону прав на знаки для товарів і послуг», ст. 50 Закону України «Про авторське право і суміжні права».

М. Протоколи та акти дегустацій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «МПС-ПРОДУКТ»

 Оксана БІЛОМИТЦЕВА

« 17 » березня 2023 р.



**Протокол
закритої дегустації дослідної партії безглютенових кексів з молочно-
білковим концентратом сколотин**

Об'єкт дегустаційної оцінки:

- безглютеновий кекс з молочно-білковим концентратом (МБК) сколотин згідно ТУ У 10.7-2812700049-001:2022 «Кекс безглютеновий з молочно-білковим концентратом сколотин»;
- кекс «Сирний» (контроль), виготовлений за традиційною технологією.

Метод: описовий метод, метод бальної оцінки.

Методика:

- надано описову характеристику виробам та контрольному зразку в таблиці 1.
- за розробленою 5-ти бальною шкалою оцінювали органолептичні показники виробів та контрольного зразків: зовнішній вигляд, колір, смак, запах та консистенція. Встановлені залежності між якісною оцінкою показника і відповідною оцінкою в балах представлено у вигляді таблиці 2.

Учасники дегустації:

- від підприємства: директор ТОВ «МПС-ПРОДУКТ» (мережа піцерій «Мамаміа!») Біломитцева О.М., голова технологічного департаменту ТОВ «МПС-ПРОДУКТ» Сабіров О.В.:
- від розробника (Державний торговельно-економічний університет): Юдіна Т.І. – д.т.н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства, Безрученко О.М. – аспірант, кафедри технології і організації ресторанного господарства.

Продовження додатку М.1

Таблиця 1

Порівняльна характеристика органолептичних показників безглютенових кексів з МБК сколотин та контрольного зразків.

Безглютеновий кекс з МБК сколотин	Кекс «Сирний»
<i>Зовнішній вигляд</i>	
Форма кругла не zdeформована, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів; поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, без підгорілості	Форма не zdeформована, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів; поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, без підгорілості
<i>Колір</i>	
Світло-коричневий, денце та бокова поверхня світліші	Світло-коричневий
<i>Смак</i>	
Виражений, збалансований, властивий даному сорту кексу, без стороннього присмаку	Властивий даному сорту кексу, без стороннього присмаку
<i>Запах</i>	
Виражений, збалансований, властивий даному сорту кекса, без стороннього присмаку	Властивий даному сорту кекса, без стороннього присмаку
<i>Вид у розломі</i>	
Кекс добре пропечений, без закалу і слідів непромісу.	Кекс добре пропечений, без закалу і слідів непромісу.

Таблиця 2

Дегустаційна оцінка безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин та контрольного зразків

Найменування дегустаційних зразків	Органолептичні показники					Середньозважена балова оцінка балів
	Зовнішній вигляд	Колір	Смак	Запах	Вид у розломі	
	Коефіцієнт вагомості, од					
	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	
безглютеновий кекс з МБК сколотин	4,9	5,0	4,9	5,0	4,9	4,9
контроль	5,0	4,9	5,0	4,9	4,9	4,9

Продовження додатку М.1

Результати:

- Виготовлена партія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин відрізняється привабливим зовнішнім виглядом, покращеним кольором, запахом в порівнянні з контрольним зразком, вид у розрізі без дефектів.
- Середньозважена балова оцінка виробів становить 4,9бали.

Висновок дегустаційної комісії: дегустаційною комісією рекомендовано використання технології безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин в закладах ресторанного господарства з метою розширення асортименту борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного призначення, а саме для осіб хворих на целиакію.

Постановили:

- Ухвалити технологію безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин;
- Удосконалене технологічне рішення не потребує додаткового технологічного оснащення, що не ускладнює загальний технологічний процес;
- Рекомендувати технологію безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин до впровадження у ТОВ «МПС-ПРОДУКТ».


**Від ДТЕУ:**

Проректор науково-педагогічної
роботи та міжнародних зв'язків


Ангеліка ГЕРАСИМЕНКО

р.

Д.т.н., професор кафедри технології і
організації ресторанного господарства

 Тетяна ЮДИНА

Аспірант кафедри технології і
організації ресторанного господарства

 Ольга БЕЗРУЧЕНКО

Від Підприємства:

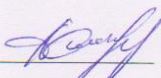
Директор ТОВ «МПС-ПРОДУКТ»

Оксана БІЛОМИТЦЕВА

р.



Голова технологічного департаменту
ТОВ «МПС-ПРОДУКТ»

 Олександр САБІРОВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ф.О.П. Кривсун Н.В.

Наталя КРИВСУН

«26» квітня 2023 р.



**Протокол
закритої дегустації дослідної партії безглютенових кексів з молочно-
білковим концентратом сколотин**

Об'єкт дегустаційної оцінки:

- безглютеновий кекс з молочно-білковим концентратом (МБК) сколотин;
- кекс «Сирний» (контроль), виготовлений за традиційною технологією.

Метод: описовий метод, метод бальної оцінки.

Методика:

- надано описову характеристику виробам та контрольному зразку в таблиці 1.
- за розробленою 5-ти бальною шкалою оцінювали органолептичні показники виробів та контрольного зразків: зовнішній вигляд, колір, смак, запах та консистенція. Встановлені залежності між якісною оцінкою показника і відповідною оцінкою в балах представлено у вигляді таблиці 2.

Учасники дегустації:

- від підприємства: фізична особа підприємець Кривсун Н.В.;
- від розробника (Державний торговельно-економічний університет): Юдіна Т.І. – д.т.н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства, Безрученко О.М. – аспірант, кафедри технології і організації ресторанного господарства.

Продовження додатку М.2

Таблиця 1

Порівняльна характеристика органолептичних показників безглютенових кексів з МБК сколотин та контрольного зразків.

Безглютеновий кекс з МБК сколотин	Кекс «Сирний»
<i>Зовнішній вигляд</i>	
Форма кругла не zdeформована, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів; поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, без підгорілості	Форма не zdeформована, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів; поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, без підгорілості
<i>Колір</i>	
Світло-коричневий, денце та бокова поверхня світліші	Світло-коричневий
<i>Смак</i>	
Виразений, збалансований, властивий даному сорту кексу, без стороннього присмаку	Властивий даному сорту кексу, без стороннього присмаку
<i>Запах</i>	
Виразений, збалансований, властивий даному сорту кекса, без стороннього присмаку	Властивий даному сорту кекса, без стороннього присмаку
<i>Вид у розломі</i>	
Кекс добре пропечений, без закалу і слідів непромісу.	Кекс добре пропечений, без закалу і слідів непромісу.

Таблиця 2

Дегустаційна оцінка безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин та контрольного зразків

Найменування дегустаційних зразків	Органолептичні показники					Середньозважена балова оцінка балів
	Зовнішній вигляд	Колір	Смак	Запах	Вид у розломі	
	Коефіцієнт вагомості, од					
	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	
безглютеновий кекс з МБК сколотин	4,9	5,0	4,9	5,0	4,9	4,9
контроль	5,0	4,9	5,0	4,9	4,9	4,9

Продовження додатку М.2

Результати:

- Виготовлена партія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин відрізняється привабливим зовнішнім виглядом, покращеним кольором, запахом в порівнянні з контрольним зразком, вид у розрізі без дефектів.
- Середньозважена балова оцінка виробів становить 4,9 бали.

Висновок дегустаційної комісії: дегустаційною комісією рекомендовано використання технології безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин в закладах ресторанного господарства з метою розширення асортименту борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного призначення, а саме для осіб хворих на целиацію.

Постановили:

- Ухвалити технологію безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин;
- Удосконалене технологічне рішення не потребує додаткового технологічного оснащення, що не ускладнює загальний технологічний процес;
- Рекомендувати технологію безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин до впровадження у готельно-ресторанному комплексі «Лубенська слобода».

Від ДТЕУ:

Проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародних зв'язків

Анжеліка ГЕРАСИМЕНКО

р.

Д.т.н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства

Тетяна ЮДІНА

Аспірант кафедри технології і організації ресторанного господарства

Ольга БЕЗРУЧЕНКО

Від Підприємства:

ФОП Кривсун Н.В.

Наталія КРИВСУН

р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник Департаменту
кондитерського та хлібобулочного
виробництва ТОВ «ФУДКОМ»

Михайло ГРУДНИЦЬКИЙ

21 лютого 2023 р.

**АКТ ДЕГУСТАЦІЇ № 14**

від 21.02.2023.

засідання дегустаційної комісії

Даний акт складений представниками ТОВ «ФУДКОМ»: Грудницьким М.М. – керівником Департаменту кондитерського та хлібобулочного виробництва, Ланською В.Д. – головним технологом Департаменту кондитерського та хлібобулочного виробництва, та представниками Розробника нових видів безглютенових борошняних кондитерських виробів (Державний торговельно-економічний університет): Юдіною Т. І. – д.т.н., професором кафедри технології та організації ресторанного господарства ДТЕУ, Безрученко О. М. – аспіранткою кафедри технології та організації ресторанного господарства ДТЕУ в тому, що в період січень - лютий 2023р. у виробничих умовах кондитерського цеху ТОВ «ФУДКОМ» були проведені виробничі випробування нових видів безглютенових борошняних кондитерських виробів - «Кексу безглютенового» та «Кексу безглютенового шоколадного» та здійснено їхню дегустацію.

Особливістю рецептурного складу нових видів безглютенових кондитерських виробів є використання суміші аглютенових видів борошна (кукурудзяного та рисового) та додавання до рецептури молочно-білкового концентрату сколотин.

Дегустаційною комісією проведено органолептичну оцінку готових кексів безглютенових. Оцінювання здійснювали за 5-ти бальною шкалою, представленою Розробником, у наступній послідовності: зовнішній вигляд, колір, смак і запах (табл.).

Таблиця

Результати органолептичної оцінки кексу «Сирного», виготовленого за традиційною технологією, Кексу безглютенового та Кексу безглютенового шоколадного

Назва зразка	Органолептичні показники якості, бали					Середня оцінка якості, балів
	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Консистенція	
	Коефіцієнт вагомості					
	0,15	0,15	0,2	0,3	0,3	
Кекс «Сирний» (контроль)	4,9	4,9	4,7	4,7	4,3	4,62
Кекс безглютеновий	4,8	4,8	4,7	4,7	4,3	4,61
Кекс безглютеновий шоколадний	4,9	4,8	4,8	4,8	5,0	4,86

За органолептичними показниками Кекс безглютеновий характеризується приємним смаком та легким сирним ароматом, Кекс безглютеновий шоколадний має яскраво виражений смак та аромат какао. Колір Кексу безглютенового – жовтий, а Кексу безглютенового шоколадного – інтенсивно-коричневий. Зовнішній вигляд характеризується опуклою формою та рум'яною скоринкою. Додавання до рецептури молочно-білкового концентрату склотин дозволяє комбінувати білки тваринного походження з рослинними білками борошна, створює передумови для розширення асортименту безглютенових кексів з підвищеною харчовою цінністю та заданими споживними властивостями.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Ухвалити технологію виробництва Кексу безглютенового та Кексу безглютенового шоколадного.
2. Технологічне рішення не ускладнює загальний виробничий процес та не потребує додаткового технічного оснащення.
3. Сенсорні та реологічні характеристики розроблених безглютенових кондитерських виробів відповідають напрямам технологічного призначення.


Продовження додатку М.3

4. Рекомендувати технологію кексу безглютенового та кексу безглютенового шоколадного до промислового впровадження та реалізації у ТОВ «ФУДКОМ».

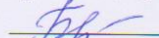
Від ДТЕУ:

Проректор науково-педагогічної
роботи та міжнародних зв'язків
Анжеліка ГЕРАСИМЕНКО
р.

Д.т.н., професор кафедри технології і
організації ресторанного господарства

 Тетяна ЮДИНА

Аспірант кафедри технології і
організації ресторанного господарства

 Ольга БЕЗРУЧЕНКО

Від Підприємства:

Керівник Департаменту
кондитерського та хлібобулочного
виробництва ТОВ «ФУДКОМ»
Михайло ГРУДНИЦЬКИЙ
р.

Головний технолог Департаменту
кондитерського та хлібобулочного
виробництва ТОВ «ФУДКОМ»

 Віта ЛАНСЬКА

ДОДАТОК Н. Акти впровадження

ЗАТВЕРДЖУЮ

ФОП Кривсун Н.В.

Наталя КРИВСУН

« 26 » квітня 2023 р.

Акт

**виготовлення дослідної партії безглютенових кексів
з молочно-білковим концентратом сколотин**

Представники Підприємства: ФОП Кривсун Н.В. (готельно-ресторанний комплекс «Лубенська слобода»)

Представники Розробника (Державний торговельно-економічний університет): Юдіна Т.І. – д.т.н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства, Безрученко О.М. аспірант, кафедри технології і організації ресторанного господарства.

Адреса потужностей: вул. Центральна, 22А, с. Вільшанка, Лубенський район, Полтавська обл., 37501

Назва продукції: безглютеновий кекс з молочно-білковим концентратом сколотин.

Обсяг дослідних партій: 7,5 кг (100 шт. по 75 г)

Дата виготовлення партії: 26 квітня 2023 р.

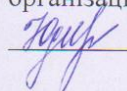
Від ДТЕУ:
Проректор з науково-педагогічної
роботи та міжнародних зв'язків
Анжеліка ГЕРАСИМЕНКО

Від Підприємства:
ФОП Кривсун Н.В.


Наталя КРИВСУН

« 26 » квітня 2023 р.

Д.т.н., професор кафедри технології і
організації ресторанного господарства

 Тетяна ЮДИНА

Аспірант кафедри технології і
організації ресторанного господарства

 Ольга БЕЗРУЧЕНКО

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «МПС-ПРОДУКТ»

 БІЛОМИТЦЕВА О.М.

«17» березня 2023 р.

Акт

**виготовлення дослідної партії безглютенових кексів
з молочно-білковим концентратом сколотин**

Представники Підприємства: директор ТОВ «МПС-ПРОДУКТ» (мережа піцерій «Маматіа!») Біломитцева О.М., голова технологічного департаменту ТОВ «МПС-ПРОДУКТ» Сабіров О.В.

Представники Розробника (Державний торговельно-економічний університет): Юдіна Т.І. – д.т.н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства, Безрученко О.М. аспірант, кафедри технології і організації ресторанного господарства.

Адреса потужностей: м. Київ, вул. Мілютенка, 19, піцерія «Маматіа!»

Назва продукції: безглютеновий кекс з молочно-білковим концентратом сколотин.


Обсяг дослідних партій: 6 кг (80 шт. по 75 г)

Дата виготовлення партії: 17 березня 2023 р.

Від ДТЕУ:

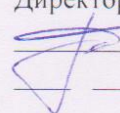
Проректор з науково-педагогічної
роботи та міжнародних зв'язків Анжеліка ГЕРАСИМЕНКО

р.


Д.т.н., професор кафедри технології і
організації ресторанного господарства Тетяна ЮДИНААспірант кафедри технології і
організації ресторанного господарства Ольга БЕЗРУЧЕНКО

Від Підприємства:

Директор ТОВ «МПС-ПРОДУКТ»

 Оксана БІЛОМИТЦЕВА

р.

Голова технологічного департаменту
ТОВ «МПС-ПРОДУКТ» Олександр САБІРОВ

ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОГОДЖЕНО:

Проректор з науково-педагогічної
роботи та міжнародних зв'язків

Анжеліка ГЕРАСИМЕНКО

_____ р.



ЗАТВЕРДЖУЮ:

Керівник Департаменту
кондитерського та хлібобулочного
виробництва ТОВ «ФУДКОМ»

Михайло ГРУДНИЦЬКИЙ

_____ р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Цим актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи аспірантки Безрученко О. М. «Технологія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин», що виконані на кафедрі технології і організації ресторанного господарства Державного торговельно-економічного університету впроваджені у ТОВ «ФУДКОМ» (кондитерський цех).

Вид впровадження результатів: нова технологія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин.

У виробничих умовах кондитерського цеху ТОВ «ФУДКОМ» в період січень-лютий 2023 р. було виготовлено 10 кг кексів безглютенових та 15 кг кексів безглютенових шоколадних. Реалізація виготовлених виробів здійснена у закладах ТОВ «ФУДКОМ».

Одержаний результат: розроблені кекси дозволяють розширити асортимент безглютенових борошняних кондитерських виробів.

Вироби відзначаються високими органолептичними властивостями, за фізико-хімічними показниками відповідають діючій нормативній

Продовження додатку Н.3

документації, користуються попитом споживачів. Виробництво та реалізація безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин дозволило забезпечити споживачів продукцією спеціального дієтичного призначення.

Від ДТЕУ:

Проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародних зв'язків

Анжеліка ГЕРАСИМЕНКО

Д.т.н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства

Тетяна ЮДИНА

Аспірант кафедри технології і організації ресторанного господарства

Ольга БЕЗРУЧЕНКО

Від Підприємства:

Керівник Департаменту кондитерського та хлібобулочного виробництва ТОВ «ФУДКОМ»

Михайло ГРУДНИЦЬКИЙ

р.

Головний технолог Департаменту кондитерського та хлібобулочного виробництва ТОВ «ФУДКОМ»

Віта ЛАНСЬКА

ДОДАТОК П. Список опублікованих праць за темою дисертації

***Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати
дисертації:***

1. Юдіна Т. І., Безрученко О. М., Павлюченко В. О. Обґрунтування складу борошняної сировини у технології безглютенових кексів. *Пр. Тавр. держ. агротехнол. ун-ту*. 2019. Вип. 19. Т. 1. С. 179-186. Мелітополь: ТДАТУ.
2. Юдіна Т. І., Безрученко О. М., Кравченко Т. В. Дослідження впливу концентрату сколотин на якість безглютенових кексів. *Вісн. Харк. нац. техн. ун-ту сільського госп-ва ім. Петра Василенка*. 2019. Вип. 207. С. 189-195. Харків: ХНТУСГ.
3. Yudina T. I., Bezruchenko O. M., Aharova O. V. Gluten-free cakes with cereal flour. *Обладнання та технології харчових виробництв*: темат. зб. наук. пр. Вип. 40 (1). Гол. ред. Чернега О. Б. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2020. С. 19-25. DOI: <https://doi.org/10.33274/2079-4827-2020-40-1-19-25>.
4. Юдіна Т., Романенко Р., Безрученко О. Підвищення технологічного потенціалу аглютенової борошняної сировини. *Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки»*. 2020. № 4 (36). С. 93-103. DOI: [https://doi.org/10.617/tr.knute.2020\(36\)09](https://doi.org/10.617/tr.knute.2020(36)09).
5. Bezruchenko O. M. Technology of gluten-free cake with buttermilk concentrate. *Innovative technologies and equipment: development prospects of the food and restaurant industries*: Scientific monograph. Riga: Baltija Publishing, 2022. P. 38-62. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-3>.
6. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Технологічні властивості борошна круп'яних культур для виробництва безглютенових кексів. *Зб. наук. пр. «Продовольчі ресурси»*. 2022. Т. 10 № 19. С. 176-183. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources 2022-19-20>.
8. Юдіна Т., Безрученко О. Харчова та біологічна цінність безглютенових кексів з концентратом сколотин. *Міжнар. наук.-практ. журн.*

"Товари і ринки". 2023. № 1 (45). С. 54-62. DOI:
[https://doi.org/10.31617/2.2023\(45\)05](https://doi.org/10.31617/2.2023(45)05).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Тези доповідей та матеріали конференцій

8. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Технологія безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. *Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Тернопіль, 16 листопада 2018 р.). Тернопіль: Тернопільська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКСГП НААН, 2018. С. 56-58.

9. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Кекси на безглютенівому борошні для хворих на целіакію. *Матеріали 85-ої Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»* (м. Київ, 11-12 квітня, 2019 р.). Київ: НУХТ, 2019. С. 50.

10. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Борошняні кондитерські вироби спеціального призначення. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Туризм XXI століття: глобальні виклики та цивілізаційні цінності»* (м. Пряшів, 10-11 квітня, 2019 р.). Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2019. С. 128-129.

11. Юдіна Т. І., Безрученко О. М. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенових кексів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність»*. (м. Харків, 15 травня 2019 р.). Харків: ХДУХТ, 2019. С. 39-40.

12. Юдіна Т. І., Безрученко О. М., Кравченко Т. В. Вплив молочно-білкового концентрату сколотин на якість безглютенових кексів. *Матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції. «Сучасні напрямки технології*

та механізації процесів переробних і харчових виробництв». (м. Харків, 8 листопада 2029 р.). Харків: ХНТУСГ, 2019. С. 90-91.

13. Yudina T., Bezruchenko O. Manufacturing technology of a gluten-free chocolate cake. *Tourism of the XXI century: Global challenges and civilization values: II International scientific and practical conference* (Kyiv, June 1, 2020). Kyiv: KNUTE, 2020. P. 477.

14. Yudina T. I., Bezruchenko O. M., Ahapova O.V. The technology of flour confectionery products using a concentrate of buttermilk. *Eurasian scientific congress. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference* (Barcelona, June 14-16, 2020). Barcelona: Barca Academy Publishing, 2020. P. 142-146.

15. Юдіна Т., Безрученко О., Агапова О. Вологопоглинальна здатність аглютенкової борошняної сировини. *World science: problems, prospects and innovations. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference* (Toronto, March 24-24, 2021). Toronto: Perfect Publishing, 2021. P. 21-27.

16. Безрученко О., Юдіна Т. Визначення реологічних властивостей безглютенового тіста для кексів. *Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*. (м. Київ, 15 вересня 2021 р.). Київ: НУХТ, 2021. С. 98-100.

17. Безрученко О., Юдіна Т. Показники безпеки безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. *Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*. (м. Київ, 15 листопада 2022 р.). Київ: НУХТ, 2022. С. 42-44.

18. Юдіна Т., Безрученко О. Зміна ліпідного комплексу безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин при зберіганні. *Матеріали 89-ої Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*. (м. Київ, 3-7 квітня 2023 р.). Київ: НУХТ, 2023 С. 83.

19. Юдіна Т., Безрученко О. Якість безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Туризм XXI століття: глобальні виклики і цивілізаційні цінності»*. (м. Київ, 23 травня 2023 р.). Київ: ДТЕУ. С. 179.

20. Юдіна Т., Безрученко О. Біологічна цінність безглютенових кексів з молочно-білковим концентратом сколотин. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації»*. (м. Київ, 23 травня 2023 р.). Київ: НУХТ, 2023 С. 49.

21. Безрученко О., Юдіна Т. І. Зміна структурно-механічних властивостей безглютенових кексів при зберіганні. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес»*. (м. Харків, 18 травня 2023 р.). Харків: ДБУ, 2023. С. 200.